

**PENGARUH ASAM NITRIT TERHADAP SINTESIS LIGNIN
DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN
DASAR SURFAKTAN LIGNOSULFONAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

ROKHAYAH

173210281



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2022

**PENGARUH ASAM NITRIT TERHADAP SINTESIS LIGNIN
DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN
DASAR SURFAKTAN LIGNOSULFONAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

ROKHAYAH

173210281



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : Rokhayah
NPM : 1732102981
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Tugas akhir : Pengaruh Asam Nitrit Terhadap Sintesis Lignin Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Dasar Surfaktan Lignosulfonat




Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Fiki Hidayat, S.T., M.Eng

Penguji : Novia Rita, S.T., M.T.

Penguji : Idham Khalid, S.T., M.T.

()
()
()

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 28 Maret 2022

Disahkan oleh:

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**



NOVIA RITA, S.T., M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 05 November 2021

Rokhayah
NPM. 173210281



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

KATA PENGANTAR

Rasa syukur saya ucapkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas Rahmat dan curahan ilmu dari-Nya, saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan Tugas akhir ini termasuk syarat untuk mencapai gelar sarjana di Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau Saya menyadari penulisan tugas akhir ini tak luput dari kekurangan. Telah banyak pihak yang membantu saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Fiki Hidayat, S.T., M.Eng selaku pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing dalam penulisan tugas akhir ini yang telah memberikan arahan, nasihat dan motivasi selama masa perkuliahan, meluangkan banyak waktu, tenaga dan pikiran sehingga tugas akhir ini bisa selesai.
2. Pihak Laboratorium Reservoir Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau, yang telah memberikan saya kesempatan mengerjakan penelitian tugas akhir.
3. Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Perminyakan serta dosen-dosen lainnya yang belum bisa saya sebutkan satu persatu dalam tugas akhir ini. Terima kasih telah membantu dan mengajari penulis selama masa perkuliahan,
4. Kedua orang tua saya yaitu Ibu Tinah dan Bapak Andrianto Abdul Rojak (Alm) serta nenek saya Marinem dan adik saya Devita Wedhianti atas doa serta dukungan penuh baik secara material maupun moral.
5. Sahabat terbaik saya Forum Bebas (Afifah Ramadhianti, Fina Ainun Hutasuhut, Ivena Sacqueline, Nuri Afrida Br.Marpaung, Monalisa Flonia), keluarga 17B dan juga teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Teiring doa saya, semoga Allah SWT memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 05 November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.3 MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 STATE OF THE ART	4
2.2 TKKS (TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT).....	6
2.3 LINDI HITAM	7
2.4 LIGNIN DAN LIGNOSULFONAT	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
3.1 URAIAN METODE PENELITIAN.....	11
3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	11
3.3 JENIS PENELITIAN.....	13
3.3.1 Alat	13
3.3.2 Bahan	15
3.4 PROSEDUR PERCOBAAN.....	16

3.4.1	Proses delignifikasi organosolv dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yaitu:.....	16
3.4.2	Proses Isolasi lignin dilakukan dengan cara yaitu:.....	17
3.5	TEMPAT PENELITIAN	17
3.6	JADWAL PENELITIAN	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		19
4.1	DELIGNIFIKASI ORGANOSOLV LIMBAH TKKS	20
4.2	Pengaruh asam dalam pembuatan lignin dari limbah TKKS	22
4.3	Karakteristik lignin dengan FT-IR Spectroscopy	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		27
5.1	KESIMPULAN	27
5.2	SARAN	27
LAMPIRAN		32



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tandan kosong kelapa Sawit	7
Gambar 2. 2 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	7
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	12
Gambar 3. 2 Alat-alat penelitian	15
Gambar 3. 3 Bahan-bahan penelitian	16
Gambar 4. 1 Filtrat lindi hitam tanpa serat	20
Gambar 4. 2 Hasil pengukuran pH lindi hitam	21
Gambar 4. 3 Perbandingan volume asam dengan perolehan lignin	22
Gambar 4. 4 Perbandingan pH dengan lignin	23
Gambar 4. 5 Hasil FT-IR sample lignin dengan HNO ₃ 10 ml.....	24
Gambar 4. 6 Hasil FT-IR sample lignin dengan HNO ₃ 13 ml.....	24
Gambar 4. 7 Hasil FT-IR sample lignin dengan HNO ₃ 15 ml.....	24



