



**PENGARUH KONSENTRASI NaOH DAN WAKTU
PRETREATMENT MENGGUNAKAN MICROWAVE
TERHADAP KANDUNGAN LIGNIN, SELULOSA DAN
HEMISELULOSA PADA SABUT KELAPA
(COCOS NUCIFERA)**

SKRIPSI

Oleh:

**Cornelia Nandya Vintreswari
NIM. 155100201111045**



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2020



**PENGARUH KONSENTRASI NaOH DAN WAKTU
PRETREATMENT MENGGUNAKAN MICROWAVE
TERHADAP KANDUNGAN LIGNIN, SELULOSA DAN
HEMISELULOSA PADA SABUT KELAPA
(COCOS NUCIFERA)**

Oleh:

Cornelia Nandya Vintreswari

NIM. 155100201111045

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik**



**JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2020**



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Pengaruh Konsentrasi NaOH Dan Waktu Pretreatment Menggunakan Microwave Terhadap Kandungan Lignin, Selulosa Dan Hemiselulosa pada Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*)

Nama : Cornelia Nandya Vintreswari

NIM : 155100201111045

Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing Utama

Yusuf Wibisono, STP, M.Sc, Ph.D

NIP. 19800107 200212 1 003

Pembimbing Kedua

Angky Wahyu Putranto, STP, MP

NIK. 19900409 201504 1 003

Tanggal Persetujuan:

..... 13 FEB 2020

Tanggal Persetujuan:



Scanned with
CamScanner



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Cornelia Nandya Vintreswari

NIM : 155100201111045

Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Judul TA : Pengaruh Konsentrasi NaOH Dan Waktu
Pretreatment Menggunakan *Microwave*
Terhadap Kandungan Lignin, Selulosa Dan
Hemiselulosa pada Sabut Kelapa (*Cocos
nucifera*)

Menyatakan bahwa,

TA dengan judul diatas merupakan karya asli penulis tersebut diatas. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia di tuntutan sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 10 Januari 2020

Pembuat Pernyataan,

ttd

Cornelia Nandya Vintreswari

155100201111045



Cornelia Nandya Vintreswari 155100200111025. Pengaruh Konsentrasi NaOH Dan Waktu *Pretreatment* Menggunakan *Microwave* Terhadap Kandungan Lignin, Selulosa Dan Hemiselulosa pada Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*). TA. Pembimbing: Yusuf Wibisono, STP, M.Sc, Ph.D dan Angky Wahyu Putranto, STP, MP

RINGKASAN

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini yaitu sabut kelapa. Proses awal penelitian ini dilakukan *pretreatment* fisik pada bahan dengan cara memanaskan sabut kelapa hingga kering menggunakan *try dryer* suhu 70°C, kemudian dilakukan penggilingan pada bahan hingga halus dan diayakan menggunakan ayakan sebesar 100 *mesh*. Bubuk sabut kelapa hasil ayakan ditambahkan NaOH dengan variasi konsentrasi sebesar 1 M, 2 M dan 3 M. Penambahan bahan dengan NaOH dihomogenkan serta dipanaskan menggunakan *microwave* dengan daya sebesar 600 *watt* selama 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Langkah selanjutnya dilakukan *bleaching* dengan H₂O₂ sebesar 3 M lalu dimasukkan ke dalam *waterbath* suhu 85°C. Variasi NaOH dan waktu pemanasan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali, sehingga metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancang Acak Lengkap (RAL).

Hemiselulosa pada sabut kelapa dapat dikonversi menjadi gula alkohol. Gula alkohol yang dimanfaatkan ini biasanya dalam bentuk sorbitol, manitol dan xilitol dengan bantuan katalis. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi NaOH dan variasi lama waktu pemanasan terhadap degradasi kandungan lignoselulosa pada proses *pretreatment* sabut kelapa dan untuk mengetahui hasil rendemen lignoselulosa pada proses *pretreatment* sabut kelapa menggunakan *microwave*. Hipotesis awal dari penelitian ini yaitu diduga penambahan bahan dengan konsentrasi NaOH dan lama



pemanasan menggunakan *microwave* berpengaruh terhadap degradasi kandungan lignin serta meningkatkan kandungan hemiselulosa dan selulosa pada sabut kelapa (*Cocos nucifera*). Selain itu proses *bleaching* dengan penambahan H_2O_2 dengan konsentrasi 3 M diduga dapat meningkatkan hasil hemiselulosa pada sabut kelapa yang sudah dilakukan proses *pretreatment*.

Kata Kunci : Hidrogen Peroksida, Natrium Hidroksida, *Pretreatment*, Sabut Kelapa



Cornelia Nandya Vintreswari. Effect of NaOH Concentration and Microwave Pretreatment Time on Lignin, Cellulose and Hemicellulose Content in Coconut Coir (*Cocos nucifera*).

Supervisor: Yusuf Wibisono, STP, M.Sc, Ph.D dan Angky Wahyu Putranto, STP, MP

SUMMARY

The raw material used in this research is coconut fiber. The initial process of this research carried out a physical pretreatment on the material by heating the coconut husk to dry using a try dryer at 70°C, then milling the material until smooth and celebrated using a sieve of 100 mesh. Coconut coir sieve powder added NaOH with a concentration variation of 1 M, 2 M and 3 M. The addition of ingredients with NaOH is homogenized and heated using a microwave with a power of 600 watts for 10 minutes, 15 minutes and 20 minutes. The next step was bleaching with H₂O₂ of 3 M and then put into a water temperature 85°C. NaOH variation and heating time were repeated three times, so the method used in this study was a Completely Randomized Design (CRD).

Hemicellulose in coconut fiber can be converted to alcohol sugar. The used alcohol sugar is usually in the form of sorbitol, mannitol and xylitol with the help of a catalyst. The purpose of this study was to determine the effect of variations in NaOH concentration and variations in the length of heating time on the degradation of lignocellulose content in the pretreatment process of coconut coir and to determine the yield of lignocellulose yield in the coco fiber pretreatment process using microwave. The initial hypothesis of this research is that it is suspected that the addition of material with NaOH concentration and the duration of microwave heating influence the degradation of lignin content and



increase the content of hemicellulose and cellulose in coconut coir (*Cocos nucifera*). In addition, the bleaching process with the addition of H_2O_2 with a concentration of 3 M is thought to increase the results of hemicellulose on coconut coir which has been carried out pretreatment. In the coconut husk pretreatment process the temperature is $70^\circ C$ dried and ground to 100 mesh size then added NaOH solvent with variations of 1 M, 2 M and 3 M. The instrument used to heat the pretreatment process is a microwave using a power of 600 watts with a variation of time during 10 minutes; 15 minutes and 20 minutes. The next step was bleaching with H_2O_2 of 3 M and entered in a $85^\circ C$ water temperature variation of NaOH and the heating time was repeated three times, so the method used in this study was a Completely Randomized Design (CRD). Hemicellulose in coconut fiber can be converted to alcohol sugar. The used alcohol sugar is usually in the form of sorbitol, mannitol and xylitol with the help of a catalyst. The purpose of this study was to determine the effect of variations in NaOH concentration and variations in the length of heating time on the degradation of lignocellulose content in the pretreatment process of coconut coir and to determine the yield of lignocellulose yield in the coco fiber pretreatment process using microwave. The initial hypothesis of this research is that it is suspected that the addition of material with NaOH concentration and the duration of microwave heating influence the degradation of lignin content and increase the content of hemicellulose and cellulose in coconut coir (*Cocos nucifera*). In addition, the bleaching process with the addition of H_2O_2 with a concentration of 3 M is thought to be able to increase the results of hemicellulose on coconut coir which has been carried out pretreatment process.



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

REPOSITORY.UB.AC.ID



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

REPOSITORY.UB.AC.ID



UNIVERSITAS
BRAWIJAYA

REPOSITORY.UB.AC.ID

Keywords: Coconut Fiber, Hydrogen Peroxide, Pretreatment, Sodium Hydroxide



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	v
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	xii
BAB I 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Hipotesis.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Kelapa	5
2.1.1 Sabut Kelapa.....	7
2.2 Lignoselulosa.....	8
2.2.1 Lignin	9
2.2.2 Hemiselulosa	12
2.2.3 Selulosa	13
2.3 Proses <i>Pretreatment</i>	14
2.4 Proses <i>Pretreatment</i> Menggunakan Pelarut Naoh	17
2.5 Metode <i>Pretreatment</i> Dengan <i>Microwave</i>	19
2.6 Pemutihan (<i>Bleaching</i>) Dengan H ₂ O ₂	20
2.7 Metode <i>Chesson</i>	21



BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	25
3.2 Alat Dan Bahan.....	25
3.2.1 Alat	25
3.2.2 Bahan	27
3.3 Metode Penelitian	27
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.4.1 Pemilihan Dan Pembuatan Sampel Kontrol	28
3.4.2 Pencampuran Sampel Dengan Natrium Hidroksida (Naoh)	28
3.4.3 Pemanasan Dengan <i>Microwave</i>	28
3.4.4 Penyaringan Dan Pengeringan Oven.....	29
3.4.5 <i>Bleaching</i> (Pemutihan) Dengan H ₂ O ₂	29
3.4.6 Analisa Perlakuan.....	30
3.5 Pengamatan Dan Analisis Data	34
3.5.1 Parameter Pengamatan.....	34
3.5.2 Analisis Data.....	34
BAB IV Hasil Dan Pembahasan.....	37
4.1 Kadar Air Bahan.....	37
4.2 Komposisi Hemiselulosa, Selulosa Dan Lignin Pada Sabut Kelapa Sebagai Sampel Kontrol.....	38
4.3 Hasil <i>Pretreatment</i> Dengan <i>Microwave</i>	39
4.4.1 Pengaruh Konsentrasi Naoh Dan Waktu <i>Pretreatment</i> <i>Microwave</i> Terhadap Kandungan Hemiselulosa Sabut Kelapa	39



4.4.2 Pengaruh Konsentrasi Naoh Dan Waktu <i>Pretreatment</i> Microwave Terhadap Kandungan Selulosa Sabut Kelapa	43
4.4.3 Pengaruh Konsentrasi Naoh Dan Waktu <i>Pretreatment</i> Microwave Terhadap Kandungan Lignin Sabut Kelapa ..	45
4.4 Rendemen	48
4.5 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Perbandingan Proses <i>Pretreatment</i>	15
Tabel 2.2 Metode <i>Pretreatment</i>	16
Tabel 3.1 Alat yang Digunakan Dalam Penelitian.....	25
Tabel 3.2 Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian	27
Tabel 3.3 Kombinasi Perlakuan Proses <i>Pretreatment</i>	35
Tabel 4.1 Kadar Air Rata-Rata Sabut Kelapa.....	37
Tabel 4.2 Kandungan Sabut Kelapa Sebelum <i>Pretreatment</i> ...	39
Tabel 4.3 Hasil Uji BNT Pada Hemiselulosa	42
Tabel 4.4 Hasil Uji BNT Pada Lignin	47
Tabel 4.5 Tabel Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu.....	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Beberapa Contoh Varietas Kelapa Dalam	7
Gambar 2.2 Sabut Kelapa	8
Gambar 2.3 Struktur Komponen Penyusun Lignoselulosa	9
Gambar 2.4 Struktur Lignin dan Komponen Penyusunnya	11
Gambar 2.5 Struktur Hemiselulosa (Widyaningsih, 2017)	13
Gambar 2.6 Struktur Selulosa (Baharuddin, 2016)	14
Gambar 2.7 Proses Pretreatment dengan NaOH	18
Gambar 2.8 Rangkaian Alat Metode Chesson (Asror,2017)	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Bubuk Sabut Kelapa	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses <i>Pretreatment</i>	32
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses <i>Bleaching</i>	33
Gambar 4.1 Pengaruh konsentrasi NaOH dan Waktu <i>Pretreatment Microwave</i> Terhadap Kandungan Hemiselulosa Sabut Kelapa	40
Gambar 4.2 Pengaruh konsentrasi NaOH dan Waktu <i>Pretreatment Microwave</i> Terhadap Kandungan Selulosa Sabut Kelapa	43
Gambar 4.3 Pengaruh konsentrasi NaOH dan Waktu <i>Pretreatment Microwave</i> Terhadap Kandungan Lignin Sabut Kelapa	45
Gambar 4.4 Pengaruh <i>Pretreatment</i> terhadap rendemen bahan perlakuan	49

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Kadar Air Sabut Kelapa	64
Lampiran 2 Hasil Uji <i>Chesson</i> Setelah Proses <i>Pretreatment</i> ...	65
Lampiran 3 Perhitungan Kandungan Komponen Lignoselulosa	67
Lampiran 4 Sampel Kontrol Sabut Kelapa Tanpa Perlakuan <i>Pretreatment</i>	69
Lampiran 5 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu <i>Pretreatment Microwave</i> Terhadap Kandungan Hemiselulosa Sabut Kelapa	70
Lampiran 6 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu <i>Pretreatment Microwave</i> Terhadap Kandungan Selulosa Sabut Kelapa.....	72
Lampiran 7 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu <i>Pretreatment Microwave</i> Terhadap Kandungan Lignin Sabut Kelapa.....	74
Lampiran 8 Rendemen	78
Lampiran 9 Dokumentasi Penelitian.....	81



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa menjadi salah satu komoditi perkebunan yang memiliki peranan penting. Hal tersebut karena seluruh bagian dari tanaman kelapa dapat dimanfaatkan menjadi berbagai produk dan dijadikan sebagai usaha untuk petani sehingga menjadi peranan penting dalam perekonomian nasional. Di Indonesia, tanaman kelapa tersebar luas hampir di seluruh kepulauan Nusantara dan dibudidayakan mulai dari pekarangan sampai perkebunan besar. Luas areal tanaman kelapa tahun 2015±3,6 juta ha sedangkan areal tanaman kelapa di Jawa 19,95% dari total luas areal kelapa Indonesia (Barri, 2015).

Kelapa terdiri dari beberapa komponen seperti daging buah yang merupakan komponen utama dari buah kelapa sedangkan sabut, tempurung dan air buah merupakan hasil samping (*by-product*). Industri pengolahan buah kelapa umumnya masih terfokus kepada pengolahan hasil daging buah sebagai hasil utama sedangkan industri yang mengolah hasil samping buah (*by-product*) seperti air, sabut dan tempurung kelapa masih secara tradisional dan bersekala kecil padahal potensi ketersediaan bahan baku untuk membangun industri (Mahmud, 2005)

Proses *pretreatment* sabut kelapa menggunakan NaOH bertujuan untuk mengekstraksi hemiselulosa dimana hidrolisis tersebut akan digunakan pembuatan xilitol oleh peneliti selanjutnya. Langkah awal proses *pretreatment* ini adalah sabut



kulit kelapa dikeringkan dan dihaluskan menjadi bubuk kemudian dicampurkan NaOH dengan variasi konsentrasi sebesar 1 M, 2 M dan 3 M. Larutan sabut kelapa dipanaskan menggunakan *microwave* dengan daya sebesar 600 *watt* selama 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Hasil *pretreatment* disaring serta dikeringkan dengan oven kemudian dilakukan proses *bleaching* dengan hidrogen peroksida sebesar 3 M. Hasil dari proses tersebut diuji menggunakan metode *Chesson*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap kandungan lignoselulosa sabut kelapa pada proses *pretreatment* menggunakan *microwave* ?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu lama pemanasan terhadap kandungan lignoselulosa sabut kelapa pada proses *pretreatment* menggunakan *microwave* ?
3. Bagaimana hasil rendemen lignoselulosa pada proses *pretreatment* sabut kelapa menggunakan *microwave* ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap kandungan lignoselulosa sabut kelapa pada proses *pretreatment* menggunakan *microwave*
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu lama pemanasan terhadap kandungan lignoselulosa sabut kelapa pada proses *pretreatment* menggunakan *microwave*
3. Untuk mengetahui hasil rendemen lignoselulosa pada proses *pretreatment* sabut kelapa menggunakan *microwave*



1.4 Manfaat penelitian

1. Bagi Masyarakat : Memberikan informasi pada masyarakat mengenai pemanfaatan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang berpotensi dalam pembuatan xilitol
2. Bagi peneliti : Penelitian ini dapat dijadikan sebagai media dalam aplikasi ilmu pengetahuan yang didapat dari kegiatan belajar mengajar serta dapat menambah wawasan dan pengetahuan pada bidang penelitian mengenai pembuatan xilitol
3. Bagi peneliti selanjutnya : Dapat memberi wawasan dan pengetahuan tentang proses *pretreatment* yang optimal menggunakan sabut kelapa. Selanjutnya hasil dari penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan untuk pembuatan xilitol.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya dilakukan terbatas pada skala laboratorium
2. Penelitian ini tidak membahas energi yang diperlukan dalam proses *pretreatment* sabut kelapa
3. Penelitian ini tidak menghitung analisis biaya yang dibutuhkan dalam proses *pretreatment* sabut kelapa

1.6 Hipotesis

1. Diduga penambahan bahan dengan konsentrasi NaOH dan lama pemanasan menggunakan *microwave* berpengaruh terhadap degradasi kandungan lignin serta meningkatkan kandungan hemiselulosa dan selulosa pada sabut kelapa (*Cocos nucifera*).
2. Diduga proses *bleaching* dengan penambahan H₂O₂ dengan konsentrasi 3 M dapat meningkatkan hasil hemiselulosa pada sabut kelapa yang sudah dilakukan proses *pretreatment*



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kelapa

Kelapa adalah salah satu komoditi perkebunan yang mempunyai peranan penting dalam perekonomian nasional dengan hasil utama adalah kopra. Seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan sehingga tanaman kelapa dikenal sebagai pohon kehidupan. Selain itu, tanaman kelapa merupakan tanaman sosial karena 98% diusahakan oleh petani. Di Indonesia, tanaman kelapa tersebar luas hampir di seluruh kepulauan Nusantara dan diusahakan mulai dari pekarangan sampai perkebunan besar. Luas areal tanaman kelapa tahun 2015 diperkirakan adalah 3,6 juta ha, yang didominasi oleh perkebunan rakyat seluas 3.697.032 ha atau 98,87. Areal tanaman kelapa di Jawa 19,95%, dari total luas areal kelapa Indonesia (Barri, 2015)

Dalam jenis kelapa (*Cocos nucifera L.*) dikenal dua varietas utama yaitu varietas dalam (*tall coconut*) dan varietas genjah (*dwarf coconut*). Penyerbukan silang yang terus menerus menyebabkan munculnya varietas-varietas baru. Pada garis besarnya kelapa dapat dibedakan atas tiga golongan, yaitu :

- a. Golongan Kelapa Genjah (*Dwarf coconut*)
- b. Golongan Kelapa Dalam (*Tall coconut*)
- c. Golongan Kelapa Hibrida

Di samping ketiga golongan di atas, masih dikenal kelapa lain yang merupakan jenis kelapa abnormal, seperti kelapa kopyor dan lain sebagainya (Mardiatmoko, 2018).

