

**Optimalisasi Pembuatan Tisu Dari Batang Pisang Kepok Dengan
Metode Organosolv Menggunakan Pemanas Microwave**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

Widi Aprilia Ta'bi

NIM: 45 17 044 013

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

MAKASSAR

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

**Optimalisasi Pembuatan Tisu Dari Batang Pisang Kepok Dengan
Metode Organosolv Menggunakan Pemanas Microwave**

Disusun oleh :

Widi Aprilia Tabi (45 17 044 013)

Telah disetujui oleh :

Dosen Pembimbing 1



Dr. Hamsina, ST, M.Si

NIDN.09 2406 7601

Dosen Pembimbing 2



Al Gazali, ST, MT

NIDN.09 0506 7302

HALAMAN PENGESAHAN

**Optimalisasi Pembuatan Tisu Dari Batang Pisang Kepok Dengan
Metode Organosolv Menggunakan Pemanas Microwave**

Disusun oleh :

Widi Aprilia Ta'bi (45 17 044 013)

**Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Pada tanggal 06 Maret 2020 dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dosen Pembimbing 1

Dr. Hamsina, S.T, M.Si

NIDN. 09 2406 7601

Dosen Pembimbing 2

Al Gazali, S.T, M.T

NIDN. 09 0506 7302

Dosen Penguji 1

Dr.A. Zulfikar Syaiful, S.T, M.T

NIDN. 09 1802 6902

Dosen Penguji 2

Hermawati S.Si, M.Eng

NIDN. 09 2407 7101

Universitas Bosowa, Agustus 2020

Ketua Program Studi Teknik Kimia

M. Tang, S.T, M.Pkim

NIDN.09 1302 7503

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penyusun dapat menyelesaikan hasil skripsi ini yang berjudul “Optimalisasi Pembuatan Tisu Dari Batang Pisang Kepok Dengan Metode Organosolv Menggunakan Pemanas Microwave” laporan hasil penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program studi S1 pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar. Selain itu diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya terkait dengan optimalisasi pembuatan tisu dari batang pisang kepok dengan metode organosolv menggunakan pemanas microwave. Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat banyak kesalahan, oleh karena itu bila ada kritik dan saran demi kesempurnaan laporan ini akan penyusun terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa bimbingan, dorongan, serta semangat dari banyak pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

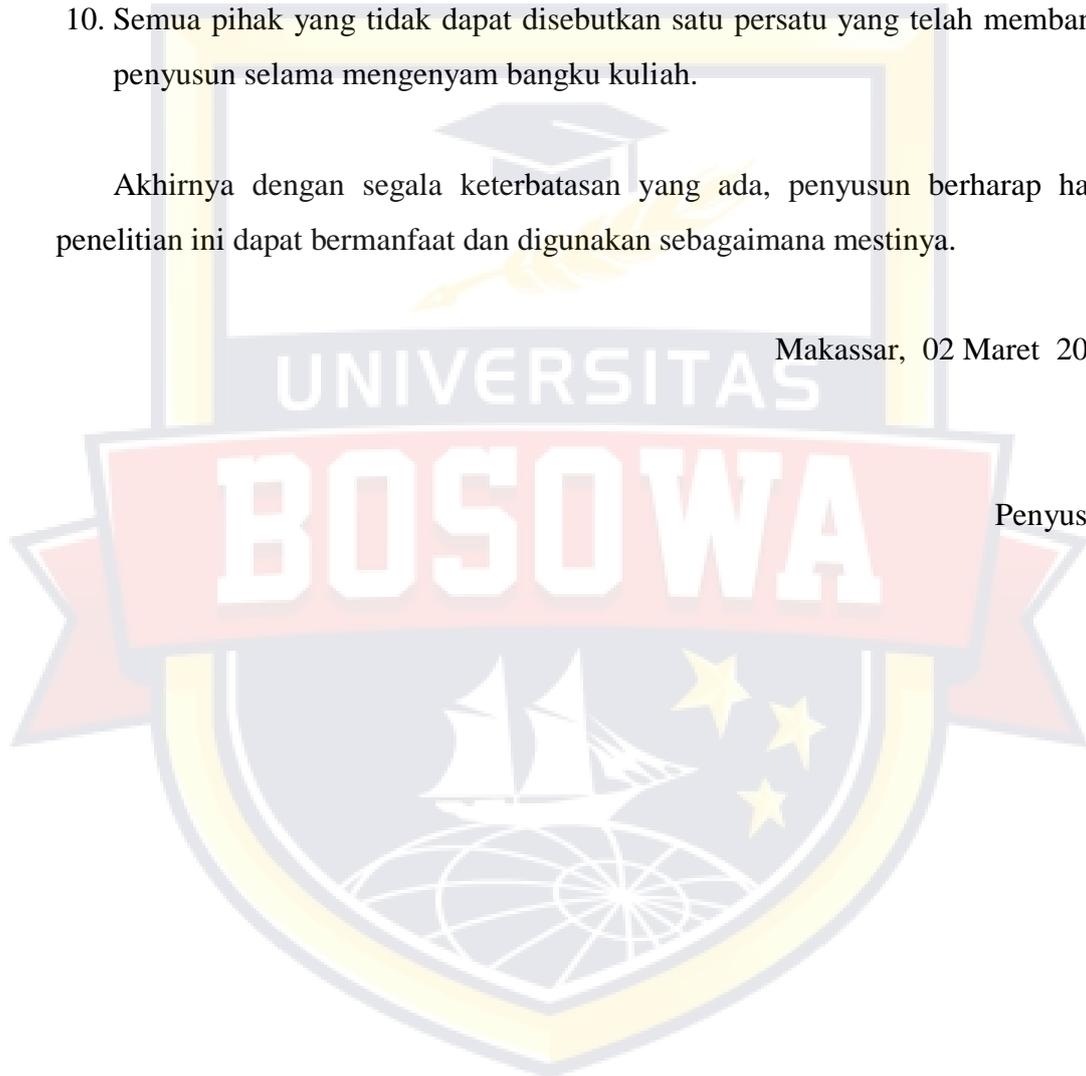
1. Bapak Ridwan, S.T., M.Si. selaku Dekan Teknik Universitas Bosowa, Sulawesi Selatan.
2. Bapak M.Tang, S.T., M.Pkim selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Universitas Bosowa, Sulawesi Selatan.
3. Ibu Dr. Hamsina, S.T., M.Si, selaku dosen pembimbing I
4. Bapak Al Gazali, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II
5. Ibu Hermawarti, S.Si., M.Eng dan Bapak Dr. Ir. A. Zulfikar Syarif, S.T, M.T selaku dosen penguji
6. Dosen jurusan Teknik Kimia, Universitas Bosowa, Sulawesi Selatan.
7. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia , Universitas Bosowa, Sulawesi Selatan.

8. Teristimewa, Orang Tua dan keluarga besar yang tak pernah lelah memberikan semangat dan motivasi kepada penyusun dalam menyelesaikan studi.
9. Teman-teman seperjuangan angkatan 2015, 2016 dan 2017 Teknik Kimia Universitas Bosowa Makassar.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penyusun selama mengenyam bangku kuliah.

Akhirnya dengan segala keterbatasan yang ada, penyusun berharap hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 02 Maret 2020

Penyusun



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	xi
Intisari	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Batang Pisang	5
2.2. Pulp	6
2.3. Microwave	12
2.4. Tisu	13
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	15
3.3. Metode Penelitian	16
3.4. Penetapan Variabel	16
3.5. Prosedur Kerja	16
3.6. Parameter Uji Kualitas Tisu	19
3.7. Diagram Alir	21
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHAN	23
4.1. Hasil Penelitian	23
4.2. Pembahasan	24

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	37



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Dan Unsur Dari Batang Pisang Kepok	6
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Pulp Menurut SNI 1163-84	11
Tabel 2.3 Kemampuan Absorpsi Pelarut Terhadap Gelombang Mikro.....	12
Tabel 2.4 persyaratan Mutu Kualitas Tisu	14
Tabel 4.1 Pengaruh Konsentrasi Pelarut dan waktu Pemasakan Terhadap Kualitas Tisu	23
Tabel 4.2 Analisa Kadar Pulp Pada Berbagai Kondisi Operasi	25
Tabel 4.3 Hasil Uji Penampakan Tisu Pada Berbagai Variasi Kondisi Operasi	28
Tabel 4.4 Hasil Uji Warna Tisu Pada Berbagai Variasi Kondisi Operasi	29
Tabel 4.5 Hasil Uji Mudah Hancur Pada Berbagai Variasi Kondisi Operasi	30
Tabel 4.6 Hasil Uji Daya Serap Air Pada Berbagai Variasi Kondisi Operasi	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Kadar Pulp Pada Berbagai Waktu Pemasakan	26
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Uji Mudah Hancur Dalam Air Pada Berbagai Waktu Pemasakan	30
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Daya Serap Air Pada Berbagai Waktu Pemasakan	32
Gambar L.1 Batang Pisang kepok Yang Telah Dikeringkan	42
Gambar L.2 Larutan Etanol + Batang Pisang Kepok Yang Telah Dikeringkan	42
Gambar L.3 Pemanasan Pulp Dengan Microwave	42
Gambar L.4 Pulp + Pelarut Etanol Setelah Pemanasan Dengan Microwave ...	42
Gambar L.5 Pencetakan Pulp Sebelum Proses Pengeringan Dengan Oven	42
Gambar L.6 Lembaran Pulp Setelah Proses Pengeringan Dengan Oven	42
Gambar L.7 Tepung Tapioka	43
Gambar L.8 Kitosan	43
Gambar L.9 Proses Bleaching Pulp Dengan Larutan H ₂ O ₂ 2%	43
Gambar L.10 Bubur Pulp Setelah Proses Mixxing Dengan Zat Adiktif	43
Gambar L.11 Cetakan Fiber Dan Raket	43
Gambar L.12 Proses Pencetakan Tisu	43
Gambar L.13 Proses Pengeringan Tisu	44
Gambar L.14 Produk Tisu	44
Gambar L.15 Uji Kadar Pulp	44
Gambar L.16 Uji Keadaan Lembaran	44
Gambar L.17 Uji Mudah Hancur Dalam Air	44
Gambar L.18 Uji Daya Serap Air	44

INTISARI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pelarut etanol dan waktu pemasakan terhadap kadar pulp, uji penampakan tisu, uji mudah hancur dan daya serap air. Proses yang digunakan pada penelitian ini adalah proses organosolv dengan menggunakan pemanas microwave. Ada pun variable yang diteliti adalah konsentrasi etanol yang digunakan pada penelitian ini yaitu 5%, 10%, 15% dan 20% dan waktu pemasakan 15, 30, 45, dan 60 menit. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa kondisi optimum yang di peroleh yaitu pada konsentrasi etanol 10% dengan waktu pemasakan selama 30 menit, yaitu: kadar pulp 81,86%, penampakan permukaan agak bersih, agak lembut, tidak berlubang dan tidak mudah luntur, daya hancur 82 detik dan daya serap 40 mm.

