



**EVALUASI SIFAT FISIK, MEKANIK, KIMIA, DAN KRISTALINITAS BEBERAPA JENIS
SERAT BATANG PISANG (*Musa Sp*)**

TUGAS AKHIR

Oleh

ROWILSON SIANTURI

NIM 175100601111028



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2021



**EVALUASI SIFAT FISIK, MEKANIK, KIMIA, DAN KRISTALINITAS BEBERAPA JENIS
SERAT BATANG PISANG (*Musa Sp*)**

TUGAS AKHIR

Oleh

ROWILSON SIANTURI

NIM 175100601111028

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik



JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2021



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Tugas Akhir : Evaluasi Sifat Fisik, Mekanik, Kimia, dan Kristalinitas Beberapa
Jenis Serat Batang Pisang (*Musa Sp*)

Nama Mahasiswa : Rowilson Sianturi

NIM : 175100601111028

Program Studi : Teknik Bioproses

Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing I,

Dr. Ir. Sandra Malin Sutan, MP

NIP. 19631231 199303 1 021

Dosen Pembimbing II,

La Choyya Hawa, STP, MP, Ph.D

NIP. 19780307 200012 2 001

Dosen Pembimbing III,



Dr. Widya Fatriasari, S.Hut., M.M

NIP. 19771208 200604 2 022

Tanggal Persetujuan:

iii



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code



Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository
Repository
Repository
Repository
Repository


LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Evaluasi Sifat Fisik, Mekanik, Kimia, dan Kristalinitas Beberapa
Jenis Serat Batang Pisang (*Musa Sp*)
Nama Mahasiswa : Rowilson Sianturi
NIM : 175100601111028
Program Studi : Teknik Bioproses
Jurusan : Keteknikan Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian

Penguji I


Dr. Ir. Sandra Malin Sutan, MP.
NIP. 196312311993031021

Penguji II



25/02/2022
La Choywa Hawa, STP, MP, Ph.D.
NIP. 197808072000122001

Penguji III



Dr. Widya Fatriasari, S.Hut., M.M.
NIP. 197712082006042022

Penguji IV


Rini Yulianingsih, S.TP., M.T.,
Ph.D.
NIP. 197407172008122002



Ketua Jurusan

Dr. Eng. Anwarul Adi Sianturi, S.TP., M.Eng.
NIP. 197905012005011001

Tanggal Pengesahan:



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSRÉ, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Repository
Repository
Repository

**PERUNTUKAN**

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Ibu, Bapak, Kakak dan Adik, terima kasih atas semua dukungan moril dan materiil, serta doa yang tiada henti, kasih sayang yang tiada batasnya dan pengorbanan yang tak terhingga.
2. Ibu Dr. Widya Fatriasari, S.Hut., M.M. selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih banyak atas segala nasehat, waktu dan bimbingannya kepada penulis selama ini di Biomaterial BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional), Cibinong.
3. Bapak Dr. Ir. Sandra Malin Sutan., MP., dan Ibu La Choviya Hawa, S.TP., M.P., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih banyak atas segala nasehat, waktu dan bimbingannya selama ini.
4. Ibu Rini Yulianingsih, S.TP., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji, terima kasih banyak atas bimbingan, kesempatan, ilmu, nasehat, waktu dan bantuan yang selalu diberikan kepada penulis selama ini.
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Bioproses, terima kasih atas bimbingan dan semua ilmu yang telah diberikan.
6. Seluruh karyawan dan staf Pusat Riset Biomaterial BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional), Cibinong, terima kasih atas bimbingan dan semua ilmu yang telah diberikan.
7. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada saya selama menempuh pendidikan ini.

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Rowilson Sianturi

NIM : 175100601111028

Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul TA : Evaluasi Sifat Fisik, Mekanik, Kimia, dan Kristalinitas Beberapa Jenis Serat Batang Pisang (*Musa Sp.*)

Menyatakan bahwa,

TA dengan judul di atas merupakan karya asli penulis. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Malang, 24 Desember 2021

Pembuat Pernyataan,

Rowilson Sianturi



Rowilson Sianturi. 175100601111028. Evaluasi Sifat Fisik, Mekanik, Kimia, dan Kristalinitas Beberapa Jenis Serat Batang Pisang (*Musa Sp*). Skripsi. Pembimbing I: Dr. Ir. Sandra Malin Sutan, MP. Pembimbing II: La Choviya Hawa, S.TP., M.P., Ph.D. Pembimbing III: Dr. Widya Fatriasari, S.Hut., M.M.

RINGKASAN

Salah satu biomassa lignoselulosa yang melimpah di Indonesia dan biasanya hanya dijadikan sebagai limbah pertanian adalah serat batang pisang. Biomassa lignoselulosa dalam serat batang pisang memiliki banyak manfaat seperti konversi menjadi etanol sebagai substitusi bensin untuk transportasi. Contoh manfaat lain dari limbah serat batang pisang adalah pembuatan serat sintetis, tekstil, papan partikel dan masih banyak lagi pemanfaatan dari serat batang pisang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serat batang pisang dan mencari karakteristik serat batang pisang yang terbaik dari sepuluh jenis serat batang pisang.

Penelitian dilakukan dengan berdasarkan karakterisasi fisik, mekanik, kimia dan kristalinitas.

Parameter sifat kimia yang diamati adalah kadar ekstraktif, abu, holoselulosa, alfa selulosa, hemiselulosa dan lignin untuk menentukan kualitas serat pisang yang memiliki karakteristik yang terbaik. Serat pisang yang terbaik memiliki nilai kadar air, kadar abu, kadar ekstraktif, dan kadar lignin yang rendah, selain itu juga memiliki kadar holoselulosa, kadar alfa selulosa, dan kadar hemiselulosa yang tinggi. Serat pisang terbaik juga memiliki nilai densitas yang rendah, nilai kuat tarik yang tinggi, nilai modulus elastisitas tinggi dan nilai kristalinitas yang tinggi.

Dalam proses pembuatan diversifikasi produk serat memerlukan informasi karakteristik serat termasuk komposisi kimianya. Hal ini karena komposisi kimia serat alam bervariasi tergantung pada letak geografis, umur, jenis tanaman, kondisi lingkungan maupun jenis tanah dimana suatu tanaman tumbuh. Adapun komposisi kimia dari serat batang pisang pada penelitian ini meliputi kadar air, kadar abu, kadar ekstraktif, kadar lignin, kadar holoselulosa, kadar alfa selulosa, dan kadar hemiselulosa.

Hasil penelitian menunjukkan karakteristik kimia dari sepuluh jenis serat batang pisang yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan kadar air antara 9.55% - 11.74%, kadar abu antara 4.96% - 15.68%, kadar ekstraktif antara 11.27% - 25.16%, kadar lignin antara 3.71% - 4.69%, kadar lignin terlarut asam antara 3.63% - 4.05%, kadar holoselulosa antara 39.57% - 52.16%, kadar alfa selulosa antara 23.89% - 33.28%, dan kadar hemiselulosa antara 14.85% - 19.58%. Sehingga perbedaan spesies tanaman pisang memberikan pengaruh terhadap karakteristik kimia, karakteristik sifat mekanik, densitas, dan kristalinitas serat. Pada penelitian ini diketahui bahwa serat batang pisang cavendish memiliki karakteristik terbaik diantara sembilan jenis tanaman pisang lainnya.

Kata Kunci: kristalinitas, komponen kimia, serat alam, sifat fisis-mekanis, tanaman pisang



Rowilson Sianturi. 175100601111028. Evaluation of Physical, Mechanical, Chemical, and Crystallinity Properties of Several Types of Banana Trunk Fiber (*Musa Sp*). Essay. Supervisor I: Dr. Ir. Sandra Malin Sutan, MP. Supervisor II: La Choviya Hawa, S.TP., M.P, Ph.D. Supervisor III: Dr. Widya Fatriasari, S.Hut., M.M.

SUMMARY

One of the abundant lignocellulosic biomass in Indonesia and usually only used as agricultural waste is banana stem fiber. Lignocellulosic biomass in banana stem fiber has many benefits, such as conversion to ethanol as a substitute for gasoline for transportation. Another example of banana stem fiber waste can be beneficial in manufacturing synthetic fibers, textiles, particleboard, and many more uses from banana stem fibers. This study aims to analyze banana stem fiber and find the best characteristics from ten types of banana stem fiber—the research conduct-based on physical, mechanical, chemical, and crystallinity characterization. Parameters observed were holo cellulose, alpha-cellulose, and lignin to determine the quality of banana fiber which has the best characteristics. The best banana fiber has a low moisture content, ash content, extractive content, and lignin content, besides that it also has high holo-cellulose content, alpha-cellulose content, and high hemicellulose content. The best banana fiber also has a low density, high tensile strength, high elastic modulus, and high crystallinity. In fiber-based product production, comprehensive information on fiber characteristics, is required. The chemical composition of natural fibers varies depending on geographical location, age, type of plant, environmental conditions, and the type of soil where a plant grows. The chemical composition of banana stem fiber in this study included water content, ash content, extractive content, lignin content, holo cellulose content, alpha-cellulose content, and hemicellulose content. The results showed that the chemical characteristics of ten types of banana stem fiber have a moisture content between 9.55% - 11.74%, ash content between 4.96% - 15.68%, extractive content between 11.27% - 25.16%, lignin content between 3.71% - 4.69%, acid-soluble lignin content 3.63% - 4.05%, holo cellulose content between 39.57% - 52.16%, alpha-cellulose content between 23.89% - 33.28%, and hemicellulose content between 14.85% - 19.58%. The differences in banana plant species influence the chemical-mechanical characteristics, density, and fiber crystallinity. Based on the scoring method, cavendish banana fiber presents the best characteristics compared to the others.

Keywords: *banana plant, chemical components, crystallinity, fiber properties, tensile strength*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus yang telah melimpahkan anugerah rahmat dan karunia-Nya serta bimbingan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Karakteristik Fisik, Mekanik, Kimia, dan Kristalinitas Sepuluh Jenis Serat Batang Pisang (*Musa Sp*)” sebagai persyaratan yang harus ditempuh dalam meraih gelar sarjana (S-1) oleh setiap mahasiswa Program Studi Teknik Bioproses, Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Di dalam penulisan tugas akhir ini terdapat banyak pihak yang telah membantu penulis dalam bentuk apapun, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Sandra Malin Sutan., MP selaku dosen pembimbing I skripsi atas segala kesabaran, nasihat, arahan, dan bimbingan kepada penulis
2. Ibu La Choviya Hawa, STP. MP., Ph.D, selaku dosen pembimbing II skripsi atas segala kesabaran, nasihat, arahan, dan bimbingan kepada penulis
3. Ibu Dr. Widya Fatriasari, S.Hut., M.M selaku dosen pembimbing III skripsi di Pusat Riset Biomaterial Bogor
4. Bapak Dr. Eng. Achmad Adi Sulianto., STP, M.Eng selaku Ketua Jurusan Keteknikan Pertanian Universitas Brawijaya
5. Dr. A.Hanif Dawam A, selaku Plh Kepala Pusat Riset Biomaterial PBRIN dan seluruh SDM IPTEK dan pendukung Pusat Riset Biomaterial BRIN yang telah banyak membantu selama masa penelitian
6. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pihak pembaca. Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi siapapun yang membutuhkan.

Malang, 9 Desember 2021

Rowilson Sianturi



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	v
PERUNTUKAN	vi
PERNYATAAN KEASLIAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	17
1.1. Latar Belakang.....	17
1.2. Rumusan Masalah.....	18
1.3. Tujuan Penelitian.....	19
1.4. Manfaat Penelitian.....	19
1.5. Batasan Masalah	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	20
2.1. Serat Pisang	20
2.2. Struktur Serat dan Komposisi Tanaman Pisang.....	21
2.3. Jenis Pisang.....	22
2.4. Biomassa Lignoselulosa.....	27
2.4.1. Selulosa	27
2.4.2. Hemiselulosa	28
2.4.3. Lignin	29
2.5. Holoselulosa	30
2.6. Kristalinitas.....	30
2.7. Penelitian Terdahulu.....	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
3.2. Alat dan Bahan.....	32



3.2.1. Alat.....	32
3.2.2. Bahan.....	33
3.3. Metode Penelitian	33
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	35
3.4.1. Persiapan Sampel Serat Pisang (TAPPI, 1997a).....	35
3.4.2. Pengujian Komposisi Kimia.....	39
3.4.3. Uji Densitas (ASTM D3800, 2017).....	56
3.4.4. Karakterisasi Sifat Mekanik Serat Alam.....	57
3.4.5. Analisis Kristalinitas Serat Pisang (XRD) (Budi <i>et al.</i> , 2017).....	57
3.5. Perlakuan Terbaik.....	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	60
4.1. Analisis Komposisi Kimia Serat Batang Pisang.....	60
4.1.1. Analisis Kadar Air.....	60
4.1.2. Analisis Kadar Abu.....	63
4.1.3. Analisis Kadar Ekstraktif.....	66
4.1.4. Analisis Kadar Klason Lignin.....	69
4.1.5. Analisis Lignin Terlarut Asam.....	72
4.1.6. Analisis Kadar Holoselulosa.....	75
4.1.7. Analisis Kadar Alfa selulosa.....	79
4.1.8. Analisis Kadar Hemiselulosa.....	81
4.2. Analisis Sifat Fisik Serat Batang Pisang.....	84
4.2.1. Analisis Nilai Densitas.....	84
4.3. Analisis Sifat Mekanik Serat Batang Pisang.....	87
4.3.1. Analisis Uji Kuat Tarik.....	87
4.3.2. Modulus Elastisitas.....	90
4.4. Analisis Kristalinitas Serat Batang Pisang.....	93
4.5. Perlakuan Terbaik.....	98
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	100
5.1. Kesimpulan.....	100
5.2. Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN.....	107



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pemanfaatan serat pisang.....	20
Tabel 3. 1 Alat.....	32
Tabel 3. 2 Bahan.....	33
Tabel 3. 3 Rancangan Percobaan.....	34
Tabel 3. 4 Jenis Pisang.....	34
Tabel 4. 1 Hasil uji DMRT kadar air serat batang pisang.....	61
Tabel 4. 2 Hasil uji DMRT kadar abu serat batang pisang.....	64
Tabel 4. 3 Hasil uji DMRT kadar ekstraktif serat batang pisang	67
Tabel 4. 4 Hasil uji DMRT kadar lignin serat batang pisang	71
Tabel 4. 5 Hasil uji DMRT kadar lignin terlarut asam serat batang pisang.....	74
Tabel 4. 6 Hasil uji DMRT kadar holoselulosa serat batang pisang.....	77
Tabel 4. 7 Hasil uji DMRT kadar alfa selulosa serat batang pisang.....	80
Tabel 4. 8 Hasil uji DMRT kadar hemiselulosa serat batang pisang.....	83
Tabel 4. 9 Hasil uji DMRT densitas serat batang pisang	86
Tabel 4. 10 Hasil uji DMRT kuat tarik serat batang pisang	89
Tabel 4. 11 Hasil uji DMRT modulus elastisitas serat batang pisang.....	92
Tabel 4. 12 Perlakuan terbaik	98



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposit Serat Pisang (Sumber: Ojahan <i>et al.</i> , 2015)	21
Gambar 2. 2 Struktur dan komposisi serat tanaman (Bertella dan Luterbacher, 2020)	22
Gambar 3. 1 Diagram alir karakterisasi serat batang pisang.....	37
Gambar 3. 2 Diagram alir karakterisasi serat alam	38
Gambar 3. 3 Diagram alir pengujian kadar air	39
Gambar 3. 4 Diagram alir pengujian kadar abu.....	42
Gambar 3. 5 Diagram alir pengujian kadar lignin	47
Gambar 3. 6 Diagram alir pengujian kadar lignin	48
Gambar 3. 7 Diagram alir pengujian kadar lignin	48
Gambar 3. 8 Diagram alir pengukuran kadar lignin terlarut asam	49
Gambar 3. 9 Diagram alir pengujian kadar holoselulosa	50
Gambar 4. 1 Kadar air beberapa jenis serat batang pisang	60
Gambar 4. 2 Kadar abu beberapa jenis serat batang pisang	63
Gambar 4. 3 Kadar ekstraktif beberapa jenis serat batang pisang	66
Gambar 4. 4 Kadar klason lignin beberapa jenis serat batang pisang.....	69
Gambar 4. 5 Kadar lignin terlarut asam beberapa jenis serat batang pisang	72
Gambar 4. 6 Kadar holoselulosa beberapa jenis serat batang pisang.....	76
Gambar 4. 7 Kadar alfa selulosa beberapa jenis serat batang pisang.....	79
Gambar 4. 8 Kadar hemiselulosa beberapa jenis serat batang pisangs.....	82
Gambar 4. 9 Densitas beberapa jenis serat batang pisang.....	84
Gambar 4. 10 Kuat tarik beberapa jenis serat batang pisang.....	87
Gambar 4. 11 Modulus elastisitas beberapa jenis serat batang pisang.....	91
Gambar 4. 12 Difraktogram serat batang pisang.....	95
Gambar 4. 13 Kristalinitas beberapa jenis serat batang pisang.....	96

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Data kadar air serat batang pisang	107
Lampiran 2 Uji anova data kadar air	107
Lampiran 3 Uji lanjut data kadar air	108
Lampiran 4 Data kadar abu serat batang pisang	109
Lampiran 5 Uji anova data kadar abu	109
Lampiran 6 Uji lanjut data kadar abu	110
Lampiran 7 Data kadar ekstraktif serat batang pisang	111
Lampiran 8 Uji anova data kadar ekstraktif	111
Lampiran 9 Uji lanjut data kadar ekstraktif	112
Lampiran 10 Data kadar lignin serat batang pisang	113
Lampiran 11 Uji anova data kadar lignin	113
Lampiran 12 Uji lanjut data kadar lignin	114
Lampiran 13 Data kadar lignin terlarut asam serat batang pisang	115
Lampiran 14 Uji anova data kadar lignin terlarut asam	117
Lampiran 15 Uji lanjut data kadar lignin terlarut asam	117
Lampiran 16 Data kadar holoselulosa serat batang pisang	118
Lampiran 17 Uji anova data kadar holoselulosa	118
Lampiran 18 Uji lanjut data kadar holoselulosa	119
Lampiran 19 Data kadar alfa selulosa serat batang pisang	120
Lampiran 20 Uji anova data kadar alfa selulosa	120
Lampiran 21 Uji lanjut data kadar alfa selulosa	121
Lampiran 22 Data kadar hemiselulosa serat batang pisang	122
Lampiran 23 Uji anova data kadar hemiselulosa	122
Lampiran 24 Uji lanjut data kadar hemiselulosa	123
Lampiran 25 Data densitas serat batang pisang	123
Lampiran 26 Uji anova data densitas	124
Lampiran 27 Uji lanjut data densitas	124
Lampiran 28 Data kuat tarik serat batang pisang	125
Lampiran 29 Uji anova data kuat tarik	126
Lampiran 30 Uji lanjut data kuat tarik	126
Lampiran 31 Data modulus elastisitas serat batang pisang	127
Lampiran 32 Uji anova data modulus elastisitas	128



Lampiran 33 Uji lanjut data modulus elastisitas.....	128
Lampiran 34 Data dan difraktogram kristalinitas serat batang pisang.....	129
Lampiran 35 Dokumentasi penelitian.....	132



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai sumber daya alam serat yang sangat melimpah. Namun, sumber daya alam tersebut belum dimanfaatkan secara baik. Pemanfaat serat alam secara baik akan sangat potensial untuk menciptakan sebuah produk terbarukan yang bermanfaat. Saat ini *economy circular* menjadi solusi yang cukup baik untuk diterapkan guna menangani kondisi perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, melimpahnya limbah maupun peningkatan polusi. Pemanfaat serat alam ini dapat menjadi salah satu bentuk penerapan *zero waste approach* serta untuk meningkatkan potensi serat alam menjadi material terbarukan. Serat alam merupakan komoditas yang sangat prospektif untuk dikembangkan di masa depan. Hal ini karena kebutuhan serat alam akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan produk yang ramah lingkungan. Salah satu bahan yang prospektif sebagai sumber serat alam untuk berbagai pemanfaatan adalah serat alam adalah batang pisang.