Ketiga jenis kelapa ini memiliki perbedaan pada saat mulai berbuah, jumlah produksi buah, dan komposisi kimia buah. Faktor yang sangat mempengaruhi mutu bahan baku hasil



samping kelapa adalah komposisi kimia buah. Kelapa memiliki kandungan selulosa, pentosa, lignin, dan arang, pada tempurung serta memiliki sabut yang lebih tinggi dari pada kelapa Genjah dan Hibrida, sedangkan kelapa Genjah dan Hibrida kadar abunya yang lebih tinggi. Kondisi ini menyebabkan industri arang dan serat sabut mutu buah kelapa Dalam lebih baik dibandingkan dengan buah kelapa Genjah dan Hibrida. Untuk industri air kelapa ke tiga jenis kelapa ini tidak jauh berbeda (Mahmud, 2005)

Dalam dunia tumbuh-tumbuhan, kelapa digolongkan sebagai (Mardiatmoko,2018):

Kingdom : *Plantae*
Division : *Spermatophyta*
Sub Divisio : *Angiospermae*
Class : *Monocotyledonae*
Ordo : *Palmales*
Familia : *Palmae*
Genus : *Cocos*
Species : *Cocos nucifera, Linnaeus*

Kelebihan dari varietas kelapa dalam adalah produksi kopra nya lebih tinggi, yaitu sekitar 1,5 ton kopra/ha pertahun tanpa pemeliharaan intensif. Kelapa Dalam juga memiliki kualitas kadar minyak dan sabut yang baik (Pertami, 2016). Kelapa Dalam memiliki daging buah yang tebal dan keras dan lebih tahan terhadap hama dan penyakit. Kelapa jenis ini umumnya toleran terhadap macam-macam jenis tanah dan kondisi iklim. Contoh varietas dalam adalah : Kelapa Dalam Mapanget (DMT), Kelapa Dalam Tenga (DTA), Kelapa Dalam Bali (DBI), Kelapa Dalam Palu (DPU), Kelapa Dalam Sawarna (DSA), Kelapa Dalam Jepara (DJP), Kelapa Dalam Lubuk Pakam (DLP), Kelapa Dalam Kima Atas (DKA), Kelapa Dalam Banyuwangi (DBG), dan Kelapa



Dalam Rennel (DRL) (Barri, 2015). Gambar varietas kelapa dalam dapat dilihat pada Gambar 2.1

Kelapa Dalam Mapanget (DMT)



Kelapa Dalam Tenga (DT)



Kelapa Dalam Bali (DBI)



Gambar 2.1 Beberapa Contoh Varietas Kelapa Dalam (Barri,2015)

2.1.1 Sabut Kelapa

Sabut kelapa (*eksokarp*) terdiri dari bagian luar (*epikarp*) yang tahan air dan bagian dalam (*mesokarp*). *Mesokarp* terdiri dari untaian serat vaskuler yang disebut *coir* yang melekat pada jaringan parenkimatis (gabus) (Gautama, 2017). Kulit terluar dari buah kelapa yang membungkus tempurung biasa disebut sabut kelapa memiliki ketebalan berkisar 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). *Endocarpium* mengandung serat-serat halus yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat tali, karung, pulp, karpet, sikat, keset, isolator panas dan suara, filter, bahan pengisi jok kursi/mobil dan papan *hardboard*. Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat. Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, tertannin, dan potasium (Mahmud, 2005). Sabut kelapa yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.2

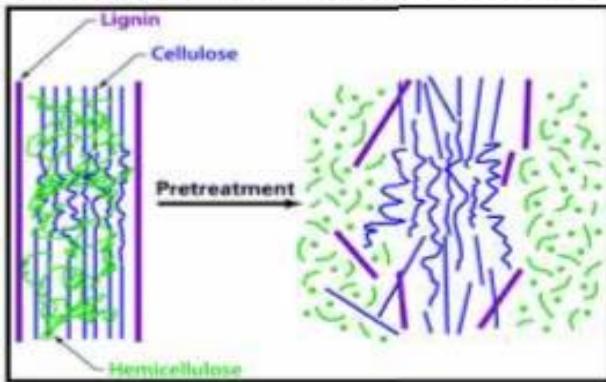


Gambar 2.2 Sabut Kelapa (Anggorowati, 2013)

Debu serbuk sabut kelapa memiliki komposisi kimiawi kandungan lignin sebesar 41%, selulosa 27%, hemiselulosa 18% dan abu 3% (Mulyawan,2015).

2.2 Lignoselulosa

Lignoselulosa merupakan massa yang berasal dari tanaman yang memiliki komponen utama berupa lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Struktur lignoselulosa dideskripsikan dengan selulosa melekat pada ikatan silang matriks bagian hemiselulosa dan keduanya dilapisi oleh lignin. Ketiga komponen tersebut merupakan sumber penting untuk menghasilkan produk seperti gula fermentasi, bahan kimia dan bahan bakar cair. Lignoselulosa dapat berasal dari jerami, bahan kayu, limbah industri, limbah pertanian, rumput-rumputan dan bahan berserat lainnya (Novia,2015). Proses *pretreatment* serta struktur komponen penyusunnya dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Struktur Komponen Penyusun Lignoselulosa
(Novia, 2015)

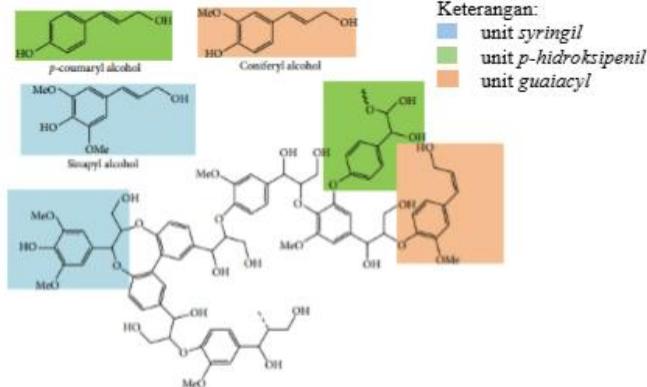
Lignoselulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tumbuhan untuk melindungi, mempertahankan bentuk, serta mencegah kehilangan air secara berlebihan. Dinding sel tersusun atas dinding sel primer dan dinding sel sekunder, diantara dinding sel primer satu sel dengan sel primer lainnya terdapat lamela tengah. Lamela tengah merupakan perekat yang mengikat sel-sel secara bersama-sama untuk membentuk jaringan, dan oleh sebab itu dijumpai di antara dinding-dinding sel primer yang berdekatan. Lignoselulosa merupakan komponen utama dinding sel tanaman dan merupakan sumber bahan organik yang dapat diperbarui. Lignoselulosa terdiri dari selulosa (35-40%), hemiselulosa (30-35%), lignin (14-15%), dan beberapa bahan ekstraktif lain. Selulosa dan hemiselulosa dapat dikonversi menjadi monomer-monomer penyusunnya melalui proses hidrolisis (Wuryaningrum, 2010).

2.2.1 Lignin

Lignin merupakan struktur molekul kompleks yang tersusun atas unit-unit fenilpropana: *unit guaiacyl* (G) yang terdiri



dari prekursor trans-koniferil alkohol, unit *syringyl* (S) terdiri dari prokursor trans-sinapil alkohol dan p-hidroksipenil (H) terdiri dari trans-p-koumaril alkohol. Kehadiran lignin dalam biomassa lignoselulosa adalah kendala utama biomassa karena sifat lignin yang melawan selama proses pemisahan. Lignin bertindak sebagai pelindung bagi permeabilitas sel tanaman dan ketahanan terhadap serangan mikroba dan dengan demikian mencegah kerusakan sel tanaman. Penghapusan lignin diperlukan untuk meningkatkan pengolahan biomassa sampai ke titik di mana kedua hemiselulosa dan selulosa yang dapat mengalami proses solubilisasi (Muslimah, 2017). Unit-unit fenil propana saling terikat oleh ikatan eter (C-O-C) maupun ikatan karbon. Adanya ikatan aril-alkil dan ikatan eter pada lignin mengakibatkan senyawa ini lebih tahan terhadap hidrolisis/degradasi asam tetapi tidak tahan terhadap alkali. Hal ini menyebabkan lignin dapat melindungi selulosa dan senyawa karbohidrat lain pada dinding serat. Lignin tidak dapat diisolasi dari tanaman tanpa mendegradasikan strukturnya. Hal tersebut karena jaringannya berupa ikatan kimia yang sangat kuat dari polimer berberat molekul tinggi. Lignin mengalami perubahan struktur kimia ketika berada pada kondisi asam dan suhu tinggi, sehingga akan terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosanya (Novia, 2015). Struktur penyusun lignin dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Struktur Lignin dan Komponen Penyusunnya (Muslimah,2017)

Lignin merupakan komponen dinding sel yang sulit dicerna oleh bakteri, sehingga dengan kadar lignin yang lebih rendah bakteri akan lebih mudah mendegradasi zat-zat makanan yang terdapat dalam isi sel. Lignin adalah gabungan beberapa senyawa yang hubungannya erat satu sama lain, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen, namun proporsi karbonnya lebih tinggi dibanding senyawa karbohidrat. Lignin sangat tahan terhadap degradasi kimia, termasuk degradasi enzimatik. Lignin Adalah komponen non karbohidrat utama dari serat. Merupakan polimer 3 dimensi yang terdiri dari unit-unit fenol dengan ikatan intra molekuler yang kuat. Lignin biasanya tidak termasuk dalam komponen penting makanan manusia, karena umumnya berhubungan dengan jaringan-jaringan keras dan berkayu yang membentuk komponen struktural tumbuhan. Lignin tidak larut air dan tidak difermentasi oleh bakteri usus. Kandungan lignin yang tinggi ditemukan pada wortel, gandum dan buah yang bijinya dapat dimakan seperti arbe (Arnisa,2017).

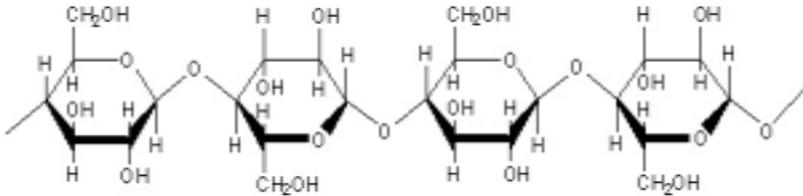


2.2.2 Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah polisakarida pada dinding sel tanaman yang larut dalam alkali dan menyatu dengan selulosa. Hemiselulosa terdiri atas unit D-glukosa, D-galaktosa, D-manosa, D-xilosa, dan L-arabinosa yang terbentuk bersamaan dalam kombinasi dan ikatan glikosilik yang bermacam-macam. Hemiselulosa yang terhidrolisis akan menghasilkan heksosa, pentosa dan asam uronat. Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel. Hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat. Hemiselulosa adalah kelompok heterogen dari senyawa-senyawa yang mengandung sejumlah gula pada rantai utama dan cabangnya. Gula inilah yang menentukan klasifikasi hemiselulosa, terdiri dari xilosa, manosa dan galaktosa pada rantai utama sedangkan pada rantai cabang ditemukan arabinosa, asam glukoronat dan galaktosa. Jenis gula yang terdapat pada rantai cabang memberikan karakteristik penting bagi hemiselulosa. Hemiselulosa yang mempunyai molekul asam pada rantai cabangnya akan sedikit bermuatan listrik dan larut di dalam air, sedangkan hemiselulosa lainnya tidak larut (Arnisa, 2017). Ikatan penyusun struktur hemiselulosa dapat dilihat pada Gambar 2.5



manusia. Selulosa termasuk bahan organik yang melimpah dan mudah ditemukan di alam (Novia, 2015). Selulosa alami mempunyai bentuk amorf dan kristalin, selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan enzim atau asam (Wuryaningrum, 2010). Di bawah ini merupakan struktur penyusun selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Struktur Selulosa (Baharuddin, 2016)

Konversi selulosa menjadi gula alkohol terdiri dari dua tahapan, yang meliputi hidrolisis selulosa menjadi gula alkohol sebagai tahap satu dan dilanjutkan hidrogenasi gula menjadi gula alkohol sebagai tahap dua. Konversi selulosa diawali dengan reaksi hidrolisis untuk menghasilkan glukosa menggunakan bantuan situs asam dan gas H₂. Kemudian hidrogenasi turunan glukosa menggunakan katalis logam Pt. Pada reaksi katalitik selulosa, sebelum diubah menjadi gula alkohol, selulosa akan diubah menjadi glukosa dengan bantuan katalis. Selulosa merupakan polimer glukosa maka hasil reaksi katalitiknya akan memberikan monosakarida, disakarida, dan turunan lainnya. Salah satu turunan monosakarida adalah gula alkohol seperti manitol, sorbitol, dan xilitol yang merupakan turunan monosakarida dari glukosa (Sion, 2018).

2.3 Proses Pretreatment

Pretreatment bertujuan untuk memisahkan ikatan antara lignin dengan selulosa (*delignifikasi*), menghilangkan kandungan Lignin, merusak struktur kristal selulosa dan meningkatkan



porositas bahan. Adanya kerusakan struktur kristal tersebut mengakibatkan selulosa mudah terurai menjadi glukosa, dan senyawa gula tersebut akan difermentasi oleh mikroorganisme (Novia, 2015).

Menurut Asror (2017) perbandingan proses *pretreatment* menggunakan asam maupun basa sebagai berikut :

Tabel 2.1 Perbandingan Proses *Pretreatment*

Asam	Basa
Tidak menurunkan lignin secara signifikan	Menurunkan lignin secara signifikan
Membutuhkan energi yang besar karena membutuhkan temperatur yang tinggi (100°C -23°C)	Berjalan pada temperatur yang rendah(60°C -100°C)
Penurunan kadar hemiselulosa lebih tinggi daripada lignin	Penurunan kadar lignin lebih tinggi daripada hemiselulosa
Menghasilkan produk samping berupa asam asetat dan furfural	Tidak menghasilkan produk samping
Menyebabkan korosif dan limbah yang <i>toxic</i>	Lebih ramah lingkungan

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa *pretreatment* dengan menggunakan basa lebih menguntungkan daripada menggunakan asam, maka digunakan NaOH sebagai *pretreatment* secara kimiawi sehingga komponen lignin rusak dan selanjutnya komponen selulosa maupun hemiselulosa menjadi lebih mudah didegradasi menghasilkan gula (Asror, 2017). Semakin tinggi konsentrasi dan lama perendaman dengan NaOH maka akan semakin tinggi kadar selulosa dan hemiselulosa sedangkan lignin semakin rendah (Istiqomah, 2015)



Keuntungan dari *pretreatment* alkali pada produk yang mengandung lignoselulosa telah diketahui cukup lama. Tujuan dari *pretreatment* adalah untuk memisahkan lignin dan hemiselulosa, mengurangi sifat kekristalan selulosa, dan meningkatkan porositas material lignoselulosa. *Pretreatment* lignoselulosa harus memenuhi beberapa syarat berikut : (1) meningkatkan kemampuan bahan dalam membentuk gula melalui proses hidrolisis, (2) menghindari degradasi atau kehilangan karbohidrat, (3) menghindari pembentukan produk sampingan yang merugikan proses hidrolisis dan fermentasi, dan (4) memiliki harga yang efektif (Muslimah, 2017).