Kata Kunci : Tisu, Batang Pisang Kepok, Konsentrasi Etanol, Waktu Pemasakan.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan pulp sebagai bahan baku pembuatan tisu memberikan dampak yang kurang baik terhadap lingkungan karena sampai saat ini bahan baku utama pulp yang banyak digunakan adalah kayu. Meningkatnya kebutuhan bahan baku mengakibatkan ketersediaan bahan baku semakin lama semakin terbatas. Selain itu proses pulping yang dilakukan menggunakan bahan kimia yang sukar untuk didegradasi secara alami yang dapat merusak lingkungan. Penggunaan bahan baku alternatif dalam industri pulp diyakini dapat menjamin keberlangsungan industri pulp nasional dan mengantisipasi kerusakan hutan alam (Bahri, 2015).

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka perlu kiranya mencari solusi alternatif bahan baku pulp yang dapat menjadi bahan baku penunjang produksi pulp yang dapat diperoleh dalam waktu lebih singkat dan lebih mudah untuk dibudidayakan dalam skala besar, serta penggunaan metode pembuatan pulp dengan proses yang ramah lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengurangi efek yang kurang baik ini adalah dengan menggunakan bahan baku non kayu yaitu menggunakan batang pisang sebagai bahan baku pulp dengan proses organosolv yang lebih ramah lingkungan dengan menggunakan bantuan gelombang mikro (Jayanti, 2019).

Bahan baku dasar pembuatan pulp adalah selulosa dalam bentuk serat dan hampir semua tumbuhan yang mengandung selulosa dapat dipakai sebagai bahan baku pembuatan pulp. Bahan baku yang digunakan dapat berupa kayu daun jarum maupun kayu daun lebar. Menurut Haroen dkk, 1997 berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada jenis kayu daun lebar (*Acacia crassicarpa*) yang berusia empat tahun yang digunakan sebagai bahan baku pulp mengandung selulosa 43,33% dan lignin sebesar 26,96%. Berdasarkan persyaratan sifat kayu untuk bahan baku pulp kadar selulosa lebih dari 40%, serta kadar lignin kurang dari 25% (Stephenson, 1950).

Batang pisang kepok merupakan salah satu limbah dari perkebunan pisang yang merupakan bahan bukan kayu (non-wood) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan tisu, karena mengandung selulosa. Mengingat kandungan seratnya yang tinggi dan tanaman ini cukup mudah dibudidayakan. Selain itu tanaman pisang cukup mudah untuk dibudidayakan dalam waktu relatif singkat dibandingkan kayu sehingga dapat menghasilkan pulp dan kertas dengan kualitas yang tinggi.

Selain itu batang pisang merupakan limbah pertanian yang pemanfaatannya belum optimal, padahal potensi bahan baku sangat berlimpah dan memiliki karakteristik serat yang baik sehingga cocok sebagai bahan baku pembuatan pulp untuk pembuatan tisu. Serat batang pisang memiliki ketahanan yang tinggi terhadap kelembaban dan awet disimpan dalam jangka yang lama. Serat batang pisang dapat dibuat kertas seperti kertas gambar, peta koran, cek uang, dan dokumen penting lainnya (Zulferiyeni dkk, 2009).

Pada umumnya proses pembuatan tisu menggunakan proses sulfit, proses kraf ataupun proses soda. Salah satu alternatif dalam pembuatan tisu adalah dengan metode organosolv. Proses organosolv yaitu suatu proses pemisahan serat dengan menggunakan bahan kimia organik seperti methanol, etanol, aseton, asam asetat, dan lainnya. Proses ini sudah banyak terbukti dan dapat memberikan dampak yang baik bagi lingkungan sekitar dan sangat efisien dalam pemanfaatan sumber daya hutan. Kelebihan yang dihasilkan dari proses organosolv yaitu berupa rendemen pulp yang dihasilkan tinggi, daur ulang lindi hitam dapat dilakukan dengan mudah, tidak ada unsur sulfur sehingga lebih aman terhadap lingkungan, dan juga dapat menghasilkan hasil samping berupa lignin dan hemiselulosa dengan tingkat kemurnian tinggi. (Mardhiah A & J.Misbahul,2016).

Mengingat potensi batang pisang kepok (*Musa Paradisiaca. L*) yang besar untuk dijadikan bahan baku pembuatan tisu dengan metode organosolv, maka dari itu diteliti kemungkinan pemanfaatan limbah batang pisang sebagai bahan baku pembuatan tisu. Berdasarkan penelitian Coniwati, dkk (2009) tentang pembuatan pulp dari eceng gondok melalui proses organosolv dengan menggunakan pelarut etanol dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15% dan 20%

menunjukkan bahwa kondisi optimum operasi adalah pada suhu 70°C, konsentrasi etanol 5% dengan waktu pemasakan selama satu jam. Diperoleh kadar selulosa sebesar 54,67% dan kadar lignin sebesar 5,12%.

Menurut Ethaib dkk (2015) menyatakan bahwa perlakuan gabungan antara microwave dan bahan kimia yang diaplikasikan pada berbagai jenis bahan baku yang berbeda menghasilkan selulosa yang lebih tinggi dengan pelarut organik dapat menghilangkan lignin. Gelombang mikro memiliki kemampuan dalam memecah struktur polimer dari ligniselulosa. Pada proses pemasakan bahan baku dengan pelarut untuk memperoleh α -selulosa dari bahan baku, selama ini proses pemasakan dilakukan secara konvensional dengan hanya merendam bahan baku dalam pelarut tertentu. Proses ini berlangsung lama dan pada suhu yang tinggi, sehingga tidak ramah lingkungan dan memerlukan energi yang banyak. Dalam penelitian ini, dilakukan modifikasi proses pemasakan dengan menggunakan bantuan gelombang mikro pada saat proses pemasakan dengan larutan etanol.

Berdasarkan penelitian Kurniawan dkk. (2017) tentang pengaruh preteratmen buah kulit matoa dengan bantuan pemanasan gelombang mikro menunjukkan bahwa pemanasan dengan gelombang mikro dapat meningkatkan perolehan kadar α -selulosa pada kulit buah matoa. Kadar α -selulosa yang diperoleh melalui pemanasan dengan bantuan gelombang mikro adalah sebesar 77,16%. Berdasarkan hal tersebut, maka akan dilakukan penelitian pembuatan tisu dari batang pisang kepek menggunakan pemanas microwave.

Sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan penentuan kondisi optimum konsentrasi pelarut etanol dan waktu optimum terhadap pembuatan tisu dari pisang kepek dengan metode organosolv dengan menggunakan pemanas microwave.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana menentukan kondisi optimum konsentrasi pelarut etanol pada pembuatan tisu dari batang pisang kepok dengan menggunakan pemanas microwave?
- 2) Bagaimana menentukan waktu optimum pada pembuatan tisu dari batang pisang kepok dengan menggunakan pemanas microwave?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Menentukan kondisi optimum konsentrasi konsentrasi pelarut etanol pada pembuatan tisu dari pisang kepok dengan menggunakan pemanas microwave
- 2) Menentukan waktu optimum pada pembuatan tisu dari batang pisang kepok dengan menggunakan pemanas microwave

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai solusi pemanfaatan limbah pertanian yang kurang dapat dimanfaatkan. dan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan pulp. Selain itu sebagai bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode yang berbeda.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batang Pisang

Pisang adalah nama umum yang diberikan pada tumbuhan terna raksasa berdaun besar memanjang dari suku *Musaceae*. Beberapa jenisnya (*Musaacuminata*, *M. balbisiana*, dan *M. paradisiaca*) merupakan tanaman perkebunan yang banyak dibudidayakan di negara tropis seperti Indonesia.

Pisang (*Musa paradisiaca*) adalah tanaman buah berupa herbal yang berasal dari kawasan di Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Pisang dapat tumbuh pada iklim tropis basah, lembab dan panas dengan curah hujan optimal adalah 1.520-3.800 mm/tahun dengan dua bulan kering (Rismunandar,1990).

Taksonomi tanaman pisang adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Devisi : *Spermatophyta*
Sub. Divisi : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotylae*
Bangsa : *Musales*
Suku : *Musaceae*
Marga : *Musa*
Jenis : *Musa Paradisiaca*

(Rismunandar, 1990).

Selama ini pisang hanya dimanfaatkan pada buah dan daunnya, sedangkan batang pisang kurang banyak dimanfaatkan. Batang pisang mempunyai kandungan serat (selulosa) yang cukup tinggi serta daur hidup pisang relatif pendek, hal itu sangat memungkinkan untuk menggantikan kayu sebagai bahan baku pembuatan kertas tisu. Pada tahun 2003, produksi pisang Indonesia mencapai 2.374.841 ton dengan luas sekitar sekitar 56.728 ha. Selanjutnya pada tahun 2004, produksi dan luas tersebut meningkat menjadi 2.758.708 ton dan 65.897 ha. Atas dasar itu, maka potensi batang pisang pada tahun 2002-2003 mencapai sekitar 79.603.169-92.469.504 ton

Tabel 2.1 Tabel komposisi kimia dan unsur dari batang pisang.

Nama	Kandungan
Chemical Composition (wt % dry)	10,7
Ash	1,59
SiO ₂	4,76
Ekstractive	30,5
Hemicellulose	12,25
Lignin	10,27
Cellulose	46,46
Elemental composition (wt %dry)	38,2
Carbon	5,3
Hydrogen	0,3
Nitrogen	43,4
Oxygen	
Calorific Value, Kj / g -dry	15,7

Sumber : (Nuraini, 2001)

Kadar lignin dalam batang pisang adalah 10,27% sedangkan seratnya relatif panjang sekitar 4,29 mm. Kadar lignin yang rendah dari batang pisang merupakan keuntungan lain karena proses pembuatan pulp relative membutuhkan bahan pemasak yang relatif sedikit dan waktu yang relatif singkat sehingga memberikan keuntungan secara ekonomis . Selain itu batang pisang lebih mudah delignifie dan memerlukan kondisi memasak lebih ringan dan lebih cepat dibandingkan dengan sumber serat kayu (Nuraini, 2001).

2.2 Pulp

2.2.1 Pengertian Pulp

Pulp adalah hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat. *Pulp* dapat dibuat dari bahan kayu, non kayu, dan kertas bekas (*waste paper*). *Pulp*

merupakan bubur kayu sebagai bahan dasar dalam pembuatan kertas. Bahan baku *pulp* biasanya mengandung tiga komponen utama, yaitu: selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Secara umum prinsip pembuatan *pulp* merupakan proses pemisahan selulosa terhadap *impurities* bahan-bahan dari senyawa yang dikandung oleh kayu di antaranya lignin.

Syarat – syarat bahan baku yang digunakan dalam *pulp*, yakni :

- a. Berserat
- b. Kadar alpha selulosa lebih dari 40 %
- c. Kadar ligninnya kurang dari 25 %
- d. Kadar air maksimal 10 %
- e. Memiliki kadar abu yang kecil

(Stephenson, 1950)

Arita, 2005, menyatakan bahwa faktor yang berpengaruh dalam pembuatan *pulp* sebagai berikut :

1) Konsentrasi Pelarut

Semakin tinggi konsentrasi larutan alkali, akan semakin banyak selulosa yang larut. Menurut Casey, J.P., 1961, larutan NaOH dapat berpengaruh dalam pemisahan dan penguraian serat selulosa dan non selulosa.