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 jadwal penelitian.....	18
Tabel 4. 1 Perolehan lignin setelah isolasi asam HNO ₃	22
Tabel 4. 2 perbandingan lignin hasil isolasi dengan lignin standar dan komersil	26



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Hasil Delignifikasi Organosolv Limbah Tkks	32
LAMPIRAN 2 Hasil Isolasi Lignin.....	32
LAMPIRAN 3 Hasil Pengujian Dengan FT-IR	33



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

EOR	<i>Enhanced Oil Recovery</i>
BL	<i>Black Liqour</i>
TKKS	Tandan Kosong Kelapa Sawit
gr	Gram
ml	Mililiter
cm	Centimeter
FT-IR	<i>Fourier Transform Infra Red</i>
NaOH	<i>Natrium Hydroxide</i>
SLS	Sodium Lignosulfonat



PENGARUH ASAM NITRIT TERHADAP SINTESIS LIGNIN DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN DASAR SURFAKTAN LIGNOSULFONAT

ROKHAYAH
173210281

ABSTRAK

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) adalah limbah dari pabrik kelapa sawit yang pemanfaatannya masih terbatas. Selain itu TKKS juga merupakan limbah yang ketersediaannya sangat melimpah karena banyaknya pabrik kelapa sawit di Indonesia. Dalam industri minyak bumi TKKS dapat dimanfaatkan untuk pembuatan surfaktan. Penggunaan surfaktan TKKS ini sangat menguntungkan karena surfaktan sintesis yang harganya cukup tinggi. Selain itu surfaktan dari TKKS ini dapat mengurangi masalah lingkungan yang timbul akibat limbah TKKS tersebut. Pembuatan surfaktan dimulai dengan mengolah limbah TKKS menjadi lindi hitam untuk diambil ligninnya. Penelitian pembuatan lindi hitam limbah TKKS dapat menggunakan berbagai metode salah satu yang paling sering digunakan adalah delignifikasi organosolv. Delignifikasi organosolv dilakukan dengan *natrium hydroxide* 10% sebagai katalis dengan larutan pemasak etanol dan *aquadest* dipanaskan pada temperatur 100 °C. Kemudian untuk pemisahan lignin dari lindi hitam dengan menggunakan percampuran dengan asam. Dalam hal ini, peneliti menggunakan asam nitrit. Tiga jumlah asam yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 10 ml, 13 ml, dan 15 ml. Lignin yang diperoleh dari lindi hitam tersebut kemudian dilakukan pengujian karakteristik melalui uji gugus fungsi FT-IR. Hasil penelitian ini adalah didapatkan lindi hitam tanpa filtrat sebanyak 300 ml dengan yield lindi hitam sebesar 74% dan pH 13. Lignin terbanyak dihasilkan dari lindi hitam dengan penambahan HNO₃ 15 ml. Berdasarkan FT-IR hasil terbaik adalah sample lignin dengan penambahan HNO₃ 15 ml dan pH 2 sesuai dengan lignin yang telah digunakan sebelumnya.

Kata kunci : Lindi hitam, Delignifikasi, HNO₃, Lignin, FT-IR,

THE EFFECT OF NITRIC ACID ON THE SYNTHESIS OF LIGNIN FROM EMPTY PALM FRUIT BUNCHES AS A BASE MATERIAL OF LIGNOSULFONATE SURFACTANTS