Menurut (Hidayat, 2013) beberapa metode *pretreatment* yang dapat dilakukan sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Metode *Pretreatment*

Perlakuan pendahuluan	Proses	Perubahan
<i>Pretreatment</i> Fisika	a. <i>Milling</i> (penggilingan) : <i>Ball Milling</i>	mengurangi ukuran partikel bahan baku.
<i>Pretreatment</i> Fisika	b. <i>Irradiation</i> : dengan sinar gamma, sinar – elektron dan gelombang mikro	mengurangi ukuran partikel bahan baku.
<i>Pretreatment</i> Fisika	c. <i>Pretreatment</i> lainnya : Tenaga uap, pirolisis dan autohidrolisis	mengurangi ukuran partikel bahan baku.
<i>Pretreatment</i> fisika-Kimia	a. <i>Pretreatment</i> Ammonia Fiber Explosion (AFEX) : menggunakan amonia cair dan tekanan uap.	<i>pretreatment</i> yang menggabungkan proses fisika dan kimia.



Perlakuan pendahuluan	Proses	Perubahan
-----------------------	--------	-----------

- b. *Pretreatment Microwave-Chemical*
- c. *Pretreatment Steam Explosion* : tekanan uap tinggi

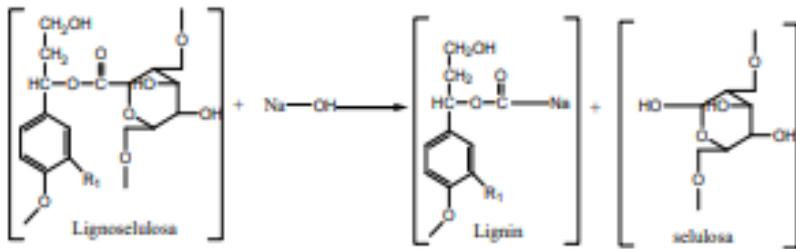
<i>Pretreatment Biologis</i>	<i>Pretreatment</i> secara biologis menggunakan mikroorganisme pendegradasi kayu dan zat penyusunnya seperti lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Kelompok utama mikroorganisme tersebut adalah jamur pembusuk putih dan coklat, serta jamur pembusuk lunak. diketahui mempunyai efisiensi delignifikasi yang tinggi	Mikroorganisme tersebut diketahui mampu merubah komposisi kimia dan struktur biomassa lignoselulosa
------------------------------	---	---

2.4 Proses *Pretreatment* Menggunakan Pelarut NaOH

Natrium hidroksida (NaOH) atau sodium hidroksida adalah sejenis basa logam kaustik yang berasal dari oksida basa



natrium oksida yang mengandung air. Natrium hidroksida telah dipelajari secara intensif selama beberapa tahun dan menunjukkan dapat merusak terhadap struktur lignin biomassa. Sebagian besar senyawa yang digunakan untuk alkaline *pretreatment* (delignifikasi alkalin) adalah NaOH dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Ion OH^- dari NaOH akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sedangkan ion Na^+ akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat. Garam fenolat ini bersifat mudah larut. Lignin yang terlarut ditandai dengan warna hitam pada larutan yang disebut lindi hitam (*blackliquor*). Berdasarkan hal tersebut, larutan NaOH mampu memisahkan lignin dari hemiselulosa dan selulosa (Novia,2015). Proses *pretreatment* dengan menggunakan NaOH dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.7 Proses Pretreatment dengan NaOH
(Baharuddin,2016)

Keberadaan alkali menyebabkan pembengkakan pada selulosa, penambahan luas permukaan selulosa, pengurangan derajat polimerisasi dan kristalinitas selulosa, penghancuran ikatan lignin dan karbohidrat dengan saponifikasi intermolekuler ikatan ester, sebagai pengganggu struktur lignin dengan memecah ikatan glikosidik eter dan sebagai pelarut parsial hemiselulosa. Beberapa basa dapat digunakan dalam proses *pretreatment* lignoselulosa, dan efek dari alkali *pretreatment* bergantung pada kandungan lignin dari material tersebut. Proses alkali *pretreatment* membutuhkan temperatur dan tekanan yang lebih rendah dibanding teknologi *pretreatment* lain. Proses alkali



pretreatment dapat dilakukan pada suhu lingkungan, namun akan membutuhkan waktu yang lebih lama. Jika dibandingkan dengan *pretreatment* asam, alkali *pretreatment* menghasilkan lebih sedikit degradasi gula dan banyak garam-garaman yang mudah dipisahkan dari komponen selulosa. Berdasarkan penelitian sebelumnya NaOH sering digunakan sebagai pelarut lignoselulosa pada alkali *pretreatment* dengan metode gelombang (Muslimah, 2017)

2.5 Metode *Pretreatment* dengan *Microwave*

Gelombang mikro atau mikrogelombang (*microwave*) adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (*Super High Frequency, SHF*), yaitu diatas 3GHz (3×10^9 Hz). Sebenarnya gelombang ini merupakan gelombang radio, tetapi panjang gelombangnya lebih kecil dari gelombang radio biasa. Panjang gelombangnya termasuk *ultra-short* (sangat pendek) sehingga disebut juga mikro (Handayani, 2010). Proses *pretreatment* dilakukan dengan menggunakan panas dari gelombang micro, dimana *microwave* bekerja dengan cara melewatkan gelombang mikro yang berfrekuensi 2450 MHz dengan panjang gelombang 12.25 cm pada sampel kontrol. Absorpsi gelombang mikro menyebabkan peningkatan suhu yang sangat cepat pada reaktan, solven, dan produk. Pada larutan bahan yang digunakan mengandung basa kuat (NaOH), energi dapat disebar melalui konduksi ionik yang menyebabkan pemanasan atau superheating solven. Pemanasan gelombang mikro meningkat untuk cairan ataupun padatan yang dapat mengubah energi elektromagnetik menjadi panas. Efek panas berasal dari medan listrik gelombang mikro yang memaksa dipol untuk berputar dan ion untuk berpindah dari respon lambat mengikuti medan listrik yang cepat. Proses interaksi gelombang mikro dengan bahan ini mengakibatkan kandungan hemiselulosa yang mengikat selulosa dapat terlepas, dan kandungan lignin pada dinding sel yang menghalangi selulosa mulai turun (Dehani,



2013). Pemanasan dengan gelombang mikro mempunyai kelebihan yaitu pemanasan lebih merata karena bukan mentransfer panas dari luar tetapi membangkitkan panas dari dalam bahan tersebut. Pemanasannya juga dapat bersifat selektif artinya tergantung dari dielektrik properties bahan. Hal ini akan menghemat energi untuk pemanasan (Handayani, 2010).

2.6 Pemutihan (*Bleaching*) dengan H_2O_2

Hidrogen peroksida berbentuk cairan tidak berwarna, sedikit lebih kental dari air dan dapat bercampur dengan air dalam berbagai komposisi. Hidrogen peroksida bersifat asam yang sangat lemah dan mempunyai kemampuan sifat oksidator yang sangat kuat. Hidrogen peroksida digunakan sebagai zat pemutih (*bleaching*), desinfektan, antiseptik, oksidator dan pendorong roket. Hidrogen peroksida ini memiliki suhu optimum yaitu, 80-85°C. Jika suhu pada saat proses kurang dari 80°C maka proses akan berjalan lambat, sedangkan jika lebih dari 85°C hasil proses tidak sempurna (Coniwanti, 2015). Proses *bleaching* (pemutih) dengan menggunakan H_2O_2 maupun NaOCl bertujuan untuk melarutkan sisa senyawa lignin yang dapat menyebabkan perubahan warna, dengan cara mendegradasi rantai lignin yang panjang oleh bahan-bahan kimia pemutih menjadi rantai-rantai lignin yang pendek, maka lignin dapat larut pada saat pencucian dalam air atau alkali (Sumada, 2011). Proses pemutihan merupakan suatu proses penghilangan warna dari serat akibat masih tersisnya lignin pada pulp menggunakan bahan kimia. Pemutihan dengan H_2O_2 ini memiliki beberapa keuntungan yaitu waktu pengerjaannya singkat, karena pada saat proses pengerjaan dengan menaikkan suhu hingga 85°C secara konstan selama ± 1 jam, maka serat akan lebih cepat diputihkan (Coniwanti, 2015). Hidrogen peroksida akan terdisosiasi dengan reaksi berikut :



Reaksi pembentukan radikal OH dipengaruhi oleh banyaknya H_2O_2 . Jika jumlah H_2O_2 diperbanyak dengan meningkatkan konsentrasi, maka jumlah OH akan semakin banyak. Semakin banyak OH, maka semakin banyak OH yang menyerang ikatan lignin, sehingga semakin banyak ikatan lignin yang terputus (Arumfitani, 2015).

Pada kondisi asam, hidrogen peroksida sangat stabil, pada kondisi basa mudah terurai. Peruraian hidrogen peroksida juga dipercepat oleh naiknya suhu. Zat reaktif dalam sistem pemutihan dengan hidrogen peroksida dalam suasana basa adalah perhydroxyl anion (HOO^-). Anion ini terbentuk dari penambahan alkali terhadap hidrogen peroksida. Pengaruh pH pada pemutihan menggunakan peroksida berbeda dengan bahan kimia lainnya. Derajat putih yang tinggi dapat diperoleh pada penggunaan pH 1 tetapi derajat putih berkurang dengan tajam pada penggunaan pH lebih dari 4, yang kemudian meningkat secara tetap pada penggunaan pH di atas 10,5. Oleh karena itu, peroksida umumnya digunakan di bawah kondisi alkali. Selektifitas pemutihan dengan peroksida tidak baik apabila menggunakan pH di atas nilai 12 (Coniwanti, 2015).

2.7 Metode Chesson

Menurut (Asror,2017) Analisis kandungan hemiselulosa, selulosa, dan lignin pada penelitian ini menggunakan metode *Chesson-Datta*. Berat sampel yang digunakan untuk pengujian hanya 1 gram dari total berat sampel. Berikut adalah prosedur pengujian untuk mengukur kandungan selulosa dan lignin berdasarkan metode *Chesson-Datta*:

1. Metode analisa *Chesson* adalah, satu gram bahan yang sudah di haluskan (berat a)



2. ditambahkan 150 ml H₂O dan *refluks* pada suhu 100°C dengan *waterbath* selama 1 jam. Kemudian hasilnya disaring dengan kertas saring. Residu kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C sampai beratnya konstan dan ditimbang (berat b).
3. Selanjutnya residu ditambahkan 150 ml H₂SO₄ 1 N dan *refluks* dengan *waterbath* selama 1 jam pada suhu 100°C. Hasilnya kemudian disaring dan dicuci sampai netral (dengan air biasa sebanyak 300 ml) dan residunya dikeringkan hingga beratnya konstan dan ditimbang (berat c).
4. Residu kering ditambahkan 10 ml H₂SO₄ 72% dan dibiarkan pada suhu kamar selama 4 jam. Kemudian ditambahkan 150 ml H₂SO₄ 1 N dan *refluks* pada suhu 100°C dengan *waterbath* selama 1 jam pada pendingin balik kemudian residu disaring dan dicuci dengan H₂O sampai netral. Setelah itu residu dipanaskan dengan oven pada suhu 60°C sampai beratnya konstan dan ditimbang (berat d).

Perhitungan kandungan komponen lignoselulosa adalah sebagai berikut:

$$\text{Hot Soluble Water (HWS)(\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

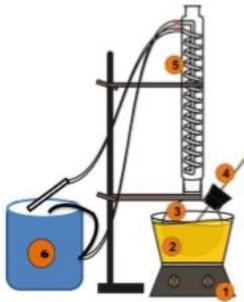
$$\text{Hemiselulosa(\%)} = \frac{b-c}{a} \times 100\%$$

$$\text{Selulosa(\%)} = \frac{c-d}{a} \times 100\%$$

$$\text{Lignin(\%)} = \frac{d-e}{a} \times 100\%$$



Untuk mengetahui rangkaian alat pada metode *chesson* menggunakan *waterbath* dapat dilihat pada Gambar 2.9



Keterangan :

1. Hotplate Stirer
2. Oil bath
3. Labu Leher 2
4. Termometer
5. Kondensator Reflux
6. Bak air pendingin

Gambar 2.8 Rangkaian Alat Metode Chesson (Asror,2017)

Perbedaan sifat kimia kelarutan dari lignin, selulosa dan hemiselulosa digunakan sebagai dasar pengujian metode *Chesson-Datta*. Dimana hemiselulosa dapat larut pada asam encer ditetapkan sebagai senyawa pertama yang diukur, kemudian selulosa yang dapat larut pada asam pekat menjadi senyawa kedua yang diukur. Senyawa terakhir yang diukur adalah lignin. Metode *Chesson-Datta* memanfaatkan sifat kimia lignin tidak larut dalam asam mineral (H_2SO_4). Metode *Chesson-Datta* hanya dapat mengukur lignin tidak larut asam (*Acid Insoluble Lignin – AIL*) dan tidak dapat mengukur lignin larut asam (*Acid Soluble Lignin – ASL*). Kandungan lignin larut asam sangat kecil, yaitu 1% pada kayu daun jarum sedangkan yang terdapat dalam kayu daun lebar sampai 4%. Pada pengujian kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa dengan menggunakan metode *Chesson-Datta* presentase berat kadar abu (1-1.5%) diabaikan (diasumsikan tidak ada). Menurut (Asror, 2017) *Hot Water Soluble (HWS)* adalah proses menghilangkan kandungan ekstraktif.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2019 sampai November 2019 di Laboratorium Kimia, Laboratorium Biologi, Laboratorium Mekatronika dan Laboratorium Rekayasa Bioproses Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Dalam penelitian ini digunakan beberapa peralatan untuk menunjang pelaksanaan penelitian. Tabel dibawah ini merupakan beberapa alat yang digunakan dalam penelitian beserta fungsinya, dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Alat yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Alat	Fungsi
1	<i>Try dryer</i>	: digunakan untuk mengeringkan sabut kelapa
2	<i>Milling</i>	: digunakan untuk menggiling sabut kelapa
3	Ayakan	: digunakan untuk mendapatkan partikel sabut kelapa ukuran 100 <i>mesh</i>
4	Gelas Ukur	: digunakan untuk mengukur larutan yang dibutuhkan



No	Alat	Fungsi
5	Gelas Beaker	: digunakan sebagai wadah larutan dan untuk mereaksikan larutan
6	Pipet Ukur	: digunakan untuk mengambil larutan dengan ukuran tertentu
7	Bulb	: digunakan untuk menyedot larutan
8	Alumunium Foil	: digunakan untuk menutup wadah
9	Botol Kaca	: digunakan untuk menyimpan bahan atau sampel
10	Timbangan Digital	: digunakan untuk menimbang massa bahan
11	Erlenmeyer	: digunakan sebagai wadah NaOH dan bubuk sabut kelapa pada proses <i>pretreatment</i>
12	Spatula	: digunakan untuk mengambil cairan atau bahan kimia
13	<i>Waterbath shaker</i>	: digunakan untuk media pemanas bahan
14	Maffle furnace	: digunakan untuk pengabuan bahan
15	pH meter	: digunakan untuk mengukur pH
16	<i>Microwave</i>	: digunakan untuk memberikan perlakuan panas pada proses <i>pretreatment</i>
17	Stopwatch	: digunakan untuk mengukur waktu pada proses <i>pretreatment</i>
18	Kain Saring	: digunakan untuk memisahkan padatan dan cairan setelah perlakuan
20	Cup aluminium foil	: digunakan sebagai wadah bahan pada saat penimbangan dan pengeringan



3.2.2 Bahan

Pada penelitian ini juga memakai bahan-bahan yang digunakan untuk menguji bahan baku maupun digunakan sebagai pelarut. Berikut beberapa bahan yang digunakan dalam penelitian beserta fungsinya, dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3. 2 Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian

No	Bahan	Fungsi
1	Sabut Kelapa	: digunakan sebagai bahan perlakuan, varietas yang digunakan yaitu kelapa dalam
2	NaOH (PA 98%)	: digunakan sebagai bahan pemecah hemiselulosa yang terkandung pada bubuk sabut kelapa
3	Aquadess	: digunakan sebagai pengenceran NaOH, H ₂ SO ₄ dan larutan metode <i>chesson</i>
4	H ₂ SO ₄ (Teknis 96%)	: digunakan sebagai bahan uji pada metode <i>chesson</i>
5	H ₂ O ₂ (PA 50%)	: digunakan untuk proses <i>bleaching</i> yang berfungsi untuk mendegradasi lignin dan mempertahankan hemiselulosa

3.3 Metode Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah RAL faktorial yang tersusun atas 2 faktor yaitu lama pemanasan (t) serta konsentrasi NaOH (M). Faktor bebas lama pemanasan terdiri dari 10 menit, 15 menit dan 20 menit.