Batang pisang merupakan limbah terbesar dari usaha tani pisang. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil pisang terbesar di dunia dengan produksi sebesar 7.2 juta ton atau 34% dari total produksi buah di Indonesia (BPS Direktorat Jenderal Hortikultura, 2020). Diperkirakan setiap tahunnya terdapat sebanyak 100.6 juta pohon pisang ditebang (Kementan, 2019). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, diketahui pada tahun 2020 produksi buangan pisang di Indonesia mencapai 8.183 juta ton. Pada penelitian Nurani (2012) memaparkan bahwa perbandingan bobot segar antara batang, daun, dan buah pisang berturut-turut adalah 63%, 14%, dan 23%. Dari perbandingan tersebut maka dapat diketahui batang segar di Indonesia pada tahun 2020 saja mencapai 22.414 juta ton. Sayangnya, pemanfaatan batang pisang sampai saat ini belum banyak dilakukan oleh petani bahkan sebagian besar hanya dibuang dan diletakkan di kebun. Padahal dengan melimpahnya batang pisang di Indonesia akan sangat berpotensi sebagai sumber serat alam untuk berbagai bioproduk.

Pemanfaatan serat alam saat ini sudah banyak digunakan pada bahan komposit untuk industri, yakni sebagai penguat yang berpeluang menggantikan serat sintetis. Serat alam memiliki keunggulan antara lain sifat fisik yang ringan, tidak abrasif, mudah terbakar, tidak toksik, murah, dan dapat terdegradasi (Karimah *et al.*, 2021). Dengan keunggulan tersebut, serat alam mempunyai beberapa potensi pemanfaatannya pada bidang aerospace, militer,

kapal laut, peralatan olah raga, dan infrastruktur (Karimah *et al.*, 2021). Selain itu serat alam dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam industri tekstil. Karakteristik serat alam berpengaruh terhadap sifat produk akhirnya oleh karena itu pengetahuan yang memadai terhadap karakteristik dasarnya dapat digunakan sebagai penduga ketepatan penggunaan produk akhirnya.

Penelitian terkait pemanfaatan dan sifat batang pisang sudah dilakukan salah satunya dalam (Ojahan *et al.*, 2015). Pada penelitian ini serat batang pisang dimanfaatkan sebagai penguat untuk polyester material komposit yang ditunjukkan dengan kemampuan menahan beban yang diterima material. Pemanfaatan batang pisang lainnya juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan pulp (Bahri, 2017). Hal tersebut karena batang pisang mengandung kadar selulosa yang tinggi (Nurwahdah *et al.*, 2015) Selain itu, serat alam serat alam dapat dimanfaatkan sebagai penguat produk komposit. Serat pisang memiliki kadar selulosa yang cukup tinggi yang merupakan salah satu komponen kimia penting yang berpengaruh terhadap ketepatan penggunaannya.

Sifat serat alam sangat bervariasi yang dipengaruhi oleh sifat kimianya, dimana sifat ini dipengaruhi oleh kondisi tumbuh, waktu panen, metode ekstraksi serat, serta metode penyimpanan (Pickering *et al.*, 2016). Sifat fisik, mekanik, kimia, dan kristalinitas serat merupakan informasi dasar yang sangat dibutuhkan dalam pemanfaatan ketepatan sasaran penggunaan serat alam di dunia industri. Sebagai bahan alam maka setiap jenis batang pisang berpotensi memiliki karakteristik yang berbeda seperti. Sehingga setiap serat batang pisang berpotensi memiliki karakteristik yang berbeda seperti sifat fisik, mekanik, kimia dan kristalinitas. Investigasi perbandingan karakteristik serat pisang di Indonesia sejauh ini belum ditemukan. Dalam penelitian ini dilakukan evaluasi perbedaan karakteristik terhadap 10 jenis serat pisang yang meliputi sifat fisik, mekanik, kimia dan kristalinitas berdasarkan hasil karakterisasi dapat diperoleh informasi jenis serat pisang yang memiliki sifat terbaik yang dapat direkomendasikan selanjutnya untuk dimanfaatkan dalam rangka meningkatkan nilai tambah limbah serat pisang.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat disusun berdasarkan latar belakang di atas yaitu:

1. Bagaimana perbedaan sifat kimia serat batang pisang berdasarkan spesies tanaman pisang yang digunakan?
2. Bagaimana perbedaan sifat fisik dan mekanik serat batang pisang berdasarkan spesies tanaman pisang yang digunakan?
3. Bagaimana kristalinitas dari serat batang pisang berdasarkan spesies tanaman pisang yang digunakan?



4. Serat batang pisang manakah yang memiliki karakteristik terbaik?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi sifat kimia serat batang pisang berdasarkan spesies tanaman pisang yang digunakan.
2. Mengidentifikasi sifat fisik dan mekanik dari serat batang pisang berdasarkan spesies tanaman pisang yang digunakan.
3. Mengidentifikasi kristalinitas dari serat batang pisang berdasarkan spesies tanaman pisang yang digunakan.
4. Mengidentifikasi jenis serat batang pisang yang memiliki karakteristik terbaik berdasarkan karakteristik kimia, fisik, dan mekanik.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu sebagai sumber informasi terkait perbedaan sifat fisik, mekanik, kimia dan kristalinitas dari berbagai serat dari batang pisang sehingga dapat dijadikan acuan dalam pemanfaatan lebih lanjut serat batang pisang.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu tidak membahas pengaruh umur tanaman pisang yang digunakan terhadap sifat fisik, mekanik, kimia maupun kristalinitasnya. Hal ini dikarenakan kurangnya informasi terkait usia batang pisang yang dijadikan bahan dalam penelitian ini. Selain itu batang pisang yang digunakan hanya berasal dari kebun pisang Pusat Riset Biologi BRIN.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Serat Pisang

Serat batang pisang merupakan limbah biomassa yang mengandung selulosa dan memiliki potensial untuk dimanfaatkan. Serat batang pisang merupakan salah satu tanaman yang sudah mulai banyak dimanfaatkan fungsinya. Tanaman pisang dulunya hanya memanfaatkan buahnya saja dan batang pisang biasanya hanya menjadi limbah tanaman pisang. Namun, sekarang banyak manfaat yang dapat dijadikan sebagai produk dari serat pisang. Tanaman pisang memiliki limbah yang dapat dimanfaatkan fungsinya, sehingga menjadi nilai jual pada limbah tanaman pisang. Salah satu jenis limbah tanaman pisang yang sangat jarang dimanfaatkan adalah batang pisang. Pada batang pisang terdapat serat pisang yang dapat dimanfaatkan menjadi nilai jual pada limbah tanaman pisang. Serat pisang didapatkan dari proses pemotongan batang pisang. Serat pisang dapat dimanfaatkan menjadi bahan komposit, sebagai bahan baku industri dan menjadi produk-produk yang memiliki nilai jual sehingga dapat meningkatkan perekonomian Indonesia.

Batang pisang terdiri dari tiga komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Ketiga komponen utama tersebut membentuk suatu ikatan kimia yang kompleks menjadi bahan dasar dinding sel tumbuhan. Serat pisang sudah banyak dimanfaatkan menjadi salah satu bahan komposit untuk industri-industri material. Serat batang pisang juga dapat digunakan sebagai pengganti bahan baku kapas dan menjadi alternatif bahan baku pembuatan tekstil. Beberapa penelitian yang mengkaji pemanfaatan serat pisang dapat dilihat pada **Tabel. 2.1**

Tabel 2. 1 Pemanfaatan serat pisang

Jenis Aplikasi	Hasil Penelitian	Referensi
Tali, alas piring, kertas karton, benang, kantong teh, tekstil/kain, uang kertas, seni/kerajinan, tali pengikat, sarung bantal, taplak meja, tirai, penyerap minyak, komposit ringan, dan pupuk hayati.	Serat pisang dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena tingginya kandungan selulosa. Serat pisang juga memiliki sifat antimikroba sehingga dapat digunakan sebagai <i>biofertilizers</i> . Selain itu serat batang pisang merupakan salah satu serat alam yang memiliki nilai kekuatan tarik yang tinggi sehingga cocok untuk	(Karimah et al., 2021)



	digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit.	
Papan serat batang pisang kepok	Papan serat batang pisang kepok memenuhi standar JIS A 5905-2003 yang mensyaratkan nilai MOE papan serat yaitu ≥ 13000 kg/cm ² dan ≥ 8000 kg/cm ²	(Maftuhatin <i>et al.</i> , 2017)
Penguat komposit	Material komposit dengan penguat (fiber) serat batang pisang kepok dapat menahan beban yang diterima material komposit. Hasil pengujian kekuatan tarik yang paling optimal yakni 2327.9 N, tegangan tarik 67.2065 N/mm ² , regangan 2.7477% serta modulus elastisitas 3441.82 N/mm ² .	(Ojahan <i>et al.</i> , 2015)

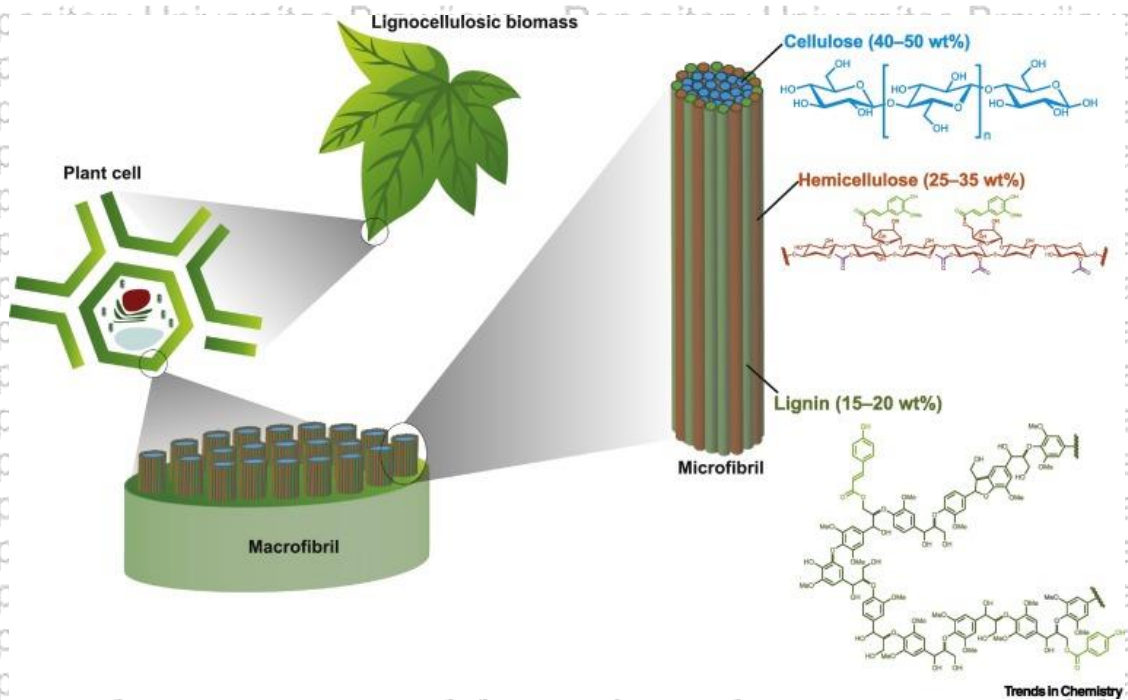


Gambar 2. 1 Komposit Serat Pisang (Sumber: Ojahan *et al.*, 2015)

2.2. Struktur Serat dan Komposisi Tanaman Pisang

Mikrofibril merupakan rantai-rantai selulosa yang tersusun oleh ikatan hidrogen. Struktur serat pada batang pisang terbagi menjadi 2 bagian, yaitu berstruktur kristal dan yang tidak berstruktur (amorf). Mikrofibril selulosa memiliki bentuk amorf dan kristal sekitar 2/3 bagiannya. Semakin banyak bagian amorf dan semakin sedikit bagian kristal maka semakin rendah kadar selulosanya begitu juga sebaliknya. Kadar selulosa yang rendah

terjadi karena banyaknya bagian amorf yang terhidrolisis (Dewi *et al.*, 2019). Bagian kristalin selulosa memiliki struktur yang rapat dengan ikatan yang kuat sehingga sulit didegradasi secara enzimatis. Lignoselulosa pada batang pisang memiliki komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Hemiselulosa dan lignin dapat mengikat dan menyatukan serat-serat selulosa, sehingga batang pisang menjadi kuat, karena kandungan tersebut saling menyokong. Selulosa, hemiselulosa, pektin, dan protein akan membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel pada batang pisang (Nikmatin *et al.*, 2010). Menurut Bahri (2017) serat batang pisang memiliki kandungan α selulosa sebesar 83.3 % dan lignin sebesar 2.97 %. Serat pisang dengan karakteristik terbaik untuk aplikasi ke tekstil ataupun pulp adalah serat pisang yang memiliki selulosa tinggi, lignin rendah, kristalinitas tinggi dan kekuatan tarik serat pisang tinggi. Kandungan selulosa yang tinggi dan lignin rendah pada serat pisang mampu menjadikan serat pisang memiliki kuat tarik serat yang tinggi, kuat dan tidak kaku (Bahtiar *et al.*, 2016). Struktur serat dari suatu tanaman dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.



Gambar 2. 2 Struktur dan komposisi serat tanaman (Bertella dan Luterbacher, 2020)

2.3. Jenis Pisang

Pisang adalah tumbuhan berjenis monokotil dengan genus *Musa*, *Ensete*, dan *Musella* yang termasuk kedalam keluarga Musaccae. Pisang terbagi menjadi dua bagian yaitu pisang liar dan pisang budidaya, pisang liar ada yang berbiji dan tidak berbiji sehingga menyebabkan daging buahnya sedikit. Di Indonesia pisang yang biasa ditemui adalah genus *Musa* merupakan yang banyak ditemukan dengan keragam kultivar pisang yang ada di



Indonesia. Indonesia memiliki 11-13 jenis pisang, dua diantaranya adalah pisang jenis budi daya yang menjadi nenek moyang pisang yang di Indonesia yaitu, *Musa Acuminata Colla*

Pisang Raja (*Musa Acuminata* x *Musa Balbisiana*), *Musa Eumusa AAB*



dan *Musa Balbisiana Colla* (Sudarmonowati, 2016). Pisang tersebar dari Aceh hingga Papua yang menjadikan keragaman pisang di Indonesia yang sangat berkembang menjadi berbagai tipe dan berhibridasi. Beberapa jenis pisang yang ditemukan di Indonesia (LIPI, 2016) adalah sebagai berikut:



Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Pisang Siem (*Musa Acuminata* x *Musa Balbisiana*), *Musa Eumusa ABB*



Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Pisang Tanduk (*Musa Acuminata* x *Musa Balbisiana*), *Musa Eumusa ABB*



Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya



Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya

Pisang Ambon (*Musa Acuminata Colla*),
Musa Eumusa AAA

Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya



Pisang Mas Kirana (*Musa Acuminata Colla*), *Musa Eumusa AA*



Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository



Repository Universitas Brawijaya

Pisang Barangan (*Musa Acuminata Colla*),
Musa Eumusa AAA



Repository Universitas Brawijaya

Pisang Udang (*Musa Acuminata Colla*),
Musa Eumusa AAA



Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Pisang Cavendish (*Musa Acuminata Colla*), *Musa Eumusa AAA*



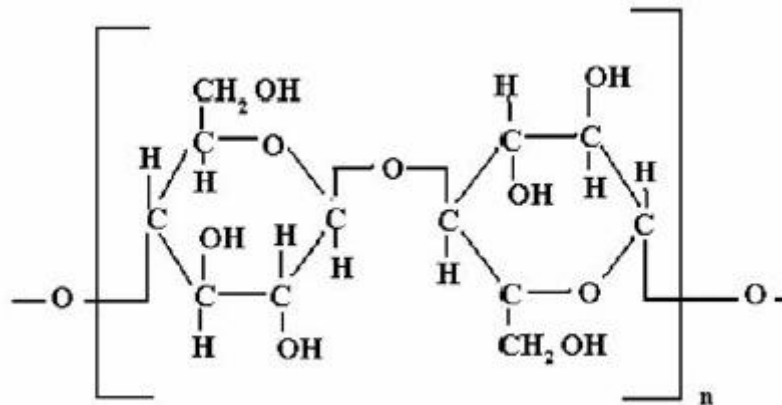
2.4. Biomassa Lignoselulosa

Serat pisang merupakan salah satu jenis bahan berlignoselulosa pada batang pisang terdiri dari tiga komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Ketiga komponen utama tersebut membentuk suatu ikatan kimia yang kompleks menjadi bahan dasar dinding sel tumbuhan. Ketersediaan lignoselulosa sangat banyak ditemukan pada limbah pertanian, perkebunan dan kehutanan. Proses konversi lignoselulosa yang telah banyak dimanfaatkan adalah proses konversi lignoselulosa menjadi etanol yang dapat menjadi substitusi bahan bakar bensin untuk keperluan transportasi (Nurwahdah *et al.*, 2015). Selain itu konversi lignoselulosa dari serat tanaman juga dapat menjadi dimanfaatkan menjadi produk seperti pemanfaatan serat abaca menjadi pakaian, kertas, komposit, pemanfaatan serat rami untuk biofuel, pemanfaatan serat pisang untuk kantong teh, penyerap minyak, komposit ringan, pupuk hayati dan lain-lain (Karimah *et al.*, 2021).

2.4.1. Selulosa

Serat alam memiliki keunggulan kandungan selulosa yang tinggi. Selulosa adalah polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat dengan ikatan β 1,4-glukosa (Nurnasari dan Nurindah, 2018). Polimer selulosa terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Selulosa adalah senyawa polisakarida ($C_6H_{10}O_5$)_n yang dapat diturunkan menghasilkan glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Unit terkecil yang berulang adalah selobiosa ($C_6H_{11}O_5$)₂O dibentuk oleh

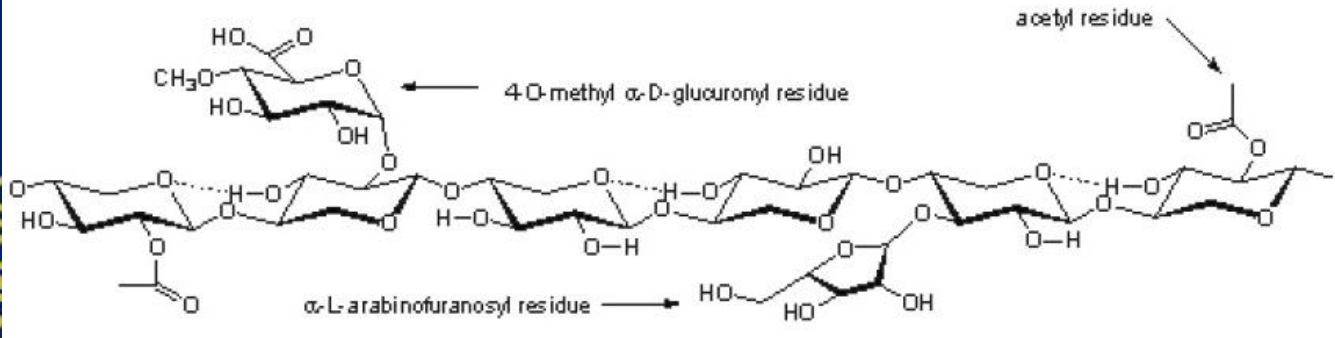
kondensasi dua unit glukosa dan oleh karena itu juga dikenal sebagai anhydroglucose (glukosa minus air). Masing-masing satuan berulang berisi tiga kelompok hidroksil. Kelompok hidroksil ini dan kemampuannya untuk mengikat hidrogen memainkan peran yang utama di dalam mengarahkan struktur kristalin dan juga mengembangkan sifat fisika dari selulosa (Summerscales *et al.*, 2010). Struktur molekul selulosa dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Struktur Molekul Selulosa (Harmsen *et al.*, 2010)

2.4.2. Hemiselulosa

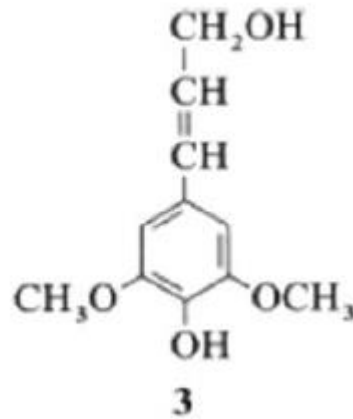
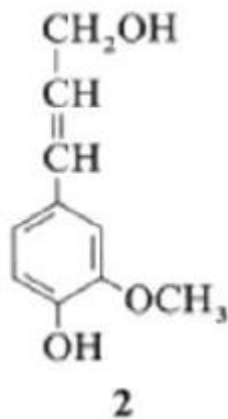
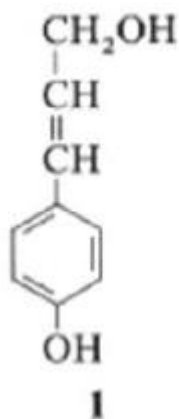
Hemiselulosa merupakan struktur karbohidrat kompleks yang terdiri atas gula karbon lima dan enam seperti xilosa, arabinosa, glukosa, galaktosa, dan manosa. Hemiselulosa merupakan polisakarida yang larut dalam alkali dan sifatnya tidak larut dalam air. Selulosa dan hemiselulosa merupakan dua tipe polimer yang umum terdapat pada dinding sel tanaman dan merupakan komponen penting material lignoselulotik alami. Perbedaan antara selulosa dan hemiselulosa terletak pada susunan molekul polisakarida, dimana selulosa adalah molekul polisakarida organik, sedangkan hemiselulosa adalah matriks dari beberapa polisakarida (Abey, 2016). Hemiselulosa merupakan polimer karbohidrat amorf yang berasosiasi dengan selulosa dan lignin. Pada tanaman serat, hemiselulosa berfungsi sebagai matrik dari selulosa (Suryanto, 2016). Struktur molekul hemiselulosa dapat dilihat pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4 Struktur Hemiselulosa (Harmsen *et al.*, 2010)

2.4.3. Lignin

Lignin merupakan bahan utama penyusun dinding sel tumbuhan yang melapisi dan membuat dinding sel menjadi keras. Lignifikasi berlangsung pada tanaman dewasa untuk kestabilan mekanik tanaman. Lignin dapat berfungsi untuk menyatukan untai holoselulosa sehingga dinding sel tumbuhan berkayu menjadi jauh lebih kuat dan kaku. Lignin bersifat hidrofobik secara alami dan mengandung tiga kopolimer dimensional dari unsur-unsur aromatik dan alifatik dengan bobot molekul yang sangat tinggi yaitu hidroksil, metoksil dan gugus karbonil. Lignin diketahui mengandung lima hidroksil dan lima metoksil per unit bangun. Lignin mempunyai struktur molekul yang sangat berbeda dengan polisakarida karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenil propana (Surya, 2015). Serat dengan kandungan lignin yang tinggi akan menghasilkan produk yang kuat karena lignin menyebabkan sifat struktural yang kaku (Mulyawan *et al.*, 2015) Kandungan lignin paling rendah pada umumnya ditemukan pada tanaman seperti rumput-rumputan sedangkan kandungan lignin tertinggi pada kayu lunak. Struktur molekul yang kompleks yang mengandung monomer fenolik dapat dilihat pada **Gambar 2.5**.