ROKHAYAH

173210281

ABSTRACT

Empty Palm Oil Bunches (TKKS) are waste from palm oil mills whose utilization is still limited. In addition, EFB is also a waste whose availability is very abundant due to the large number of palm oil mills in Indonesia. In the petroleum industry, OPEFB can be used for the manufacture of surfactants. The use of OPEFB surfactants is very beneficial because of the high price of synthetic surfactants. In addition, the surfactant from OPEFB can reduce environmental problems that arise due to the OPEFB waste. The manufacture of surfactants begins with processing OPEFB waste into black liquor for the lignin to be extracted. Research on the manufacture of black liquor from OPEFB waste can use various methods, one of the most frequently used is organosolv delignification. Organosolv delignification was carried out with 10% sodium hydroxide as a catalyst with a cooking solution of ethanol and aquadest heated at a temperature of 100 C. Then for the separation of lignin from black liquor by using a mixture with acid. In this case, the researchers used nitric acid. Three amounts of acid used in this study were 10 ml, 13 ml, and 15 ml. The lignin obtained from the black liquor was then tested for characteristics through the FT-IR functional group test. The result of this research is that 300 ml of black liquor without filtrate is obtained with a black liquor yield of 74% and a pH of 13. Most lignin is produced from black liquor with the addition of 15 ml of HNO₃ and pH 2. Based on FT-IR the best results are sample lignin with the addition of HNO₃ 15 ml and pH 2 according to the lignin that has been used previously.

Keywords : black liquor, delignification, HNO₃, lignin, FT-IR,

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sebagian besar kawasan Indonesia memiliki perkebunan kelapa sawit. Pulau Sumatera dan Kalimantan menduduki posisi sebagai pulau penghasil minyak kelapa sawit terbesar di Indonesia. Provinsi Riau salah satunya. Peningkatan jumlah pabrik pengolahan kelapa sawit memiliki dampak positif dan negatif. Peningkatan dari produksi kelapa sawit tersebut dapat menimbulkan peningkatan pada limbah yang dihasilkan dari pengolahannya. (Ardhi et al., 2017)

Adapun beberapa jenis komposisi kimia dari tandan kosong kelapa sawit tersebut adalah selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84%, lignin 16,49%, minyak 2,41% dan abu 1,23%. Sejak dulu pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai sumber kalium setelah proses pembakaran masih sangat terbatas. (Adiguna, 2020). Prediksi limbah biomassa perkebunan kelapa sawit tahun 2019-2033 di Riau yaitu limbah batang (5.442.332 ton), pelepah (4.572.064 ton), tandan kosong (10.260.674 ton), serabut (2.411.365 ton), cangkang (3.127.062 ton). Ketersediaan limbah biomassa perkebunan kelapa sawit khususnya TKKS tiap tahunnya meningkat. Limbah TKKS memiliki kenaikan yang sangat tinggi dibandingkan dengan limbah lainnya. Dilihat dari ketersediaannya, limbah TKKS kemungkinan besar merupakan sumber energi biomassa alternatif. (Yanti & Lestari, 2020)

Biomassa tanaman dianggap sebagai sumber bioenergi dan bahan kimia merupakan biomassa terbarukan yang paling melimpah di bumi (Gonzalo et al., 2016). Ini terutama terdiri dari lignin, selulosa dan hemiselulosa, dengan lignin merupakan sepertiga dari bahan yang ditemukan di dinding sel tumbuhan, dan dianggap polimer alami paling melimpah kedua di dunia (Brenelli et al., 2016).

Dibandingkan dengan selulosa, hemiselulosa, dan polimer bio lainnya, lignin adalah makromolekul yang sangat rumit, karena strukturnya dan ikatan antara berbagai unit berbeda-beda tergantung pada spesies tanaman, jenis tanaman, umur, kondisi pertumbuhan dan prosedur isolasi yang digunakan untuk ekstraksi. (Singh & Dhepe, 2016). Lignin dapat diklasifikasikan sebagai lignin

asli dan lignin teknis. Lignin asli mengacu pada struktur lignin asli dalam lignoselulosa tanpa modifikasi apapun. Sebagai polimer alami, lignin asli tidak hanya ada di alam. Itu selalu ada sebagai bagian dari lignoselulosa. Jadi, sebagian besar lignin yang dipelajari adalah lignin termodifikasi atau lignin teknis, yaitu lignin yang diekstraksi dari biomassa atau diambil dari produk samping industri. Sejumlah penelitian berfokus pada perubahan lignin teknis menjadi bahan kimia atau produk lain yang memiliki nilai tambah. Sumber utama lignin teknis dari industri adalah kraft lignin dan ada beberapa jenis sumber lignin lain seperti hidrolisis lignin, organosolv lignin, lignin pirolitik, dll. Komposisi dan berat molekul lignin teknis ini berbeda menurut sumber dan metode ekstraksinya. (Zevallos Torres et al., 2020).