2) Perbandingan Cairan Pemasak terhadap Bahan Baku

Perbandingan cairan pemasak terhadap bahan baku haruslah memadai agar pecahan-pecahan lignin sempurna dalam proses degradasi dan dapat larut sempurna dalam cairan pemasak. Perbandingan yang terlalu kecil dapat menyebabkan terjadinya redeposisi lignin sehingga dapat meningkatkan bilangan *kappa* (kualitas *pulp* menurun).

3) Temperatur Pemasakan

Temperatur pemasakan berhubungan dengan laju reaksi. Temperatur yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pemecahan makromolekul yang semakin banyak, sehingga produk yang larut dalam alkali pun akan semakin banyak.

4) Lama Pemasakan

Lama pemasakan yang optimum pada proses *delignifikasi* adalah sekitar 60-120 menit dengan kandungan lignin konstan setelah rentang waktu tersebut.

Semakin lama waktu pemasakan, maka kandungan lignin di dalam *pulp* tinggi, karena lignin yang tadi telah terpisah dari bahan baku *pulp* dengan berkurangnya konsentrasi larutan pemasak akan kembali menyatu dengan bahan baku *pulp* dan sulit untuk memisahkannya lagi (Paskawati, 2010).

2.2.2 Proses Pembuatan Pulp

Ada 3 (tiga) macam proses pembuatan *pulp*, yaitu proses mekanis, proses semi-kimia dan proses kimia. Pada proses mekanis tidak digunakan bahan-bahan kimia. Bahan baku digiling dengan mesin sehingga selulosa terpisah dari zat-zat lain. Pada proses semi-kimia dilakukan seperti proses mekanis tetapi dibantu dengan bahan kimia untuk lebih melunakkan sehingga serat-serat selulosa mudah terpisah dan tidak rusak. Pada proses kimia bahan baku dimasak dengan bahan kimia tertentu untuk menghilangkan zat lain yang tidak perlu dari serat-serat selulosa. Dengan proses ini, dapat diperoleh selulosa yang murni dan tidak rusak.

Ada beberapa metoda pembuatan *pulp* dengan proses kimia, antara lain:

a. Proses Sulfat (proses *Kraft*)

Merupakan proses pemasakan dengan metode proses basa. Larutan perebusan yang digunakan adalah 5,86 % NaOH, 17,1 % Na₂S dan 14,3% Na₂CO₃. Disebut *kraft* karena *pulp* yang dihasilkan dari proses ini memiliki kekuatan lebih tinggi daripada proses mekanis dan semikimia, akan tetapi rendemen yang dihasilkan lebih kecil di antara keduanya karena komponen yang terdegradasi lebih banyak (lignin, ekstraktif, dan mineral) (Anonim, 2012). Proses ini disebut juga dengan proses *Kraft*. Hasil *pulp* relatif baik daya tariknya, tetapi warna kurang baik sehingga sulit untuk diputihkan (Austin G. 1988).

Proses ini adalah proses yang paling banyak digunakan oleh pabrik kertas di dunia. Kelebihan proses *kraft* terletak pada kemampuannya mengolah sernua jenis kayu, mampu menghasilkan sifat kekuatan *pulp* yang tinggi, dan sistem pendauran bahan kimianya yang sudah sangat baik. Namun ada sejumlah kelemahan mendasar pada proses ini, yaitu antara lain bau busuk yang bahkan tetap dimiliki oleh pabrik termmodern sekalipun.

b. Proses Soda

Proses soda umumnya digunakan untuk bahan baku dari limbah pertanian seperti merang, katebon, bagase serta kayu lunak. Merupakan proses pemasakan dengan metode proses basa. Larutan pemasak yang digunakan adalah NaOH. Proses ini sangat cocok digunakan untuk bahan baku non – kayu. Pada proses Soda proses lebih menguntungkan dari segi teknis dan ekonomis dibandingkan dengan menggunakan proses lain, karena tidak membuat limbah yang begitu berbahaya di lingkungan sekitar (Sugesty dan Tjahjono, 1997 dalam Harsini dan Susilowati, 2010).

c. Proses Sulfit

Merupakan proses pemasakan dengan metode asam. Bahan baku dalam proses ini adalah kayu lunak. *Pulp* yang dihasilkan berwarna keruh, tetapi mudah dipucatkan. Kerugian yang timbul adalah larutan pemasak menggunakan bahan dasar kation Calsium, yang akan mempersulit dalam mengambilnya. Calsium akan menyebabkan kerak pada alat – alat pemasak (Harsini dan Susilowati, 2010).

d. Proses Nitrat

Penggunaan asam nitrat sebagai larutan pemasak telah mendapatkan perhatian dalam beberapa tahun dan terus dikembangkan. Pada proses ini bahan baku direbus dengan HNO_3 dalam pemanas air. Bahan yang sudah diolah direbus lagi dengan NaOH 2 % berat selama 45 menit untuk melarutkan lignin yang rusak. Pada kenyataannya proses *pulping* secara konvensional tersebut memiliki beberapa kelemahan, terutama terhadap randemen pemasakan yang rendah, biaya produksi tinggi, laju *delignifikasi* rendah dan pencemaran lingkungan karena adanya limbah larutan pemasak.

e. Proses Organosolv

Proses *organosolv* adalah proses pemisahan serat dengan menggunakan bahan kimia organik seperti misalnya metanol, etanol, aseton, asam asetat, dan lain-lain. Proses ini telah terbukti memberikan dampak yang baik bagi

lingkungan dan sangat efisien dalam pemanfaatan sumber daya hutan. Dengan menggunakan proses *organosolv* diharapkan permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh industri pulp dan kertas akan dapat diatasi. Hal ini karena proses *organosolv* memberikan beberapa keuntungan, antara lain yaitu rendemen pulp yang dihasilkan tinggi, daur ulang lindi hitam dapat dilakukan dengan mudah, tidak menggunakan unsur sulfur sehingga lebih aman terhadap lingkungan, dapat menghasilkan *by-products* (hasil sampingan) berupa lignin dan hemiselulosa dengan tingkat kemurnian tinggi (Artati, Efendi & Haryanto, 2009)

2.2.3 Komponen Penyusun Pulp

Susunan komponen yang paling penting antara lain:

A. Selulosa

Bagian utama dinding sel kayu yang berupa polimer karbohidrat glukosa dan memiliki komposisi yang sama dengan pati. Beberapa molekul glukosa membentuk suatu rantai selulosa. Selulosa juga termasuk polisakarida yang mengidentifikasi bahwa didalamnya terdapat berbagai senyawa gula. Selulosa berantai panjang dan tidak bercabang. Selama pembuatan pulp dalam digester, derajat polimerisasi akan turun pada suatu derajat tertentu. Penurunan derajat polimerisasi tidak boleh terlalu banyak, sebab akan memendekkan rantai selulosa dan membuat pulp tidak kuat. Selulosa dalam kayu memiliki derajat polimerisasi sekitar 600 – 1500. Rantai selulosa yang lebih pendek akan menghasilkan pulp yang encer.

B. Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah polimer yang dibentuk dari gula sebagai komponen utamanya. Hemiselulosa adalah polimer dari senyawa gula yang berbeda seperti:

- Hexoses : glukosa, manosa dan galaktosa
- Pentxoses : xylose dan arabinase

Hemiselulosa memiliki derajat polimerisasi lebih kecil dari 300. Hemiselulosa adalah polimer bercabang atau tidak linear. Selama pembuatan pulp hemiselulosa lebih cepat dibandingkan dengan selulosa. Rantai hemiselulosa lebih pendek dari rantai selulosa. Hemiselulosa bersifat hidrofilik (mudah menyerap air)

yang menyebabkan struktur selulosa menjadi kurang teratur sehingga air bisa masuk ke jaringan selulosa. Hemiselulosa akan memberikan fibrilasi yang lebih baik dari pada selulosa dan meningkatkan kualitas kertas.

C. Lignin

Merupakan jaringan polimer fenolik tiga dimensi yang berfungsi merekatkan serat selulosa sehingga menjadi kaku. Pulpung kimia dan proses pemutihan akan menghilangkan lignin tanpa mengurangi serat selulosa secara signifikan. Lignin berfungsi sebagai penyusun sel kayu.

D. Ekstraktif

Ekstraktif dapat dikatakan sebagai substansi kecil yang terdapat pada kayu. Ekstraktif meliputi hormon tumbuhan, resin, asam lemak dan unsur lain. Komponen ini sangat beracun bagi kehidupan perairan dan mencapai jumlah toksik akut dalam efishen industri kertas dalam pembuatan pulp pada prinsipnya adalah mengambil sebanyak-banyaknya serat selulosa. Berikut komposisi kimia pul menurut Standar Nasional Indonesia 1163-84

Tabel 2.2 Komposisi kimia pulp menurut SNI 1163-84

Komposisi kimia	Jumlah
Kadar α - selulosa (%)	Minimal 90,5
Kadar ekstraktif (%)	Maksimal 0,3
Kadar abu (%)	Maksimal 0,13
Viskositas pulp (mPa.s)	Minimal 4,5
Kelarutan pulp dalam:	
NaOH 10%	Maksimal 10,0
NaOH 18%	Maksimal 6,5
Derajat putih (%GE)	Minimal 90,0

2.3 Microwave

Microwave oven merupakan ekstraksi menggunakan gelombang mikro pada proses ekstraksi. Selain itu microwave juga dapat digunakan untuk diterapkan untuk proses delignifikasi. Menurut Paar (2000), microwave dapat menggunakan pelarut tunggal atau campuran dari berbagai macam pelarut. Setiap jenis pelarut mempunyai daya absorpsi terhadap gelombang mikro dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2.3 Kemampuan absorpsi berbagai pelarut terhadap gelombang mikro

Rendah	Sedang	Tinggi
CCl ₄	Aseton	Diklorobenzena
Benzena	Etil asetat	1-Butanol
n-Heksan	Asetonitril	Metanol
Toluena	Klorofom	Propandiol
Diklorometana	Air	Etanol
Tetrahidrofur	DMF	Etilenglikol

Mikrowave bekerja dengan melewati radiasi gelombang mikro pada molekul air, lemak, maupun gula yang sering terdapat pada bahan makanan. Molekul-molekul ini akan menyerap energi elektromagnetik tersebut. Proses penyerapan energi ini disebut pemanasan dielektrik. Dengan kehadiran medan elektrik yang berubah-ubah yang diinduksikan melalui gelombang mikro pada masing-masing sisi akan berputar untuk saling mensejajarkan diri satu sama lain. Pergerakan molekul ini akan menciptakan panas seiring dengan timbulnya gesekan antara molekul yang satu dengan yang lainnya. Energi panas yang dihasilkan oleh peristiwa inilah yang berfungsi sebagai agen pemanasan di dalam microwave (Kingston,1997).