Sedangkan faktor bebas konsentrasi NaOH terdiri dari 3 level variasi konsentrasi 1 M, 2 M dan 3 M.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pemilihan dan Pembuatan Sampel Kontrol

Bahan utama yang digunakan untuk penelitian ini adalah sabut kelapa. Sabut kelapa diambil dari kulit kelapa berwarna coklat dan kering. Setelah memilih jenis kulit kelapa yang akan digunakan, langkah selanjutnya adalah memisahkan antara kulit kelapa yang keras dengan sabut kelapa bagian dalam. Kemudian dikeringkan dengan oven menggunakan suhu 70°C agar sabut kelapa kering merata hingga sabut kelapa terlihat kering dan kaku. Untuk mempermudah proses *pretreatment* dilakukan penggilingan bahan serta diayak dengan ayakan sebesar 100 *mesh*. Menurut (Adinigrum, 2015) penggilingan sabut kelapa dengan ukuran yang relatif kecil dimaksudkan untuk mengubah struktur molekul yang terdapat pada bahan lignoselulosa dan tingkat kristalinitas, sehingga didapatkan selulosa yang lebih tinggi.

3.4.2 Pencampuran Sampel dengan Natrium Hidroksida (NaOH)

Pencampuran sampel bubuk sabut kelapa dengan Natrium Hidroksida menggunakan perbandingan 1:10 dengan berat sampel bubuk sabut kelapa sebanyak 10 gram dan banyak NaOH yang ditambahkan 100 ml. Pada proses *pretreatment* ini bubuk sabut yang telah halus ditimbang sebanyak 10 gram kemudian dicampurkan dengan 100 ml larutan NaOH sebesar 1 M, 2 M dan 3 M kedalam erlenmeyer.

3.4.3 Pemanasan dengan *Microwave*

Setelah dilakukan pencampuran sampel sabut dengan natrium hidroksida, dilanjutkan proses *pretreatment*



menggunakan *microwave* dengan daya yang digunakan 600 *watt*. Lama proses pemanasan dilakukan sebanyak 3 variasi yaitu 10 menit; 15 menit dan 20 menit. Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dengan tujuan menghindari proses penguapan NaOH saat proses *pretreatment* berlangsung.

3.4.4 Penyaringan dan Pengeringan Oven

Sampel yang telah dilakukan proses pemanasan dengan *microwave* disaring menggunakan kain saring, sehingga terpisah antara padatan dengan filtrat. Indikasi larutnya lignin pada NaOH dapat dilihat dari filtrat sampel yang berwarna hitam kecoklatan. Kemudian padatan yang tersaring ditambahkan/dicuci dengan aquades. Penambahan aquades bertujuan untuk membersihkan padatan dari lignin yang larut bersama NaOH. Padatan dari sabut kelapa hasil *pretreatment* dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C hingga berat konstan. Proses pengeringan tersebut dilakukan untuk mengurangi kandungan air pada bubuk sabut kelapa yang telah mengalami *pretreatment* agar enzim-enzim tidak dapat bekerja.

3.4.5 Bleaching (Pemutihan) dengan H₂O₂

Sampel padatan hasil *pretreatment* yang sudah dikeringkan kemudian dilakukan proses bleaching dengan menambahkan H₂O₂. Penambahan antara sampel dengan H₂O₂ sebanyak 100 ml dengan variasi konsentrasi sebesar 3M, salah satu faktor dari *bleaching* adalah konsentrasi, dimana reaksi dapat ditingkatkan dengan memperbesar konsentrasi bahan pemutih. Penggunaan bahan kimia pemutih yang berlebih tidak akan meningkatkan derajat kecerahan karena derajat kecerahan yang dicapai telah maksimal. Selain konsentrasi perbandingan juga dapat berpengaruh dimana bahan yang akan diputihkan dengan bahan pemutih akan mempengaruhi hasil yang didapat. Semakin kecil perbandingan rasio bahan yang akan diputihkan dengan bahan pemutih akan meningkatkan

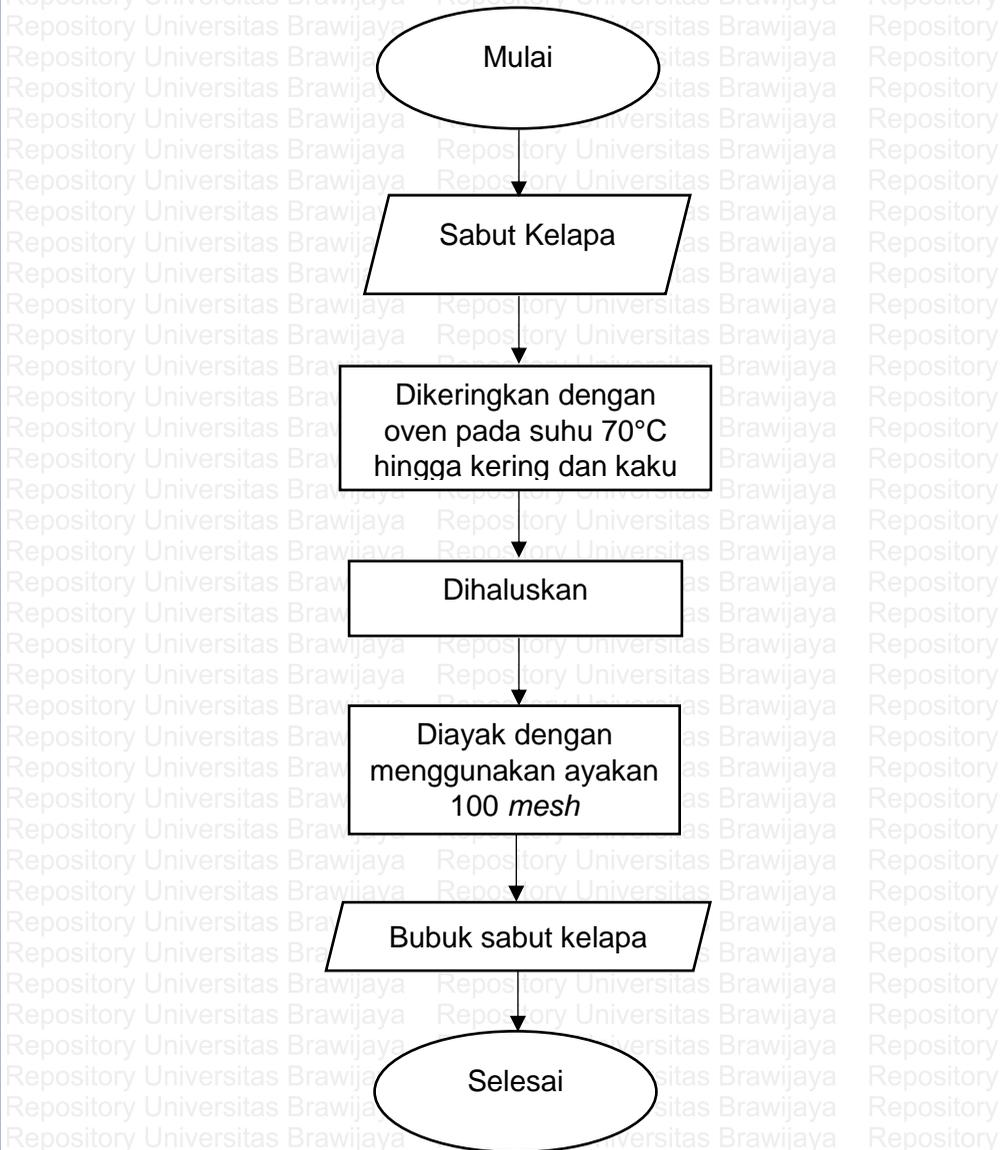


reaksi pemutihan. Tetapi dengan rasio yang semakin kecil akan mengurangi efisiensi penggunaan zat pemutih. Pada proses pemutihan (*bleaching*) umumnya dipakai rasio bahan dengan zat *bleaching* antara 8 : 1 hingga 20 : 1 (Coniwanti, 2011).

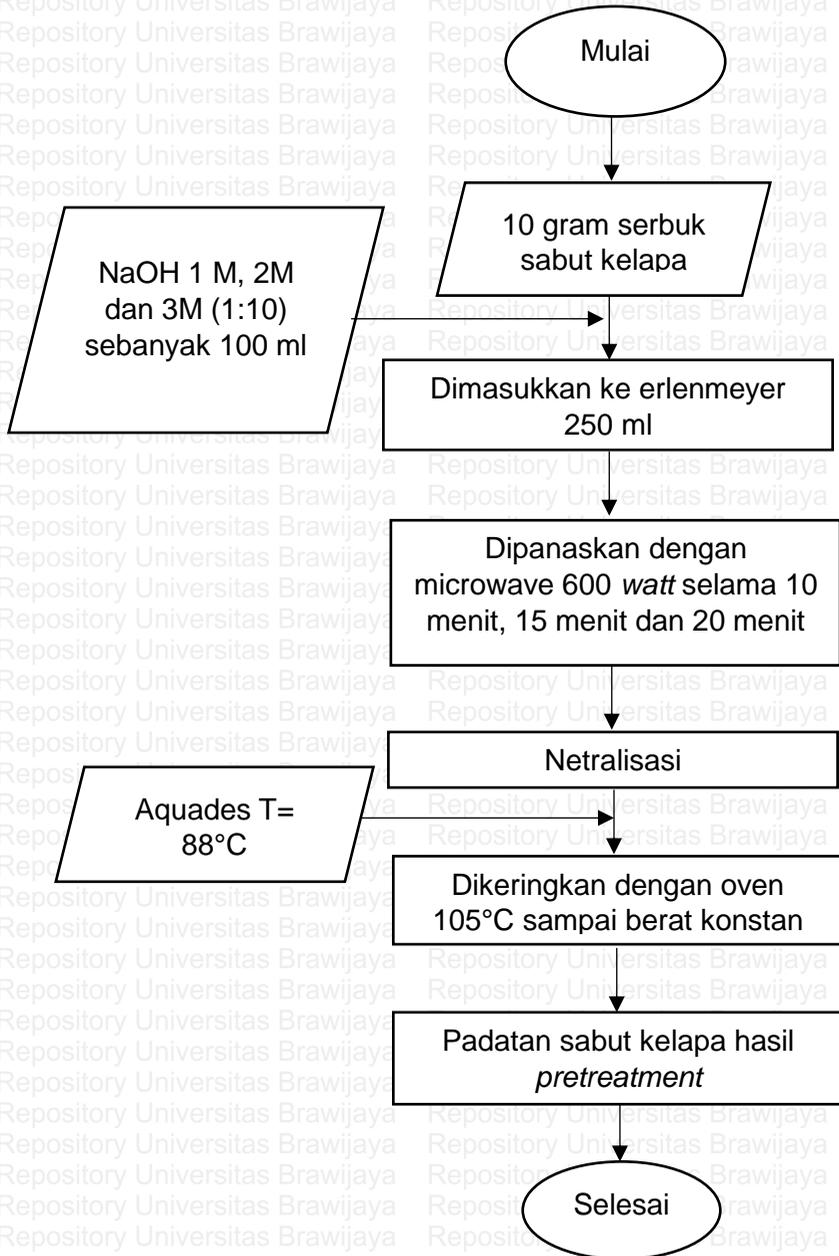
Setelah dilakukan proses *bleaching* dilakukan pemasan dalam *bioshaker* pada suhu 85°C selama 60 menit, waktu juga dapat mempengaruhi proses dari *bleaching* pada umumnya perlakuan bahan kimia pemutih terhadap serat akan menjadi lebih reaktif dengan memperpanjang waktu reaksi. Namun, waktu reaksi yang terlalu lama akan merusak rantai selulosa dan hemiselulosa pada serat tersebut (Coniwanti, 2011). Setelah proses pemanasan dengan *waterbath* sampel diukur pH dengan *range* pH sebesar 10-11. Menurut (Coniwanti, 2015) Derajat putih yang tinggi dapat diperoleh pada penggunaan pH 1 tetapi derajat putih berkurang dengan tajam pada penggunaan pH lebih dari 4, yang kemudian meningkat secara tetap pada penggunaan pH di atas 10,5. Oleh karena itu, peroksida umumnya digunakan di bawah kondisi alkali. Selektifitas pemutihan dengan peroksida tidak baik apabila menggunakan pH di atas nilai 12. Setelah diukur pH dan dilakukan netralisasi kemudian sampel dioven dengan suhu 105°C hingga berat konstan dan dianalisa kandungan hemiselulosa, selulosa maupun lignin.

3.4.6 Analisa Perlakuan

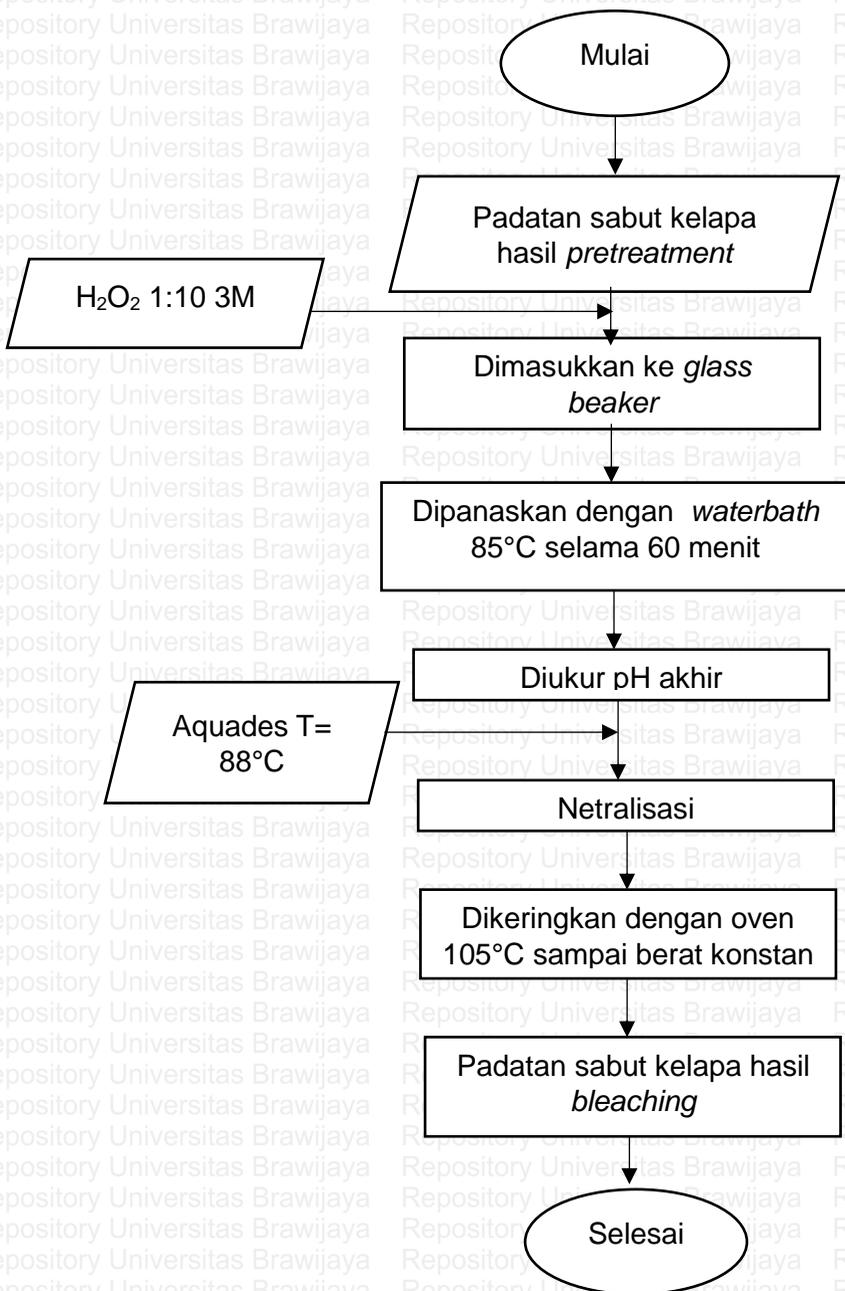
Bubuk sabut kelapa hasil *pretreatment* menggunakan NaOH dan *dibleaching* dengan H₂O₂ dianalisa kandungan lignin, hemiselulosa dan selulosa menggunakan metode *chesson*. Setelah itu dilakukan perbandingan antara bubuk sabut kelapa tanpa proses *pretreatment* dengan bubuk kelapa yang diberi perlakuan *pretreatment* menggunakan NaOH. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif peningkatan hemiselulosa serta selulosa dan penurunan lignin pada proses *pretreatment* menggunakan *microwave*.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Bubuk Sabut Kelapa



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses *Pretreatment*



Gambar 3.3 Diagram Alir Proses *Bleaching*



3.5 Pengamatan dan Analisis Data

3.5.1 Parameter Pengamatan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan kandungan hemiselulosa dan selulosa serta penurunan lignin pada proses *pretreatment* sabut kelapa. Oleh sebab itu parameter yang diukur pada penelitian ini adalah kadar lignin, hemiselulosa serta selulosa bubuk sabut kelapa sebelum dan sesudah proses *pretreatment*. Proses *pretreatment* sabut kelapa ini menggunakan variasi konsentrasi NaOH sebesar 1 M, 2 M, dan 3 M, sedangkan untuk variasi lama pemanasan menggunakan *microwave* dengan daya 600 watt yaitu selama 10 menit; 15 menit dan 20 menit. Perlakuan tersebut dilakukan tiga kali pengulangan hingga mendapatkan hasil terbaik dari variasi konsentrasi NaOH serta lama pemanasan. Hasil terbaik dari dapat ditentukan dari kandungan hemiselulosa dan selulosa tertinggi serta kandungan lignin terendah. Uji kandungan lignin, hemiselulosa dan selulosa menggunakan metode *chesson*.