Langkah pemisahan lignin dari lindi hitam sendiri terdapat beberapa cara salah satunya hidrolisis lignin. Tahapan hidrolisis Siapkan bahan yang siap dihidrolisis dengan ukuran mesh yang diinginkan. Masukkan bahan sebanyak 15 gram ke dalam gelas kimia. Kemudian ditambahkan larutan asam sulfat dan asam klorida masing-masing sebanyak 150 ml dengan suhu 100°C selama 2,5-3 jam pada konsentrasi asam 5%. Ulangi langkah 2 dan 3 untuk konsentrasi asam yang diinginkan. Sekam padi hasil hidrolisis kemudian disaring. (Afdhol et al., 2020)

Lignin dapat diubah menjadi lignosulfonat yaitu untuk menjadi surfaktan EOR. Penggunaan surfaktan untuk EOR bukanlah perkembangan terkini di bidang perminyakan. Namun, biaya surfaktan telah menjadi alasan utama penggunaan yang terbatas dalam proses EOR. Satu masalah dengan banyak surfaktan adalah biaya pembuatan dan bahan bakunya yang tinggi. Di bidang perminyakan, hanya sedikit penelitian yang telah dilakukan untuk mempelajari efektivitas pengembangan surfaktan berbasis lignin dari bahan limbah dalam penggenangan surfaktan. (Ganie & Idris, 2018). SLS muncul sebagai salah satu surfaktan yang menjanjikan untuk EOR dan dapat diproduksi dari sumber yang melimpah seperti lindi hitam dan tandan kosong kelapa sawit. SLS mungkin memiliki masa depan yang menjanjikan dengan formulasi yang tepat dan kompetitif secara ekonomi dengan surfaktan lain. (Azis et al., 2017)

Penelitian ini tentang pengaruh asam dalam sintesis lignin dari tandan kosong kelapa sawit. Pembuatan lindi hitam dengan cara delignifikasi organosolv

menggunakan larutan pemasak etanol-aquadest dan katalis NaOH dan diisolasikan dengan cara menambahkan dengan asam nitrat (HNO_3) sedikit demi sedikit. Identifikasi gugus fungsi kimia dilakukan dengan spektroskopi Fourier Transmission Infra-red (FTIR).

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari Penelitian Tugas Akhir ini yaitu:

1. Mengetahui Hasil delignifikasi dari limbah tandan kosong kelapa sawit
2. Mengetahui pengaruh asam dalam pembuatan lignin dari limbah TKKS
3. Mengetahui karakteristik lignin dengan FT-IR Spectroscopy

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini adalah menghasilkan lignin dari limbah TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) untuk pembuatan sintesis liginosulfonat .

1.4 BATASAN MASALAH

Agar penelitian berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan peneliti maka peneliti tugas akhir membatasi permasalahan mengenai pengaruh asam terhadap sintesis lignin tandan kosong kelapa sawit. Pengolahan limbah TKKS menggunakan metode Delignifikasi organosolv dengan larutan pemasak etanol-aquadest dan katalis NaOH kemudian diisolasi dengan asam HNO_3 . Lignin diuji karakterisasi gugus fungsinya dengan FT-IR Spectroscopy.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 STATE OF THE ART

Dalam penelitian ini telah ditinjau beberapa referensi yang membahas tentang pengolahan lignin sebelumnya dan juga sebagai bahan acuan untuk menghasilkan produk lignin. Dibawah ini merupakan penelitian tentang lignin yang pernah dilakukan sebelumnya