Gambar 2.5 p-coumaryl-alkohol (1), coniferyl-alkohol (2), sinapyl-alkohol (3) (Harmsen *et al.*, 2010)

2.5. Holoselulosa

Holoselulosa merupakan total fraksi polisakarida dari serat alam yang terdiri atas hemiselulosa dan selulosa, diperoleh melalui penghilangan lignin (Nurnasari dan Nurindah, 2018). Polimer ini terbuat dari gula sederhana, terutama, D-glukosa, D-manosa, D-galaktosa, D-xylosa, L-arabinosa, asam D-glukuronat, dan jumlah yang lebih kecil dari gula-gula lain seperti L-rhamnosa dan D-fruktosa. Holoselulosa kaya akan kelompok hidroksil yang memiliki peranan dalam penyerapan air melalui ikatan hidrogen (Suryanto, 2016). Holoselulosa merupakan fraksi karbohidrat total dalam serat sebagai komponen struktural penyusun dinding sel. Kandungan dinding sel hampir seluruhnya adalah lignin dan holoselulosa yang dapat membentuk dinding sel yang kuat dan kaku, dimana lignin merupakan perekat yang berfungsi untuk menyatukan untaian holoselulosa (Bahtiar *et al.*, 2016)

2.6. Kristalinitas

Struktur selulosa dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu berstruktur kristal dan yang tidak berstruktur (amorf). Selulosa kristalin dengan struktur yang rapat serta kuat cukup sulit diputuskan ikatannya. Rasio antara bagian kristalin dan bagian amorf disebut derajat kristalinitas selulosa, dimana bagian kristalin tersebut mencakup 2/3 bagian selulosa keseluruhan. Derajat kristalinitas selulosa umumnya berkisar 40 sampai 60%, dimana nilai derajat tersebut dipengaruhi dari asal dan pra perlakuan yang dilakukan (Fatriasari *et al.*, 2019a). Kristalinitas yang tinggi pada suatu bahan akan menyebabkan sifat tekstur yang kaku dan menyebabkan tegangan tinggi, karena sifat penting pada polimer dipengaruhi oleh bentuk struktur dan ikatan yang terjadi (Agusnar, 2004). Kristalinitas merupakan sifat penting



pada polimer yang menunjukkan ikatan antara rantai molekul sehingga menghasilkan susunan molekul yang lebih teratur. Pengujian kristalinitas dapat dilakukan dengan menggunakan XRD yang berfungsi untuk mengkarakterisasi struktur kristal material (Budi *et al.*, 2017). Metode penentuan kristalinitas menggunakan XRD memiliki keunggulan dibandingkan dengan metode lain, karena data kristalinitas dari pengujian menggunakan XRD lebih rinci (Terinte *et al.*, 2017). Material amorf apabila dikenai berkas sinar X akan dicirikan oleh spektrum yang kontinu, tidak ada puncak-puncak difraksi pada sudut tertentu. Material kristal, apabila dikenai berkas sinar X akan dicirikan oleh adanya spektrum yang diskrit pada sudut hamburan tertentu.

2.7. Penelitian Terdahulu

Ojahan *et al.* (2015) melakukan penelitian terkait Analisis Fraksi Volume Serat Pelepeh Batang Pisang Bermatriks *Unsaturated Resin Polyester* (UPR) Terhadap Kekuatan Tarik dan SEM. Hasil pengujian kekuatan tarik yang paling optimal terdapat pada volume fraksi 28% fiber: 72% matriks dengan gaya maksimum 2327.9 N, tegangan tarik 67.2065 N/mm², regangan 2,7477% serta modulus elastisitas 3441.82 N/mm². Pada pengamatan SEM fraksi volume 28% filler: 72% matriks paling optimal karena adanya ikatan matriks dan serat menyatu dengan sempurna. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengaruh fraksi volume serat batang pisang kepok sebagai penguat (*reinforced fiber*) dan UPR sebagai pengikat (matriks) pada material komposit akan mempengaruhi kekuatan material komposit lebih kuat dan ulet.

Asroni dan Dri Handono (2018) melakukan kajian eksperimen variasi jenis serat batang pisang untuk bahan komposit terhadap kekuatan mekanik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit serat batang kepok memiliki nilai kekuatan tarik yang paling besar dengan nilai hasil uji rata-rata 25.46 N/mm². Sedangkan komposit serat batang pisang jantan memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi dengan nilai hasil uji rata-rata 98.6. Tinggi rendahnya nilai hasil uji rata-rata kekerasan dan kekuatan tarik komposit serat batang pisang dapat dipengaruhi oleh besar kecilnya serat yang dimiliki oleh batang pisang, susunan serat dan adanya *void* (kekosongan) pada masing-masing komposit serat batang pisang.

Yuliono *et al.* (2013) telah berhasil membuat tali berbahan dasar serat batang pisang dengan menguntai setiap serat-serat batang pisang. Jumlah penyusunan serat benang akan menentukan diameter tali dihasilkan. Hasil pengukuran kuat tarik menunjukkan bahwa tegangan maksimum tali menurun dengan meningkatnya diameter tali. Tegangan maksimum tali dari serat batang pisang pada diameter 10 mm yaitu pada orde 14 MPa. hingga 16 MPa. Dengan tegangan maksimum yang cukup tinggi, tali berbahan dasar serat batang pisang memiliki potensi yang tinggi sebagai produk yang memiliki nilai guna tinggi.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan di iLaB (*Integrated Laboratory of Bioproducts*) Pusat Riset Biomaterial BRIN, Cibinong Science Center - Botanical Garden (CSC-BG), Jl. Raya Jakarta-Bogor No.KM. 46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat, pada bulan Februari sampai bulan Agustus 2021.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan selama melakukan penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.1** berikut.

Tabel 3.1 Alat

Alat	Fungsi
Batang pisang	Sebagai bahan utama untuk dilakukan pengujian terhadap serat batangnya
Oven 105°C	Sebagai alat pengering
Electric Muffle Furnace (Tanur)	Alat untuk melakukan proses pengabuan
Rangkaian Alat Ekstraktor (Sokhlet, Kondensor, Heating Plat)	Alat untuk memisahkan suatu komponen dalam suatu padatan dengan menggunakan suatu pelarut cair
Timbangan Analitik	Untuk menimbang massa bahan dan wadah bahan yang akan digunakan
Spektrofotometer UV-Vis	Sebagai alat untuk melakukan pengukuran serapan cahaya di daerah ultraviolet (200 –350 nm) dan sinar tampak (350 – 800 nm) oleh suatu senyawa
Water bath Shaker	Untuk menciptakan suhu yang konstan dalam pemanasan air saat bleaching pada proses holoselulosa
Lemari Asam	Sebagai pembuangan udara limbah
Autoklaf (Wisd)	Berfungsi untuk mensterilkan botol duran dan larutan dalam botol duran
XRD (MaximaX-XRD 700, Shimadzu,	Untuk mengkarakterisasi struktur kristal



Alat	Fungsi
Jepang)	
Universal Testing Machine (UTM, Shimadzu, Jepang)	Berfungsi untuk melakukan uji tarik

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian serat batang pisang dapat dilihat pada **Tabel 3.2** berikut.

Tabel 3. 2 Bahan

Bahan	Fungsi
Etanol-Benzena (1:2)	Sebagai bahan yang digunakan untuk larutan pada proses ekstraktif
H ₂ SO ₄ 72%	Sebagai bahan yang digunakan untuk larutan pada proses lignin
NaClO ₂ 25%	Sebagai bahan yang digunakan untuk larutan pada proses holoselulosa
Asam Asetat Glasial 100% (teknis)	Sebagai bahan yang digunakan untuk larutan pada proses holoselulosa
Aseton teknis	Sebagai bahan yang digunakan untuk larutan pada proses holoselulosa atau sebagai pemutih
NaOH 17%	Sebagai bahan yang digunakan untuk larutan pada proses alfa selulosa
NaOH 8.3%	Sebagai bahan yang digunakan untuk larutan pada proses alfa selulosa
Asam Asetat 10%	Sebagai bahan yang digunakan untuk larutan pada proses alfa selulosa

3.3. Metode Penelitian

Pada Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial, dimana faktor yang digunakan yakni serat dari batang pisang. Setiap sampel perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali sehingga diperoleh hasil lebih akurat.



tabel rancangan percobaan dapat dilihat pada **Tabel 3.3**. Serta sepuluh jenis batang pisang yang digunakan pada penelitian ini dipaparkan pada **Tabel 3.4**.

Tabel 3.3 Rancangan Percobaan

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
D12	D ₁₂₁	D ₁₂₂	D ₁₂₃
D13	D ₁₃₁	D ₁₃₂	D ₁₃₃
D14	D ₁₄₁	D ₁₄₂	D ₁₄₃
D15	D ₁₅₁	D ₁₅₂	D ₁₅₃
D16	D ₁₆₁	D ₁₆₂	D ₁₆₃
D17	D ₁₇₁	D ₁₇₂	D ₁₇₃
D18	D ₁₈₁	D ₁₈₂	D ₁₈₃
D19	D ₁₉₁	D ₁₉₂	D ₁₉₃
D20	D ₂₀₁	D ₂₀₂	D ₂₀₃
D21	D ₂₁₁	D ₂₁₂	D ₂₁₃

Tabel 3.4 Jenis Pisang

Kode	Nama Ilmiah	Nama Lokal	Akses LIPI
D12	<i>Musa acuminata</i> (AAA group)	Barangan	LIPI-561
D13	<i>Musa Spp.</i> (ABB group)	Siem	LIPI-315
D14	<i>M. acuminata</i> x <i>M.</i> <i>balbisiana</i> (AAB group)	Raja Sereh	LIPI-559
D15	<i>M. acuminata</i> x <i>M.</i> <i>balbisiana</i> (AAB group)	Raja	LIPI-360



Kode	Nama Ilmiah	Nama Lokal	Akses LIPI
D16	<i>Musa acuminata</i> (AA subgroup 'sucrier')	Mas Kirana	LIPI-550
D17	<i>M. acuminata</i> x <i>M. balbisia</i> (AAB group)	Tanduk Galek	LIPI-588
D18	<i>Musa acuminata</i> (AAA)	Udang	LIPI-261
D19	<i>Musa acuminata</i> (AAAA)	Tarali	LIPI-093
D20	<i>Musa acuminata</i> (AAA subgroup 'Cavendish')	Cavendish	LIPI-217
D21	<i>Musa acuminata</i> (AAA subgroup 'Cavendish')	Ambon	LIPI-250

Kemudian dilakukan pengamatan dan analisis data meliputi kadar air, kadar abu, kadar ekstraktif, kadar lignin terlarut asam dan tidak terlarut asam, kadar holoselulosa, kadar alfa selulosa, densitas, kuat tarik, modulus elastisitas, dan kristalinitas serat batang pisang. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan SPSS untuk menguji ada tidaknya pengaruh antar variabel yang diuji pada taraf signifikansi 5%. Apabila ditemukan pengaruh yang signifikan antar variabel yang diuji, maka dilakukan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf signifikansi 5% guna mengetahui informasi tentang adanya perbedaan antar perlakuan.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Persiapan Sampel Serat Pisang (TAPPI, 1997a)

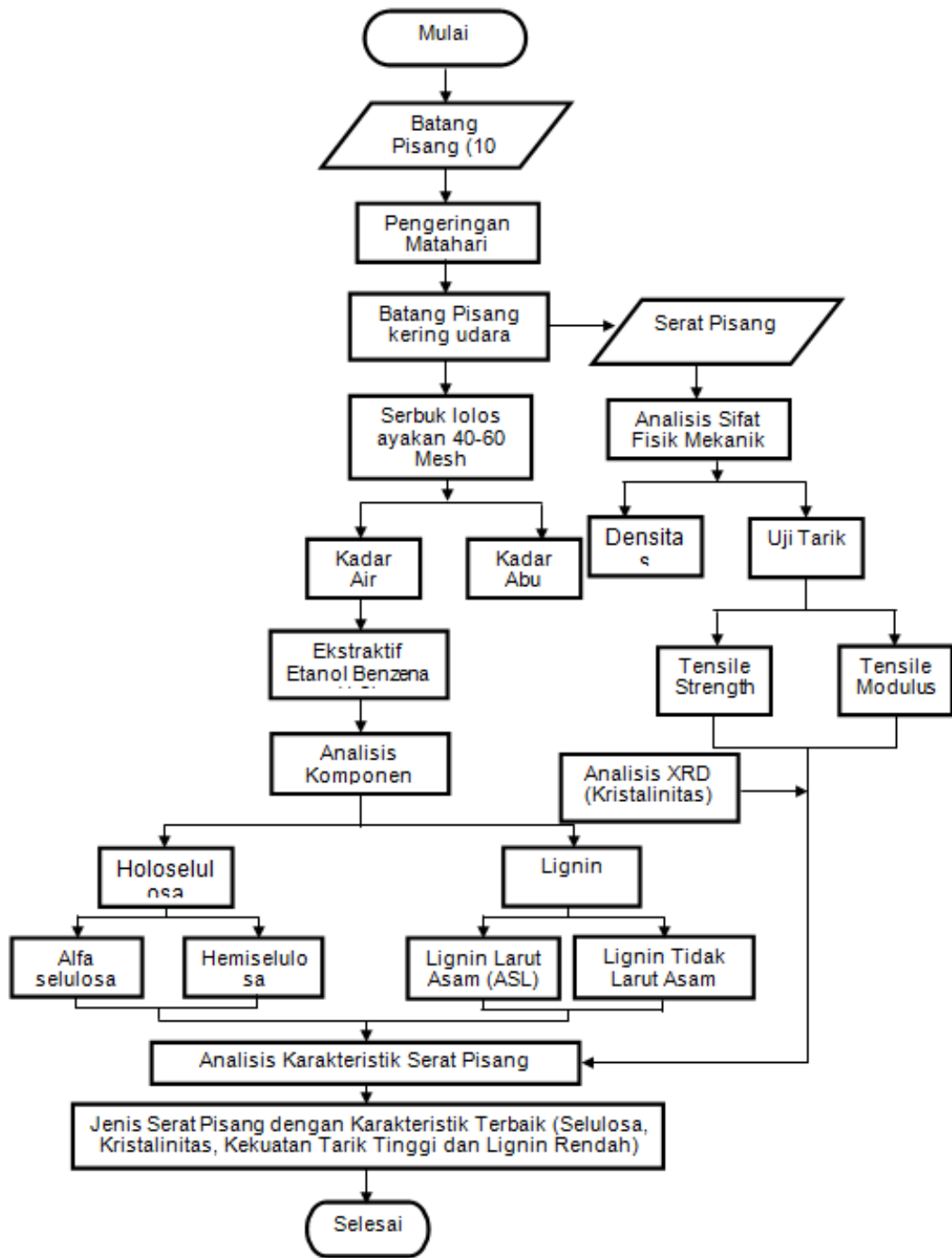
Sebelum melakukan analisis, pelaksanaan penelitian diawali dengan melakukan persiapan sampel serat pisang terlebih dahulu. Batang pisang didapatkan dari Pusat Riset Biologi BRIN, batang pisang kemudian digunakan sebagai bahan baku untuk penelitian.



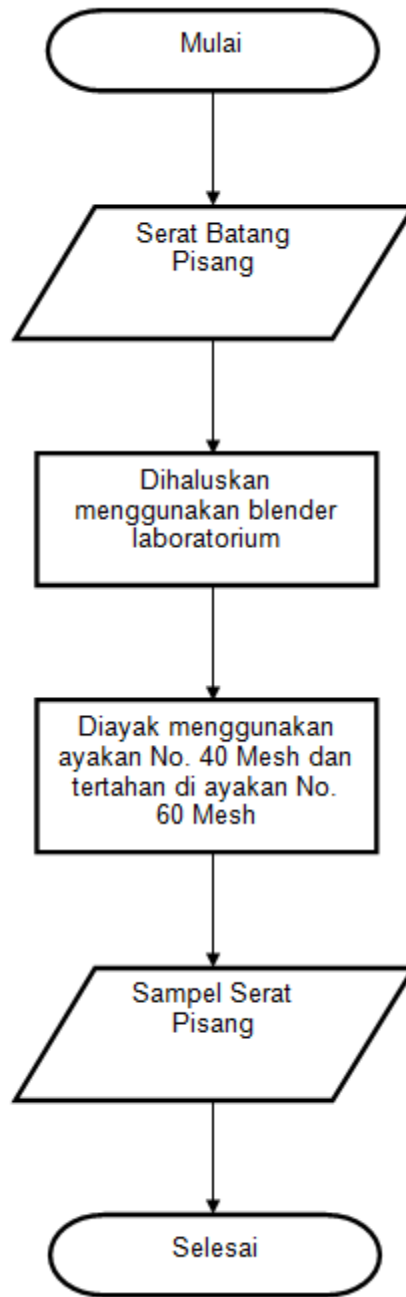
Persiapan sampel serat pisang dilakukan dengan cara mengambil bagian tengah batang pisang. Serat pisang didapatkan dari batang pisang yang dilakukan dengan cara memotong bagian tengah batang pisang, kemudian batang pisang yang sudah diambil dikeringkan dibawah sinar matahari menggunakan oven atau dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah dikeringkan, serat batang pisang dipotong-potong dan diambil seratnya secara manual dengan cara memisahkan serat dari batang pisang. Setelah dilakukan pemotongan serat batang pisang, selanjutnya serat batang pisang diblender sampai serat batang pisang menjadi kecil-kecil. Selanjutnya serat pisang diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 40 mesh dan tertahan pada ayakan ukuran 60 mesh. Tujuan pengayakan untuk memisahkan ukuran serat halus serat dengan serat kasar. Serat yang digunakan untuk analisa kimia dan kristalinitas yakni serat kasar yang lolos ayakan ukuran 40 mesh dan tertahan pada ayakan ukuran 60 mesh.