Dalam *microwave* terdapat sebuah tabung vacuum elektronik yang disebut magnetron yang menghasilkan pancaran gelombang radio pendek (*microwave*). Gelombang tersebut dipancarkan ke sebuah kincir yang terbuat dari logam yang disebut "*stirrer*" atau pengaduk. *Stirer* ini berputar selama magnetron memancarkan gelombang radio sehingga gelombang radio tersebut terpancarkan dan terdistribusi secara merata ke dalam ruang masak dari *microwave*. Dalam

ruang masak *microwave* yang sudah didistribusikan akan mengubah arah molekul-molekul bahan makanan (terutama air). Perubahan terjadi dengan cepat sekitar 2450 megahertz atau 2,45 milyar siklus perdetik. Melalui perpindahan energi, panas disebabkan oleh pergerakan molekul-molekul (Kingston,1997).

Menurut Ethaib dkk (2015) menyatakan bahwa perlakuan gabungan antara *microwave* dan kimia yang diaplikasikan pada berbagai jenis bahan baku yang berbeda menghasilkan selulosa yang lebih tinggi dan larutan alkali menghilangkan lignin. Gelombang mikro memiliki kemampuan dalam memecah struktur polimer dari ligniselulosa.

2.4 Tisu

Laju peningkatan ekonomi dan perkembangan zaman yang semakin pesat sehingga terciptanya budaya kehidupan modern manusia yaitu kepraktisan. Penggunaan tisu merupakan ciri budaya kehidupan modern manusia yang praktis. Penggunaan tisu semakin lama semakin berkembang, untuk itu tisu terdiri beberapa jenis dan fungsi yang berbeda-beda.

2.4.1 Jenis-jenis Tisu

Menurut Firmanzah & Syahputra tisu terdiri dari beberapa jenis antara lain :

- Tisu muka, biasaya tisu ini bertekstur lembut dan halus, karena fungsinya bersentuhan langsung dengan bagian tubuh yang halus (wajah).
- Tisu toilet, testurnya mudah hancur apabila terkena cairan, dan tidak cocok untuk membersihkan wajah.
- Tisu makan, teksturnya mudah menyerap minyak dan air.
- Towwel tissue, berdaya serap tinggi, lembut, dan kuat.
- *Multi purpose tissue*, bentuknya mirip tisu wajah, cukup lembut, sehingga bisa di gunakan untuk bermacam fungsi.

2.4.2 SNI Tisu

Kualitas tisu yang baik pada umumnya harus memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia). Untuk itu standar yang digunakan pada penelitian ini adalah SNI 0103:2008 (BSN 2008).

Tabel 2.4 Persyaratan Mutu Kualitas Tisu

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan Lembaran		
	a. Penampakan	-	Bersih, lembut dan tidak berlubang.
	b. Perforasi pada tiap jarak dalam gulungan (Untuk memudahkan penyobekan dalam pemakaian)	mm	Minimal 100
	c. Mudah hancur	detik	Maksimal 60
	d. Warna	-	Putih atau tidak luntur
2	Gramatur untuk satu lapis	g/m ²	Minimal 14
3	Daya serap air (AM), 10 menit	mm	Minimal 30
CATATAN Toleransi untuk nilai gramatur adalah $\pm 7\%$			

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan selama dua bulan, yaitu pada bulan November sampai dengan Desember 2019 di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Universitas Bosowa Makassar.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

a. Alat Penelitian :

- Gelas kimia
- Gelas ukur
- Erlenmeyer
- Pengaduk
- Hot plate
- Oven
- Desikator
- *Microwave*
- Neraca analitik
- Saringan
- Cetakan fiber 50 mesh
- Blender

b. Bahan Penelitian

- Batang pisang yang telah dikeringkan
- Larutan Etanol 5, 10, 15, 20%
- Larutan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) 2%
- Kitosan
- Tepung tapioka
- Virgin Coconut Oil (VCO)
- Aquadest

3.3 Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan untuk membuat tisu dari limbah batang pisang kepek dengan metode organosolv, menggunakan pelarut yaitu larutan etanol dengan variasi konsentrasi 5, 10, 15, 20% selanjutnya larutan akan dipanaskan dengan menggunakan pemanas microwave selama 15, 30, 45, 60 menit. Pulp yang dihasilkan kemudian akan di bleaching dengan larutan H₂O₂ 2% dan ditambahkan zat adiktif (kitosan, tepung tapioca, VCO) selanjutnya mencetak pulp dengan cetakan fiber ukuran 50 mesh dengan luas 20x30 cm. Tisu yang dihasilkan akan di uji sesuai dengan syarat mutu SNI 0103:2008.

3.4 Penetapan Variabel

A. Variabel tetap :

- Berat batang pisang : 12 gram
- Larutan etanol : 1:50
- Suhu pemasakan : 70°C

B. Variabel bebas :

- Konsentrasi larutan etanol : 5; 10; 15; 20%
- Waktu pemasakan : 15; 30; 45; 60 menit

3.5 Prosedur Kerja

Tahap pengerjaan pada penelitian dibagi menjadi lima tahap yaitu persiapan bahan baku, pengujian awal terhadap bahan baku, pembuatan pulp, proses pemucatan (bleaching), pembentukan tisu (forming), dan uji kualitas tisu.

3.5.1 Persiapan Bahan Baku

1. Membersihkan batang pisang dari kotoran-kotoran yang menempel.
2. Selanjutnya batang pisang dipotong kecil-kecil dengan ukuran 2-3 cm.
3. Mengeringkan batang pisang di bawah sinar matahari.

3.5.2 Pengujian Awal Terhadap Bahan Baku

- **Analisa Kadar Air (SNI 08-7070-2005)**

1. Panaskan botol timbang dalam oven pada suhu 105°C ± 3°C selama 1 jam.

2. Kemudian botol timbang dipindahkan ke dalam desikator dan diamkan selama ± 10 menit, kemudian timbang.
3. Ulangi pemanasan dan penimbangan sampai diperoleh berat tetap.
4. Masukkan contoh ke dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya.
5. Kemudian timbang contoh sebanyak $2 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$ (W_1). Masukkan dalam botol timbang.
6. Memanaskan contoh selama 3 jam pada suhu $105^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$. Dinginkan dalam desikator selama ± 10 menit.
7. Kemudian timbang kembali hingga di peroleh bobot tetap (W_2).

$$\% \text{ Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Ket :

W_1 = berat contoh mula-mula (g)

W_2 = berat kering contoh (g)

• **Analisa Kadar Pulp Pada Bahan Baku**

1. Menimbang 12 g batang pisang yang telah dikeringkan.
2. Melarutkan batang pisang dengan pelarut etanol, kemudian memanaskan larutan selama 30 menit.
3. Menyaring larutan untuk memisahkan pulp dengan larutan black liquor.
4. Mencuci pulp dengan aquadest, kemudian pulp di keringkan di dalam oven pada suhu 105°C hingga berat konstan.
5. Pulp yang telah dikeringkan di timbang, lalu dihitung % pulpnya.

$$\% \text{ Pulp} = \frac{B}{A} \times 100\%$$

Ket :

B= berat pulp kering (g)

A= berat sampel (g)

6. Selanjutnya menghitung %pulp kering pada batang pisang dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Pulp kering} = \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air}$$

3.6.3 Tahap pembuatan pulp

1. Batang pisang yang sudah dikeringkan ditimbang sebanyak 12 g. Lalu memasukkan kedalam erlenmeyer.
2. Memasukkan larutan etanol kedalam erlenmeyer dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15% dan 20% dengan perbandingan bahan baku dengan pelarut 1:50.
3. Lalu erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan kemudian dimasukkan ke dalam microwave dengan suhu pemasakan 70°C.
4. Kemudian melakukan proses pemasakan bahan baku dan larutan etanol dengan variasi waktu pemasakan 15; 30; 45 dan 60 menit.
5. Hasil pemasakan kemudian disaring untuk memisahkan pelarut (black liquor) dari pulp. Lalu pulp dicuci dengan aquadest sampai filtrat jernih.
6. Pulp yang telah bersih kemudian dicetak pada cetakan berbentuk persegi. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105⁰C hingga berat konstan. Sehingga dihasilkan pulp kering berbentuk lembaran.

3.6.3 Proses pemucatan (bleaching)

1. Pulp dalam bentuk lembaran dimasukkan ke dalam beaker gelas , kemudian dicampur dengan larutan H₂O₂ 2% sebanyak 500 ml.
2. Pulp dibiarkan terendam sambil dipanaskan dengan larutan H₂O₂ selama 1 jam pada suhu 60°C. Selanjutnya pulp disaring kemudian dicuci sampai bersih.
3. Pulp yang sudah bersih dimasukkan ke dalam blender kemudian ditambahkan kitosan sebanyak 0,3 g (sebagai zat adiktif supaya tisu lebih lembut).
4. Kemudian menambahkan tepung tapioka sebanyak 0,3 g (sebagai zat adiktif supaya tisu lebih rekat) serta aquadest sebanyak 200 ml.
5. Selanjutnya ditambahkan Virgin Coconut Oil (VCO) sebanyak 4 ml (untuk memperlentur atau sebagai soft tissue) lalu semua campuran diblender sampai halus.

3.6.4 Proses pembentukan tisu (forming)

1. Pulp halus kemudian dicetak. Pulp tersebut dicetak pada cetakan yang terbuat dari fiber dengan ukuran 50 mesh dengan luas 20 x 30 cm.
2. Pulp yang telah dicetak selanjutnya dikeringkan sehingga diperoleh produk tisu.

3.6 Parameter Uji Tisu

3.7.1 Analisa Kadar Pulp

1. Pulp yang telah dikeringkan kemudian ditimbang, lalu dihitung kadar pulpanya. Kadar pulp dihitung dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ Pulp} = \frac{B}{A} \times 100\%$$

Ket :

B= berat pulp kering (g)

A= berat sampel (g)

3.7.2 Analisa Kadar Air (SNI 08-7070-2005)

1. Panaskan botol timbang dalam oven pada suhu $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam.
2. Kemudian botol timbang dipindahkan ke dalam desikator dan diamkan selama ± 10 menit, kemudian timbang.
3. Ulangi pemanasan dan penimbangan sampai diperoleh berat tetap.
4. Masukkan contoh ke dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya.
5. Kemudian timbang contoh sebanyak $2 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$ (W_1). Masukkan dalam botol timbang.
6. Memanaskan contoh selama 3 jam pada suhu $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Dinginkan dalam desikator selama ± 10 menit.
7. Kemudian timbang kembali hingga di peroleh bobot tetap (W_2).

$$\% \text{ Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Ket :

W_1 = berat contoh mula-mula (g)

W_2 = berat kering contoh (g)

3.7.3 Keadaan Lembaran (SNI 0103:2008)

1. Penampakan lembaran

Melihat, meraba dan menerawang lembaran kertas kemudian amati.

2. Mudah hancur dalam air

Masukkan kertas tisu dalam air kemudian kocok atau aduk selama kurang dari 60 detik, bila terurai berarti mudah hancur.