Tabel 2. 1 *Table State Of The Art*

No	Judul Penelitian	Bahan Baku	Metode	Hasil
1.	<i>Extracting Soda Lignin Form The Black Liquor Of Oil Pulm Empty Fruit Bunch</i> (Ibrahim & Azian, 2005)	Tandan kosong kelapa sawit	<i>Taguchi Method</i>	Faktor ph tidak terbukti signifikan dalam ekstraksi lignin. Dan lindi hitam harus disimpan dalam kondisi dingin (5 °C).
2.	<i>Monitoring Quality Of Soda Black Liquor Of Oil Pulm Empty Fruit Bunch Fibers In Terms Of Storage Time And Temperatur</i> (Ibrahim et al., 2012)	Tandan kosong kelapa sawit	<i>lignin isolation</i>	Hasilnya peneltian ini ph yang direkomendasikan untuk ekstraksi adalah 2. Penyimpanan <i>black liquour</i> selama 15 hari harus dihindari untuk mencegah lajunya biodegrasi, yang dapat menurunkan <i>yield</i>

				<i>lingnin.</i>
3.	<i>Pretreatment Of Empty Palm Fruit Bunch For Lignin Degradation Mailin(Misson et al., 2012)</i>	Tandan kosong kelapa sawit	<i>pretreatment method</i>	<i>pretreatment</i> TTKS dengan menggunakan NaOH dan Ca(OH) ₂ telah terbukti menjadi metode terbaik dalam degradasi.
4.	<i>Factors Affecting Delignification Of Oil Palm Empty Fruit Bunch By Microvawe-Assited Dilute Acid/Alkali Pretreatment(Akhtar et al., 2015)</i>	Tandan kosong kelapa sawit	<i>Conventional pretreatment, dilute acid pretreatment, Microwave/alkali pretreatments method</i>	Penggunaan asam encer dan Mw-A merupakan pretreatment yang cepat dan efektif untuk tandan buah kosong. hasil terbaik diperoleh pada daya gelombang mikro 900 W, 110 ° C dan 80 menit.
5.	<i>Thermal Behaviors Of Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber Upon Exposure To Acid-Base Aqueous Solutions(Hassan & Badri, 2016)</i>	Tandan kosong kelapa sawit	<i>fiber treatment</i>	Perlakuan basa lebih berpengaruh dalam menghilangkan lignin dan hemiselulosa serta mengekspos selulosa lebih banyak.
6.	<i>Lignin from an integrated process consisting of liquid hot water and ethanol organosolv: Physicochemical and antioxidant properties(Michelin</i>	Tongkol jagung	<i>Liquid hot water pretreatment and Organosolv method</i>	Hasil analisis FTIR dan TGA membuktikan bahwa strategi ekstraksi yang berbeda

	et al., 2018)			memiliki pengaruh yang besar dan berpengaruh pada struktur lignin dan pulp selulosa.
7.	<i>Microwave Assisted Aqueous Ammonia Pretreatment Of Oil Palm Empty Fruit Bunch: Effect On Lignin Removal And Morphological Structure</i> (Perdana Harahap et al., 2019)	Tandan kosong kelapa sawit	<i>Microwave assisted pretreatment</i>	Hasil penelitian ini adalah Penghilangan lignin maksimum 81,60% dapat dicapai dibawah kondisi pretreatment optimal yaitu daya gelombang mikro 837,8 Watt, NH 3 konsentrasi 12,2% (v / v), dan waktu reaksi 8,9 menit.

2.2 TKKS (TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT)

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan hasil samping industri sawit, termasuk bahan berlignoselulosa yang memiliki prospek sebagai bahan baku produk berbasis serat, yaitu pulp dan kertas dengan mutu yang memenuhi standar.

Rosli et al., (2017) meneliti tentang *Chemical And Physical Characterization Of Oil Palm Empty Fruit Bunch*. Hasil dari penelitian tersebut ditemukan bahwa TKKS terdiri dari 31,4% glukukan, 18,6% xilan dan 2,7% arabinan dengan lignin sekitar 23,9%. Sedangkan untuk penyusun non struktural TKKS, kadar abu dan ekstraktifnya berkisar 0,1% dan 8,18%. Studi morfologi dengan SEM menunjukkan struktur permukaan TKKS sebagian besar terdiri dari badan silika. Analisis spektroskopi dengan FTIR menunjukkan hasil yang sebanding yang menunjukkan adanya selulosa, hemiselulosa dan lignin dalam

serat. Sedangkan analisis XRD menunjukkan sifat kristal selulosa pada serat TKKS asli melalui puncak (200) pada $2\theta = 22,5$.