Preparasi untuk pengujian dan preparasi serat batang pisang uji tarik dilakukan dengan cara mengukur panjang serat kurang lebih 8 sampai 10 cm, selanjutnya membuat wadah untuk menempelkan serat batang pisang atau *holding* untuk memudahkan melakukan pengujian tarik. Ukuran holding atau wadah serat batang pisang adalah 2.5 cm setiap sisi dan pada bagian tengah diberi lubang atau ruang untuk serat batang pisang sebagai uji tarik serat batang pisang. Setelah sampel serat uji tarik siap, selanjutnya dilakukan pengukuran diameter serat dengan bantuan mikroskop yang dihubungkan dengan komputer. Pengujian tarik serat menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM) yang terhubung dengan komputer.

Pengujian densitas dilakukan dengan cara menimbang serat batang pisang kurang lebih 0.05 sampai 0.1 g, berat tersebut merupakan berat awal. Selanjutnya serat dibuat menjadi bulat, kemudian sampel serat dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Setelah 24 jam, serat batang pisang yang telah dibulatkan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit. Setelah 30 menit, serat batang pisang yang telah dibulatkan kemudian ditimbang berat setelah dioven. Kemudian dihitung kadar air serat menggunakan rumus kadar air. Selanjutnya dilakukan pengujian densitas dengan menggunakan bantuan timbangan, jarum peniti yang dikaitkan dengan gabus atau styrofoam dengan menggunakan kawat dan senar pancing untuk mengaitkan styrofoam dan jarum peniti, dan minyak tanah di dalam wadah. Kemudian dicatat nilai pada timbangan saat dilakukan pengujian densitas. Kemudian densitas dihitung dengan menggunakan rumus densitas. Diagram alir pelaksanaan penelitian karakterisasi serat dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan diagram alir persiapan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 1 Diagram alir karakterisasi serat batang pisang



Gambar 3. 2 Diagram alir karakterisasi serat alam

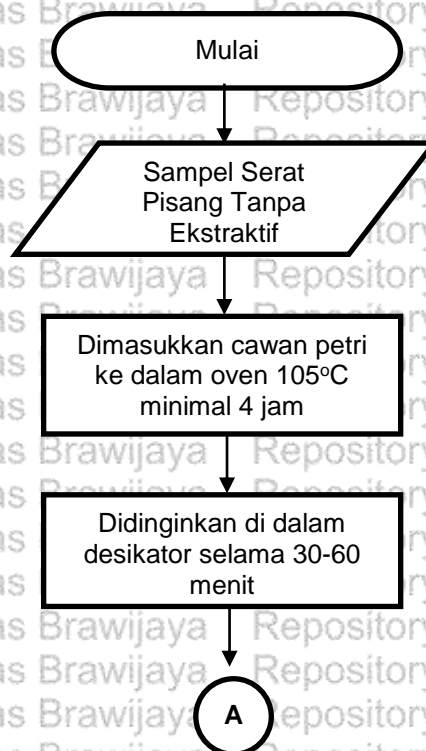
3.4.2. Pengujian Komposisi Kimia

3.4.2.1. Kadar Air (TAPPI, 1997a)

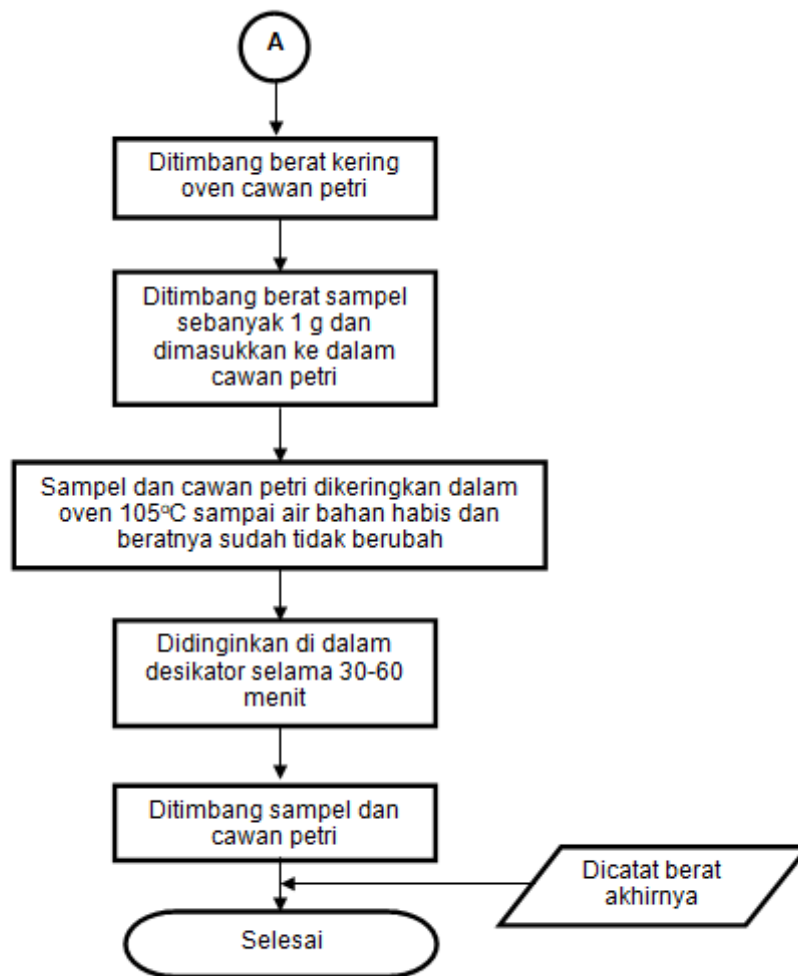
Metode pengukuran kadar air dilaksanakan berdasarkan (TAPPI, 1997a). Pengujian diawali dengan menyiapkan wadah kaca kosong untuk menyimpan sampel dikeringkan dalam oven 105 °C selama minimal 4 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Wadah kaca kosong ditimbang berat kering oven. Sampel ditimbang sebanyak 2 g dan dimasukkan sampel ke dalam wadah kaca, kemudian dicatat berat sampel yang ditimbang. Sampel dikeringkan dalam oven 105 °C selama 24 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit Sampel beserta wadah kacanya ditimbang, dan dicatat berat akhirnya. Diagram alir pengujian kadar air dapat dilihat pada **Gambar 3.3**. Kadar air dalam sampel dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B - (C - A)}{B} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana: A= berat kering oven wadah kaca kosong (g)
B= berat sampel awal (g)
C= berat kering oven sampel dan wadah kaca akhir (g)



Gambar 3. 3 Diagram alir pengujian kadar air



Gambar 3. 3 Diagram alir pengujian kadar air

3.4.2.2. Kadar Abu (TAPPI, 2002)

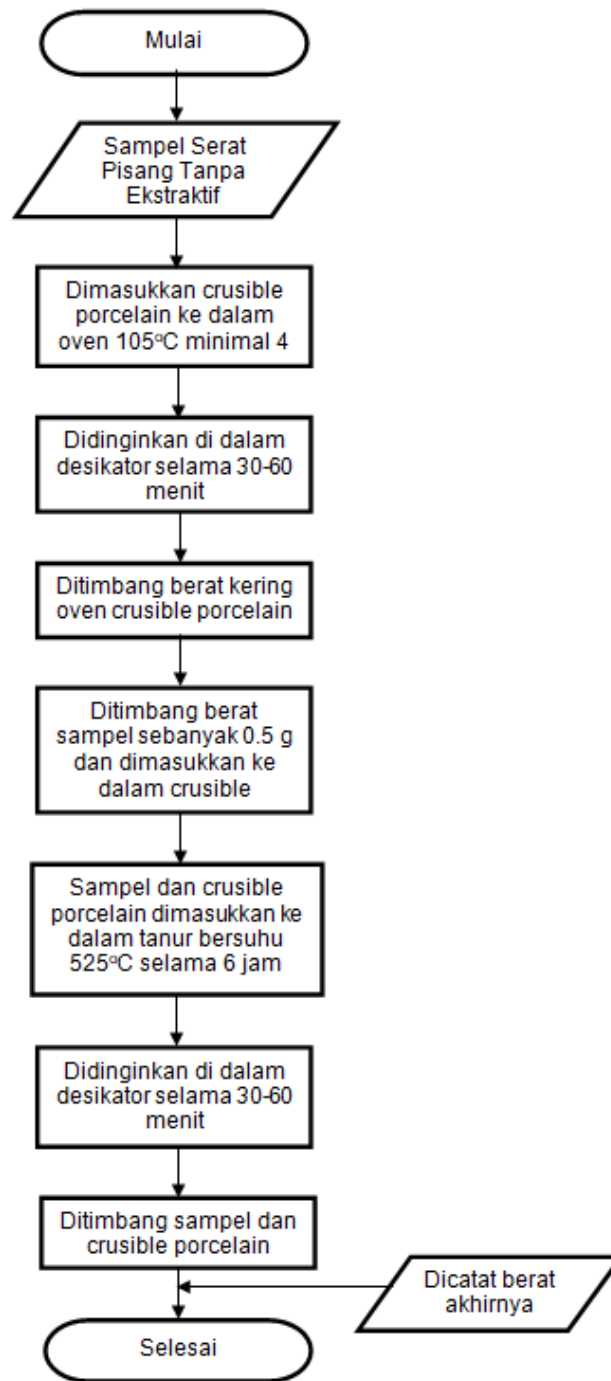
Penentuan kadar abu dapat digunakan untuk berbagai tujuan, antara lain untuk menentukan baik tidaknya suatu pengolahan, mengetahui jenis bahan yang digunakan dan sebagai penentu parameter nilai kandungan bahan organik. Pengujian kadar abu pada penelitian ini dilaksanakan dengan metode (TAPPI, 2002). Langkah pertama yakni crucible porcelain dikeringkan dalam tanur selama 30-60 menit pada suhu $525 \pm 25^\circ\text{C}$, kemudian didinginkan selama 30-60 menit dalam desikator, dan dicatat beratnya. Serbuk kayu kering sebanyak 1 g ditimbang dalam crucible porcelain yang sudah diketahui beratnya, kemudian dimasukkan ke dalam tanur bersuhu $525 \pm 25^\circ\text{C}$ selama 6 jam. Setelah itu sampel dikeluarkan dari tanur dan didinginkan dalam desikator selama 30-60 menit, kemudian ditimbang beratnya. Diagram alir pengujian kadar abu dapat dilihat pada **Gambar 3.4**

Perhitungan kadar abu dilakukan dengan rumus :



$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{(C - A) - (E - D)}{B} \times 100\% \quad (2)$$

- Dimana:
- A = berat kering oven *crusible porcelain* kosong untuk sampel (g)
 - B = berat sampel tanpa kandungan air (g)
 - C = berat kering oven *crusible porcelain* dan abu (g)
 - D = berat kering oven *crusible porcelain* kosong untuk blangko (g)
 - E = berat kering oven *crusible porcelain* dan bangko selulosa (g)



Gambar 3. 4 Diagram alir pengujian kadar abu



3.4.2.3. Kadar Ekstraktif Dalam Alkohol-Benzena (1:2) (NREL, 2008)

Pengukuran kadar ekstraktif dalam alkohol-benzena (1:2) mengacu pada metode NREL/TP-510-42619, diawali dengan menyiapkan labu didih yang dikeringkan dalam oven 105°C selama minimal 4 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Labu didih kosong ditimbang berat kering oven. Sampel ditimbang sebanyak 3 g (catat berat yang ditimbang), lalu dimasukkan serta dibungkus ke dalam kertas saring yang diberi kapas pada kedua ujungnya dan diikat menggunakan benang kasur. Kadar air sampel dihitung bersamaan pada saat penimbangan sampel untuk ekstraktif. Alat ekstraktif disusun dan dinyalakan dimasukkan etanol-benzena (1:2) sebanyak 150 mL ke dalam labu didih. Sampel diekstraksi dengan kecepatan tidak lebih dari 24 siklus selama 4-5 jam hingga seluruh zat ekstraktif terlarut dalam larutan pengeksrak (ditandai dengan larutan pengeksrak dalam sokhlet tidak berwarna), sampel kemudian dikeluarkan dari sokhlet. Larutan pengeksrak dalam labu didih kemudian dipekatkan hingga hampir kering, sedangkan sampel dikeringkan dalam oven suhu 40°C dan disimpan untuk pengujian selanjutnya (holoselulosa dan lignin). Labu didih yang berisi pelarut yang mengandung zat ekstraktif kemudian diuapkan pelarutnya hingga tersisa sekitar 5 mL, lalu dikeringkan dalam oven 105°C selama 24 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Labu didih yang berisi zat ekstraktif ditimbang berat akhirnya. Blangko larutan pengeksrak diukur dengan metoda yang sama, hanya tanpa menggunakan sampel. Diagram alir pengujian kadar ekstraktif dapat dilihat pada Gambar 3.5. Perhitungan kadar ekstraktif dilakukan dengan :

$$\text{Kadar ekstraktif (\%)} = \frac{(C - A) - (E - D)}{B} \times 100\% \quad (3)$$

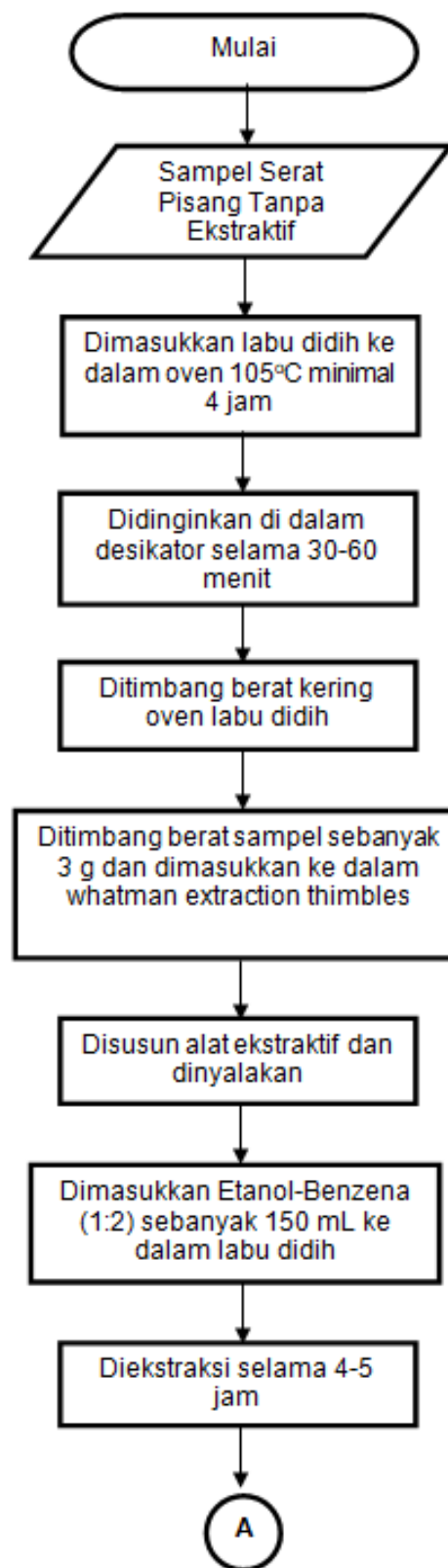
Dimana: A = berat kering oven labu didih kosong untuk sampel (g)

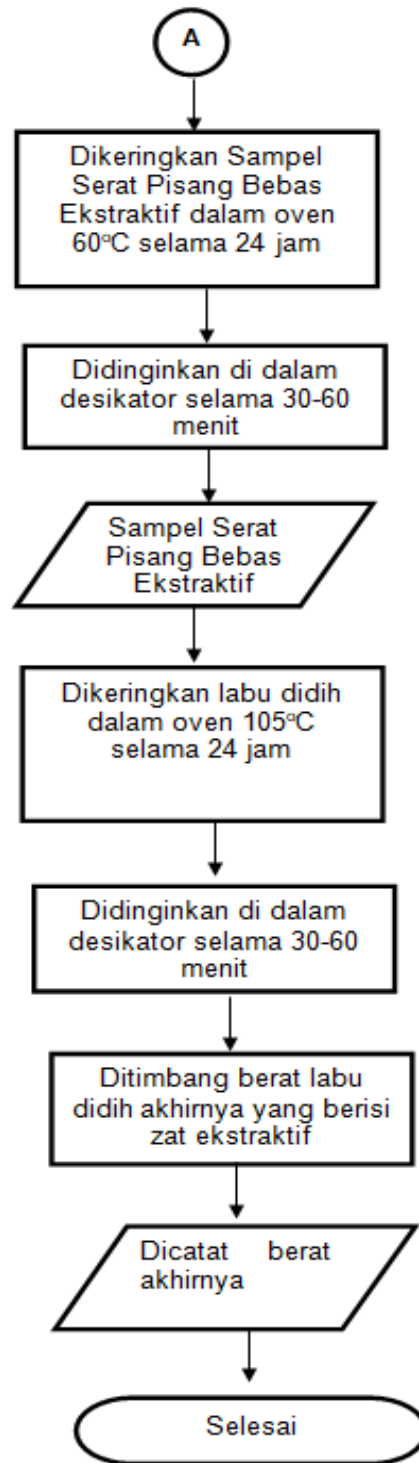
B = berat sampel tanpa kandungan air (g)

C = berat kering oven labu didih dan zat ekstraktif (g)

D = berat kering oven labu didih kosong untuk blangko (g)

E = berat kering oven labu didih dan pelarut ekstraktif/blangko (g)





Gambar 3. 5 Diagram alir pengujian kadar ekstraktif



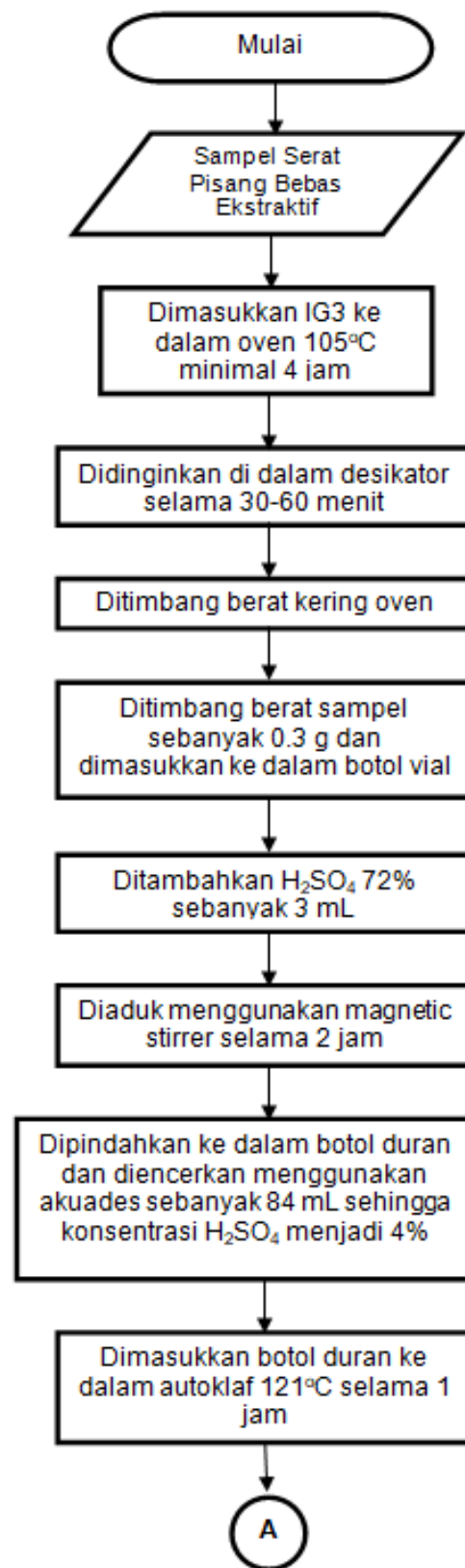
3.4.2.4. Kadar Klason Lignin (*Acid Insoluble Lignin*) (NREL, 2012)