3.5.2 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisa menggunakan metode RAL faktorial dengan 2 faktor yaitu kombinasi antara konsentrasi NaOH dengan lama pemanasan. Penelitian ini menggunakan konsentrasi NaOH sebesar 1 M, 2 M dan 3 M dengan lama pemanasan 10 menit; 15 menit dan 20 menit. Maka kombinasi antara konsentras NaOH dan lama pemanasan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.3 Kombinasi Perlakuan Proses *Pretreatment*

Konsentrasi NaOH (M)	Waktu Pemanasan (Menit)		
	10	15	20
1 M	M1 T1	M1 T2	M1 T3
2 M	M2 T1	M2 T2	M2 T3
3 M	M3 T1	M3 T2	M3 T3

Keterangan:

M1 T1 : Konsentrasi NaOH 1 M dengan lama pemanasan 10 menit

M2 T1 : Konsentrasi NaOH 2 M dengan lama pemanasan 10 menit

M3 T1 : Konsentrasi NaOH 3 M dengan lama pemanasan 10 menit

M1 T2 : Konsentrasi NaOH 1 M dengan lama pemanasan 15 menit

M2 T2 : Konsentrasi NaOH 2 M dengan lama pemanasan 15 menit

M3 T2 : Konsentrasi NaOH 3 M dengan lama pemanasan 15 menit

M1 T3 : Konsentrasi NaOH 1 M dengan lama pemanasan 20 menit

M2 T3 : Konsentrasi NaOH 2 M dengan lama pemanasan 20 menit

M3 T3 : Konsentrasi NaOH 3 M dengan lama pemanasan 20 menit

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kadar Air Bahan

Pengukuran kadar air bahan sabut kelapa dilakukan dengan metode oven yaitu dengan cara mengambil sampel sebelum digiling dan sesudah digiling dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Sampel diambil sebanyak ± 3 gram kemudian dioven pada suhu 104°C selama 4 jam. Sabut kelapa yang telah dioven selanjutnya dimasukkan kedalam *desikator* selama 20 menit dengan tujuan untuk menghilangkan uap panas akibat proses pemanasan yang dapat mengurangi nilai kadar air sabut kelapa. Sabut kelapa yang telah didinginkan dengan menggunakan *desikator* selanjutnya ditimbang dan diperoleh berat setelah pemanasan. Data yang telah diperoleh kemudian dihitung untuk mendapatkan besar kadar air pada bahan sabut kelapa sebelum dipanaskan, kadar air sabut kelapa setelah dipanaskan sebelum digiling dan kadar air sabut kelapa sesudah dipanaskan serta telah dilakukan proses penggilingan. Hasil perhitungan kadar air pada masing-masing perlakuan sabut kelapa dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Berdasarkan hasil tersebut kemudian dilakukan perhitungan rata-rata kadar air dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Kadar Air Rata-Rata Sabut Kelapa

No	Jenis Bahan	Nilai Kadar Air
1	Bahan Awal	$85,940 \pm 0,181\%$
2	Sebelum Digiling	$14,570 \pm 0,418\%$
3	Sesudah Digiling	$7,380 \pm 0,150\%$



Berdasarkan Tabel 4.1 diatas didapatkan berat awal rata-rata dari sampel yang digunakan sebesar $85,94 \pm 0.181\%$. Setelah dilakukan pengujian kadar air didapatkan Berat akhir bahan sabut kelapa kemudian dilakukan perhitungan kadar air dan didapatkan hasil rata-rata pada 3 kali pengulangan sebesar $14,570 \pm 0.418\%$ untuk sabut kelapa sebelum digiling sedangkan kadar air sesudah digiling menurun menjadi $7,380 \pm 0.150\%$. Hasil pengukuran kadar air sabut kelapa sebelum digiling dan sesudah digiling memiliki kadar air yang cukup rendah. Menurut literatur kadar air merupakan salah satu sifat fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan. Kemampuan partikel suatu media untuk menahan dan menyerap air, menentukan kadar air dalam media. Presentase kadar air serbuk sabut kelapa berkisar $19,3\%$ dengan penjemuran selama 10 menit. Perbedaan kadar air pada serbuk sabut kelapa bergantung pada lama penjemuran yang akan menjadikan serbuk sabut kelapa memiliki kadar air yang semakin rendah (Hasriani, 2013).

4.2 Komposisi Hemiselulosa, Selulosa dan Lignin Pada Sabut Kelapa Sebagai Sampel Kontrol

Sabut kelapa yang digunakan sebagai sampel kontrol tidak dilakukan proses *pretreatment* penambahan NaOH dan pemanasan menggunakan *microwave*. Pembuatan sampel kontrol sabut kelapa dilakukan dengan cara menimbang sebanyak 10 gram kemudian dicampurkan dengan aquades sebanyak 100 ml. Larutan sabut kelapa yang telah bercampur aquades dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 105°C . Pembuatan sampel tersebut dilakukan setiap pengulangan pengujian yaitu sebanyak 3 kali. Setiap pengulangan dibuat satu kontrol yang digunakan sebagai pembanding antara sabut kelapa yang dilakukan *pretreatment* NaOH dan pemanasan oven dengan sampel tanpa perlakuan, sehingga mengetahui peningkatan kandungan hemiselulosa, selulosa serta penurunan



lignin. Hasil analisa pengukuran kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin tanpa penambahan NaOH dan proses pemanasan dengan *microwave* dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Kandungan Sabut Kelapa Sebelum *Pretreatment*

KOMPONEN	RATA-RATA SAMPEL KONTROL
Hemiselulosa	24,286 ± 2,025%
Selulosa	28,013 ± 3,491%
Lignin	46,430 ± 1,604%

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas didapatkan nilai kandungan sabut kelapa kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin. Hasil rata-rata kandungan sabut kelapa didapatkan dari tiga kali pengujian dengan menggunakan metode *chesson*. Nilai rata-rata kandungan hemiselulosa tanpa dilakukan proses *pretreatment* sebesar 24,286±2,025%, untuk berat selulosa diketahui sebanyak 28,013±3,491% dan berat lignin sebesar 46,430±1,604%. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa lignin memiliki kandungan yang cukup besar sehingga perlu dilakukan pemecahan struktur lignin dengan pelarut alkali NaOH serta dibantu dengan proses *bleaching* untuk mendegradasi struktur panjang pada lignin dan menghilangkan lignin sisa pada proses *pretreatment*. Selain itu kandungan hemiselulosa dan selulosa juga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan xilitol.

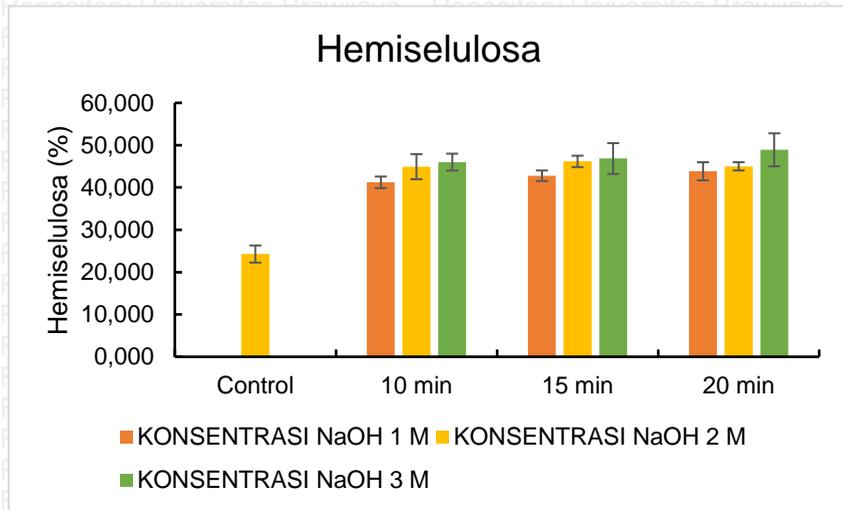
4.3 Hasil *Pretreatment* dengan *Microwave*

4.4.1 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu *Pretreatment Microwave* Terhadap Kandungan Hemiselulosa Sabut Kelapa

Pada penelitian proses *pretreatment* sabut kelapa diharapkan kandungan hemiselulosa semakin meningkat. Hal



tersebut karena komponen utama penyusun hemiselulosa adalah xilan. Ketika dilakukan proses hidrolisis xilan akan menghasilkan xilosa. Maka semakin tinggi kandungan hemiselulosa semakin banyak kandungan xilosa yang dihasilkan, sehingga akan berpengaruh pada proses hidrolisis untuk dapat menghasilkan xilitol yang tinggi juga (Wuryaningrum, 2010). Hasil perlakuan terbaik adalah perlakuan yang dapat meningkatkan kandungan hemiselulosa dari sampel kontrol. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kandungan hemiselulosa dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Pengaruh konsentrasi NaOH dan Waktu *Pretreatment Microwave* Terhadap Kandungan Hemiselulosa Sabut Kelapa



Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa hemiselulosa mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH dan lama proses *pretreatment*. Kadar hemiselulosa rata-rata perlakuan tertinggi terdapat pada konsentrasi NaOH 3 M yaitu sebesar $48,903 \pm 3,900\%$ dengan lama pemanasan 20 menit. Sedangkan hemiselulosa rata-rata terendah terdapat pada konsentrasi NaOH 1 M yaitu sebesar $41,217 \pm 1,368\%$. Menurut literatur proses delignifikasi dengan menggunakan NaOH akan mengurangi jumlah lignin, maka secara otomatis ikatan xilan atau selulosa terputus. Hal tersebut dikarenakan xilan atau hemiselulosa berada diantara lignin dan kumpulan serta selulosa. Lapisan xilan berikatan secara kovalen dengan lignin dan non kovalen dengan selulosa melalui ikatan hidrogen. Maka pemecahan rantai polisakarida tersebut dengan lignin akan memberikan peningkatan hemiselulosa yang dihasilkan (Aniriani,2017). Oleh sebab itu pada penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi NaOH dan lama waktu *pretreatment* untuk mendapatkan hasil hemiselulosa yang tinggi. Hasil tersebut kemudian diuji menggunakan ANOVA yang terdapat pada **lampiran 5**. Dalam uji ANOVA hasil yang didapatkan dalam penelitian ini bahwa perlakuan *pretreatment* dengan variasi konsentrasi NaOH dan lama waktu tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kandungan hemiselulosa yang diperoleh. Berdasarkan analisa ragam (ANOVA) pada lampiran 5 dapat dilihat bahwa nilai F hitung perlakuan pada variasi konsentrasi sebesar 8,456 jika dibandingkan dengan nilai F tabel 5% didapatkan nilai 3,55 dan F tabel 1% sebesar 6,01. Menurut analisa tersebut disimpulkan bahwa F hitung lebih besar dari F tabel sehingga variasi konsentrasi NaOH berpengaruh nyata terhadap kandungan hemiselulosa dan dilanjutkan dengan uji BNT. Sedangkan pada variasi waktu lama pemanasan didapatkan hasil F hitung sebesar 1,397 dengan perbandingan F tabel 5% didapatkan hasil sebesar 3,55 dan F tabel 1% sebesar 6,01. Berdasarkan analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa



lama waktu pemanasan dengan *microwave* pada perlakuan tidak berbeda nyata pada hasil hemiselulosa dan tidak dilakukan uji lanjut BNT. Uji lanjut pada variasi konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Uji BNT Pada Hemiselulosa

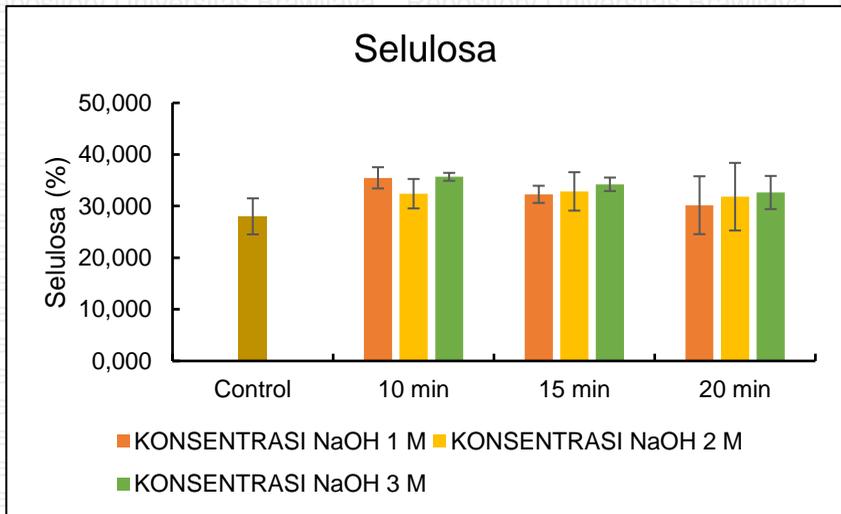
Konsentrasi NaOH	Hasil	Notasi	BNT 5%
1 M	127,8267 *	a	4,128
2 M	136,1 *	b	
3 M	141,74 *	c	

Tabel diatas merupakan hasil uji lanjut BNT untuk variasi konsentrasi NaOH. Berdasarkan data tersebut didapatkan hasil BNT 0,05 sebesar 4,128 kemudian hasil rata-rata perlakuan yang didapatkan dibandingkan dengan nilai BNT 5%. Jika nilai rata-rata lebih besar dari nilai BNT maka dapat disimpulkan bahwa hasil berbeda nyata yang diberi simbol (*) jika nilai rata-rata lebih kecil dari nilai BNT maka diberi simbol tn. Selain itu hasil uji juga dapat disimpulkan lewat notasi, perbedaan notasi pada tabel diatas dapat diartikan bahwa hasil yang diuji memiliki nilai yang berbeda nyata. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) merupakan prosedur pengujian perbedaan diantara rata-rata perlakuan. Kriteria pengambilan keputusan uji BNT: jika beda dari dua perlakuan lebih besar dari BNT maka kedua perlakuan tersebut berbeda nyata pada taraf α . jika beda dari dua perlakuan lebih kecil atau sama dengan BNT maka kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata pada taraf α (Susilawati, 2015).



4.4.2 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu *Pretreatment Microwave* Terhadap Kandungan Selulosa Sabut Kelapa

Pada proses *pretreatment* secara alami dilakukan untuk merusak struktur lignin dan struktur kristal yang mengikat selulosa. Pada struktur lignoselulosa, selulosa diikat oleh hemiselulosa dan diikat oleh lignin. Akan tetapi pada proses ini selulosa yang dihasilkan tidak maksimal karena tujuan dari *pretreatment* ini untuk meningkatkan kadar hemiselulosa yang selanjutnya akan dihidrolisis menjadi xilitol. Pengaruh konsentrasi NaOH dan Waktu *Pretreatment Microwave* Terhadap kandungan selulosa sabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Pengaruh konsentrasi NaOH dan Waktu *Pretreatment Microwave* Terhadap Kandungan Selulosa Sabut Kelapa

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa hasil selulosa yang diperoleh mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya lama proses pemanasan *microwave*. Pada konsentrasi NaOH 1 M selulosa menurun dari 35,477%±2,059

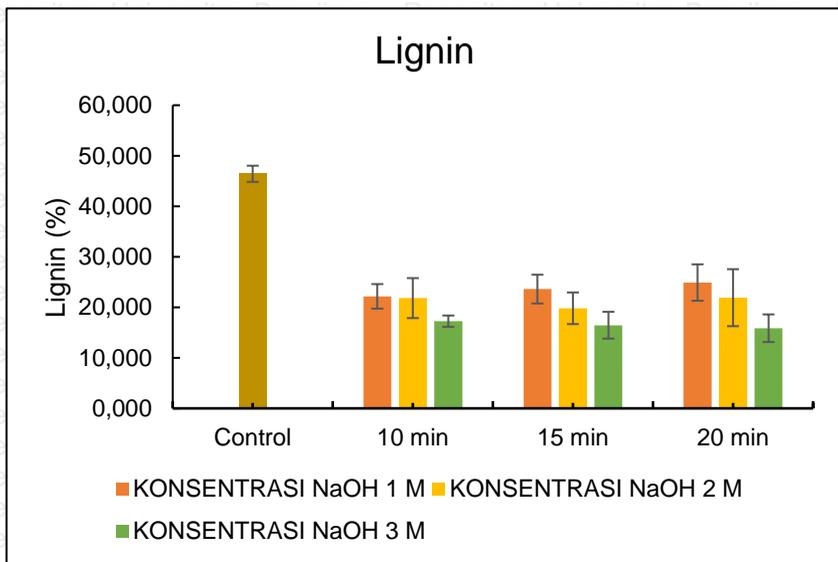


menjadi $32,283\% \pm 1,661$ pada menit ke 15 dan $30,170\% \pm 5,606$ pada menit ke 20. Tetapi hasil yang didapat ketika diberi perlakuan 2 M didapat hasil yang flutuatif, dimana pada menit 10 ke 15 mengalami peningkatan dari $32,407\% \pm 2,854$ menjadi $32,843\% \pm 3,723$ dan pada menit ke 20 hasil selulosa menurun menjadi $31,823\% \pm 6,554$. Pada perlakuan menggunakan konsentrasi 3 M selulosa mengalami penurunan dari menit ke 10 sebesar $35,673\% \pm 0,767$ menurun menjadi $34,227\% \pm 1,304$ pada menit ke 15 dan $32,633\% \pm 3,213$ pada menit ke 20. Berdasarkan hasil yang didapat disimpulkan bahwa semakin lama proses pemanasan maka selulosa yang dihasilkan akan menurun. Menurut literatur kehilangan selulosa diakibatkan degradasi oksidatif maupun hidrolitik. Penurunan jumlah selulosa maupun lignin dikarenakan larut dalam pelarut sedangkan polisakarida yang mengendap adalah xilan (Aniriani, 2017). Hasil rata-rata selulosa yang didapat dilanjutkan dengan uji ANOVA yang hasilnya terdapat pada **Lampiran 6**. Hasil ANOVA yang didapat pada **Lampiran 6** tersebut F hitung pada variasi konsentrasi sebesar 0,668 jika dibandingkan dengan F tabel 5% didapatkan hasil sebesar 3,55 dan F tabel 1% sebesar 6,01. Sedangkan pada variasi waktu lama *pretreatment* didapatkan hasil hitung sebesar 1,548 dan F tabel 1% sebesar 6,06. Berdasarkan analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa lama waktu pemanasan dengan *microwave* maupun variasi konsentrasi NaOH pada perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap hasil selulosa. Data dari hasil tersebut tidak diuji lanjut dengan menggunakan uji BNT karena hasil yang didapatkan tidak berbeda nyata.