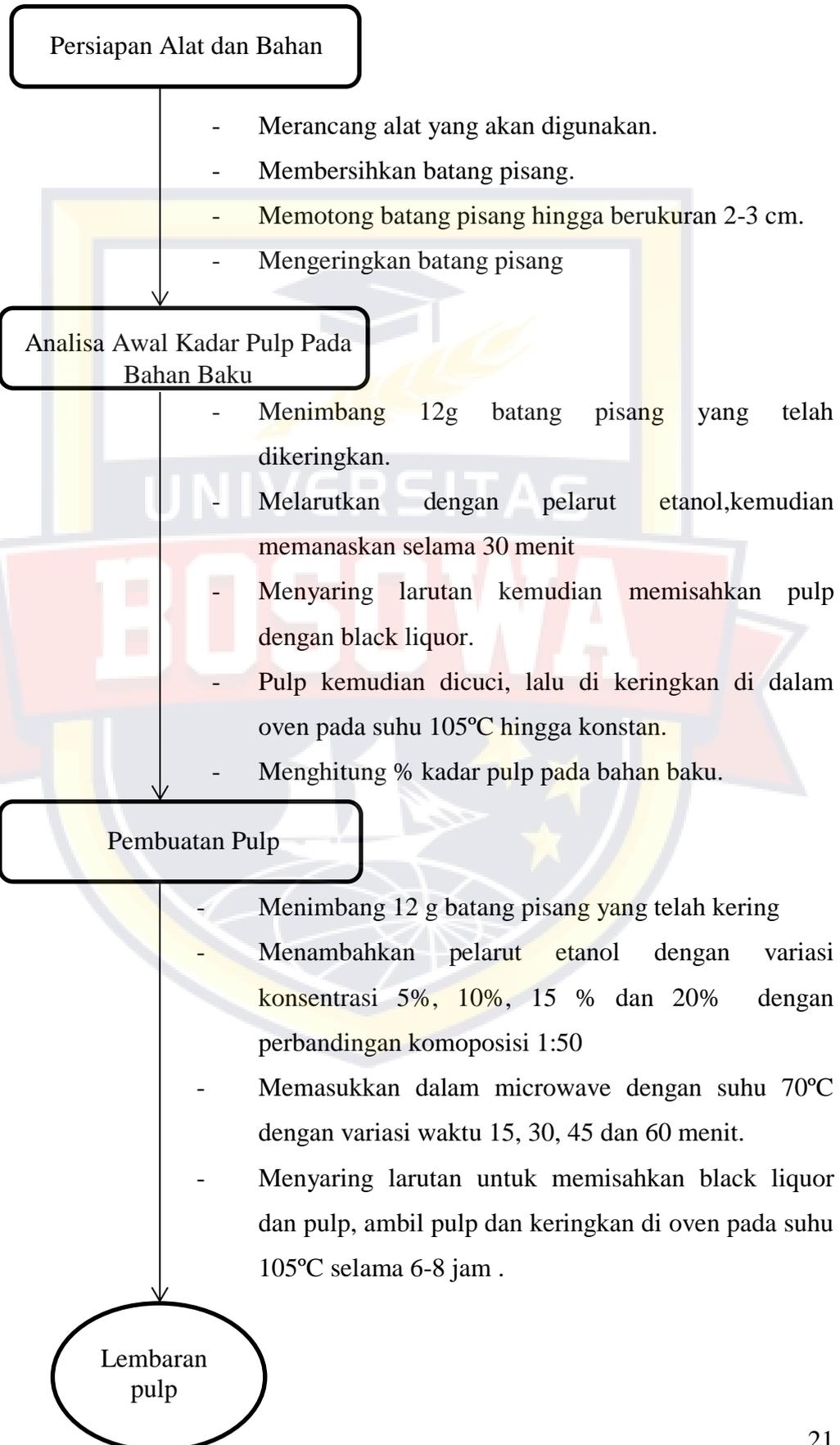
3. Warna

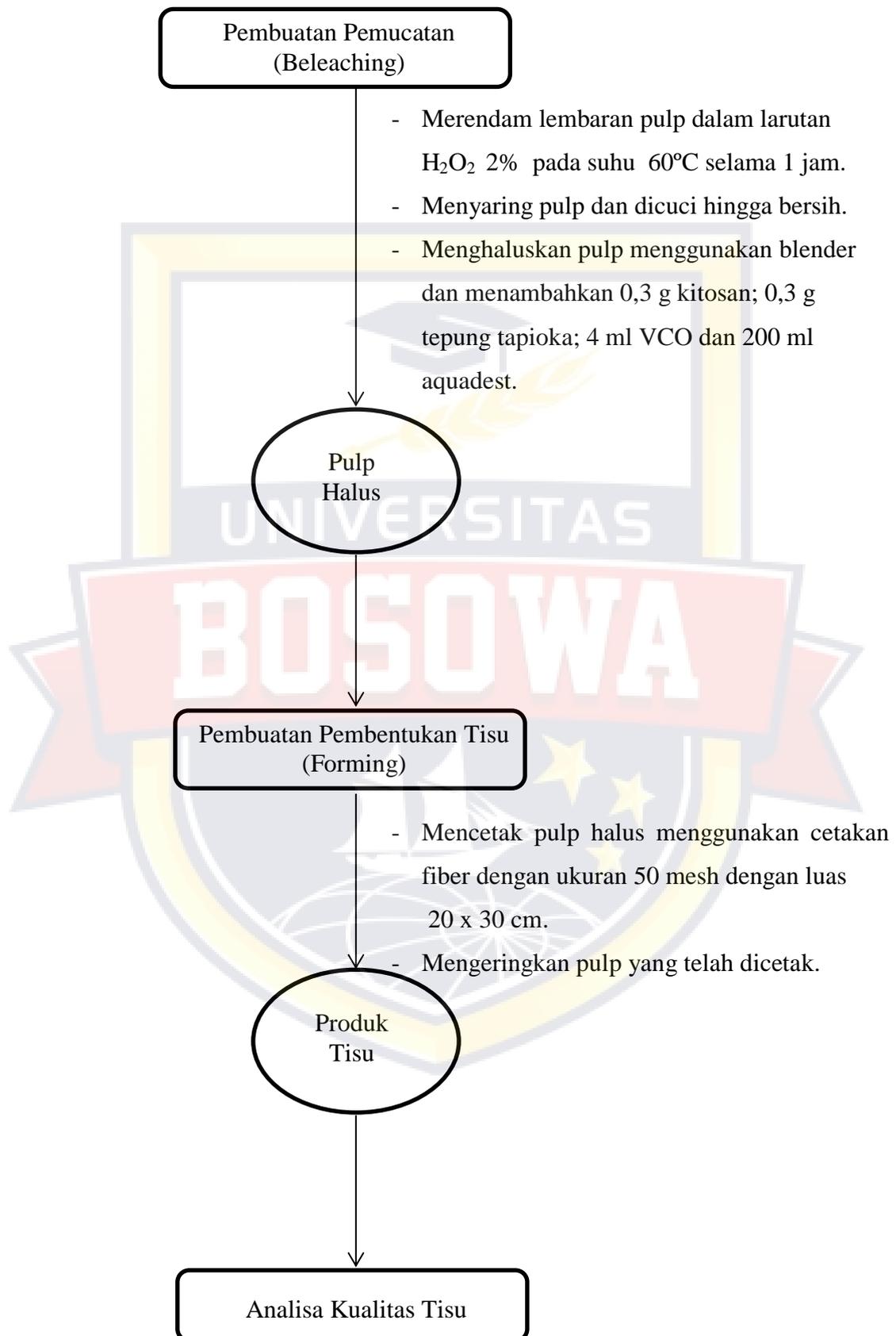
Rendam kertas tisu dalam air selama kurang lebih 60 detik, bila air rendaman berwarna berarti tidak luntur.

3.7.4 Daya Serap Air (SNI 0103:2008)

1. Siapkan jalur kertas dengan lebar 15 mm dan panjang minimal 200 mm.
2. Gantungkan jalur kertas tersebut tegak lurus permukaan air suling dengan salah satu ujungnya tercelup sedalam 10 mm.
3. Setelah 10 menit, baca tinggi kenaikan air yang merecap pada kertas tisu dalam millimeter.

3.7 Diagram Alir Penelitian





BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan untuk membuat tisu dari limbah batang pisang kepok dengan metode organosolv, menggunakan larutan pelarut yaitu larutan etanol dengan menggunakan pemanas microwave. Penelitian ini dilakukan dua variasi yaitu konsentrasi pelarut etanol dan waktu pemasakan. Konsentrasi pelarut etanol yang digunakan pada penelitian ini yaitu 5, 10, 15, 20 %, sedangkan waktu pemasakan yang digunakan selama 15, 30, 45, 60 menit.

Pengujian kualitas tisu dihasilkan diuji dengan SNI 0103:2008 untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pelarut dan waktu pemasakan. Pengujian kualitas tisu mencakup uji keadaaan lembaran yaitu mencakup uji keadaaan lembaran tisu, uji mudah hancur dan uji warna. Selain itu juga dilakukan uji daya serap air dan kadar pulp untuk mendapatkan kondisi optimum pada pembuatan tisu dari pisang kepok. Berdasarkan hasil analisis kualitas tisu diperoleh data pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Pengaruh Konsentrasi Pelarut dan Waktu Pemasakan Terhadap Kualitas Tisu

NO	Konsentrasi Pelarut (%)	Waktu Pemasakan (menit)	Kualitas Tisu		
			Pulp (%)	Uji Mudah Hancur (detik)	Uji Daya Serap (mm)
1	5	15	78,52	43	15
		30	77,40	58	16
		45	75,64	106	23
		60	68,25	112	32
2	10	15	78,34	66	17
		30	81,86	82	40
		45	76,78	123	26
		60	73,14	135	31

3	15	15	77,99	85	19
		30	73,52	111	24
		45	68,47	139	32
		60	66,60	142	35
4	20	15	74,47	90	25
		30	72,16	128	28
		45	64,49	142	34
		60	58,84	152	39

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis Awal Kadar Pulp terhadap Bahan Baku

Sebelum melakukan pembuatan pulp, dilakukan pengujian awal kadar pulp pada bahan baku. Setelah melakukan pengujian didapatkan kadar pulp pada bahan baku awal adalah sebesar 60,62%. Kemudian dilakukan analisa kadar air pada batang pisang yang telah dikeringkan. Analisa kadar air merupakan rasio kandungan air dalam bahan yang hilang selama proses pengeringan dibanding dengan bobot bahan awal. Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar pulp awal yang terkandung dalam batang pisang. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan kadar air sebesar 1,88%, sehingga kadar pulp awal pada batang pisang adalah 58,74%. Menurut Rosmaniar (2017) yang melakukan penelitian tentang analisis bahan alternatif pada pembuatan kertas. Kadar pulp pada batang pisang berkisar antara 35,18% - 61,43%.

Berdasarkan data analisa awal kadar pulp yang telah dilakukan pada bahan baku awal yaitu sebesar 58,74%. Dari data tersebut menunjukkan bahwa potensi batang pisang kepok untuk dijadikan bahan baku pembuatan pulp cukup besar memenuhi syarat bahan baku yang dapat digunakan dalam pulp yaitu lebih dari 40% (Stephenson, 1950).