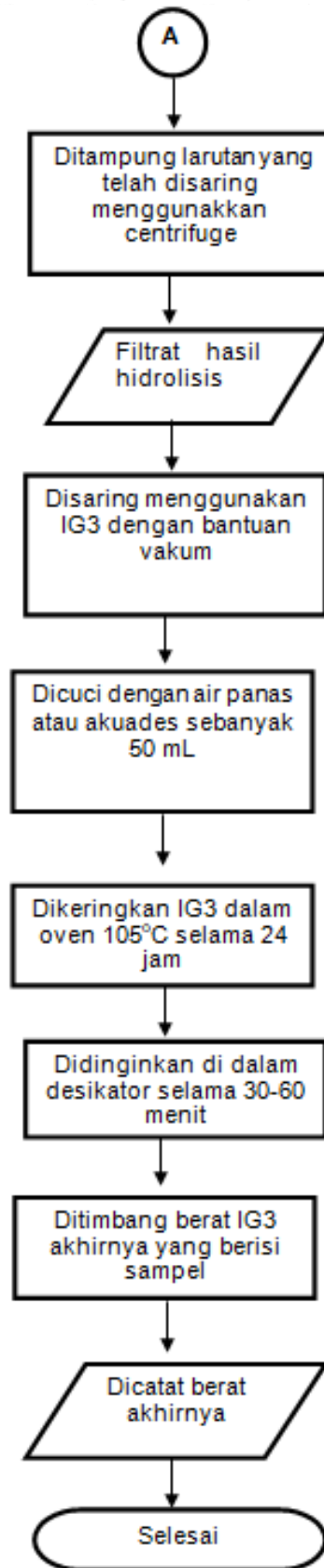
Metode Klason lignin (lignin tidak larut asam) digunakan untuk menentukan kadar lignin pada serat pisang. Lignin yang didapatkan adalah komponen yang tidak larut dalam asam sulfat (H_2SO_4) 72% dan ditentukan secara gravimetri. Uji kadar Klason lignin disesuaikan dengan metode NREL LAP 2012. Pengujian diawali dengan menyiapkan filter funnel IG3 kosong yang dikeringkan dalam oven $105^\circ C$ minimal 4 jam sebelum pengujian. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang berat kering ovennya. Sampel bebas ekstraktif ditimbang sebanyak 0.3 g (dicatat beratnya) dan dimasukkan ke dalam botol vial kecil mulut lebar ± 20 mL. Pada saat yang bersamaan, sampel diukur kadar airnya seperti prosedur sebelumnya. Sampel ditambahkan H_2SO_4 72 % w/w sebanyak 3 mL. Kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 2 jam pada suhu ruang (dikondisikan menggunakan cawan petri yang berisi air). Sampel tersebut dipindahkan ke dalam botol Duran 100mL dan diencerkan menggunakan akuades sebanyak 84 mL hingga konsentrasi akhir H_2SO_4 sebesar 4% w/w. Botol duran yang berisi sampel ditutup rapat dan diautoklaf ($121^\circ C$) selama 1 jam. Kemudian sampel disaring menggunakan gelas filter IG3 dengan bantuan vakum, filtrat sebanyak ± 10 mL disimpan untuk pengukuran lignin terlarut asam. Sampel dalam Filter funnel 1G3 dicuci dengan air panas minimum 50 ml dan dikeringkan dalam oven $105^\circ C$ selama 24 jam. Setelah itu sampel dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian ditimbang beratnya. Diagram alir pengujian kadar klason lignin dapat dilihat pada **Gambar 3.6**. Perhitungan kadar klason lignin (AIL) dilakukan dengan rumus:

$$AIR (\%) = \frac{(\text{berat kering oven IG3 dan AIL (g)} - \text{berat kering oven IG3 (g)})}{\text{berat sampel tanpa kandungan air (g)}} \times 100\% \quad (4)$$

$$AIL (\%) = AIR (\%) - \text{Kadar abu (\%)} \quad (5)$$

Dimana : AIR = *Acid Insoluble Residue*



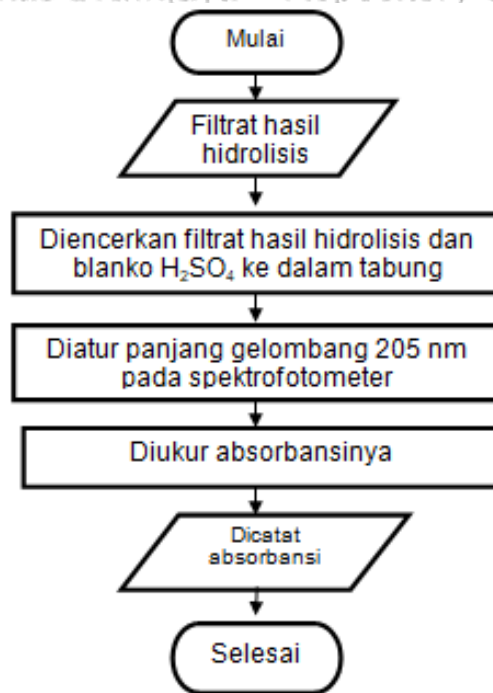


Gambar 3. 6 Diagram alir pengujian kadar lignin

3.4.2.5. Kadar Lignin Terlarut Asam (Acid Soluble Lignin) (NREL, 2012)

Pengujian kadar lignin terlarut asam disesuaikan dengan metode NREL LAP 2012. Pada pengukuran kadar lignin ini diperlukan blangko pelarut H₂SO₄ 4% w/w untuk meng-auto zero-kan absorban spektrofotometer. Sampel lignin terlarut asam harus diukur maksimal 24 jam setelah hidrolisis. Sampel dapat diencerkan sebanyak 5-20 kali pengenceran dan blangko pelarut H₂SO₄ 4% w/w juga perlu diencerkan sebanyak yang diperlukan oleh sampel. Kemudian prosedur pengujiannya diawali dengan sampel filtrat hasil hidrolisis dan H₂SO₄ 4% w/w diencerkan sebanyak yang diperlukan dalam tabung centrifuge atau wadah lainnya. Blangko H₂SO₄ 4% w/w yang telah diencerkan digunakan untuk meng-auto zero-kan absorbansi spektrofotometer yang telah disetting padapanjanggelombang 205 nm. Kemudian sampel diukur absorbansinya dan harus berada dalam rentang 0.2 - 0.8, bila absorbansinya berada diluar rentang ini maka pengencerannya disesuaikan agar berada di rentang ini. Diagram alir pengujian kadar lignin terlarut asam dapat dilihat pada **Gambar 3.7**. Perhitungan kadar lignin terlarut asam (ASL) dilakukan dengan rumus:

$$\text{ASL (\%)} = \frac{\text{UV abs} \times \text{Volume filtrat} \times \text{Banyaknya pengenceran}}{\text{e} \times \text{Berat sampel tanpa kandungan air} \times \text{Panjang gelombang}} \times 100\% \quad (6)$$



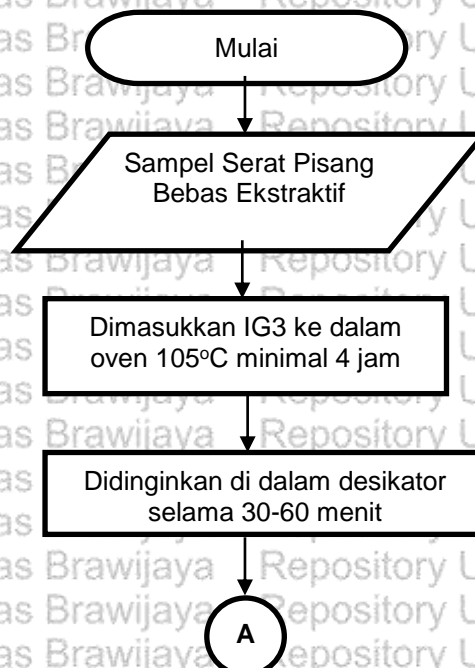
Gambar 3. 8 Diagram alir pengukuran kadar lignin terlarut asam



3.4.2.6. Kadar Holoselulosa (Wise et al., 1946)

Pengujian kadar holoselulosa diawali dengan menyiapkan filter funnel IG3 kosong yang dikeringkan dalam oven 105°C minimal 4 jam sebelum pengujian. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang berat kering ovennya. Sampel bebas ekstraktif ditimbang sebanyak 1.0 g (dicatat beratnya) dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer ukuran 100 ml saat yang bersamaan, sampel diukur kadar airnya seperti pada prosedur 2. Sampel ditambahkan akuades sebanyak 40 mL. Lalu tambahkan 1.5 ml NaClO₂ 25% dan 0.125 mL asam asetat glasial 100%. Kemudian diaduk dan ditutup rapat menggunakan plastik tahan panas dan diikat kuat menggunakan karet gelang. Sampel tersebut dipanaskan dalam waterbath selama 1 jam pada suhu 80°C dengan penambahan 3x. Kemudian sampel didinginkan dalam ice bath, dan sampel disaring menggunakan gelas saring IG3 yang telah ditimbang. Sampel kemudian dicuci dengan air dingin sebanyak 100 mL dan terakhir menggunakan aseton sebanyak 25 mL. Sampel kemudian dikeringkan dalam oven 105°C selama 24 jam. Setelah itu sampel dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian ditimbang beratnya. Diagram alir pengujian holoselulosa dapat dilihat pada **Gambar 3.8**. Perhitungan kadar holoselulosa dilakukan dengan rumus:

$$\text{Holoselulosa (\%)} = \frac{(\text{IG3 \& Holoselulosa} - \text{IG3})}{\text{BKO}} \times 100\% \quad (7)$$





A

Ditimbang berat kering oven IG3

Ditimbang berat sampel sebanyak 1 g dan dimasukkan dalam labu erlenmeyer

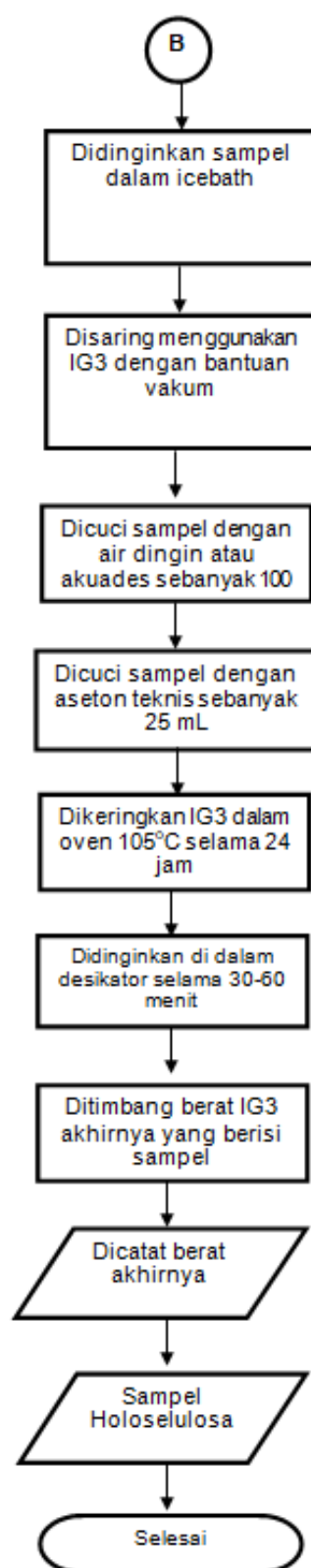
Ditambahkan akuades sebanyak 40 mL, 1.5 ml NaClO_2 25% dan 0.125 mL asam asetat glasial 100%

Ditutup menggunakan plastik tahan panas dan diikat menggunakan karet

Dipanaskan sampel dalam waterbath selama 1 jam pada suhu 80°C

Diulang langkah penambahan larutan asam dan pemanasan sampel sebanyak 3-4 kali

B



Gambar 3. 8 Diagram alir pengujian kadar holoselulosa

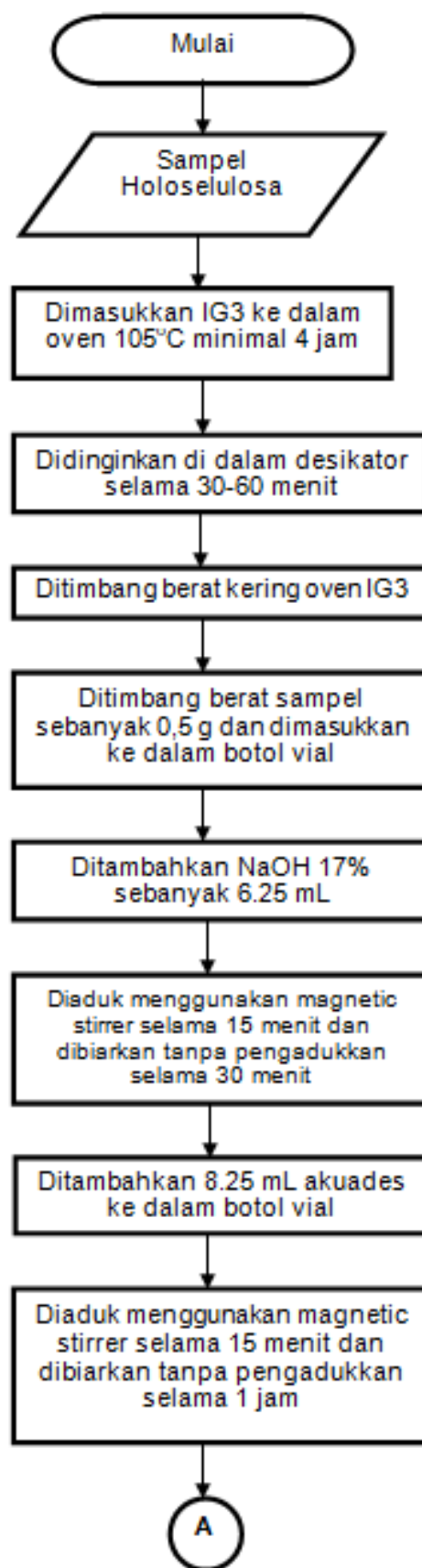


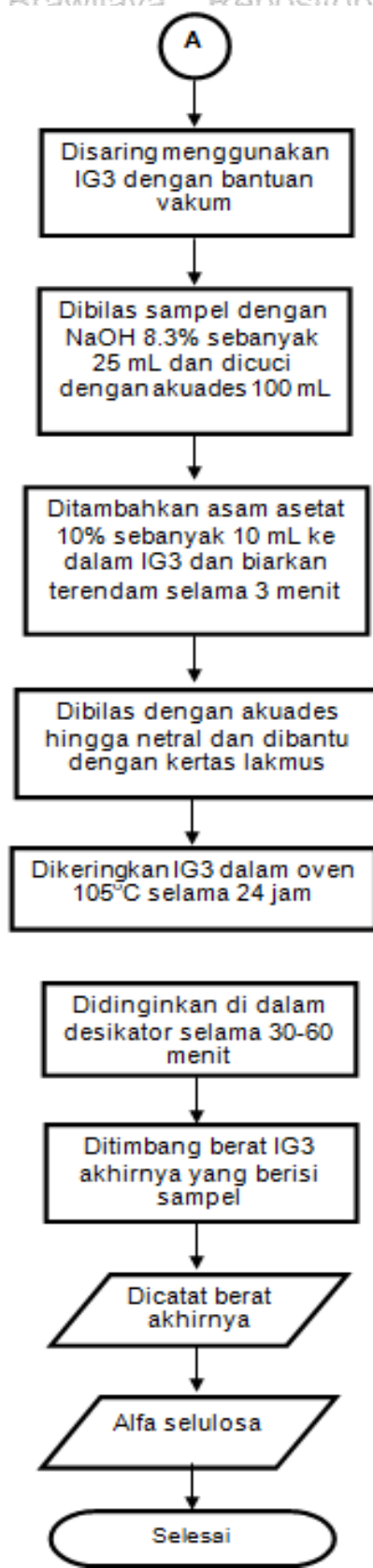
3.4.2.7. Kadar Alfa selulosa (Rowell, 2005)

Pengujian kadar alfa selulosa diawali dengan menyiapkan filter funnel 1G3 kosong yang dikeringkan dalam oven 105°C minimal 4 jam sebelum pengujian. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang berat kering ovennya. Sampel holoselulosa ditimbang sebanyak 0.5 g (dicatat beratnya) dan dimasukkan ke dalam botol vial mulut lebar ±20 mL. Pada saat yang bersamaan, sampel diukur kadar airnya seperti pada prosedur sebelumnya. Sampel ditambahkan NaOH 17% sebanyak 6.25 mL, pastikan seluruh sampel telah dibasahi dengan reagenya, lalu sampel diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 15 menit, dan dibiarkan tanpa pengadukan selama 30 menit. Selanjutnya tambahkan 8.25 mL ke dalam campuran dan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 5 menit dan dibiarkan tanpa pengadukan selama satu jam. Kemudian disaring menggunakan gelas saring IG3 dan dibilas menggunakan NaOH 8.3% sebanyak 25 mL, dan dicuci menggunakan akuades sebanyak 100 mL dan sampel dalam IG3 ditambahkan dalam asam asetat 10% sebanyak 10 mL (biarkan terendam selama 3 menit), kemudian disambungkan kembali selang vakum dan biarkan hingga seluruh larutannya terhisap. Tahap selanjutnya dilakukan dengan akuades hingga netral (dibantu dgn kertas lakmus biru) Sampel kemudian dikeringkan dalam oven 105°C selama 24 jam. Setelah itu sampel dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian ditimbang beratnya. Diagram alir pengukuran kadar alfa selulosa dapat dilihat pada **Gambar**

9. Perhitungan kadar alfa selulosa dilakukan dengan rumus:

$$\text{Alfa selulosa (\%)} = \frac{(\text{IG3 \& Alfa selulosa} - \text{IG3})}{\text{BKO}} \times \text{Kadar Holoselulosa} \quad (8)$$





Gambar 3. 9 Diagram alir pengujian kadar alfa selulosa

3.4.2.8. Kadar Hemiselulosa (Punyamurthy *et al.*, 2013)

Hasil kadar hemiselulosa didapatkan dari selisih antara holoselulosa dan alfa selulosa. Berdasarkan data yang telah diperoleh terlebih dahulu.. Perhitungan kadar hemiselulosa dilakukan dengan rumus:

$$\text{Hemiselulosa (\%)} = \text{Holoselulosa (\%)} - \text{Alfa selulosa (\%)} \quad (9)$$

3.4.3. Uji Densitas (ASTM D3800, 2017)

Prosedur yang dilakukan untuk mengetahui nilai densitas serat pisang adalah dengan cara menghitung massa dan volume sampel. Kadar air serat densitas dilakukan dengan cara cawan petri dimasukkan dan dikeringkan di dalam oven selama minimal 4 jam. Kemudian cawan petri dimasukkan dan didinginkan dalam desikator selama 30-60 menit. Selanjutnya ditimbang berat kering oven cawan petri dan ditimbang berat awal sampel serat yang ada sesuai dengan banyaknya serat, setiap jenis sampel dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Kemudian sampel digulung-gulung menjadi rapat atau dirapatkan. Selanjutnya cawan petri yang sudah diisi dengan sampel dimasukkan ke dalam oven dan ditunggu selama 24 jam. Kemudian sampel dimasukkan dan didinginkan di dalam desikator selama 30-60 menit. Selanjutnya ditimbang berat akhirnya dan dicatat hasil berat akhirnya. Setelah melakukan pengujian kadar air pada serat, selanjutnya dilakukan densitas atau mengukur kerapatan serat dengan cara sampel yang sudah dirapatkan dikaitkan dengan jarum peniti. Jarum peniti sudah dirangkai dan dikaitkan dengan gabus foam dan benang. Gabus foam dimasukkan ke dalam timbangan analitik dan ditera. Beaker gelas diisi dengan minyak tanah dan diletakkan di bawah jarum peniti yang sudah terkait dengan sampel dan rangkaian gabus foam. Selanjutnya berat yang tercatat pada timbangan analitik dicatat hasil akhirnya. Kepadatan serat diukur mengikuti metode perpindahan minyak tanah. Setelah mendapatkan berat dan volume serat yang dikeringkan dengan udara, kepadatan serat kemudian dihitung sesuai dengan standar ASTM 3800. Densitas sampel dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (10)$$

Dimana m adalah massa suatu benda yang merupakan ukuran banyak zat yang terkandung dalam suatu benda. Sedangkan massa jenis atau densitas (ρ) adalah besaran yang menunjukkan perbandingan antara massa dengan volume suatu benda dan V adalah volume dari benda (Sucipto *et al.*, 2014).