Gambar 2. 1 Tandan kosong kelapa Sawit

Gambar 2. 2 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

2.3 LINDI HITAM

Black liquor (BL) merupakan hasil sampingan pengolahan pulp dengan lignin sebagai komponen utama sekitar 46% dari total padatan. Pemanfaatan BL saat ini terbatas sebagai sumber energi untuk pabrik pulp, dan digunakan sebagai bahan bakar nabati. BL memiliki densitas yang tinggi disebabkan memiliki kandungan solid yang tinggi. (Hapsoro Aruno et al., 2018)

Lindi hitam jika tidak didaur ulang dapat menjadi salah satu sumber pencemaran lingkungan yang potensial, disebabkan oleh adanya beberapa senyawa kimia, seperti metil merkaptan, dan hidrogen sulfida yang beracun.

Pemanfaatan lindi hitam dapat mengurangi masalah pencemaran yang diakibatkannya.

2.4 LIGNIN DAN LIGNOSULFONAT

Lignin adalah senyawa makromolekul alami terdiri dari unit polifenilpropana. Lignin mengandung berbagai gugus fungsi aktif termasuk hidroksil alkohol dan fenolik, metoksil, karbonil dan menyediakan banyak situs reaktif untuk reaksi kimia lebih lanjut. (Yanhua et al., 2004)

Pada dasarnya lignin adalah bersifat hidrofobik, sehingga lignin tidak larut dalam larutan air, asam, dan hidrokarbon tetapi dapat larut dalam larutan alkali. Artinya lignin dari BL dapat diisolasi dengan asam. Lignin dapat diubah menjadi surfaktan yaitu lignosulfonat. Lignosulfonat adalah lignin yang mengandung gugus sulfonat, sehingga larut dalam air. Cara mendapatkan Lignosulfonat adalah memproduksi lignin dengan proses sulfonasi. Sulfonasi bertujuan untuk menggantikan gugus hidroksi dengan gugus sulfonat yang lebih banyak kutub (Hapsoro Aruno et al., 2018)

Banyak faktor dalam menentukan proses sulfonasi, yaitu nisbah reaktan, suhu reaksi, waktu/lama reaksi, pH. Sulfonasi lignin yang telah dilakukan yaitu dengan pereaksi natrium sulfit (Na_2SO_3) ataupun dengan natrium bisulfit (NaHSO_3). Keunggulan natrium bisulfit yaitu produk yang dihasilkan memiliki warna lebih cerah, mudah diaplikasikan pada skala produk kecil dan dapat digunakan secara *batch* proses. (Syahbirin et al., 2015)

Penelitian tentang isolasi lignin telah banyak dilakukan dengan berbagai cara dan dari berbagai macam bahan asal dari lignin diantaranya Kirk (1971) menggunakan bakteri untuk mengdegradasi lignin. Beberapa bakteri, dan berbagai jamur selain jamur white dan brownrot, menyebabkan modifikasi lignin, tetapi perubahan spesifik dalam struktur belum ditentukan.

Pasquini et al., (2005) dalam penelitiannya menggunakan pinus taeda dan ampas tebu menyatakan bahwa delignifikasi Pinus taeda dan ampas tebu dengan karbon dioksida pada tekanan tinggi dan dengan adanya etanol-air sebagai ko-pelarut menunjukkan efisiensi yang tinggi dalam pemisahan lignin.

Tan et al., (2009) telah berhasil mengekstraksi lignin dari ampas tebu menggunakan campuran cairan ionik $[\text{C}_2\text{mim}][\text{ABS}]$ pada tekanan atmosfer,

dengan hasil lebih dari 93%. Prosesnya dapat dilakukan pada tekanan atmosfer adalah signifikan dalam hal kebutuhan pabrik dan peralatan, dan juga menggambarkan fitur yang berguna dari cairan ionik dalam menyediakan media reaksi untuk reaksi hidrolisis di mana air hadir tetapi hanya pada aktivitas rendah.