4.4.3 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu Pretreatment Microwave Terhadap Kandungan Lignin Sabut Kelapa

Pretreatment merupakan proses degradasi lignin dari bahan perlakuan. Lignin merupakan polimer yang strukturnya heterogen, adanya kandungan lignin dapat menghambat bahan-bahan pada lignoselulosa susah untuk dihidrolisis. Oleh karena itu perlu dilakukan *pretreatment* dengan menggunakan NaOH dan bantuan panas *microwave* untuk memutuskan ikatan-ikatan pada lignoselulosa. Pada Gambar 4.3 merupakan grafik pengaruh konsentrasi NaOH dan lama waktu pemanasan terhadap kandungan lignin.



Gambar 4.3 Pengaruh konsentrasi NaOH dan Waktu Pretreatment Microwave Terhadap Kandungan Lignin Sabut Kelapa



Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa kandungan lignin yang dihasilkan mengalami penurunan jika dibandingkan dengan sampel kontrol tanpa penambahan NaOH maupun pemanasan *microwave*. Penurunan kandungan lignin pada sabut kelapa terus menurun seiring dengan penambahan NaOH dan semakin lama proses pemanasan. Kandungan lignin rata-rata sebelum proses *pretreatment* sebesar $46,430\% \pm 1,604$ setelah dilakukan proses *pretreatment* didapatkan hasil lignin rata-rata tertinggi sebesar $24,903\% \pm 3,607$ pada proses pemanasan selama 20 menit dan konsentrasi NaOH sebanyak 1 M. Sedangkan kandungan lignin terendah sebesar $15,86\% \pm 2,733$ dilakukan pada proses pemanasan selama 10 menit menggunakan pelarut NaOH sebesar 3 M. Menurut literatur kandungan NaOH yang digunakan dalam proses *pretreatment* memutuskan ikatan lignin. Ion OH⁻ dari NaOH akan memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sedangkan ion Na⁺ akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat. Garam fenolat ini bersifat mudah larut. Lignin yang terlarut ditandai dengan warna hitam pada larutan yang disebut lindi hitam (*blackliquor*). Berdasarkan hal tersebut, larutan NaOH mampu memisahkan lignin dari selulosa (Novia,2015). Selain proses *pretreatment* menggunakan NaOH pemutusan struktur lignin dibantu dengan proses bleaching yaitu mendegradasi rantai lignin yang panjang oleh bahan-bahan kimia pemutih menjadi rantai-rantai lignin yang pendek, maka lignin dapat larut pada saat pencucian dalam air atau alkali. Proses pemutihan merupakan suatu proses penghilangan warna dari serat akibat masih tersisnya lignin pada pulp menggunakan bahan kimia (Sumada, 2011). Hasil rata-rata yang didapatkan kemudian dilakukan uji ANOVA untuk kandungan lignin, hasilnya dapat dilihat pada pada **lampiran 7**. Berdasarkan hasil uji ANOVA terhadap kandungan lignin sabut kelapa menunjukkan bahwa hasil F hitung pada variasi konsentrasi NaOH (1 M, 2 M dan 3 M) didapatkan hasil sebesar 10,350 jika dibandingkan dengan nilai



F tabel 5% didapatkan hasil sebesar 3,55 dan F tabel 1% sebesar 6,01. Berdasarkan perhitungan ANOVA tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi NaOH untuk pengujian lignin berpengaruh nyata atau berbeda pada hasil yang didapatkan, kemudian uji ANOVA tersebut dilanjutkan dengan uji BNT. Sedangkan pada variasi waktu lama proses *pretreatment* didapatkan hasil f hitung sebesar 0,177 dimana hasil tersebut tidak berbeda nyata apabila dibandingkan dengan nilai f tabel 5% sebesar 3,55 dan f tabel 1% sebesar 6,01. Berdasarkan hasil ANOVA tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa waktu *pretreatment* tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan lignin sabut kelapa, hal tersebut karena variasi waktu yang digunakan tidak berbeda jauh bahkan hanya berbeda 5 menit setiap variasinya maka kandungan lignin yang diperoleh juga tidak berbanding nyata hasilnya. Pada uji lanjut menggunakan BNT dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Uji BNT Pada Lignin

Konsentrasi NaOH	Hasil	Notasi	BNT 5%
1 M	49,577 *	a	5,721
2 M	63,540 *	b	
3 M	70,673 *	c	

Tabel diatas merupakan hasil uji lanjut BNT untuk variasi konsentrasi NaOH. Berdasarkan data tersebut didapatkan hasil BNT 0,05 sebesar 5,721 kemudian rata-rata perlakuan yang dihasilkan dibandingkan dengan nilai BNT yang didapat. Jika nilai rata-rata lebih besar dari nilai BNT maka dapat disimpulkan bahwa hasil berbeda nyata yang diberi simbol (*) jika sebaliknya maka diberi simbol tn. Selain itu hasil uji juga dapat disimpulkan lewat notasi, perbedaan notasi pada tabel diatas dapat diartikan bahwa hasil yang diuji memiliki nilai yang berbeda nyata. Uji BNT (Beda Nyata



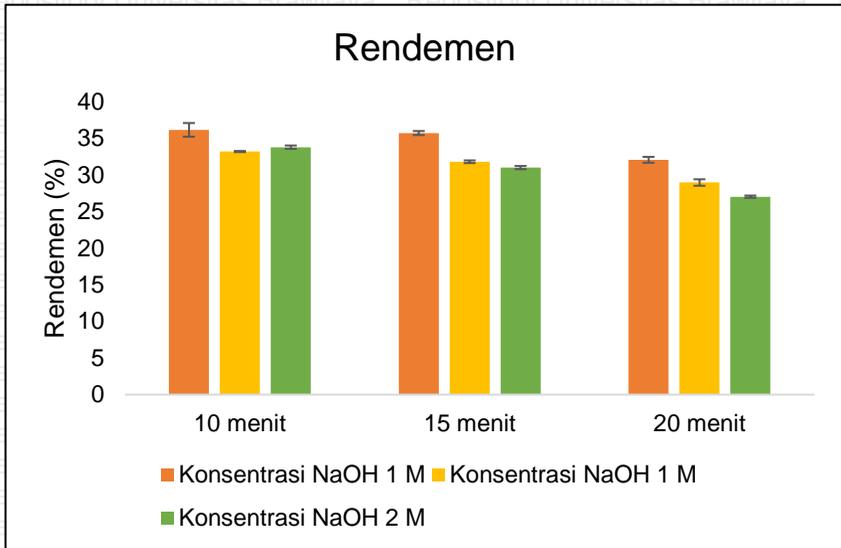
Terkecil) merupakan prosedur pengujian perbedaan diantara rata-rata perlakuan. Kriteria pengambilan keputusan uji BNT: jika beda dari dua perlakuan lebih besar dari BNT maka kedua perlakuan tersebut berbeda nyata pada taraf α . jika beda dari dua perlakuan lebih kecil atau sama dengan BNT maka kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata pada taraf α (Susilawati, 2015).

4.4 Rendemen

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran rendemen sebelum penambahan larutan dan setelah dilakukan proses *pretreatment* bahan sabut kelapa untuk mengetahui presentase massa yang hilang selama proses *pretreatment*. Cara perhitungan rendemen dilakukan dengan menimbang massa bahan perlakuan awal sebelum proses *pretreatment* dibagi dengan massa bahan setelah mengalami proses *pretreatment* dikalikan dengan 100%. Massa awal bahan perlakuan yang digunakan yaitu sebesar 10 gram selanjutnya dilakukan proses *pretreatment* dengan menggunakan perbedaan perlakuan konsentrasi NaOH sebesar 1 M, 2 M dan 3 M serta lama waktu pemanasan 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Kemudian sampel dikeringkan sehingga didapatkan massa akhir sampel sesudah *pretreatment*. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan hasil bahwa proses *pretreatment* berpengaruh terhadap rendemen bahan perlakuan. Untuk mengetahui besar rendemen yang



dihasilkan pada proses *pretreatment* dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Pengaruh *Pretreatment* terhadap rendemen bahan perlakuan

Rendemen bahan perlakuan mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi NaOH dan lama pemasanan proses *pretreatment*. Rendemen rata-rata sabut kelapa menggunakan konsentrasi NaOH 1 M selama 10 menit, 15 menit dan 20 menit didapatkan hasil berturut-turut sebesar 36,132%; 35,702% dan terus menurun pada menit ke 20 sebesar 32,046%. Sedangkan pada konsentrasi sebesar 2 M dengan proses pemanasan selama 10 menit, 15 menit dan 20 menit didapatkan hasil berturut-turut sebesar 33,177%, terus menurun menjadi 31,786% dan 28,947%. Selanjutnya pada grafik tersebut hasil rendemen pada konsentrasi NaOH sebesar 3 M didapatkan hasil sebesar 33,769% pada menit ke 10, serta berat rendemen terus mengalami penurunan pada menit ke 15 menjadi 30,986% dan menit ke 20 menjadi 27,011%. Menurut (Agung,2009) NaOH berpengaruh terhadap hasil rendemen yang didapat, hal tersebut



disebabkan karena NaOH terurai menjadi $\text{Na}^+ \text{OH}^-$. Ion hidroksil tersebut akan menyerang struktur bahan yang digunakan. Struktur tersebut dipecahkan oleh NaOH dan diuapkan oleh perlakuan panas dari *microwave* sehingga menyebabkan kehilangan massa pada proses *pretreatment*. Maka semakin lama waktu *pretreatment* menyebabkan banyak senyawa yang hilang karena menguap serta semakin tinggi konsentrasi NaOH maka kandungan basa (OH^-) semakin banyak komponen terhidrolisis lebih sempurna menjadi komponen yang lebih kecil lagi.

Efiseinsi produksi untuk menghasilkan produk dengan jumlah yang diharapkan dapat dilihat dengan nilai rendemen. Penurunan massa bahan perlakuan juga disebabkan karena proses penyaringan dengan aquades, padatan sabut kelapa banyak yang tertinggal pada saringan dan terbuang karena ukurannya yang sangat kecil sehingga berpengaruh terhadap penurunnya nilai rendemen bahan perlakuan. Tujuan perhitungan nilai rendemen hasil akhir proses *pretreatment* supaya memudahkan proses selanjutnya untuk menentukan massa yang digunakan pada proses hidrolisis berdasarkan *yield* dari proses *pretreatment*.

Hasil perhitungan standart deviasi pada kelompok data rendemen pada konsentrasi NaOH sebesar 1 M dengan lama waktu pemanasan 10 menit, 15 menit dan 20 menit didapatkan hasil berturut-turut sebesar 0,0931; 0,2744; 0,397. Selanjutnya konsentrasi NaOH sebesar 2 M didapatkan hasil standart deviasi sebesar 0,0752 menit ke 10, 0,1835 menit ke 15 dan pada menit ke 20 didapatkan hasil sebesar 0,4421. Sedangkan konsentrasi NaOH 3 M selama 10 menit, 15 menit dan 20 menit didapatkan hasil berturut-turut sebesar 0,2334 ; 0,2199 dan 0,1564. Hasil tersebut didapat dari rata-rata setiap perlakuan. Standart deviasi kelompok data rendemen dihitung dari nilai rata-rata dari perlakuan. Semakin besar nilai standart deviasi yang diperoleh maka nilai kelompok data sampelnya semakin bervariasi.



Sebaliknya semakin kecil nilai standart deviasi maka semakin kecil keragaman kelompok data tersebut.

4.5 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan berdasarkan referensi penelitian terdahulu, dari hasil peneliti terdahulu dipilih hasil perlakuan terbaik kemudian dilakuan penelitian terbaru dengan menggunakan bahan baku yang berbeda. Penelitian ini menggunakan bahan perlakuan sabut kelapa karena berdasarkan penelitian terdahulu banyak menggunakan limbah hasil pertanian tetapi memiliki komposisi yang memungkinkan untuk diolah dan diekstraksi komponen hemiselulosa dari bahan baku tersebut. Maka dari itu pemilihan sabut kelapa memungkinkan untuk didapatkan hasil hemiselulosa yang tinggi sehingga perlu proses *pretreatment* yang tepat supaya mendapatkan hasil hemiselulosa yang maksimal. Pada penelitian terdahulu rata-rata menggunakan alkali NaOH untuk proses *delignifikasi* dengan konsentrasi terbaik hingga 3 M sehingga penelitian ini menggunakan variasi NaOH agar bisa membuktikan konsentrasi NaOH berpengaruh nyata terhadap proses *pretreatment*. Selain itu proses *pretreatment* hasil terbaik menggunakan pemanasan *microwave* dengan variasi waktu. Untuk memaksimalkan hasil penghilangan lignin berdasarkan referensi dilakukan proses *bleaching* menggunakan H_2O_2 sehingga pemutusan lignoselulosa antara lignin, hemiselulosa dan selulosa dapat dilakukan secara maksimal, sehingga proses



ekstraksi hemiselulosa menghasilkan hasil yang maksimal dan menurunkan kadar lignin. Berdasarkan pemilihan variasi konsentrasi dan waktu didapatkan hasil yang berbeda, perbandingan hasil penelitian terbaru dengan terdahulu dengan penelitian terbaru dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Tabel Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu

Parameter	Nilai				
Bahan Baku	Fall Leaves	Ampas Tebu	Soft wood dan Ampas Tebu	Sabut Kelapa	Sabut Kelapa
NaOH	0,3 M, 0,6 M, 1 M, 2 M, 3 M	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 (mL/g)	<i>Pure water</i>	1 M, 2 M dan 3 M	1 M, 2 M dan 3 M
H ₂ O ₂	0,3 M, 0,6 M, 1 M, 2 M, 3 M	Tidak diguna-kan	Tidak diguna-kan	3 M	Tidak digunak-an
Sumber pemanas	Tanpa pemanas	<i>Microwa-ve</i>	<i>Microwa-ve</i>	<i>Micro-wave</i>	<i>Hot-plate stirrer</i>
Suhu/Daya	Suhu ruang	800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 watt	175°C, 180°C, 185°C, dan 190°C	600 watt	75°C, 95°C



Parameter	Nilai				
Waktu (menit)	1080 menit (18jam)	5, 10, 15, 20, 25, 30 menit	2, 6, 10 dan 20 menit	10, 15 dan 20 menit	90 menit
Hemiselulosa (%)	99,5%	25%	55 wt% am	48,903 ± 3,900%	41%
Selulosa (%)	81,6%	Tidak ditulis	Tidak ditulis	32,633 ± 3,213%	18%
Lignin (%)	Tidak ditulis	Tidak ditulis	Tidak ditulis	15,86± 2,733%	10%
Referensi	(Tezcan, 2017)	(Wang, 2013)	(Gulbran dsen, 2014)	Penulis	Penulis

Berdasarkan tabel diatas dapat dianalisa bahwa perbedaan kandungan hemiselulosa yang dihasilkan disebabkan karena perbedaan bahan perlakuan, katalis, suhu, waktu yang digunakan serta alat yang digunakan untuk proses *pretreatment*. Peneliti sebelumnya melakukan penelitian menggunakan bahan yang sama yaitu sabut kelapa tetapi menggunakan pemanas untuk proses *pretreatment* yaitu *hotplate stirrer* bersuhu 95°C selama 90 menit. Selain itu pelarut yang digunakan NaOH berkonsentrasi 3 M apabila dibandingkan dengan penelitian saat ini pada proses *pretreatment* tidak dilakukan proses *bleaching* sehingga didapatkan hasil untuk hemiselulosa sebesar 10%, selulosa 18% dan lignin cukup tinggi sebesar 41%. Hasil yang didapat cukup signifikan bila dibandingkan dengan hal tersebut dikarenakan untuk alat pemanas yang digunakan yaitu *hotplate stirrer*, alat ini tidak menyalurkan panas secara langsung menuju bahan sehingga membutuhkan waktu yang lama agar bahan cukup mendapat suhu panas. Sedangkan untuk penelitian terbaru menggunakan *microwave* dimana proses penyaluran



radiasi panas menuju bahan memiliki interaksi secara langsung sehingga mekanisme pemanasan menggunakan microwave dapat mempercepat laju reaksi, mendapatkan hasil yang lebih baik dan seragam. Selain itu penelitian sebelumnya tidak adanya proses *bleaching* pada proses *pretreatment* sehingga lignin yang dihasilkan cukup tinggi. Berbeda dengan penelitian terbaru, penambahan proses *bleaching* dimaksudkan untuk memutuskan rantai lignin yang panjang oleh H_2O_2 menjadi rantai-rantai lignin yang pendek sehingga lignin dapat larut pada saat pencucian dalam air atau alkali. Selain itu apabila lignin dapat putus dengan ikatan lignoselulosa maka hemiselulosa dan selulosa dapat terekstraksi dengan maksimal dan hasil hemiselulosa yang didapat juga tinggi sebesar $48,903 \pm 3,900\%$ untuk hemiselulosa, $32,633 \pm 3,213\%$ untuk selulosa serta lignin yang dihasilkan menurun sebesar $15,86 \pm 2,733\%$.