3.4.4. Karakterisasi Sifat Mekanik Serat Alam

3.4.4.1. Uji Kekuatan Tarik dan Modulus Elastisitas (ASTM D3800, 1976)

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian kuat tarik dengan cara serat pisang dipotong dengan panjang ± 10 cm dan direkatkan dengan kertas karton menggunakan lem aibon. Serat pisang direkatkan di atas kertas karton dan ditutup dengan kertas karton. Ukuran kertas karton 12 cm, dimana sisi kanan dan sisi kiri berukuran 5 cm. Kemudian bagian tengahnya diberi jarak 2 cm untuk dapat dilakukan pengujian kuat tarik. Selanjutnya serat pisang diukur diameternya terlebih dahulu dengan menggunakan mikroskop yang sudah terhubung dengan komputer sehingga lebih mudah untuk mengukur diameternya. Diameter yang diukur, yaitu pangkal, tengah dan ujung. Kemudian sampel yang akan diuji terlebih dahulu dikondisikan dalam suhu ruang dengan standar kelembaban nisbi atau relative ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) selama 24 jam. Selanjutnya pengujian kuat tarik dilakukan dengan cara menjepit kedua ujung sampel serat pisang yang sudah berada di dalam kertas karton pada mesin penguji. Kemudian mesin UTM dihubungkan dengan komputer dan mengkalibrasi alat. Selanjutnya, menyalakan knob start dan alat akan menarik sampel sampai putus. Dalam satu kali running didapatkan data berupa Kuat tarik, %-Elongation, dan Modulus Young. Dilakukan pengulangan untuk pengujian pada lembar berikutnya. Jenis alat yang dipakai, yaitu Universal Testing Machine (UTM, Shimadzu, Jepang) dengan beban 10 kN mengikuti prosedur ASTM D 3379 dengan kecepatan crosshead 1 mm per menit. Uji kekuatan tarik dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Kuat tarik (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (gaya maksimal serat pisang dalam karton sampai putus (N))}}{A \text{ (Luas serat pisang dalam karton)}} \quad (11)$$

Nilai Elongasi dapat dihitung dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\% \text{ Elongation} = \frac{\text{Panjang Putus} - \text{Panjang Awal}}{\text{Panjang awal}} \times 100\% \quad (12)$$

Nilai Modulus tarik atau Modulus Young dapat dihitung dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Modulus Young (Mpa)} = \frac{\text{Kekuatan Tarik}}{\text{(Pemanjangan Saat Putus:100)}} \times 100\% \quad (13)$$

3.4.5. Analisis Kristalinitas Serat Pisang (XRD) (Budi *et al.*, 2017)

Analisis XRD dilakukan untuk mengetahui derajat kristalinitas pada serat pisang sesudah praperlakuan. Kristalinitas serat derajat kristalinitas dihitung berdasarkan rasio amorf dan jumlah luas amorf dan kristalin dengan menggunakan metode analisis X-ray Diffraction (XRD). XRD (MaximaX-XRD 700, Shimadzu, Jepang) digunakan dengan sumber sinar-x radiasi Cu-K α (0,15406 nm) pada arus listrik 40 kV dan 30 mA. Sampel (ukuran

partikel 40-60 mesh) diletakkan di dalam wadah kaca penahan, kemudian dianalisis pada suhu ruang dan direkam dengan sudut 2θ dan dengan kecepatan pemindaian 2° per menit dan sudut pemindaian $10 - 40^\circ$ yang dioperasikan pada 40 kV dan 30 mA dengan menggunakan radiasi Cu K α ($\lambda = 0,15406$ nm). Perhitungan derajat kristalinitas (X_c) bahan mengacu pada (Wibowo dan Park, 2020) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$X_c (\%) = \frac{F_c}{F_a + F_c} \times 100 \quad (14)$$

Dimana F_c merupakan daerah kristalin dan F_a merupakan daerah non kristalin/amorf.

3.5. Perlakuan Terbaik

Setelah diperoleh seluruh karakteristik kimia, fisik, mekanik dan kristalinitas serat batang pisang dari berbagai perlakuan, selanjutnya menentukan jenis batang pisang yang menghasilkan serat dengan karakteristik terbaik sesuai parameter yang digunakan dengan metode *scoring* (Fatriasari dan Hermiati, 2008). Selain menggunakan metode *scoring*, metode yang digunakan dalam penentuan perlakuan terbaik adalah dengan menggunakan metode indeks efektivitas (De Garmo et. al, 1984). Skor paling besar diberikan ketika menghasilkan nilai parameter yang sesuai dengan literatur, yakni nilai kadar air terendah menurut Nuryati *et al.* (2020), kadar abu terendah menurut Mayerni (2018), kadar ekstraktif terendah menurut Nurnasari dan Nurindah (2018), kadar lignin terendah menurut Yulfa *et al.* (2019), kadar holoselulosa tertinggi menurut Sutiya (2012), kadar alfa selulosa tertinggi menurut Julika (2020), kadar hemiselulosa tertinggi menurut Nurnasari dan Nurindah (2018), nilai densitas terendah menurut Surono dan Sukoco (2016), nilai kuat tarik tertinggi menurut Asroni dan Dri Handono (2018), nilai modulus elastisitas tertinggi menurut Nurnasari dan Nurindah (2018) dan nilai kristalinitas tertinggi menurut Ismail (2018).

- a) Tujuan dari mencari kadar air terendah adalah karena pengaruh kadar air yang tinggi akan mempengaruhi tekstur dari produk dan akan menyebabkan kerusakan mikrobiologis, pengaruh kadar air tinggi akan mempengaruhi sifat fisik bahan seperti kekeringan dan kekerasan (Nuryati *et al.*, 2020).
- b) Tujuan dari mencari kadar abu terendah adalah karena abu yang berasal dari serat akan berkaitan dengan silika yang dihasilkan, semakin tinggi kadar silika dan mineral akan berpengaruh terhadap kualitas serat yang menurun karena akan menimbulkan adanya efek terhadap sifat fisik pada bahan Mayerni, 2018).
- c) Tujuan dari mencari kandungan alfa selulosa yang tinggi adalah karena alfa selulosa merupakan selulosa dengan kekuatan tarik serat yang tinggi dan dibutuhkan untuk membuat bahan dengan kualitas bagus (Nurnasari dan Nurindah, 2018).



- d) Tujuan mencari kadar hemiselulosa tertinggi adalah karena kandungan hemiselulosa akan mempengaruhi pembentukan ikatan serat dalam membentuk struktur serat (Nurnasari dan Nurindah, 2018).
- e) Tujuan mencari densitas terendah adalah karena semakin tinggi densitas maka massa pada setiap volume bahan akan semakin tinggi (Surono dan Sukoco, 2016).
- f) Tujuan mencari modulus elastisitas tertinggi dan kekuatan tarik tertinggi adalah jika modulus elastisitas dan kekuatan tarik tinggi maka kandungan selulosa pada serat akan semakin tinggi, hal tersebut akan berkaitan dengan penyusun dinding sel serat yang lebih liat (Nurnasari dan Nurindah, 2018).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik kimia dari sepuluh jenis serat batang pisang yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan kadar air antara 9.55% hingga 11.74%, kadar abu antara 4.96% hingga 15.68%, kadar ekstraktif antara 11.27% hingga 25.16%, kadar lignin antara 3.71% hingga 4.69%, kadar lignin terlarut asam antara 3.63% hingga 4.05%, kadar holoselulosa antara 39.57% hingga 52.16%, kadar alfa selulosa antara 23.89% hingga 33.28%, dan kadar hemiselulosa antara 14.85% hingga 19.58%.
2. Karakteristik fisik dan mekanik dari sepuluh jenis serat batang pisang yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan nilai densitas antara 1.11 g/cm³ hingga 1.51 g/cm³, nilai kuat tarik antara 116.63 kgf/cm² hingga 432.29 kgf/cm², dan nilai modulus elastisitas antara 2622.62 hingga 7846.20 Mpa. Hasil karakteristik fisik dan mekanik serat batang pisang ini dipengaruhi oleh perbedaan komponen kimia pada serat batang pisang.
3. Kristalinitas dari sepuluh jenis serat batang pisang yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan derajat kristalinitas antara 23.59% hingga 37.42%. Pada serat batang pisang udang menghasilkan kristalinitas yang paling rendah yakni sebesar 23.59%. Sedangkan nilai kristalinitas tertinggi dihasilkan pada serat batang pisang tanduk galek yakni sebesar 37.42%. Serat dengan kandungan selulosa yang tinggi akan memiliki derajat kristalinitas yang tinggi.
4. Berdasarkan penentuan perlakuan terbaik, diketahui bahwa serat batang pisang dengan hasil terbaik yakni serat batang pisang cavendish, dengan karakteristik kadar air 10.13%, kadar abu 4.96%, kadar ekstraktif 16.83%, kadar klason lignin 10.21%, kadar lignin terlarut asam 4.05%, kadar holoselulosa 52.16%, kadar alfa selulosa 33.28%, kadar hemiselulosa 18.88%, densitas 1.24 g/cm³, Kuat tarik 140.12 kgf/cm², modulus elastisitas 4479.63 Mpa, dan derajat kristalinitas 35.11%.

5.2. Saran

Pada penelitian ini, telah diketahui beberapa karakteristik 10 spesies serat batang pisang, namun masih diperlukan penelitian lanjutan terkait pemanfaatan serat alam terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini. Selain itu, diperlukan upaya juga penelitian lebih lanjut untuk melengkapi hasil pengujian karakteristik serat pisang seperti anatomi serat, morfologi serat, NIR dan raman spektroskopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, R., K. Bilondatu, W. Z. Tulie, dan W. R. Kunusa. 2019. Pemanfaatan isolat selulosa ampas tebu sebagai chelating agent (cat) zat pewarna pada jajanan anak sekolahn (jas). *Jambura Journal of Chemistry*. 1(2):34–41.
- Agusnar, H. 2004. Penentuan derajat kristalinitas larutan kitin dengan variasi waktu penyimpanan menggunakan difraksi sinarx (xrd). *Jurnal Sains Kimia*. 8(2):43–45.
- Aminah, D., Fatriani, dan H. Ariyati. 2020. Physical and chemical properties of aren (arenga pinnata merr) pulp and paper and alternative raw materials. 03(3):460–465.
- Arul Marcel Moshi, A., D. Ravindran, S. R. Sundara Bharathi, V. Suganthan, dan G. Kennady Shaju Singh. 2019. Characterization of new natural cellulosic fibers-a comprehensive review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 574(1)
- Asroni, A. dan S. D. Handono. 2018. KAJI eksperimen variasi jenis serat batang pisang untuk bahan komposit terhadap kekuatan mekanik. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*. 7(2):214–222.
- ASTM D3800. 1976. *Standard Test Method for Tensile Strength and Young's Modulus for High-Modulus Single-Filament Materials*
- ASTM D3800. 2017. Standard Test Method for Density of High-Modulus Fibers1
- Augustina, S., I. Wahyudi, I. W. Darmawan, J. Malik, Y. Kojima, T. Okada, dan N. Okano. 2021. Pengaruh karakteristik kimia terhadap sifat mekanis dan keawetan alami tiga jenis kayu kurang digunakan (effect of chemical characteristics on mechanical and natural durability properties of three lesser-used wood species). *Jurnal Sylva Lestari*. 9(1):161.
- Azubuiké, C. P. dan A. O. Okhamafe. 2012. 10.1186%2f2251-7715-1-9.pdf. *Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 1(9):1–7.
- Bahri, S. 2017. Pembuatan pulp dari batang pisang. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 4(2):36.
- Bahtiar, E. T., F. Kehutanan, I. P. Bogor, K. Ipb, D. Bogor, dan L. Karlinasari. 2016. Pengaruh komponen kimia dan ikatan pembuluh terhadap kekuatan tarik bambu. *Jurnal Teknik Sipil*. 23(1):31–40.
- Bertella, S. dan J. S. Luterbacher. 2020. Lignin functionalization for the production of novel materials. *Trends in Chemistry*. 2(5):440–453.
- BPS Direktorat Jendral Hortikultura. 2020. Holtikultura, Statistik
- Budi, F. S., P. Hariyadi, S. Budijanto, dan Dahrul Syah. 2017. No title. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. 28(1):46–54.
- Dewi, I. A., A. Ihwah, H. Y. Setyawan, A. A. N. Kurniasari, dan A. Ulfah. 2019. Optimasi



proses delignifikasi pelepah pisang untuk bahan baku pembuatan kertas seni. *Sebatik*. 23(2):447–454.

De Garmo, E. D. G. Sullivan and J. R. Canada. 1984. *Engineering economics*. Mc Millan Publishing Company. New York.

Fatriasari, W., N. Masruchin, dan E. Hermiati. 2019a. *Selulosa Karakteristik Dan Pemanfaatannya*. Jakarta: LIPI Press

Fatriasari, W., N. Masruchin, dan E. Hermiati. 2019a. *Selulosa Karakteristik Dan Pemanfaatannya*. Jakarta: LIPI Press.

Fatriasari, W., N. Masruchin, dan E. Hermiati. 2019b. *Selulosa Karakteristik Dan Pemanfaatannya*

Febriani, C. Y. dan Lindawati. 2021. HIDROLISIS lignoselulosa dan karakterisasi lignin dari material limbah kelapa dengan metode hidrolisis asam sulfat. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 10(2):45–56.

Gopinathan, P., K. S. Subramanian, G. Paliyath, dan J. Subramanian. 2017. Genotypic variations in characteristics of nano-fibrillated cellulose derived from banana pseudostem. *BioResources*. 12(4):6984–7001.

Gupta, U. S., M. Dhamarika, A. Dharkar, S. Chaturvedi, S. Tiwari, dan R. Namdeo. 2020. Surface modification of banana fiber: a review. *Materials Today: Proceedings*. 43:904–915.

Hadi, S. dan M. Perdana. 2018. Pengaruh bahan komposit ramah lingkungan terhadap sifat fisik dan sifat termal komposit alam. *Jurnal Teknik Mesin*. 8(1):34–38.

Harmsen, P., L. Bermudez, dan R. Bakker. 2010. *Literature Review of Physical and Chemical Pretreatment Processes for Lignocellulosic Biomass*. Wageningen UR Food & Biobased Research. *Biomass*.

Jawaid, M. dan H. P. S. Abdul Khalil. 2011. Cellulosic/synthetic fibre reinforced polymer hybrid composites: a review. *Carbohydrate Polymers*. 86(1):1–18.

Junaidi, A. Kasim, dan A. Ardinal. 2016. Pengembangan mesin pengurai serat tandan kosong kelapa sawit (tkks) untuk menghasilkan serat mekanis. *Jurnal Litbang Industri*. 6(1):39.

Karimah, A., M. R. Ridho, S. S. Munawar, D. S. Adi, Ismadi, R. Damayanti, B. Subiyanto, W. Fatriasari, dan A. Fudholi. 2021. A review on natural fibers for development of eco-friendly bio-composite: characteristics, and utilizations. *Journal of Materials Research and Technology*. 13:2442–2458.

Kementan. 2019. Batang Pisang, Kompos Organik Penutrisi Tanaman Yang Ramah Lingkungan

Lamanda, D. D., D. Setyawati, Nurhaida, F. Diba, dan E. Roslinda. 2015. Karakteristik biopelet berdasarkan komposisi serbuk batang kelapa sawit dan arang kayu laban



dengan jenis perekat sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. *Jurnal Hutan Letari*. 3(2):313–321.

Lestari, M., E. Rusliana, M. Saleh, dan H. Rasulu. 2018. Sifat kimia dan organoleptik teh herbal daun pala. *Techno : Jurnal Penelitian*. 07(Mm):177–190.

Lourenço, A. dan H. Pereira. 2018. Compositional variability of lignin in biomass. *Lignin - Trends and Applications*

Lu, P. dan Y. Hsieh. 2010. Preparation and properties of cellulose nanocrystals: rods, spheres, and network. *Carbohydrate Polymers*. 82(2):329–336.

Maftuhatin, M., Y. Indrayani, dan A. Yani. 2017. Sifat fisik dan mekanik papan serat batang pisang kepok (*musa paradisiaca*. l) pada berbagai suhu dan waktu kempa. 5(3):721–731.

Maulana, A. 2016. Analisis Parameter Mutu Dan Kadar Flavonoid Pada Produk Teh Hitam Celup. Universitas Pasundan.

Mayerni, R. 2018. Characterization of agronomic and quality from three clones of ramie plant (*boehmeria nivea* [L.] gaud.) in ultisol limau manis. *JERAMI Indonesian Journal of Crop Science*. 1(1):01–08.

Mohanty, A. K., M. Misra, dan L. T. Drzal. 2001. Surface modifications of natural fibers and performance of the resulting biocomposites: an overview. *Composite Interfaces*. 8(5):313–343.

Monaco, H. L., G. Artioli, D. Viterbo, G. Ferraris, G. Gilli, G. Zanotti, dan M. Catti. 2002. *Fundamentals of Crystallography (Vol. 7)*. USA: Oxford university press.

Mulyawan, A. S., A. Wibi Sana, dan Z. Kaelani. 2015. Identification of physical and thermal properties of. *Arena Tekstil*. 30(1):75–82.

Murda, R. A., D. S. Nawawi, S. Maulana, M. I. Maulana, S. H. Park, dan F. Febrianto. 2018. Perubahan kadar komponen kimia pada tiga jenis bambu akibat proses steam dan pembilasan. *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*. 16(2):102–114.

Nawawi, D. S., R. K. Sari, N. J. Wistara, A. Fatrawana, dan P. Astuti. 2019. Karakteristik lignin empat jenis bambu. *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*. 17(1):1–7.

Nikmatin, S., S. Purwanto, A. Maddu, T. Mandang, D. Teknik, J. Kampus, I. P. B. Darmaga, dan B. G. W. S. 2010. Sebagai filler bionanokomposit dengan difraksi sinar-x. *Jurnal SainsMateri Indonesia Indonesian Journal OfMaterials Science*. 97–102.

Ningrum, L. Y. 2017. Potensi serat daun nanas sebagai alternatif bahan komposit pengganti fiberglass pada pembuatan lambung kapal. 46.

Nishiyama, Y., J. Sugiyama, H. Chanzy, dan P. Langan. 2003. Crystal structure and hydrogen bonding system in cellulose I α from synchrotron x-ray and neutron fiber diffraction. *Journal of the American Chemical Society*. 125(47):14300–14306.



NREL. 2008. *Determination of Extractives in Biomass Laboratory Analytical Procedure (LAP)*

NREL. 2012. *Determination of AcidInsoluble Lignin in Biomass*

Nurani, L. 2012. 733-15741-1-PB.Pdf. Pemanfaatan Batang Pisang Sebagai Bahan Baku Papan Serat Dengan Perlakuan Termo-Mekanis. 2012.

Nurnasari, E. dan N. Nurindah. 2018. Karakteristik kimia serat buah, serat batang, dan serat daun. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*. 9(2):64.

Nurwahdah, A. A. Naini, A. Nadia, R. Y. Lestari, dan Sunardi. 2015. Pretreatment lignoselulosa dari jerami padi dengan deep eutectic solvent untuk meningkatkan produksi bioetanol generasi dua. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 10(1):43–54.

Nuryati, N., R. R. Amalia, dan N. Hairiyah. 2020. PEMBUATAN komposit dari limbah plastik polyethylene terephthalate (pet) berbasis serat alam daun pandan laut (*pandanus tectorius*). *Jurnal Agroindustri*. 10(2):107–117.

Ojahan, T., R. Hansen, dan A. M.S. 2015. Analisis fraksi volume serat pelepah batang pisang bermatriks unsaturated resin polyester (upr) terhadap kekuatan tarik dan sem. *Mechanical*. 6(1):43–48.

Ojahan, T. dan D. K. Pratiwi. 2013. Kajian proses ekstraksi serat batang pisang kepek sebagai fiber dengan matriks recycled polypropylene (rpp) material komposit. (Snttm Xii):23–24.

Pereira, A. L. S., D. M. do Nascimento, M. de S. M. Souza, A. R. Cassales, J. P. Saraiva Morais, R. C. M. de Paula, M. de F. Rosa, dan J. P. A. Feitosa. 2014. Banana (*musa sp. cv. pacovan*) pseudostem fibers are composed of varying lignocellulosic composition throughout the diameter. *BioResources*. 9(4):7749–7763.

Pickering, K. L., M. G. A. Efendy, dan T. M. Le. 2016. A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 83:98–112.

Punyamurthy, R., D. Sampathkumar, B. Bennehalli, dan C. V. Srinivasa. 2013. Influence of esterification on the water absorption property of single abaca fiber. *Chemical Science Transactions*. 2(2):413–422.

Putra, A. F. R., E. Wardenaar, dan H. Husni. 2018. Analisa komponen kimia kayu sengon (*albizia falcataria* (L.) fosberg) berdasarkan posisi ketinggian batang. *Jurnal Hutan Lestari*. 6(1):83–89.

Rowell, R. M. 2005. *Handbook of Wood Chemistry and Wood*. florida: CRC Press.

Rudito, A., E. Syauqi, W. Obeth, dan Yuli. 2010. *Karakteristik Pati Bonggol Pisang Termodifikasi Secara Kimia Sebagai Food Ingredient Alternatif*. Fakultas Pertanian. Universitas Mulawarman.

Subagyo, A. dan A. Chafidz. 2018. Banana pseudo-stem fiber: preparation, characteristics,



and applications. *Intech.* (3)

Sucipto, D. A., G. Saroja, dan L. Nuriyah. 2014. Dengan metode levitasi magneto-archimedes menggunakan sumber magnet tunggal. (mL):1–4.