Ye et al., (2012) menggabungkan ekstraksi organosolvent etanol dengan depolimerisasi hidrotermal lignin tanpa katalis untuk produksi fenolat bernilai tambah berhasil dikembangkan. Kemurnian tinggi (>78%) lignin dapat diekstraksi secara efektif dari batang jagung terhidrolisis enzimatik dengan menggunakan air etanol 65 vol %. Kondisi proses optimal untuk depolimerisasi lignin tampak pada 523 K selama 90 menit dalam air etanol 65 %.

Jin et al., (2013) menemukan bahwa tanpa penambahan asam atau CO₂, pH dalam larutan lindi hitam diturunkan menjadi 4,7 karena elektrolisis air, yang menyebabkan pengendapan lignin yang bergantung pada pH. Sehingga berfungsi sebagai teknik yang menjanjikan dan hemat biaya untuk ekstraksi lignin dan pemulihan kaustik dari cairan hitam.

Penelitian yang dilakukan oleh Medina et al., (2016) EFB (Tandan kosong kelapa sawit) diperlakukan dengan ledakan uap autocatalytic. Performa pretreatment lignin terbaik dicapai pada suhu 195 C selama 6 menit, dengan peningkatan selulosa sebesar 24% dan penurunan hemiselulosa sebesar 68%.

Y. T. Tan et al., (2018) mengevaluasi efisiensi dan delignifikasi pelarut eutektik dalam TTKS. Penulis menemukan bahwa Pretreatment DES dalam penelitian ini menunjukkan perbedaan minimal dalam tingkat kebutuhan energi. Dari penelitian ini, DES berbasis asam organik terbukti berpotensi untuk pengolahan biomassa, dengan kemampuannya mengekstraksi lignin dalam bentuk pellet, menghasilkan cairan kaya hemiselulosa dan fraksi selulosa relatif murni melalui proses satu tahap sederhana.

Tahun berikutnya Y. T. Tan et al., (2019) mengevaluasi Gugus hidroksil, ikatan rangkap, rantai alkil pendek dan struktur monokarboksilat pada HBD dapat memfasilitasi ekstraksi lignin. DES berbasis asam laktat mencapai hasil ekstraksi lignin yang tinggi pada 61% dengan kandungan hidroksil fenolik terkaya di antara kesembilan DES. Juga, studi kelayakan membuktikan asam laktat menjadi konstituen DES yang layak untuk pengolahan biomassa.

Penelitian tentang DES juga dilakukan Quek et al., (2020) menunjukkan bahwa asam kolin klorida-asam laktat memiliki sifat delignifikasi terbaik di antara semuanya karena sifatnya yang bersifat asam. Pelarut eutektik dalam yang didaur ulang (DES) menunjukkan penurunan efisiensi delignifikasi dengan kemanjurannya menurun dengan jumlah daur ulang. Pada tahun yang sama Hidayati et al., (2020) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi HCL hingga 40% dapat menurunkan hasil tetapi meningkatkan bobot ekuivalen kadar lignin dan metoksil lignin.

Watkins et al., (2015) dalam penelitiannya mengetahui bahwa Spektrum FT-IR menunjukkan homogenitas struktur kimia sampel lignin yang diekstraksi dengan perlakuan pelarut organik. Lignin dari serat alfalfa memberikan hasil terbesar dari berbagai sumber. DSC digunakan untuk mengamati panas reaksi sampel lignin. Pengukuran entalpi lebih tinggi untuk lignin dari serat rami dan alfalfa masing-masing pada 190,57 dan 160,90 J/g. Sumber sampel lignin terlihat mempengaruhi sifat termal. TGA digunakan untuk mengamati degradasi biomassa. Secara keseluruhan, lignin yang diekstraksi dari jerami gandum memiliki stabilitas termal terbesar dan hasil arang tertinggi 40,41% diikuti oleh serat rami (39,22%), alfalfa (35,04%), dan jerami pinus (29,45%).