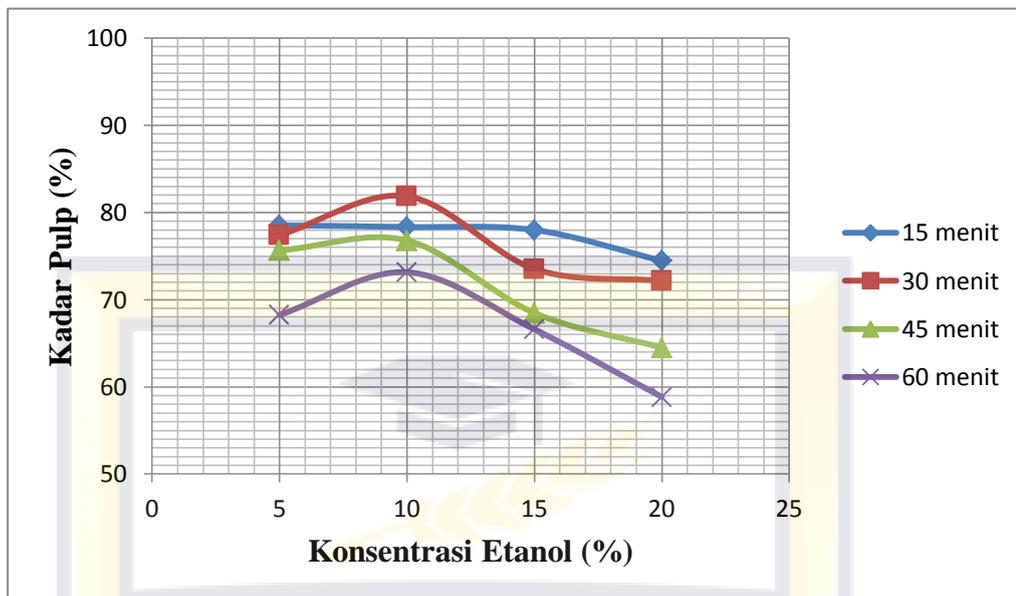
4.2.2 Analisis Kadar Pulp

Pengujian kadar pulp bertujuan untuk mengetahui kualitas tisu yang akan dihasilkan. Semakin tinggi perolehan pulp maka semakin bagus kualitas produk yang akan dihasilkan. Pada hasil analisis kadar pulp yang telah dilakukan pada berbagai variasi konsentrasi etanol 5, 10, 15, dan 20% dan waktu pemasakan 15, 30, 45 dan 60 menit menunjukkan adanya penurunan kadar pulp yang dihasilkan. Hasil perolehan kadar pulp pada berbagai operasi dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Analisa Kadar Pulp

No	Konsentrasi Etanol (%)	Waktu Pemasakan (menit)	Kadar Pulp (%)
1	5	15	78,52
		30	77,40
		45	75,64
		60	68,25
2	10	15	78,34
		30	81,86
		45	76,78
		60	73,14
3	15	15	77,99
		30	73,52
		45	68,47
		60	66,60
4	20	15	74,47
		30	72,16
		45	64,49
		60	58,84

Pengaruh konsentrasi etanol dan waktu pemasakan terhadap kadar pulp dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Kadar Pulp Pada Berbagai Waktu Pemasakan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi etanol dan waktu pemasakan berpengaruh terhadap kadar pulp yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi pelarut etanol yang digunakan maka kadar pulp yang didapatkan semakin rendah. Penurunan kadar pulp disebabkan karena penambahan konsentrasi etanol mengakibatkan semakin besarnya konsentrasi ion OH^- yang ada pada larutan pelarut sehingga kemampuan delignifikasi semakin baik. Selain itu berdasarkan Gambar 4.1 juga menunjukkan semakin lama waktu pemasakan menunjukkan kadar pulp yang dihasilkan pula akan ikut menurun. Penurunan kadar pulp menunjukkan bahwa semakin meningkatnya degradasi polisakarida dari sebagian selulosa, hemiselulosa yang ikut terlarut dengan meningkatnya waktu pemasakan.

Berdasarkan penelitian Coniwati dkk (2009) tentang pengaruh konsentrasi larutan etanol, temperatur, dan waktu pemasakan pada pembuatan pulp eceng gondok melalui proses organosolv menunjukkan adanya penurunan kadar pulp yang dihasilkan dari variasi konsentrasi etanol yaitu 5; 10; 15; dan 20 % dan waktu pemasakan 0,5; 1 dan 1,5 jam. Kadar pulp yang diperoleh berkisar antara 43,12% - 57,49%.

Sedangkan berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan perolehan pulp yang dihasilkan yaitu berkisar antara 58,84% - 81,86% bervariasi menurut kondisi operasi. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Bahri (2010) tentang pembuatan pulp dari batang pisang menggunakan metode soda dengan menggunakan pelarut NaOH diperoleh kadar pulp sebesar 35,18- 61,43%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pelarut etanol dengan menggunakan pemanas microwave dapat meningkatkan kadar pulp pada bahan baku. Hasil yang diperoleh juga lebih baik dari pada range perolehan pulp yang dihasilkan industri pulp kimia dalam range 35%-63%. Ini menunjukkan batang pisang kepok dapat digunakan sebagai bahan baku pulp skala industri karena telah memenuhi standar kualitas pulp. Kadar pulp terbesar diperoleh pada variasi konsentrasi etanol 10% dengan waktu pemasakan selama 30 menit yaitu sebesar 83,74%. Sedangkan kadar pulp terendah terdapat pada variasi konsentrasi etanol 20% dengan waktu pemasakan selama 60 menit yaitu sebesar 60,72%. Sedangkan pada penelitian Jayayanti (2019) tentang pembuatan pulp dari sabut kelapa dengan menggunakan proses organosol menggunakan pemanas microwave kondisi optimum yang diperoleh adalah pada konsentrasi etanol 10% dengan waktu pemasakan 30 menit.

4.2.3 Analisis Keadaan Lembaran Tisu

Uji keadaan lembaran tisu terdiri dari beberapa pengujian yaitu pengujian penampakan lembaran tisu, uji warna dan uji mudah hancur. Pengujian penampakan lembaran tisu dilakukan dengan menggunakan panca indra yaitu dengan melihat, meraba dan menerawang tisu. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan rata-rata tisu yang diperoleh memiliki warna yang kurang bersih yaitu berwarna putih kekuning-kuningan. Selain itu tekstur tisu agak lembut hal ini dikarenakan proses blending belum optimal sehingga menghasilkan tisu yang teksturnya berserat dan kasar. Selain itu dikarenakan pada penelitian ini penambahan zat adiktif yaitu tepung tapioca, kitosan dan VCO yang belum optimum sehingga warna yang diperoleh tidak sama dengan tisu yang komersial yang beredar di pasaran yang berwarna putih bersih. Hasil pengujian penampakan

tisu dengan variasi konsentrasi etanol 5, 10, 15 dan 20 % dengan waktu pemasakan 15, 30, 45 dan 45 menit dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.3 Hasil Uji Penampakan Tisu Pada Berbagai Variasi Kondisi Operasi.

Waktu Pemasakan Konsentrasi Etanol	Uji Penampakan Tisu			
	15 menit	30 menit	45 menit	60 menit
5 %	Kurang bersih Tidak lembut Tidak berlubang	Kurang bersih Agak lembut Tidak berlubang	Kurang bersih Agak lembut Tidak berlubang	Kurang bersih Agak lembut Lembut Tidak berlubang
10%	Kurang bersih Tidak lembut Tidak berlubang	Kurang bersih Agak Lembut Tidak berlubang	Kurang bersih Agak Lembut Tidak berlubang	Kurang bersih Agak Lembut Tidak berlubang
15%	Kurang bersih Tidak Lembut Agak berlubang	Kurang bersih Agak lembut Tidak berlubang	Kurang bersih Agak lembut Tidak berlubang	Kurang bersih Agak lembut Tidak berlubang
20 %	Kurang bersih Tidak lembut Agak berlubang	Kurang bersih Agak lembut Tidak berlubang	Kurang bersih Agak lembut Tidak berlubang	Kurang bersih Agak Lembut Tidak berlubang

Untuk pengujian warna pada lembaran tisu, tisu direndam dalam air selama kurang lebih 60 detik, bila air rendaman tidak berwarna menunjukkan bahwa tisu tidak luntur.

Tabel 4.4 Hasil Uji Warna Tisu Pada Berbagai Variasi Kondisi Operasi.

Waktu Pemasakan Konsentrasi Etanol	Uji Warna			
	15 menit	30 menit	45 menit	60 menit
5 %	Tidak luntur	Tidak luntur	Tidak luntur	Tidak luntur
10%	Tidak luntur	Tidak luntur	Tidak luntur	Tidak luntur
15%	Tidak luntur	Tidak luntur	Tidak luntur	Tidak luntur
20%	Tidak luntur	Tidak luntur	Tidak luntur	Tidak luntur

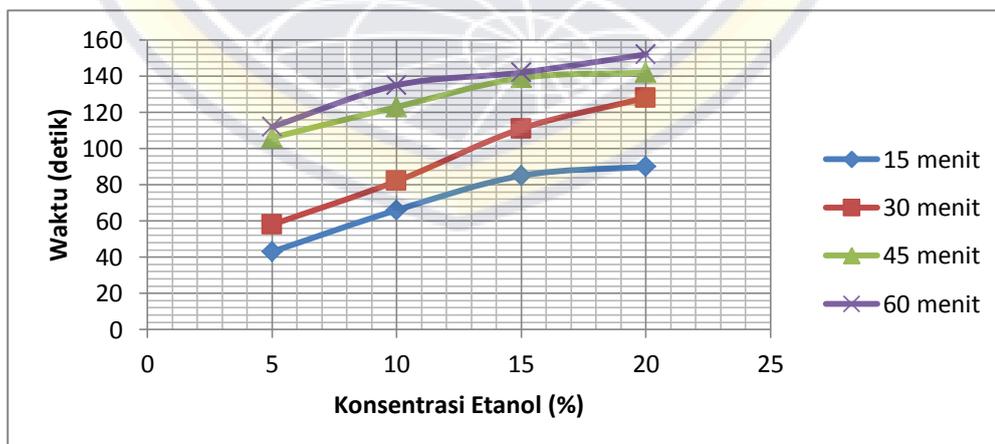
Berdasarkan tabel 4.4 menunjukkan bahwa uji warna pada tisu dengan variasi konsentrasi pelarut 5, 10, 15 dan 20% dan variasi waktu pemasakan 15, 30, 45 dan 60 menit menunjukkan hasil yang sama yakni tidak luntur. Hal ini menunjukkan bahwa tisu dari pisang kepok memiliki kualitas warna yang baik, karena tidak ada perubahan warna atau warna pada tisu tidak luntur. Hal juga ini dikarenakan pada penelitian ini tidak menggunakan zat pewarna tambahan sehingga warna tisu yang dihasilkan tidak luntur.