Summerscales, J., N. P. J. Dissanayake, A. S. Virk, dan W. Hall. 2010. A review of bast fibres and their composites. part 1 - fibres as reinforcements. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing.* 41(10):1329–1335.

Sunardi, S. 2021. ANALISIS kandungan kimia dan sifat serat tanaman purun tikus (*eleocharis dulcis*) asal kalimantan selatan. *Bioscientiae.* 9(2):15.

Surono, U. B. dan Sukoco. 2016. Analisa sifat fisis dan mekanis komposit serat ijuk dengan bahan matrik poliester. *Prosiding Seminar Nasional XI "Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi.* (11):298–303.

Suryanto, H. 2016. Review serat alam : komposisi, struktur, dan sifat mekanis. *NASPA Journal.* 42(4):1.

Sutiya, B. 2012. KANDUNGAN kimia dan sifat serat alang-alang (*imperata cylindrica*) sebagai gambaran bahan baku pulp dan kertas. *Bioscientiae.* 9(1):1.

Taib, A. M., M. Nurul, Julkapli, dan N. Muhd. 2019. *Dimensional Stability of Natural Fiber-Based and Hybrid Composites.* Dalam *Mechanical and Physical Testing of Biocomposites, Fibre-Reinforced Composites and Hybrid Composites.* Elsevier.

TAPPI. 1997a. TAPPI test method t 204 cm-97 solvent extractives of wood and pulp

TAPPI. 1997b. TAPPI test method t 264 cm-97 preparation of wood for chemical analysis

TAPPI. 2002. TAPPI test method t 211 om-02 ash in wood, pulp, paper and paperboard: combustion at 525°C

Taufik, M. dan H. Seftiono. 2018. Karakteristik fisik dan kimia minyak goreng sawit hasil proses penggorengan dengan metode deep-fat frying. *Jurnal Teknologi.* 10(2):123–129.

Terinte, N., R. Ibbett, dan K. C. Schuster. 2017. Overview on native cellulose and microcrystalline cellulose i structure studied by x-ray diffraction (waxd): comparison between measurement techniques overview on native cellulose and microcrystalline cellulose i structure studied by x-ray diffraction (. (January 2011)

Wan, J. Q., Y. Wang, dan Q. Xiao. 2010. Effects of hemicellulose removal on cellulose fiber structure and recycling characteristics of eucalyptus pulp. *Bioresource Technology.* 101(12):4577–4583.

Wise, L. E., M. Murphy, dan A. A. D'Addieco. 1946. Chlorite holocellulose, its fractionation and bearing on summative wood analysis and studies on the hemicelluloses. *Paper Trade J.* 122:11–19.

Wulandari, W. T., A. Rochliadi, dan I. M. Arcana. 2016. Nanocellulose prepared by acid hydrolysis of isolated cellulose from sugarcane bagasse. *IOP Conference Series:* 105



Materials Science and Engineering, 107(1)

Yulfa, D., R. Mayerni, dan Y. Yushiwati. 2019. Kualitas kimia serat beberapa klon rami asal sumatera barat. *Agrotechnology Research Journal*. 3(2):115–120.

Yuliono, E. N., A. Yulianto, dan M. P. Aji. 2013. Kuat tarik tali berbahan dasar serat batang pisang. *Jurnal Fisika*. 3(1):1–1.

Zulaekha, R., S. A. Nawafil, S. F. Harianti, M. Mujiburohman, dan N. Hidayati. 2018. Isolasi alfa selulosa batang pisang klutuk (*musa balbisiana colla*) menggunakan pengadukan magnetik dengan ultrasonik. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*. 2(2):129–134.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Data kadar air serat batang pisang

Sampel	Ulangan	Nilai Kadar Air (%)	Rata-rata kadar air (%)	Standar Deviasi
D12	1	11,00	9,78	1,10
	2	9,46		
	3	8,87		
D13	1	8,94	8,74	0,28
	2	8,86		
	3	8,43		
D14	1	8,21	8,35	0,12
	2	8,41		
	3	8,42		
D15	1	10,13	9,86	0,25
	2	9,81		
	3	9,65		
D16	1	9,54	9,55	0,06
	2	9,61		
	3	9,49		
D17	1	8,77	8,92	0,37
	2	8,65		
	3	9,34		
D18	1	7,48	7,55	0,08
	2	7,63		
	3	7,54		
D19	1	11,61	11,74	0,12
	2	11,84		
	3	11,76		
D20	1	9,88	10,13	0,21
	2	10,21		
	3	10,28		
D21	1	9,08	9,33	0,21
	2	9,41		
	3	9,49		

Lampiran 2 Uji anova data kadar air

ANOVA

Kadar Air

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34,680	9	3,853	23,931	,000
Within Groups	3,220	20	,161		
Total	37,900	29			



Lampiran 4 Data kadar abu serat batang pisang

Sampel	Ulangan	Nilai Kadar Abu (%)	Rata-rata kadar abu (%)	Standar Deviasi
D12	1	6,19	6,06	0,13
	2	5,93		
	3	6,05		
D13	1	5,35	5,38	0,18
	2	5,57		
	3	5,21		
D14	1	5,47	5,41	0,10
	2	5,46		
	3	5,29		
D15	1	7,45	7,45	0,06
	2	7,51		
	3	7,40		
D16	1	6,71	6,84	0,11
	2	6,91		
	3	6,90		
D17	1	15,68	15,68	0,03
	2	15,65		
	3	15,70		
D18	1	7,30	7,31	0,03
	2	7,35		
	3	7,29		
D19	1	5,97	6,06	0,12
	2	6,01		
	3	6,20		
D20	1	4,96	4,96	0,37
	2	4,60		
	3	5,33		
D21	1	6,70	6,77	0,06
	2	6,82		
	3	6,78		

Lampiran 5 Uji anova data kadar abu

ANOVA

Kadar Abu

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	259,193	9	28,799	1254,503	,000
Within Groups	,459	20	,023		
Total	259,652	29			



Lampiran 6 Uji lanjut data kadar abu

Kadar Abu

Duncan^a

Jenis Serat Batang Pisang	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Batang Pisang Cavendish	3	4,9633					
Batang Pisang Siem	3		5,3767				
Batang Pisang Raja Sereh	3		5,4067				
Batang Pisang Barangan	3			6,0567			
Batang Pisang Tarali	3			6,0600			
Batang Pisang Ambon	3				6,7667		
Batang Pisang Mas Kirana	3				6,8400		
Batang Pisang Udang	3					7,3133	
Batang Pisang Raja	3					7,4533	
Batang Pisang Tanduk Galek	3						15,6767
Sig.		1,000	,811	,979	,560	,271	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



Lampiran 7 Data kadar ekstraktif serat batang pisang

Sampel	Ulangan	Nilai Kadar ekstraktif (%)	Rata-rata kadar ekstraktif (%)	Standar Deviasi
D12	1	11,42	14,59	4,24
	2	19,41		
	3	12,94		
D13	1	19,52	20,46	7,38
	2	28,26		
	3	13,60		
D14	1	11,66	12,29	1,48
	2	11,23		
	3	13,99		
D15	1	11,80	14,52	5,33
	2	11,10		
	3	20,66		
D16	1	23,88	24,47	0,56
	2	25,01		
	3	24,51		
D17	1	15,61	11,27	3,76
	2	9,33		
	3	8,87		
D18	1	19,27	19,85	3,08
	2	23,18		
	3	17,10		
D19	1	28,91	25,16	5,74
	2	28,00		
	3	18,56		
D20	1	21,19	16,83	4,62
	2	11,98		
	3	17,33		
D21	1	16,08	17,90	1,66
	2	19,34		
	3	18,27		

Lampiran 8 Uji anova data kadar ekstraktif

ANOVA					
Kadar Ekstraktif					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	614,309	9	68,257	3,710	,007
Within Groups	367,973	20	18,399		
Total	982,282	29			



Lampiran 9 Uji lanjut data kadar ekstraktif

Kadar Ekstraktif

Duncan^a

Jenis Serat Batang Pisang	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Batang Pisang Tanduk Galek	3	11,2700			
Batang Pisang Raja Sereh	3	12,2933	12,2933		
Batang Pisang Raja	3	14,5200	14,5200		
Batang Pisang Barangan	3	14,5900	14,5900		
Batang Pisang Cavendish	3	16,8333	16,8333	16,8333	
Batang Pisang Ambon	3	17,8967	17,8967	17,8967	17,8967
Batang Pisang Udang	3		19,8500	19,8500	19,8500
Batang Pisang Siem	3		20,4600	20,4600	20,4600
Batang Pisang Mas Kirana	3			24,4667	24,4667
Batang Pisang Tarali	3				25,1567
Sig.		,108	,053	,062	,076



Lampiran 10 Data kadar lignin serat batang pisang

Sampel	Ulangan	Nilai Kadar klason lignin (%)	Rata-rata kadar klason lignin (%)	Standar Deviasi
D12	1	6,89	7,50	0,70
	2	8,26		
	3	7,35		
D13	1	5,56	6,17	0,64
	2	6,12		
	3	6,83		
D14	1	5,98	6,04	0,11
	2	6,17		
	3	5,96		
D15	1	8,42	8,64	0,21
	2	8,65		
	3	8,85		
D16	1	8,62	8,48	1,00
	2	9,41		
	3	7,41		
D17	1	8,17	7,38	0,74
	2	7,27		
	3	6,70		
D18	1	7,09	7,25	0,31
	2	7,06		
	3	7,60		
D19	1	9,10	8,32	1,11
	2	7,05		
	3	8,80		
D20	1	10,06	10,21	0,55
	2	9,75		
	3	10,82		
D21	1	6,95	6,65	0,60
	2	5,95		
	3	7,04		

Lampiran 11 Uji anova data kadar lignin

ANOVA

Kadar Klason Lignin

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	44,162	9	4,907	10,899	,000
Within Groups	9,004	20	,450		
Total	53,166	29			



Lampiran 12 Uji lanjut data kadar lignin

Kadar Klason Lignin

Duncan^a

Jenis Serat Batang Pisang	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Batang Pisang Raja Sereh	3	6,0367					
Batang Pisang Siem	3	6,1700	6,1700				
Batang Pisang Ambon	3	6,6467	6,6467	6,6467			
Batang Pisang Udang	3	7,2500	7,2500	7,2500	7,2500		
Batang Pisang Tanduk Galek	3		7,3800	7,3800	7,3800	7,3800	
Batang Pisang Barangan	3			7,5000	7,5000	7,5000	
Batang Pisang Tarali	3				8,3167	8,3167	
Batang Pisang Mas Kirana	3				8,4800	8,4800	
Batang Pisang Raja	3					8,6400	
Batang Pisang Cavendish	3						10,2100
Sig.		,054	,055	,168	,055	,050	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



Lampiran 13 Data kadar lignin terlarut asam serat batang pisang

Sampel	Ulangan	Nilai Kadar klon lignin (%)	Rata-rata lignin terlarut asam (%)	Standar Deviasi
D12	1	4,46	4,55	0,08
	2	4,61		
	3	4,59		
D13	1	4,08	4,14	0,12
	2	4,28		
	3	4,06		
D14	1	3,68	3,71	0,04
	2	3,69		
	3	3,76		
D15	1	4,53	4,31	0,29
	2	4,42		
	3	3,98		
D16	1	3,93	3,95	0,13
	2	3,83		
	3	4,09		
D17	1	3,62	3,73	0,17
	2	3,92		
	3	3,64		
D18	1	3,87	3,87	0,00
	2	3,87		
	3	3,87		
D19	1	4,62	4,69	0,07
	2	4,71		
	3	4,75		
D20	1	4,05	4,05	0,02
	2	4,06		
	3	4,03		
D21	1	3,65	3,63	0,03
	2	3,59		

Lampiran 14 Uji anova data kadar lignin terlarut asam

ANOVA

Kadar Lignin Terlarut

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,549	9	,394	24,792	,000
Within Groups	,318	20	,016		
Total	3,867	29			

Lampiran 15 Uji lanjut data kadar lignin terlarut asam

Kadar Lignin Terlarut

Duncan^a

Jenis Serat Batang Pisang	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
Batang Pisang Ambon	3	3,6267						
Batang Pisang Raja Sereh	3	3,7100	3,7100					
Batang Pisang Tanduk Galek	3	3,7267	3,7267	3,7267				
Batang Pisang Udang	3		3,8700	3,8700	3,8700			
Batang Pisang Mas Kirana	3			3,9500	3,9500	3,9500		
Batang Pisang Cavendish	3				4,0467	4,0467		
Batang Pisang Siem	3					4,1400	4,1400	
Batang Pisang Raja	3						4,3100	
Batang Pisang Barangan	3							4,5533
Batang Pisang Tarali	3							4,6933
Sig.		,370	,156	,052	,119	,095	,114	,189

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



Lampiran 16 Data kadar holoselulosa serat batang pisang

Sampel	Ulangan	Nilai Kadar holoselulosa (%)	Rata-rata kadar holoselulosa (%)	Standar Deviasi
D12	1	41,92	45,45	1,19
	2	40,16		
	3	36,61		
D13	1	41,79	48,29	1,46
	2	43,45		
	3	43,58		
D14	1	39,99	45,97	0,66
	2	41,57		
	3	38,56		
D15	1	46,59	43,08	1,22
	2	45,55		
	3	44,22		
D16	1	49,84	45,46	0,29
	2	48,10		
	3	46,93		
D17	1	45,84	52,16	0,54
	2	46,69		
	3	45,39		
D18	1	44,42	46,27	0,47
	2	42,81		
	3	42,02		
D19	1	45,56	45,45	1,19
	2	45,13		
	3	45,69		
D20	1	52,67	48,29	1,46
	2	51,60		
	3	52,19		
D21	1	46,58	45,97	0,66
	2	46,51		
	3	45,73		

Lampiran 17 Uji anova data kadar holoselulosa

ANOVA

Kadar Holoselulosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	380,991	9	42,332	25,407	,000
Within Groups	33,324	20	1,666		
Total	414,315	29			



Lampiran 18 Uji lanjut data kadar holoselulosa

Kadar Holoselulosa

Duncan^a

Jenis Serat Batang Pisang	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Batang Pisang Barangan	3	39,5633				
Batang Pisang Raja Sereh	3	40,0400				
Batang Pisang Siem	3		42,9400			
Batang Pisang Udang	3		43,0833			
Batang Pisang Raja	3			45,4533		
Batang Pisang Tarali	3			45,4600		
Batang Pisang Tanduk Galek	3			45,9733		
Batang Pisang Ambon	3			46,2733	46,2733	
Batang Pisang Mas Kirana	3				48,2900	
Batang Pisang Cavendish	3					52,1533
Sig.		,656	,893	,485	,070	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



Lampiran 19 Data kadar alfa selulosa serat batang pisang

Sampel	Ulangan	Nilai Kadar alfa selulosa (%)	Rata-rata kadar alfa selulosa (%)	Standar Deviasi
D12	1	25,81	23,89	1,74
	2	23,44		
	3	22,43		
D13	1	27,41	27,24	0,39
	2	27,51		
	3	26,80		
D14	1	24,53	24,26	0,30
	2	23,93		
	3	24,30		
D15	1	27,29	25,88	1,61
	2	26,21		
	3	24,13		
D16	1	33,22	31,96	1,29
	2	32,02		
	3	30,64		
D17	1	30,11	29,99	1,43
	2	31,36		
	3	28,51		
D18	1	28,18	27,26	0,82
	2	26,61		
	3	26,97		
D19	1	29,12	29,29	0,77
	2	28,62		
	3	30,12		
D20	1	32,99	33,28	0,54
	2	32,94		
	3	33,90		
D21	1	29,20	31,43	3,58
	2	29,52		
	3	35,56		

Lampiran 20 Uji anova data kadar alfa selulosa

ANOVA

Kadar Alfa selulosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	286,357	9	31,817	13,297	,000
Within Groups	47,855	20	2,393		
Total	334,213	29			



Lampiran 21 Uji lanjut data kadar alfa selulosa

Kadar Alfa selulosa

Duncan^a

Jenis Serat Batang Pisang	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Batang Pisang Barangan	3	23,8933				
Batang Pisang Raja Sereh	3	24,2533				
Batang Pisang Raja	3	25,8767	25,8767			
Batang Pisang Siem	3		27,2400	27,2400		
Batang Pisang Udang	3		27,2533	27,2533		
Batang Pisang Tarali	3			29,2867	29,2867	
Batang Pisang Tanduk Galek	3			29,9933	29,9933	
Batang Pisang Ambon	3				31,4267	31,4267
Batang Pisang Mas Kirana	3				31,9600	31,9600
Batang Pisang Cavendish	3					33,2767
Sig.		,152	,315	,058	,065	,181



Lampiran 22 Data kadar hemiselulosa serat batang pisang

a. Data kadar hemiselulosa

Sampel	Ulangan	Nilai Kadar hemiselulosa (%)	Rata-rata kadar hemiselulosa (%)	Standar Deviasi
D12	1	16,11	23,89	1,74
	2	16,73		
	3	14,18		
D13	1	14,39	27,24	0,39
	2	15,93		
	3	16,78		
D14	1	15,46	24,26	0,30
	2	17,64		
	3	14,27		
D15	1	19,31	25,88	1,61
	2	19,34		
	3	20,09		
D16	1	16,62	31,96	1,29
	2	16,08		
	3	16,29		
D17	1	15,73	29,99	1,43
	2	15,33		
	3	16,88		
D18	1	16,24	27,26	0,82
	2	16,20		
	3	15,04		
D19	1	16,44	29,29	0,77
	2	16,52		
	3	15,56		
D20	1	19,68	33,28	0,54
	2	18,66		
	3	18,29		
D21	1	17,37	31,43	3,58
	2	16,99		
	3	10,17		

Lampiran 23 Uji anova data kadar hemiselulosa

ANOVA

Kadar Hemiselulosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	61,684	9	6,854	2,768	,028
Within Groups	49,514	20	2,476		
Total	111,197	29			



Lampiran 24 Uji lanjut data kadar hemiselulosa

Kadar Hemiselulosa

Duncan^a

Jenis Serat Batang Pisang	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Batang Pisang Ambon	3	14,8433		
Batang Pisang Barangan	3	15,6733		
Batang Pisang Siem	3	15,7000		
Batang Pisang Raja Sereh	3	15,7900		
Batang Pisang Udang	3	15,8267		
Batang Pisang Tanduk Galek	3	15,9800	15,9800	
Batang Pisang Tarali	3	16,1733	16,1733	
Batang Pisang Mas Kirana	3	16,3300	16,3300	
Batang Pisang Cavendish	3		18,8767	18,8767
Batang Pisang Raja	3			19,5800
Sig.		,323	,050	,590

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 25 Data densitas serat batang pisang

Sampel	Ulangan	Nilai Densitas (g/cm ³)	Rata-rata Densitas (g/cm ³)	Standar Deviasi
D12	1	1,33	1,40	0,07
	2	1,41		
	3	1,47		
D13	1	1,37	1,36	0,02
	2	1,35		
	3	1,38		
D14	1	1,46	1,51	0,05
	2	1,53		
	3	1,56		
D15	1	1,20	1,20	0,02
	2	1,19		
	3	1,22		
D16	1	1,34	1,33	0,04
	2	1,28		
	3	1,36		
D17	1	1,45	1,38	0,11
	2	1,44		
	3	1,26		
D18	1	1,16	1,11	0,04



D19	2	1,09		
	3	1,08		
	1	1,11		
	2	1,10	1,15	0,08
	3	1,25		
D20	1	1,15		
	2	1,26	1,24	0,08
	3	1,30		
	1	1,23		
D21	2	1,13	1,18	0,05
	3	1,17		

D19	2	1,09		
	3	1,08		
	1	1,11		
	2	1,10	1,15	0,08
	3	1,25		
D20	1	1,15		
	2	1,26	1,24	0,08
	3	1,30		
	1	1,23		
D21	2	1,13	1,18	0,05
	3	1,17		

D19	2	1,09		
	3	1,08		
	1	1,11		
	2	1,10	1,15	0,08
	3	1,25		
D20	1	1,15		
	2	1,26	1,24	0,08
	3	1,30		
	1	1,23		
D21	2	1,13	1,18	0,05
	3	1,17		

Lampiran 26 Uji anova data densitas

ANOVA

Densitas

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,463	9	,051	13,297	,000
Within Groups	,077	20	,004		
Total	,541	29			