Selain proses *pretreatment* menggunakan sabut kelapa, perbandingan penelitian dengan menggunakan *fall leaves*. Hemiselulosa terbaik dengan bahan perlakuan *fall leaves* dilakukan menggunakan dengan suhu ruang dan NaOH sebesar 3 M. Selain proses *pretreatment* tanpa pemanasan *fall leaves* diberi perlakuan proses *bleaching* menggunakan H_2O_2 sebesar 3 M. Berdasarkan proses tersebut dihasilkan hemiselulosa yang cukup besar yaitu 99,5%. Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian hemiselulosa memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Hal tersebut disebabkan karena penelitian menggunakan pemanasan *microwave* dengan daya 600 watt sedangkan literatur tersebut memakai suhu ruang. Penggunaan *microwave* pada penelitian ini disebabkan karena radiasi gelombang mikro pada *microwave* yang merupakan pendekatan *alternative* pada pemanasan konduksi, dan telah dibuktikan sebagai sumber pemanasan efektif tinggi dalam reaksi kimia. Radiasi *microwave* menggunakan interaksi langsung dengan bahan yang dipanaskan dan medan elektromagnetik untuk menghasilkan bahan yang perlahan-lahan Mekanisme



pemanasan ini dapat mempercepat laju reaksi, mendapatkan hasil yang lebih baik dan seragam (Fajar,2013). Selain itu bahan perlakuan yang digunakan juga berbeda penelitian yang dilakukan menggunakan serabut kelapa sedangkan literatur tersebut menggunakan *fall leaves*.

Selanjutnya proses *pretreatment* menggunakan *microwave* dengan konsentrasi rasio sebesar 25, alkali *consumption of 2.0*, *microwave power* sebesar 1200 watt dan dipanaskan selama 20 menit menghasilkan hemiselulosa sebesar 25%. Jika dibandingkan dengan kandungan hemiselulosa pada penelitian terbaru sebesar 48,903%±3,900 hasil yang itu daya yang digunakan terlalu tinggi sehingga akan merusak struktur lignoselulosa dan menghilangkan sebagian dari hemiselulosa dimana pada struktur hemiselulosa berikatan bersama dengan lignin. Perbandingan selanjutnya dengan perlakuan yang sama menggunakan *microwave* tetapi suhu, waktu dan katalis yang berbeda menghasilkan hemiselulosa yang berbeda juga. Pada proses *pretreatment* tersebut menghasilkan hemiselulosa sebesar 0,7 g/g DM dengan suhu *microwave* 190°C selama 10 menit. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan konsentrasi katalis, bahan perlakuan yang digunakan dan metode *pretreatment* seperti proses *bleaching* tidak dilakukan pada literatur tersebut sehingga menghasilkan hemiselulosa yang kurang maksimal. Hal tersebut karena proses *bleaching* (pemutih) dengan menggunakan H₂O₂ maupun NaOCl bertujuan untuk melarutkan sisa senyawa lignin yang dapat menyebabkan perubahan warna, dengan cara mendegradasi rantai lignin yang panjang oleh bahan-bahan kimia pemutih menjadi rantai-rantai lignin yang pendek, maka lignin dapat larut pada saat pencucian dalam air atau alkali (Sumada, 2011).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengaruh variasi konsentrasi NaOH sebesar 3 M mampu menghasilkan rata-rata hemiselulosa serta selulosa tertinggi sedangkan pada lignin menghasilkan nilai terendah. Jika dibandingkan dengan sampel kontrol hemiselulosa mengalami peningkatan sebesar $24,167 \pm 1,875\%$, selulosa sebesar $7,660 \pm 2,724\%$ dan lignin menurun sebesar $30,563 \pm 1,129\%$. Berdasarkan data tersebut dilakukan uji BNT yang menghasilkan perbedaan notasi pada setiap hasil yang didapat. Hal tersebut diartikan bahwa hasil yang diuji memiliki nilai yang berbeda nyata atau variasi konsentrasi NaOH dapat mempengaruhi kandungan lignoselulosa. Semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan dapat meningkatkan hemiselulosa serta selulosa dan menurunkan kandungan lignin.
2. Pengaruh variasi waktu lama pemanasan menggunakan *microwave* selama 20 menit mampu meningkatkan hemiselulosa sebesar $24,167 \pm 1,875\%$. Sedangkan selulosa terjadi peningkatan pada menit ke 10 dengan selisih sebesar $7,660 \pm 2,724\%$. Selain itu lignin yang didapat pada menit ke 20 memiliki selisih sebesar $30,563 \pm 1,129\%$. Berdasarkan hasil tersebut semakin lama waktu pemanasan dapat meningkatkan hemiselulosa dan menurunkan kandungan selulosa tetapi kandungan lignin tidak berpengaruh terhadap lama pemanasan.



3. Hasil rendemen tertinggi didapat pada konsentrasi 1 M dan waktu pemanasan 10 menit serta terus menurun seiring bertambahnya konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu pemanasan pada waktu proses *pretreatment*.

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan hasil hemiselulosa yang lebih besar dapat menggunakan konsentrasi NaOH lebih dari 3 M
2. Sebaiknya dilakukan penambahan variasi konsentrasi H_2O_2 pada perlakuan *bleaching* untuk mengetahui seberapa besar pengaruh H_2O_2 terhadap kandungan lignin yang hilang
3. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengolah hemiselulosa menjadi xilitol



DAFTAR PUSTAKA

- Adiningrum, Yusi. 2015. **Analisis Pengaruh Konsentrasi Senyawa NaOH Terhadap Kandungan Lignin, Selulosa dan Total Gula Pereduksi Pada Proses Pretreatment Ulva Lactuca Untuk Produksi Bioetanol.** Skripsi Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
- Agung, Nugroho C.P. 2009. **Sintesis, Karakterisasi, dan Aplikasi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) Sebagai Agen Perbaikan Mutu Kertas Daur Ulang.** Solo: Universitas Sebelas Maret
- Aniriani, Gading Wilda dan Nurul Fitria Apriliani.2017. **Delignifikasi Dan Ekstraksi Polisakarida Jerami Menggunakan Teknik Kimiawi Sebagai Tahap Awal Pembuatan Bioetanol.** Jurnal Seminar Nasional Hasil Penelitian Universitas Kanjuruhan Malang
- Arda, Gede. 2015. **Prinsip Dasar Pindah Panas.** Buku Terjemahan Program Studi Teknik Pertanian Universitas Udayana
- Arumfitani, Jean Retno. 2015. **Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu Pretreatment Microwave Terhadap Kandungan Selulosa, Hemiselulosa, Dan Lignin Tongkol Jagung.** Skripsi Universitas Brawijaya Fakultas Teknologi Pertanian
- Asror, Khozin, Ayu Rahma Emilia.2017. **Pengaruh Suhu dan Konsentrasi NaOH Pada Proses Hidrothermal Jerami Padi Untuk Bahan Baku Biogas.** Skripsi



Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Baharuddin, Maswati, Sappewali, Karisma, Jeni Fitriyani.2016. **Produksi Bioetanol Dari Jerami Padi (*Oryza Sativa L.*) dan Kulit Pohon Dao (*Dracontamelon*) Melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (Sfs).** Jurnal Chimica Et Natura Acta Vol.4 No.1 Hal 1-6

Barri, Noli L. 2015. **Petunjuk Teknis Budi Daya Tanaman Kelapa Dalam.** Balai Penelitian Tanaman Palma Pusat Penelitian Dan Pengembangan Perkebunan Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian

Coniwanti, Pamilia, M. Nugra Prima Anka dan Christoforus Sanders. 2015. **Pengaruh Konsentrasi, Waktu Dan Temperatur Terhadap Kandungan Lignin Pada Proses Pemutihan Bubur Kertas Bekas.** Jurnal Teknik Kimia No.3, Vol.21

Dehani , Fajar Rahmawati, Bambang Dwi Argo, Rini Yulianingsih. 2013. **Pemanfaatan Iradiasi Gelombang Mikro Untuk Memaksimalkan Untuk Proses Pretreatment Degradasi Lignin Jerami Padi (Pada Produksi Bioetanol).** Jurnal Komoditas Tropis Vol. 1 No. 1

Fajar, Rahmawati, D, P. 2013. **Pemanfaatan Iradiasi Gelomban Mikro Untuk Memaksimalkan Proses Pretreatment Deradasi Lignin Jerami Padi.** Vol. 1 hal 1-8

Gautama, Enrico dan Aulia Karima. 2017. **Produksi Gula Reduksi Dari Sabut Kelapa Menggunakan**



Kombinasi Teknologi Air Subkritis (Dengan Gas Penekan N₂) Dan Hidrolisis Enzimatik. Skripsi Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Gulbrandsen, Torea A, Ingvild A. Johnsen, Mihaela Tanase Opedal, Kai Toven, Karin Øyaas Dan Andrey Pranovich. 2015. **Extracting Hemicelluloses From Softwood And Bagasse As Oligosaccharides Using Pure Water And Microwave Heating.** Cellulose Chem. Technol vol 49 no 2 hal 117-126

Handayani, Fransisca Eka. 2010. **Biokonversi Xilosa Menjadi Xilitol Melalui Optimasi Aerasi Dan Penambahan Kosubstrat Oleh Candida Tropicalis.** Skripsi Departemen Biokimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor

Handayani, Septi Puji. 2010. **Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Ikan Dengan Radiasi Gelombang Mikro.** Skripsi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta

Hasriani.2013. **Kajian Serbuk Sabut Kelapa (Cocopeat) Sebagai Media Tanam.** Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor

Hidayat, Mohamad Rusdi. 2013. **Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa Dalam Proses Produksi Bioetanol.** Jurnal Biopropal Industri Vol. 4 No. 1,hal 33-4

Istiqomah, Hesty Heryanib , Susic. 2015. **Potensi Energi Baru Terbarukan (Ebt) Berbasis Limbah Berselulosa Dengan Proses Produksi Secara Enzimatis.** Jurnal Prosiding Seminar Nasional Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia



Universitas Lambung Mangkurat Fakultas Pertanian
Banjarbaru Kalimantan Selatan Hal 280-285

Mahmud, Zainal Dan Yulius Ferry. 2005. **Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa**. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Indonesian Center for Estate Crops and Development prespektif Volume 4 Nomor 2, hal 55–63

Mardiatmoko, Gun Dan Mira Ariyanti. 2018. **Produksi Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera L.*)**. Badan Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Ambon

Mulyawan, Mukti, Eny Setyowati, dan Arief Widjaja. 2015. **Surfaktan Sodium Ligno Sulfonat (SLS) dari Debu Sabut Kelapa**. Jurnal Teknik ITS Vol. 4, No. 1

Muslimah, Husna Hanifatul. 2017. **Alkali *Pretreatment* Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan *Microwave Heating* Pada Produksi Bioetanol Departemen Teknik Mesin Dan Biosistem**. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor

Novia, Khairunnas, Gigih Tejo Purboyo. 2015. **Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida Saat *Pretreatment* dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol dari Daun Nanas**. Jurnal Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya No. 3, Vol. 21 Hal 16-26

Pertami, Adelia Rizki Purwidya. 2016. **Intensitas Serangan *Oryctes Rhinoceros* Pada Tanaman Kelapa Di Tiga Desa Kabupaten Jepara**. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang



Sion. 2018. **Konversi Selulosa dari Limbah Kulit Pisang Menjadi Gula Alkohol Dengan Katalis Ni(1-X)Fe₂Cuxo₄**. Tesis Program Pascasarjana Magister Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung Bandar Lampung

Sumada, Ketut, Puspita Erka Tamara, dan Fiqih Alqani. 2011. **Kajian Proses Isolasi A - Selulosa Dari Limbah Batang Tanaman Manihot Esculenta Crantz Yang Efisien**. Jurnal Teknik Kimia Vol. 5, No .2

Susilawati, Made. 2015. **Perancangan Percobaan**. Buku Bahan Ajar Jurusan Matematika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana

Widyaningsih, T. D., Novita Wijayanti, dan Nur Ida Panca Nugrahini. 2017. **Pangan Fungsional: Aspek Kesehatan, Evaluasi, dan Regulasi**. UB Press : Malang.

Tezcan, Erdem dan Oya Galioglu Atici. 2017. **Isolation of Cellulose and hemisecullose by using alkaline peroxide treatment at room temperature from wasted fall leaves**. Jurnal Natural and Engineering Sciences Vol 2 no 2 hal 100-110

Wang, Lijun, Xinliang Liu, Mengling Weng, Fusheng Wu, Zhoujun Li Dan Shuangfei Wang. 2013. **Extraction Of Hemicellulose From Sugarcane Bagasse Under Microwave Radiation**. Jurnal Advances In Chemical, Material And Metallurgical Engineering Vols. 634-638, Pp 975-980



Lampiran 1 Kadar Air Sabut Kelapa

Sabut kelapa	Kadar Air (%)		
	Bahan Awal	Sebelum Digiling	Sesudah Digiling
I	86.08	14.81	7.22
II	85.74	14.09	7.40
III	86.02	14.82	7.52
Standar Deviasi	0.181475	0.418609	0.150997
Rata-rata	85.94	14.57	7.38

Kadar Air (Bahan Awal 1)

$$KA1 = \frac{3.0570 - (1.6071 - 1.1816)}{3.0570} \times 100\% = 86.08\%$$

Kadar Air (Bahan Awal 2)

$$KA2 = \frac{3.0854 - (1.6279 - 1.1881)}{3.0854} \times 100\% = 85.74\%$$

Kadar Air (Bahan Awal 3)

$$KA3 = \frac{3.0879 - (1.6116 - 1.1801)}{3.0879} \times 100\% = 86.02\%$$

Kadar Air (Sebelum digiling 1)

$$KA1 = \frac{3.0392 - (3.7715 - 1.1826)}{3.0392} \times 100\% = 14.81\%$$

Kadar Air (Sebelum digiling 2)

$$KA2 = \frac{3.0170 - (3.7724 - 1.1807)}{3.0170} \times 100\% = 14.09\%$$



Kadar Air (Sebelum digiling 3)

$$KA3 = \frac{3.0979 - (3.8208 - 1.1822)}{3.0979} \times 100\% = 14.82\%$$

Kadar Air (Sesudah digiling 1)

$$KA1 = \frac{3.0854 - (4.0514 - 1.1889)}{3.0854} \times 100\% = 7.22\%$$

Kadar Air (Sesudah digiling 2)

$$KA2 = \frac{3.0501 - (4.0130 - 1.1807)}{3.0501} \times 100\% = 7.40\%$$

Kadar Air (Sesudah digiling 3)

$$KA3 = \frac{3.0715 - (4.0226 - 1.1822)}{3.0715} \times 100\% = 7.52\%$$

Lampiran 2 Hasil Uji *Chesson* Setelah Proses *Pretreatment*

a. Berat Sampel Setelah Uji *Chesson* Pengulangan 1

Pengulangan 1						
Konsentrasi NaOH	Waktu	Berat A	Berat B	Berat C	Berat D	Berat E
1M	10 m	1	0,9943	0,5707	0,2291	0,0056
	15 m	1	0,9922	0,5521	0,2111	0,0047
	20 m	1	0,9929	0,5312	0,2941	0,0053
2M	10 m	1	0,9937	0,5112	0,1828	0,0037
	15 m	1	0,9927	0,5202	0,1781	0,0042
	20 m	1	0,9914	0,5302	0,2671	0,0046
3M	10 m	1	0,9958	0,5245	0,1701	0,0049
	15 m	1	0,9909	0,5024	0,1572	0,0052
	20 m	1	0,9902	0,4792	0,1501	0,0038
Control		1	0,9989	0,7361	0,4876	0,0102



b. Berat Sampel Setelah Uji Chesson Pengulangan 2

Pengulangan 2						
Konsentrasi NaOH	Waktu	Berat A	Berat B	Berat C	Berat D	Berat E
1M	10 m	1	0,9919	0,5949	0,2507	0,0057
	15 m	1	0,9905	0,5629	0,2438	0,0053
	20 m	1	0,9955	0,5758	0,2455	0,0056
2M	10 m	1	0,9903	0,5648	0,2222	0,0049
	15 m	1	0,9908	0,5247	0,2384	0,0049
	20 m	1	0,9912	0,5455	0,2446	0,0052
3M	10 m	1	0,9915	0,5547	0,1894	0,0047
	15 m	1	0,9496	0,5233	0,1953	0,0038
	20 m	1	0,9983	0,4862	0,1933	0,0033
Control		1	0,9975	0,7752	0,4576	0,0112



c. Berat Sampel Setelah Uji Chesson Pengulangan 3

Pengulangan 3						
		Berat A	Berat B	Berat C	Berat D	Berat E
1M	10 m	1	0,9968	0,5809	0,2024	0,0059
	15 m	1	0,9904	0,5751	0,2667	0,0035
	20 m	1	0,9944	0,5608	0,2231	0,0047
2M	10 m	1	0,9925	0,5527	0,2615	0,0032
	15 m	1	0,9949	0,5484	0,1915	0,0046
	20 m	1	0,9923	0,5491	0,1584	0,0031
3M	10 m	1	0,9977	0,5263	0,1758	0,0054
	15 m	1	0,9953	0,5051	0,1515	0,0048
	20 m	1	0,9448	0,5008	0,1438	0,0041
Control		1	0,9976	0,7541	0,4798	0,0107