4.2.4 Uji Mudah Hancur

Hasil pengujian mudah hancur dalam air pada tisu yang dihasilkan menunjukkan adanya pengaruh variasi konsentrasi etanol dan waktu pemasakan terhadap nilai mudah hancur pada tisu. Hal ini dapat dibuktikan pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Uji Mudah Hancur Pada Berbagai Kondisi Operasi

No	Konsentrasi Etanol (%)	Waktu Pemasakan (menit)	Uji Mudah Hancur (menit)
1	5	15	43
		30	58
		45	106
		60	112
2	10	15	66
		30	82
		45	123
		60	135
3	15	15	85
		30	111
		45	139
		60	142
4	20	15	90
		30	128
		45	142
		60	152



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Uji Mudah Hancur Dalam Air Pada Berbagai Waktu Pemasakan.

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan adanya kenaikan waktu untuk uji mudah hancur pada tisu. Semakin tinggi konsentrasi pelarut maka semakin lama waktu yang diperlukan tisu untuk terurai atau hancur. Sedangkan semakin lama waktu pemasakan maka semakin lama tisu akan mudah hancur. Hal ini disebabkan karena pada saat proses pulping berlangsung semakin tinggi konsentrasi dan semakin lama waktu pemasakan menyebabkan tisu akan semakin hancur karena proses pulping sehingga tisu menjadi lebih kuat karena seratnya semakin lembut dan merekat kuat. Berdasarkan data yang telah diperoleh uji mudah hancur berkisar antara 43- 152 detik. Menurut SNI 0103:2008 uji mudah hancur maksimal 60 detik. Berdasarkan hal tersebut nilai mudah daya hancur pada setiap variasi memenuhi standar mutu kualitas tisu. Nilai uji mudah hancur yang tertinggi diperoleh pada variasi konsnsentrasi etanol 20% dengan waktu pemasakan selama 60 menit yaitu sebesar 152 detik . Sedangkan nilai uji mudah hancur terkecil yaitu 43 detik diperoleh pada variasi konsntrasi etanol 5% dengan waktu pemasakan 15 menit .

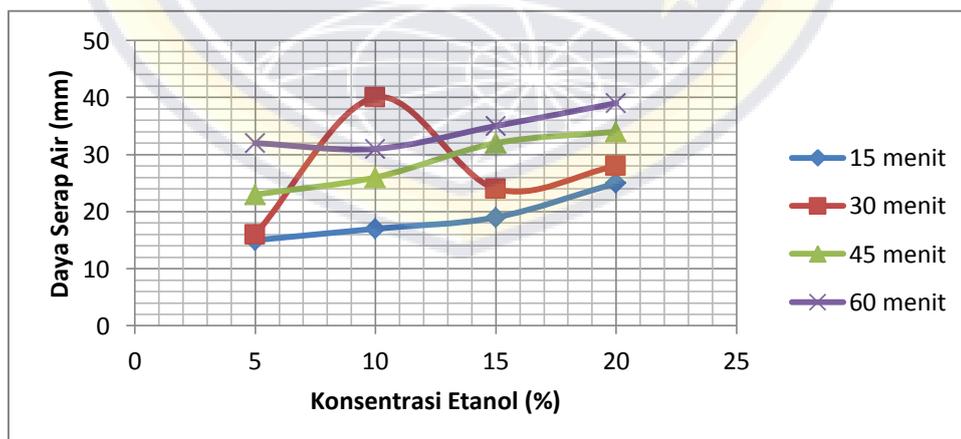
Menurut penelitian Purnama (2017) tentang pemanfaatan jenis limbah organik terhadap kualitas tisu dengan menggunakan pelarut NaOH. Dimana untuk uji mudah hancur pada berbagai jenis limbah organik yaitu limbah jerami padi, kulit pisang, ampas tebu dan daun jambon merah. Jenis limbah yang paling memenuhi standar SNI 0103:2008 adalah limbah jerami padi yaitu sebesar 85 detik. Berdasarkan hal tersebut jika dibandingkan dengan limbah batang pisang kepok nilai uji mudah hancur dalam air berkisar antara 43-152 detik. Hal ini menunjukkan bahwa batang pisang kepok memiliki selulosa yang tinggi sehingga tidak mudah terurai dalam air.

4.2.5 Uji Daya Serap Air

Hasil uji daya serap air pada tisu pada berberbagai kondisi operasi dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Uji Daya Serap Air Pada Berbagai Variasi Kondisi Operasi

No	Konsentrasi Etanol (%)	Waktu Pemasakan (menit)	Uji Daya Serap Air (mm)
1	5	15	15
		30	16
		45	23
		60	32
2	10	15	17
		30	40
		45	26
		60	31
3	15	15	19
		30	24
		45	32
		60	35
4	20	15	25
		30	28
		45	34
		60	39



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Daya Serap Air Pada Berbagai Waktu Pemasakan.

Berdasarkan Gambar 4.3 yaitu grafik pengaruh konsentrasi etanol terhadap daya serap air menunjukkan adanya kenaikan nilai daya serap air. Dimana semakin tinggi konsentrasi pelarut maka semakin meningkat daya serap air. Sedangkan untuk waktu pemasakan dimana semakin lama waktu pemasakan maka semakin nilai daya serap airnya akan cenderung meningkat. Kenaikan nilai daya serap disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi pelarut dan semakin lama waktu pemasakan serat-serat yang terdapat pada batang pisang akan semakin lembut dan hancur pada proses pulping sehingga membuat tisu semakin lembut dan mempermudah penyerapan air dikarenakan permukaan tisu yang semakin rata dan halus. Nilai daya serap air pada penelitian ini berkisar antara 15-40 mm. Berdasarkan data yang telah diperoleh nilai daya serap air yang terbesar diperoleh pada variasi konsentrasi etanol 10 % dengan waktu pemasakan selama 30 menit yaitu sebesar 40 mm. Sedangkan nilai daya serap air terkecil yaitu 15 mm diperoleh pada variasi konsentrasi etanol 5% dengan waktu pemasakan 15 menit . Untuk standar kualitas mutu menurut SNI 0103:2008 untuk uji daya serap air minimal 30 mm.

Menurut penelitian Saraswati (2019) hasil optimal pada pembuatan tisu daun sirih dengan pelarut NaOH 99,9% dengan waktu pemasakan 80 menit menunjukkan nilai daya serap air sebesar 20 mm. Hal ini menunjukkan bahwa tisu dari pisang kepok dengan pelarut etanol serta menggunakan pemanas microwave memiliki nilai daya serap air yang lebih tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi etanol dan waktu pemasakan yang optimum, sesuai dengan SNI 0103:2008 adalah pada konsentrasi pelarut etanol 10% dengan waktu pemasakan 30 menit dengan hasil uji parameter masing-masing sebagai berikut:

- Kadar pulp 81,86 %
- Penampakan lembaran tisu agak bersih, kurang lembut, tidak berlubang dan tidak mudah luntur.
- Daya hancur 82 detik
- Daya serap air 40 mm

5.2 Saran

Bagi peneliti yang ingin melanjutkan penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang:

- Penambahan zat adiktif dan variasi konsentrasi larutan H_2O_2 yang digunakan untuk menghasilkan penampakan lembaran tisu yang lebih baik.
- Penentuan ketebalan pulp pada saat pencetakan perlu diperhatikan sehingga ketebalan tisu yang dihasilkan sama rata.
- Pada penelitian ini dihasilkan tisu yang teksturnya agak kasar dan kuat sehingga lebih disarankan dijadikan kertas pembungkus makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arita,Susila.2005. *Proses dan Perancangan Pembuatan Pulp Biomassa (Tandan Kosong Kelapa Sawit) dengan Pelarut Organik*. Laporan Riset Unggulan Terpadu. Kementrian Riset dan Teknologi RI.
- Artati, E.K., Effendi, A., Haryanto, T. 2009. Pengaruh Konsentrasi Larutan Pemasak Pada Proses Delignifikasi Eceng Gondok Dengan Proses Organosolv. *Jurnal Ekuilibrium*, Vol.8, No.1, Hal.25-28.
- Austin,G.T 1975. *Shreve's Chemical Process Industries*. 5th ed., Mc. Grow Hil Internasional Ed.,New York.
- Bahri, S., 2010, Pembuatan Pulp dari Batang Pisang. *Jurnal Teknik Kimia* 4:2. Universitas Malikussaleh.
- Jayanti, C.D. 2019. "*Pembuatan Pulp Dari Sabut Kelapa Muda Dengan Metode Organosolv Menggunakan Pemanas Microwave*". Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Cesey,P. James, 1961. *Pulp and Paper, Chemistry and Chemical technology*.Vol I. Second Ed. Intercine Publishing, New York.
- Coniwati, P., Novalina,S., Putri, I.K.2009. *Pengaruh Konsentrasi Larutan Etanol, Temperatur dan Waktu Pemasakan Pada Pembuatan Pulp Eceng Gondok Melalui Proses Organosolv*. *Jurnal Teknik Kimia* No.4, Vol.16, Desember 2009. Universitas Sriwijaya
- Ethaib, S., R. Omar, S., M. M. Kamal & R. A. Biak. 2015. Microwave-Assisted Perlakuan awal Of Lignocellulosic Biomass: A Review. *Journal of Engineering Science and Technology*. 97-109.
- Haroen, W.K, Uzair, Bahar, N. 1997. Kualitas Pulp Kertas Acacia mangium Berbagai Umur Tanaman. *Berita Selulosa*. 4/XXXXIII.104-109.
- Harsini, tutuk dan Susilowati. 2010. *Pemanfaatan Kulit Buah Kakao dari Limbah Perkebunan Kakao Sebagai Bahan Baku Pulp Denga Proses Organosolv*. UPN "Veteran" Jawa Timur.Surabaya.
- Kingston, R.S. 1997. Solvent-Free Accelerated Organic Synthesis Using Microwave. *Pure Appl. Chem*. Vol 73. Page 193-1998.
- Kurniawan, Hendry dkk. 2017. *Pemanfaatan Kulit Buah Matoa Sebagai Kertas Serat Campuran Melalui Proses Pretreatment dengan Bantuan Gelombang*