Lampiran 27 Uji lanjut data densitas

Densitas

Duncan^a

Jenis Serat Batang Pisang	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Batang Pisang Udang	3	1,1100				
Batang Pisang Tarali	3	1,1533	1,1533			
Batang Pisang Ambon	3	1,1767	1,1767			
Batang Pisang Raja	3	1,2033	1,2033			
Batang Pisang Cavendish	3		1,2367	1,2367		
Batang Pisang Mas Kirana	3			1,3267	1,3267	
Batang Pisang Siem	3				1,3667	
Batang Pisang Tanduk Galek	3				1,3833	
Batang Pisang Barangan	3				1,4033	
Batang Pisang Raja Sereh	3					1,5167
Sig.		,106	,147	,092	,181	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



Lampiran 28 Data kuat tarik serat batang pisang

Sampel	Ulangan	Nilai Kuat Tarik (Kgf/cm ²)	Rata-rata kuat tarik (Kgf/cm ²)	Standar Deviasi
D12	1	266,06	257,80	8,52
	2	255,93		
	3	261,84		
	4	243,98		
	5	261,16		
D13	1	168,83	162,96	8,53
	2	151,03		
	3	172,96		
	4	162,79		
	5	159,18		
D14	1	241,72	286,53	52,01
	2	305,96		
	3	359,88		
	4	293,41		
	5	231,68		
D15	1	117,25	116,63	3,55
	2	114,44		
	3	118,39		
	4	121,14		
	5	111,95		
D16	1	128,59	125,98	5,36
	2	118,32		
	3	127,94		
	4	123,03		
	5	132,03		
D17	1	171,69	123,63	38,29
	2	86,54		
	3	133,12		
	4	144,07		
	5	82,74		
D18	1	213,28	241,57	32,07
	2	281,71		
	3	210,77		
	4	234,10		
	5	267,99		
D19	1	274,03	495,41	209,49
	2	636,62		
	3	290,95		
	4	527,56		
	5	747,91		
D20	1	226,08	165,50	52,60
	2	109,20		
	3	209,34		
	4	165,40		
	5	117,49		
D21	1	90,62	140,43	58,28



2	165,55
3	116,43
4	230,78
5	98,75

2	165,55
3	116,43
4	230,78
5	98,75

2	165,55
3	116,43
4	230,78
5	98,75

Lampiran 29 Uji anova data kuat tarik

ANOVA

Kuat Tarik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	116769176,412	9	12974352,935	4,355	,001
Within Groups	119157403,193	40	2978935,080		
Total	235926579,606	49			

Lampiran 30 Uji lanjut data kuat tarik

Kuat Tarik

Duncan^a

		Subset for alpha = 0.05			
Jenis Serat Batang Pisang		N	1	2	3
Batang Pisang Tanduk Galek	5	2622,6180			
Batang Pisang Raja	5	2647,4060			
Batang Pisang Mas Kirana	5	3308,5920			
Batang Pisang Siem	5	3722,7440	3722,7440		
Batang Pisang Ambon	5	3821,5000	3821,5000		
Batang Pisang Udang	5	4123,3080	4123,3080		
Batang Pisang Cavendish	5	4479,6280	4479,6280		
Batang Pisang Barangan	5	4808,5780	4808,5780		
Batang Pisang Raja Sereh	5		6142,2140	6142,2140	
Batang Pisang Tarali	5			7846,1982	
Sig.			,092	,057	,126

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.



Lampiran 31 Data modulus elastisitas serat batang pisang

Sampel	Ulangan	Nilai modulus elastisitas (Mpa)	Rata-rata modulus elastisitas (Mpa)	Standar Deviasi
D12	1	4792,77	4808,58	1152,00
	2	3353,06		
	3	5333,44		
	4	6392,27		
	5	4171,35		
D13	1	3673,97	3722,74	596,61
	2	3711,30		
	3	4099,42		
	4	4348,52		
	5	2780,51		
D14	1	5475,85	6142,21	2289,40
	2	8113,91		
	3	8135,66		
	4	6392,69		
	5	2592,96		
D15	1	3287,87	2647,41	573,64
	2	2371,21		
	3	2747,13		
	4	1818,67		
	5	3012,15		
D16	1	4244,16	3308,59	777,64
	2	3269,35		
	3	2905,55		
	4	2268,87		
	5	3855,03		
D17	1	4167,89	2622,62	1233,43
	2	1391,95		
	3	2775,72		
	4	3401,23		
	5	1376,3		
D18	1	1863,66	4123,31	1980,70
	2	4901,67		
	3	6938,71		
	4	2693,23		
	5	4219,27		
D19	1	4360,25	7846,20	2599,95
	2	9080,09		
	3	6089,01		
	4	8792,54		
		127		



	5	10909,1		
	1	8618,84		
	2	2496,8		
D20	3	5107,25	4479,63	2531,43
	4	2701,16		
	5	3474,09		
	1	1603,31		
	2	5726,94		
D21	3	3186,9	3821,50	1821,74
	4	5686,66		
	5	2903,69		

Lampiran 32 Uji anova data modulus elastisitas

ANOVA					
Modulus Young					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	116769176,412	9	12974352,935	4,355	,001
Within Groups	119157403,193	40	2978935,080		
Total	235926579,606	49			

Lampiran 33 Uji lanjut data modulus elastisitas

Modulus Young					
Duncan ^a					
Jenis Serat Batang Pisang		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Batang Pisang Tanduk	Galek	5	2622,6180		
Batang Pisang Raja		5	2647,4060		
Batang Pisang Mas Kirana		5	3308,5920		
Batang Pisang Siem		5	3722,7440	3722,7440	
Batang Pisang Ambon		5	3821,5000	3821,5000	
Batang Pisang Udang		5	4123,3080	4123,3080	
Batang Pisang Cavendish		5	4479,6280	4479,6280	
Batang Pisang Barangan		5	4808,5780	4808,5780	
Batang Pisang Raja Sereh		5		6142,2140	6142,2140
Batang Pisang Tarali		5			7846,1982
Sig.			,092	,057	,126

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

**Lampiran 34** Pembuatan Larutan H₂SO₄

Langkah pertama melakukan perhitungan

Pembuatan Larutan H₂SO₄ 72% m/v

H₂SO₄ 97% > massa jenis (ρ) = 1,840g/ml

H₂SO₄ 72% > massa jenis (ρ) = 1,6338 g/ml

$$M = \frac{\% \times 10 \times}{Mr}$$

$$H_2SO_4 \text{ 97\%} = H_2SO_4 \text{ 72\% } M1 \times V1 = M2 \times V2 \frac{\% \times 10 \times}{Mr} \times V1 = \frac{\% \times 10 \times}{Mr} \times V2$$

$$\frac{97\% \times 10 \times 1,840}{Mr} \times V1 = \frac{72\% \times 10 \times 1,6338}{Mr} \times 250 \text{ mL } 178,48 V1 = 117,6336 \times 250 \text{ mL}$$

$$V1 = 164,77 \text{ mL}$$

Setelah dilakukan perhitungan, selanjutnya dimasukkan larutan H₂SO₄ 97% sebanyak 164,77 mL kedalam labu takar ukuran 250 mL. Kemudian ditambahkan aquades hingga tanda tera (proses penambahan asam atau pembuatan larutan H₂SO₄ 72% dilakukan di dalam lemari asam dan dimasukkan ke dalam ice bath). Selanjutnya dihomogenkan larutan hingga menjadi homogen. Kemudian larutan H₂SO₄ 72% dimasukkan ke dalam botol kosong.

Larutan H₂SO₄ 72 %.

Lampiran 34 Data dan difraktogram kristalinitas serat batang pisang

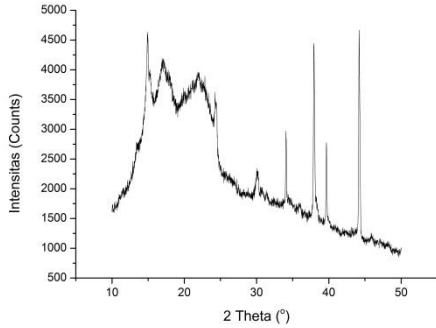
a. Data kristalinitas

Perlakuan	Kristalinitas (%)
D12	27,55
D13	26,15
D14	24,41
D15	32,89
D16	30,68
D17	37,42
D18	23,59
D19	27,36
D20	35,11
D21	30,45

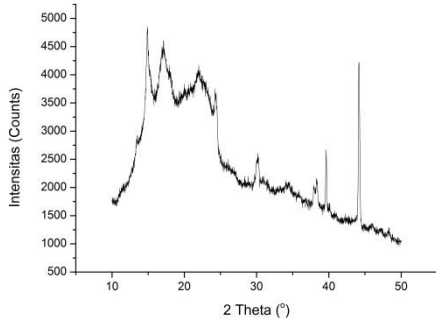


b. Difraktogram XRD kristalinitas serat batang pisang

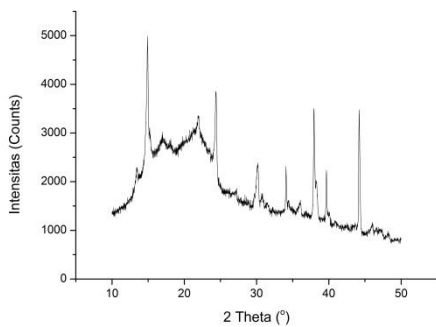
D12



D14

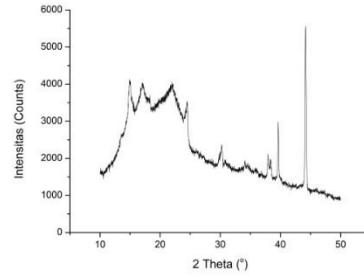


D16

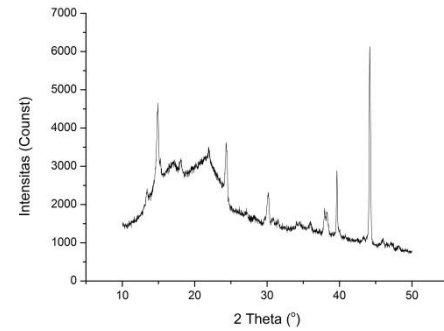


D18

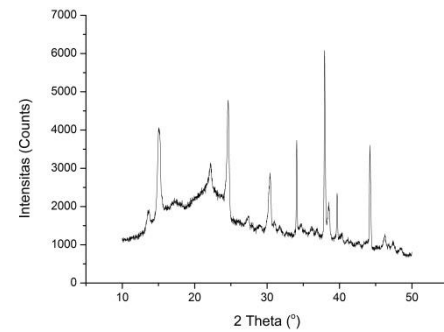
D13



D15



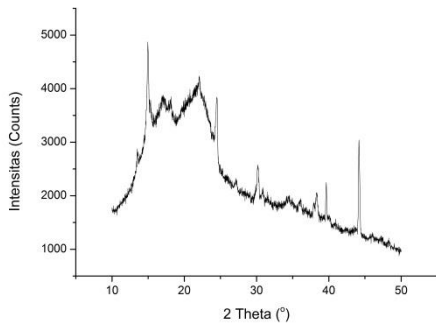
D17



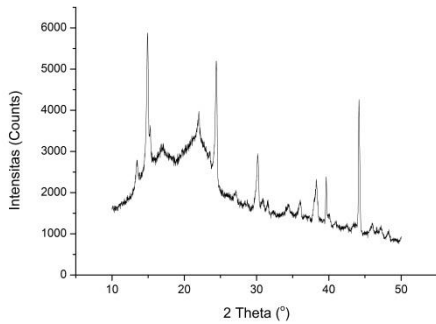
D19



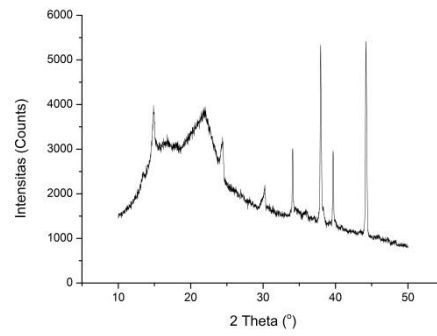
Repository Universitas Brawijaya



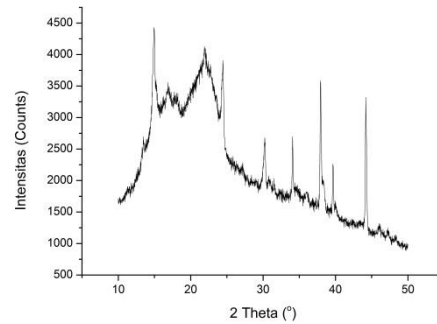
D20



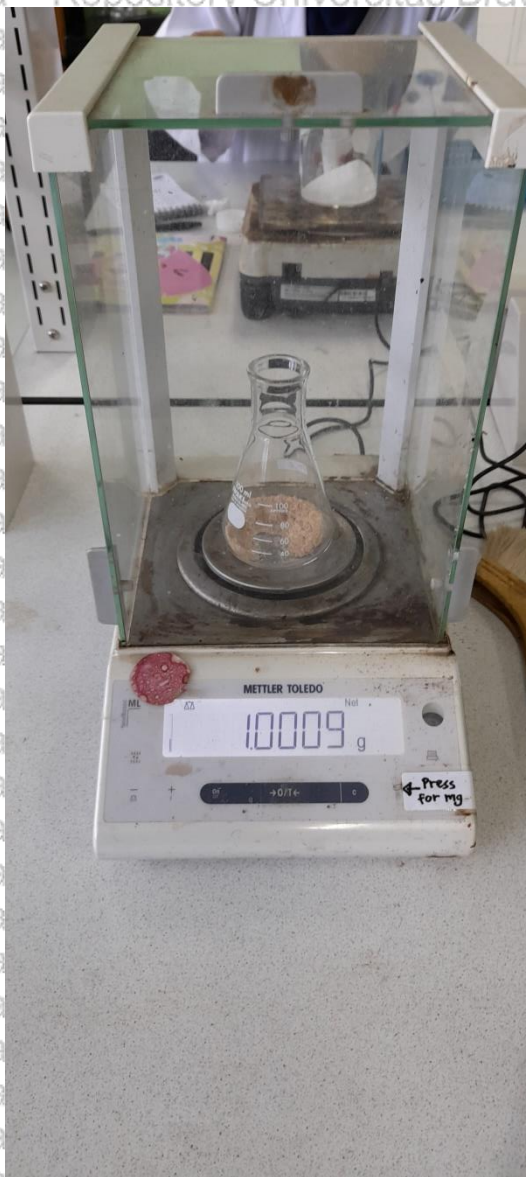
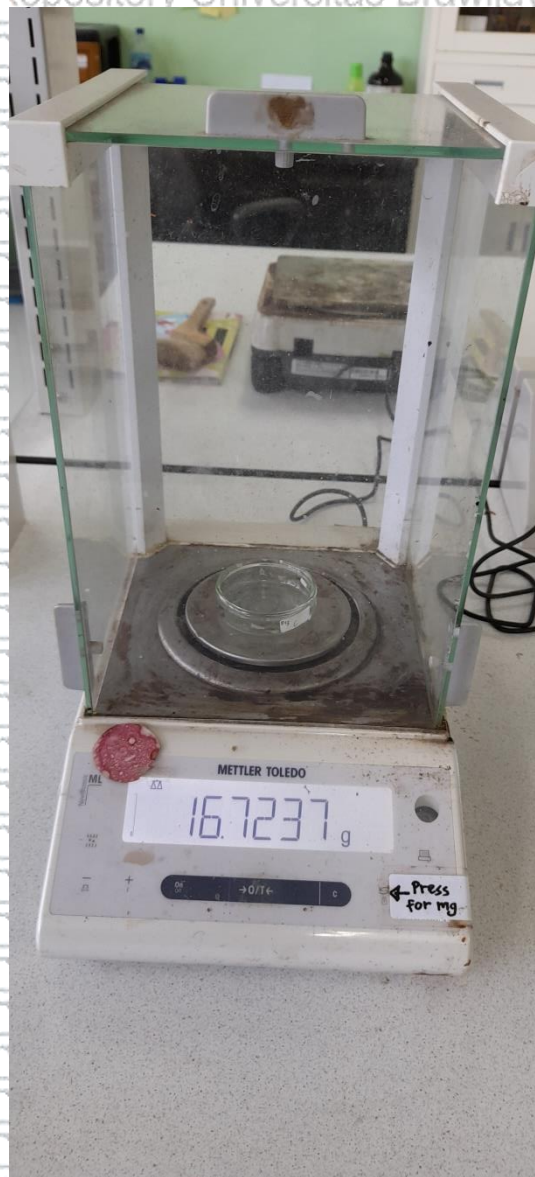
Repository Universitas Brawijaya



D21



Lampiran 35 Dokumentasi penelitian





Repository Universitas Brawijaya



Repository Universitas Brawijaya



Repository

Repository Universitas Brawijaya



Repository Universitas Brawijaya



Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository

Repository

Repository

Repository

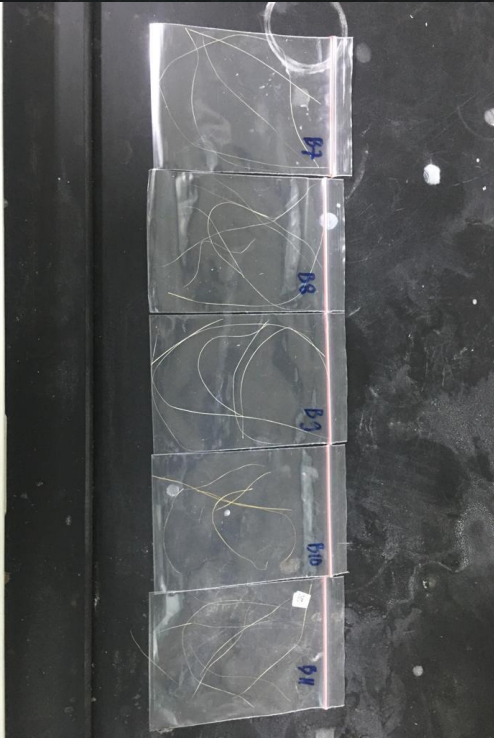
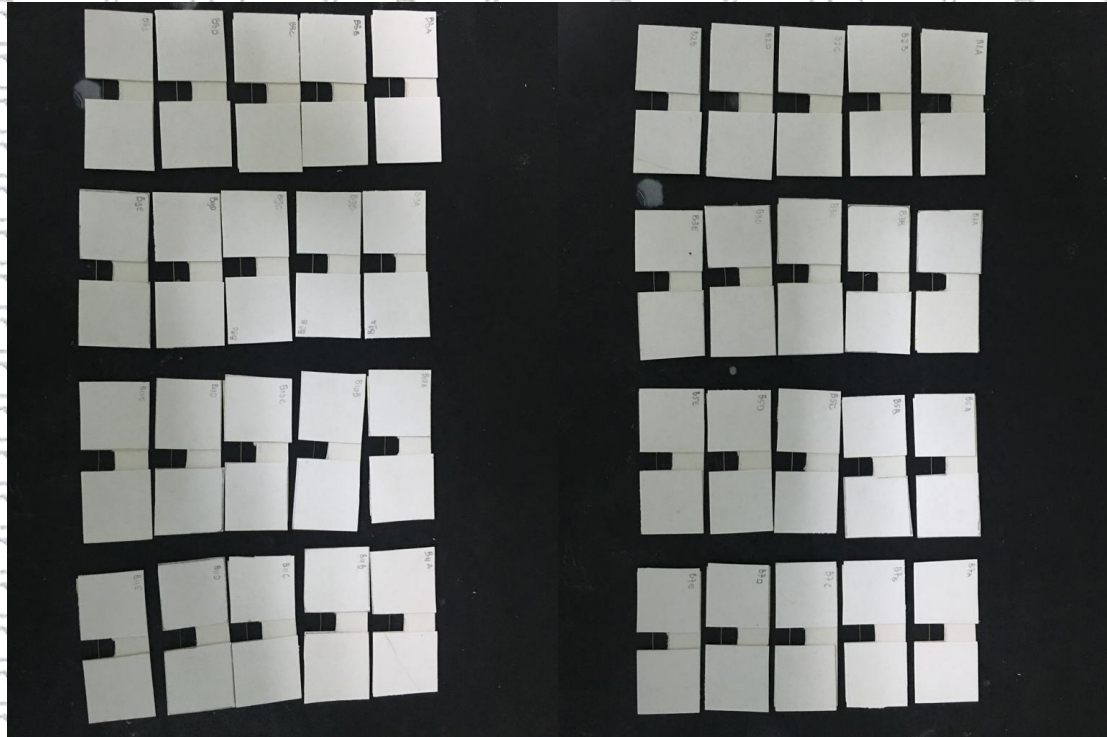
Repository



Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository



Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Repository