Lampiran 3 Perhitungan Kandungan Komponen Lignoselulosa

Untuk mencari kandungan pada lignoselulosa pada sabut kelapa setelah dilakukan uji *chesson* dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Hot Soluble Water (HWS)(\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad \text{Lignin(\%)} = \frac{d-e}{a} \times 100\%$$

$$\text{Selulosa(\%)} = \frac{c-d}{a} \times 100\%$$

$$\text{Hemiselulosa(\%)} = \frac{b-c}{a} \times 100\%$$



Pengulangan 1

hemiselulosa	Selulosa	lignin	HWS	kadar abu	Total
42,36	34,16	22,35	0,57	0,56	100
44,01	34,1	20,64	0,78	0,47	100
46,17	23,71	28,88	0,71	0,53	100
48,25	32,84	17,91	0,63	0,37	100
47,25	34,21	17,39	0,73	0,42	100
46,12	26,31	26,25	0,86	0,46	100
47,13	35,44	16,52	0,42	0,49	100
48,85	34,52	15,2	0,91	0,52	100
51,1	32,91	14,63	0,98	0,38	100
26,28	24,85	47,74	0,11	1,02	100

Pengulangan 2

hemiselulosa	Selulosa	lignin	HWS	kadar abu	Total
39,7	34,42	24,5	0,81	0,57	100
42,76	31,91	23,85	0,95	0,53	100
41,97	33,03	23,99	0,45	0,56	100
42,55	34,26	21,73	0,97	0,49	100
46,61	28,63	23,35	0,92	0,49	100
44,57	30,09	23,94	0,88	0,52	100
43,68	36,53	18,47	0,85	0,47	100
42,63	32,8	19,15	5,04	0,38	100
51,21	29,29	19	0,17	0,33	100
22,23	31,76	44,64	0,25	1,12	100



Pengulangan 3

hemiselulosa	Selulosa	lignin	HWS	kadar abu	Total
41,59	37,85	19,65	0,32	0,59	100
41,53	30,84	26,32	0,96	0,35	100
43,36	33,77	21,84	0,56	0,47	100
43,98	29,12	25,83	0,75	0,32	100
44,65	35,69	18,69	0,51	0,46	100
44,32	39,07	15,53	0,77	0,31	100
47,14	35,05	17,04	0,23	0,54	100
49,02	35,36	14,67	0,47	0,48	100
44,4	35,7	13,97	5,52	0,41	100
24,35	27,43	46,91	0,24	1,07	100

Lampiran 4 Sampel Kontrol Sabut Kelapa Tanpa Perlakuan Pretreatment

Komponen	Hemiselulosa	Selulosa	Lignin	HWS	Kadar Abu	Total
Hasil	26,28	24,85	47,74	0,11	1,02	100
	22,23	31,76	44,64	0,25	1,12	100
	24,35	27,43	46,91	0,24	1,07	100
Rata-Rata	24,28666	28,01333	46,43	0,2	1,07	100

Lampiran 5 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu *Pretreatment Microwave* Terhadap Kandungan Hemiselulosa Sabut Kelapa

Hemiselulosa	KONSENTRASI NaOH						total x baris	(Total X baris) ²
	1 M		2 M		3 M			
Waktu	X	X ²	X	X ²	X	X ²		
10 min	42,36	1794,37	48,25	2328,063	47,13	2221,237		
	39,7	1576,09	42,55	1810,503	43,68	1907,942		
	41,59	1729,728	43,98	1934,24	47,17	2225,009		
Total	123,65	5100,188	134,78	6072,805	137,98	6354,188	396,41	157140,8881
15 min	44,01	1936,88	47,25	2232,563	48,85	2386,323		
	42,79	1830,984	46,61	2172,492	42,63	1817,317		
	41,53	1724,741	44,65	1993,623	49,05	2405,903		
Total	128,33	5492,605	138,51	6398,677	140,53	6609,542	407,37	165950,3169
20 min	46,17	2131,669	46,12	2127,054	51,1	2611,21		
	41,97	1761,481	44,57	1986,485	51,21	2622,464		
	43,36	1880,09	44,32	1964,262	44,4	1971,36		
Total	131,5	5773,239	135,01	6077,802	146,71	7205,034	413,22	170750,7684
Total x kolom	383,48	16366,03	408,3	18549,28	425,22	20168,76		
TotalXkolom²	147056,9		166708,9		180812			

Dari tabel diatas dilakukan perhitungan Anova sehingga didapat hasil pada tabel sebagai berikut

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Jka	97,94616296	2	48,97308148	8,456422	3,55	6,01
JKB	16,18222963	2	8,091114815	1,397132	3,55	6,01
JKAB	10,56192593	4	2,640481481	0,455945	2,93	4,58
JKGalat	104,2421333	18	5,79122963			
Total	228,9324519	26				

Untuk Mencari Hasil Hemiselulosa Pada 3 Kali Pengulangan Dilakukan Perhitungan Rata-Rata Total Dari 3 Kali Pengulangan Uji Sampel Hemiselulosa

Waktu	KONSENTRASI NaOH		
	1 M	2 M	3 M
10 min	41,217 ± 1,368	44,927 ± 2,965	45,993 ± 2,003
15 min	42,777 ± 1,240	46,170 ± 1,354	46,843 ± 3,650
20 min	43,833 ± 2,139	45,003 ± 0,975	48,903 ± 3,900

Uji Bnt A

BNT A	
KTG	5,79122963
t(α, dfe)	2,10092204
α	0,05
dfe	18
r	3
Nilai Bnt	4,128095164

$$BNT\alpha = (t_{\alpha, dfe}) \frac{\sqrt{2(KTG)}}{r}$$

UJI BNT A	127,8267	136,1	141,74	KTG	BNT 0,05
127,8266667	0	*	*	5,79123	4,128
136,1	0	*			
141,74	0	*			
Notasi	a	b	c		
Perlakuan	A1	A2	A3		

Lampiran 6 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu *Pretreatment Microwave* Terhadap Kandungan Selulosa Sabut Kelapa

Selulosa	KONSENTRASI NaOH						total X baris	(Total X baris) ²
	1 M		2 M		3 M			
Waktu	X	X ²	X	X ²	X	X ²		
10 min	34,16	1166,906	33,84	1145,146	35,44	1255,994		
	34,42	1184,736	34,26	1173,748	36,53	1334,441		
	37,85	1432,623	29,12	847,9744	35,05	1228,503		
Total	106,43	3784,265	97,22	3166,868	107,02	3818,937	310,67	96515,8489
15 min	34,1	1162,81	34,21	1170,324	34,52	1191,63		
	31,91	1018,248	28,63	819,6769	32,8	1075,84		
	30,84	951,1056	35,69	1273,776	35,36	1250,33		
Total	96,85	3132,164	98,53	3263,777	102,68	3517,8	298,06	88839,7636
20 min	23,71	562,1641	26,31	692,2161	32,91	1083,068		
	33,03	1090,981	30,09	905,4081	29,29	857,9041		
	33,77	1140,413	39,07	1526,465	35,7	1274,49		
Total	90,51	2793,558	95,47	3124,089	97,9	3215,462	283,88	80587,8544
TotalXKolom	293,79	9709,986	291,22	9554,734	307,6	10552,2	892,61	
TotalXkolom²	86312,56		84809,09		94617,76			

Dari tabel diatas dilakukan perhitungan Anova sehingga didapat hasil pada tabel sebagai berikut

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Jka	17,24538519	2	8,622692593	0,668861	3,55	6,01
JKB	39,9180963	2	19,95904815	1,54822	3,55	6,01
JKAB	18,35068148	4	4,58767037	0,355865	2,93	4,58
JKGalat	232,0489333	18	12,89160741			
Total	307,5630963	26				

Untuk Mencari Hasil Selulosa Pada 3 Kali Pengulangan Dilakukan Perhitungan Rata-Rata Total Dari 3 Kali Pengulangan Uji Sampel Selulosa

Waktu	KONSENTRASI NaOH		
	1 M	2 M	3 M
10 min	35,477 ± 2,059	32,407 ± 2,854	35,673 ± 0,767
15 min	32,283 ± 1,661	32,843 ± 3,723	34,227 ± 1,304
20 min	30,170 ± 5,606	31,823 ± 6,554	32,633 ± 3,213

Lampiran 7 Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu *Pretreatment Microwave* Terhadap Kandungan Lignin Sabut Kelapa

Lignin	KONSENTRASI NaOH						Total X Baris	(total X baris)^2
	1 M		2 M		3 M			
Waktu	X	X ²	X	X ²	X	X ²		
10 min	22,35	499,5225	17,91	320,7681	16,25	264,0625		
	24,5	600,25	21,73	472,1929	18,47	341,1409		
	19,65	386,1225	25,83	667,1889	17,04	290,3616		
Total	66,5	1485,895	65,47	1460,15	51,76	895,565	183,73	33756,7129
15 min	20,64	426,0096	17,39	302,4121	15,2	231,04		
	23,85	568,8225	23,35	545,2225	19,5	380,25		
	26,32	692,7424	18,69	349,3161	14,67	215,2089		
Total	70,81	1687,575	59,43	1196,951	49,37	826,4989	179,61	32259,7521
20 min	28,88	834,0544	26,25	689,0625	14,63	214,0369		
	23,99	575,5201	23,94	573,1236	19	361		
	21,84	476,9856	15,53	241,1809	13,97	195,1609		
Total	74,71	1886,56	65,72	1503,367	47,6	770,1978	188,03	35355,2809
Total kolom	212,02	5060,03	190,62	4160,468	148,73	2492,262		
totalXkolom^2	44952,48		36335,98		22120,61			

Berdasarkan tabel diatas dilakukan perhitungan Anova sehingga didapat hasil pada tabel sebagai berikut

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Jka	230,3094889	2	115,1547444	10,350682	3,55	6,01
JKB	3,939288889	2	1,969644444	0,1770414	3,55	6,01
JKAB	18,66615556	4	4,666538889	0,4194517	2,93	4,58
JKGalat	200,2559333	18	11,12532963			
Total	453,1708667	26				

Untuk Mencari Hasil Lignin Pada 3 Kali Pengulangan Dilakukan Perhitungan Rata-Rata Total Dari 3 Kali Pengulangan Uji Sampel Lignin

Waktu	KONSENTRASI NaOH		
	1 M	2 M	3 M
10 min	22,167 ± 2,430	21,823 ± 3,960	17,253 ± 1,125
15 min	23,603 ± 2,848	19,810 ± 3,133	16,457 ± 2,648
20 min	24,903 ± 3,607	21,907 ± 5,641	15,867 ± 2,733

BNT A	
KTG	11,12533
t(α, dfe)	2,100922
A	0,05
Dfe	18
R	3
Nilai Bnt	5,721643

$$BNT\alpha = (t\alpha, dfe) \frac{\sqrt{2(KTG)}}{r}$$

BNT A	49,577	63,54	70,673	KTG	BNT 0,05
49,577	0	*	*	11,12533	5,721643
63,54	0	*	*		
70,673			0		
Notasi	a	b	c		
Perlakuan	A1	A2	A3		

Lampiran 8 Rendemen

Konsentrasi NaOH	Waktu	Perlakuan	berat awal	Ulangan		
				1	2	3
1 M	10	M1T1	10	3,5548	3,7206	3,5643
	15	M1T2	10	3,1623	3,6346	3,1562
	20	M1T3	10	3,1437	3,8357	3,1513
Rata-rata				3,286933	3,7303	3,2906
2M	10	M2T1	10	3,5334	3,6568	3,5205
	15	M2T2	10	3,1204	3,3842	3,0312
	20	M2T3	10	3,4243	3,2763	2,5953
Rata-rata				3,359367	3,4391	3,049
3M	10	M3T1	10	2,9933	3,1653	3,4553
	15	M3T2	10	2,7352	3,1457	2,8033
	20	M3T3	10	2,5207	2,7993	2,7833
Rata-rata				2,749733	3,036767	3,013967

Lanjutan tabel rendemen

Konsentrasi NaOH	Rendemen %			Total Rendemen% Rata-rata	Standart Deviasi
	1	2	3		
1 M	35,548	37,206	35,643	36,13233333	0,093103509
	31,623	36,346	31,562	33,177	0,274460398
	31,437	38,357	31,513	33,769	0,397350626
Rata-rata	32,86933333	37,303	32,906	34,35944444	
2M	35,334	36,568	35,205	35,70233333	0,075245886
	31,204	33,842	30,312	31,786	0,183555659
	34,243	32,763	25,953	30,98633333	0,442136103
Rata-rata	33,59366667	34,391	30,49	32,82488889	
3M	29,933	31,653	34,553	32,04633333	0,233498037
	27,352	31,457	28,033	28,94733333	0,219994553
	25,207	27,993	27,833	27,011	0,156435674
Rata-rata	27,49733333	30,36766667	30,13966667	29,33488889	

Total Rendemen (%) Rata-Rata

Waktu Konsentrasi NaOH	10 menit	15 menit	20 menit
	1 M	36,13233	33,177
2M	35,70233	31,786	30,98633
3M	32,04633	28,947333	27,011



Lampiran 9 Dokumentasi Penelitian

Dokumentasi Penelitian Dan Keterangan



Sabut Kelapa ditimbang sebesar 10 gram



Sabut kelapa yang telah ditimbang dimasukkan ke erlenmeyer



Sabut kelapa dengan penambahan NaOH



Proses *pretreatment* menggunakan *microwave*



Larutan sisa hasil
pretreatment



Setelah proses *pretreatment*



Sabut kelapa yang telah di
pretreatment dan sudah
dikeringkan yang akan
dilakukan proses *bleaching*



Oven untuk proses
pengeringan



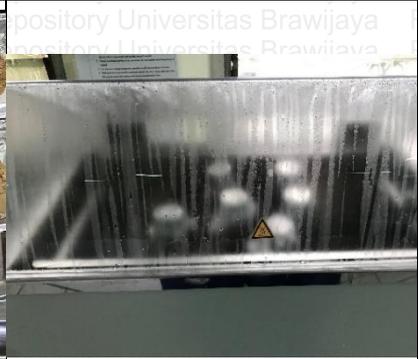
Sabut kelapa ditambahkan
dengan H_2O_2 kemudian di
waterbath



Sabut kelapa setelah proses
bleaching



Sabut kelapa setelah proses *bleaching* dan telah di keringkan dengan oven



Sabut kelapa diuji metode *chesson* dengan *waterbath*



Proses perendaman sabut kelapa untuk uji *chesson*



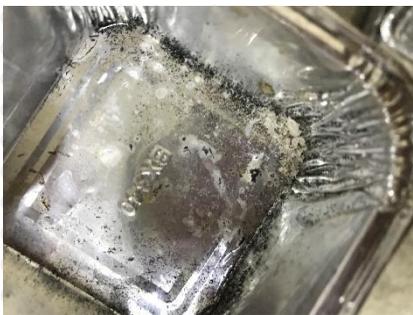
Pembuatan larutan di lemari asam



Sabut kelapa sebelum diabukan



Tanur untuk pengabuan



Sabut kelapa setelah diabukan berwarna putih abu