- Mikro dan Ultrasonik*. Jurnal Ilmiah Widya Teknik: Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Mardhiah, A., J, Misbahul. 2016. “*Pembuatan Ketas Kraft Dari Ampas Tebu*”. Jurnal Edukasi Kimia. Vol.1, No.1, Hal 1-5.
- Nurani,Lis.2011. *Pemanfaatan Batang Pisang sebagai bahan Baku Papan Serat dengan Perlakuan Termo Mekanis*. Balai penelitian Kehutanan Manado.
- Paar, A. 2000. Microwave Assisted Extraction.
- Paskawati, Y.A., Susyana., Antaresti, Ery,S.R. 2010. Pemanfaatan Sabut Kelepa Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Komposit Alternatif. Vol. 9, Jurnal Ilmiah Widya Teknik: Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
- Purnama, H., Aini, A.N. 2017. “ *Pengaruh Waktu Pengeringan Dan Jenis Limbah Organik Terhadap Kualitas Tisu*”. Jurnal Ilmiah : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rismunandar.1990. “*Bertanam Pisang*”. C.V. Sinar Baru. Bandung.
- Rosmaniar, Lilis. 2017. *Analisis Bahan-Bahan Alternatif Pengolahan Dalam Pembuatan Kertas*.Politeknik META Industri Cikarang.
- Saraswati, D.A., 2019. “*Pengaruh Waktu Pemasakan Terhadap Kualitas Kertas Tisu Daun Sirih*”. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Standarisasi Nasional Indonesia (SNI). 2008. SNI 0103:2008. Kertas Tisu Toilet. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Standarisasi Nasional Indonesia (SNI). 2005. SNI 08-7070-2005. Cara Uji Kadar Air Pulp dan Kayu dengan Metode Pemanasan dalam Oven. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Stephenson, N.J. Newel, 1950. *Preparation and Treatment of Wood Pulp*. Mc. Grow Hill Book Company, New York.
- Sugesty S & Tjahjono T. 1997, Susilowati, Ir. MT, 2003. *Pembuatan Pulp dari Pelepah Daun Kelapa*. UPN ”Veteran” Jawa Timur.Surabaya
- Zulferiyenni, dkk. 2009. *Proses Pembuatan Pulp Berbasis Ampas Tebu: Batang Pisang Dengan Metode Acetosolve*. Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian Volume 14. Lampung : Universitas Lampung

LAMPIRAN

A. Perhitungan

1. Pengujian Kadar Pulp Bahan Baku Awal

$$\begin{aligned} \text{Berat batang pisang} &= 12,3179 \text{ gram} \\ \text{Berat pulp kering} &= 7,4671 \text{ gram} \\ \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{7,4671 \text{ gram}}{12,3179 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 60,62 \% \\ \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\ &= (60,62 - 1,88) \% \\ &= 58,74 \end{aligned}$$

2. Pengujian Kadar Air Bahan Baku Awal

$$\begin{aligned} \text{Berat botol timbang kosong} &= 16,8892 \text{ gram} \\ \text{Berat botol timbang + sampel (W}_1\text{)} &= 19,0119 \text{ gram} \\ \text{Berat botol timbang + sampel yang kering (W}_2\text{)} &= 18,6551 \text{ gram} \\ \% \text{ Air} &= \frac{(W_1 - W_2) \text{ gram}}{W_1 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= \frac{(19,0119 - 18,6551) \text{ gram}}{19,0119 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= \frac{0,3568 \text{ gram}}{19,0119 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 1,88 \% \end{aligned}$$

3. Pengujian Kadar Pulp

➤ Konsentrasi Etanol 5%

- Waktu Pemasakan 15 menit

$$\begin{aligned} \text{Berat batang pisang} &= 12,1620 \text{ gram} \\ \text{Berat pulp kering} &= 9,8819 \text{ gram} \\ \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{9,8819 \text{ gram}}{12,1620 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 80,40 \% \\ \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\ &= (80,40 - 1,88) \% \\ &= 78,52 \% \end{aligned}$$

- Waktu Pemasakan 30 menit

$$\begin{aligned} \text{Berat batang pisang} &= 12,4268 \text{ gram} \\ \text{Berat pulp kering} &= 9,8523 \text{ gram} \\ \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{9,8523 \text{ gram}}{12,4268 \text{ gram}} \times 100\% \\
 &= 79,28 \% \\
 \text{\% Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\
 &= (79,28 - 1,88) \% \\
 &= 77,40 \%
 \end{aligned}$$

- Waktu Pemasakan 45 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Berat batang pisang} &= 12,3313 \text{ gram} \\
 \text{Berat pulp kering} &= 9,5598 \text{ gram} \\
 \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{9,5598 \text{ gram}}{12,3313 \text{ gram}} \times 100\% \\
 &= 77,52 \% \\
 \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\
 &= (77,52 - 1,88) \% \\
 &= 75,64 \%
 \end{aligned}$$

- Waktu Pemasakan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Berat batang pisang} &= 12,3048 \text{ gram} \\
 \text{Berat pulp kering} &= 8,6293 \text{ gram} \\
 \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{8,6293 \text{ gram}}{12,3048 \text{ gram}} \times 100\% \\
 &= 70,13 \% \\
 \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\
 &= (70,13 - 1,88) \% \\
 &= 68,25 \%
 \end{aligned}$$

➤ . Konsentrasi Etanol 10 %

- Waktu Pemasakan 15 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Berat batang pisang} &= 12,7912 \text{ gram} \\
 \text{Berat pulp kering} &= 10,2609 \text{ gram} \\
 \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{10,2609 \text{ gram}}{12,7912 \text{ gram}} \times 100\% \\
 &= 80,22 \% \\
 \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\
 &= (80,22 - 1,88) \% \\
 &= 78,34 \%
 \end{aligned}$$

- Waktu Pemasakan 30 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Berat batang pisang} &= 12,2942 \text{ gram} \\
 \text{Berat pulp kering} &= 10,2950 \text{ gram} \\
 \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{10,2950 \text{ gram}}{12,2942 \text{ gram}} \times 100\% \\
 &= 83,74 \% \\
 \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\
 &= (83,74 - 1,88) \% \\
 &= 81,86 \%
 \end{aligned}$$

- Waktu Pemasakan 45 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Berat batang pisang} &= 12,3514 \text{ gram} \\
 \text{Berat pulp kering} &= 9,7157 \text{ gram} \\
 \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{9,7157 \text{ gram}}{12,3514 \text{ gram}} \times 100\% \\
 &= 78,66 \% \\
 \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\
 &= (78,66 - 1,88) \% \\
 &= 76,78 \%
 \end{aligned}$$

- Waktu Pemasakan 60 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Berat batang pisang} &= 12,1150 \text{ gram} \\
 \text{Berat pulp kering} &= 9,0886 \text{ gram} \\
 \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{9,0886 \text{ gram}}{12,1150 \text{ gram}} \times 100\% \\
 &= 75,02 \% \\
 \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\
 &= (75,02 - 1,88) \% \\
 &= 73,14 \%
 \end{aligned}$$

- Konsentrasi Etanol 15%

- Waktu Pemasakan 15 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Berat batang pisang} &= 12,3186 \text{ gram} \\
 \text{Berat pulp kering} &= 9,8386 \text{ gram} \\
 \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\
 &= \frac{9,8386 \text{ gram}}{12,3186 \text{ gram}} \times 100\% \\
 &= 79,87 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\ &= (79,87 - 1,88) \% \\ &= 77,99 \% \end{aligned}$$

- Waktu Pemasakan 30 menit

$$\begin{aligned} \text{Berat batang pisang} &= 12,0318 \text{ gram} \\ \text{Berat pulp kering} &= 9,0728 \text{ gram} \\ \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{9,0728 \text{ gram}}{12,0318 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 75,40 \% \\ \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\ &= (75,40 - 1,88) \% \\ &= 73,52 \% \end{aligned}$$

- Waktu Pemasakan 45 menit

$$\begin{aligned} \text{Berat batang pisang} &= 12,0310 \text{ gram} \\ \text{Berat pulp kering} &= 8,4638 \text{ gram} \\ \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{8,4638 \text{ gram}}{12,0310 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 70,35 \% \\ \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\ &= (70,35 - 1,88) \% \\ &= 68,47 \% \end{aligned}$$

- Waktu Pemasakan 60 menit

$$\begin{aligned} \text{Berat batang pisang} &= 12,4893 \text{ gram} \\ \text{Berat pulp kering} &= 8,5502 \text{ gram} \\ \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{8,5502 \text{ gram}}{12,4893 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 68,48 \% \\ \% \text{ Pulp kering} &= \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air} \\ &= (68,48 - 1,88) \% \\ &= 66,60 \% \end{aligned}$$

- Konsentrasi Etanol 20 %

- Waktu Pemasakan 15 menit

$$\begin{aligned} \text{Berat batang pisang} &= 12,1230 \text{ gram} \\ \text{Berat pulp kering} &= 9,2565 \text{ gram} \\ \% \text{ Pulp} &= \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= \frac{9,2565 \text{ gram}}{12,1230 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 76,35 \%$$

$$\% \text{ Pulp kering} = \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air}$$

$$= (76,35 - 1,88) \%$$

$$= 74,47 \%$$

- Waktu Pemasakan 30 menit

$$\text{Berat batang pisang} = 12,1840 \text{ gram}$$

$$\text{Berat pulp kering} = 9,0213 \text{ gram}$$

$$\% \text{ Pulp} = \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\%$$

$$= \frac{9,0213 \text{ gram}}{12,1840 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 74,04 \%$$

$$\% \text{ Pulp kering} = \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air}$$

$$= (74,04 - 1,88) \%$$

$$= 72,16 \%$$

- Waktu Pemasakan 45 menit

$$\text{Berat batang pisang} = 12,2465 \text{ gram}$$

$$\text{Berat pulp kering} = 8,1278 \text{ gram}$$

$$\% \text{ Pulp} = \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\%$$

$$= \frac{8,1278 \text{ gram}}{12,2465 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 66,37 \%$$

$$\% \text{ Pulp kering} = \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air}$$

$$= (66,37 - 1,88) \% = 64,49 \%$$

- Waktu Pemasakan 60 menit

$$\text{Berat batang pisang} = 12,2197 \text{ gram}$$

$$\text{Berat pulp kering} = 7,4298 \text{ gram}$$

$$\% \text{ Pulp} = \frac{\text{berat pulp kering (g)}}{\text{berat batang pisang (g)}} \times 100\%$$

$$= \frac{7,4298 \text{ gram}}{12,2197 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 60,72 \%$$

$$\% \text{ Pulp kering} = \% \text{ Pulp} - \% \text{ Air}$$

$$= (60,72 - 1,88) \%$$

$$= 58,84 \%$$

2. Dokumentasi Penelitian

➤ Proses Pembuat Pulp



Gambar L.1. Batang Pisang Kepok Yang Telah Dikeringkan.



Gambar L.2 Larutan Etanol + Batang Pisang Kepok Yang Telah Dikeringkan.



Gambar L.3. Pemanasan Pulp Dengan *Microwave*.



Gambar L.4. Pulp + Pelarut Etanol Setelah Pemanasan Dengan



Gambar L.6 Lembaran Pulp Setelah Proses Pengeringan Dengan Oven.



Gambar L.5. Pencetakan Pulp Sebelum Proses Pengeringan Dengan Oven.

➤ **Proses Pemucatan/*Bleaching* dan Pembentukan/*Forming***



Gambar L.7. Tepung Tapioka



Gambar L.8. Kitosan



Gambar L.9. Proses Bleaching Pulp Dengan Larutan H_2O_2 2%.



Gambar L.10. Bubur Pulp Setelah Proses Mixing Dengan Zat Adiktif.



Gambar L.11. Cetakan Fiber Dan Raket.



Gambar L.12. Proses Pencetakan Tisu.



Gambar L.13. Proses Pengeringan Tisu.



Gambar L.14. Produk Tisu

➤ **Uji Kualitas Tisu**



Gambar L.15. Uji Kadar Pulp



Gambar L.16. Uji Keadaan Lembaran (Penampakan dan Uji Warna Tisu).



Gambar L.17. Uji Mudah Hancur Dalam Air.



Gambar L.18. Uji Daya Serap Air.