Penelitian yang dilakukan oleh Nita et al.,(2019) menyatakan bahwa Isolasi lignin dengan CO₂ dan koagulan merupakan cara yang menarik karena lebih ramah lingkungan daripada teknik pengasaman yang umum.

Penelitian yang dilakukan oleh Priyanto et al., (2021) mempelajari sintesis Sodium LignoSulfonate menggunakan lignin yang telah diisolasi dari black liquor, setelah itu surfaktan SLS dikarakterisasi dan diuji menggunakan metode Enhanced Oil Recovery. Hasilnya adalah sintesis SLS dari Lignin yang terkandung dalam *Black Liquor* dari limbah industri pulp menunjukkan hasil yang menjanjikan, dengan karakteristik surfaktan yang dapat diterima dan cocok untuk aplikasi EOR.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 URAIAN METODE PENELITIAN

Metode penelitian untuk pembuatan lindi hitam dari limbah tkks adalah dengan metode delignifikasi organosolv. Metode delignifikasi adalah suatu proses penghilangan lignin pada material yang mempunyai lignoselulosa. Delignifikasi organosolv dilakukan dengan NaOH 10% sebagai katalis dan etanol-air sebagai larutan pemasak kemudian dipanaskan selama 3 jam dengan temperatur 100 °C.

Metode selanjutnya adalah metode isolasi lignin. Metode isolasi lignin merupakan tahap pemisahan lignin dari lindi hitam. Sampel TKKS diambil dari TPS daerah bangkinang.

3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari tahap pra penelitian, tahap pelaksanaan penelitian dan tahap pasca penelitian. Secara lengkap *flowchart* penelitian disajikan pada Gambar

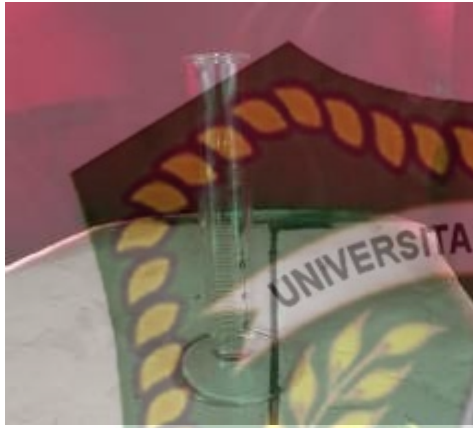


Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

3.3 JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental. Adapun peralatan, bahan, dan prosedur percobaan yang dilakukan sebagai berikut:

3.3.1 Alat



Gelas ukur



Gelas kimia



Magnetic stirrer



Hot plate



Centrifuge tube



Pipet tetes



Oven



Sendok



Erlenmeyer



Kertas saring



Indikator pH universal



Alumunium foil



3.3.2 Bahan



Serbuk Tandan kosong kelapa sawit



Etanol 96%



NaOH 10%

NaOH 1N



Aquadest

HNO₃ 65%**Gambar 3. 3** Bahan-bahan penelitian

3.4 PROSEDUR PERCOBAAN

3.4.1 Proses delignifikasi organosolv dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yaitu:

1. Siapkan TKKS yang sudah dijemur sebelumnya, lalu potong lebih kecil ukuran 1-2 cm
2. Rendam Tkks dengan air bersih dengan waktu 30 menit, lalu bilas sampai bersih.
3. Keringkan Tkks dengan sinar matahari hingga kering.
4. Blender potongan hingga menjadi serbuk, kemudian keringkan dengan oven pada temperatur 120 °C hingga berat serabut konstan.

5. Kemudian campurkan serbuk larutan pemasak etanol 96% dan air 1:1 menggunakan katalis NaOH 10% sebanyak 250 ml dan serbuk 50 gr dengan temperatur 100 C selama 3 jam diatas magnetic stirrer.
6. Kemudian diamkan hingga dingin dan saring untuk mendapatkan cairan lindi hitam tanpa serat.

3.4.2 Proses Isolasi lignin dilakukan dengan cara yaitu:

1. Filtrat lindi hitam dimasukkan dalam *erlemeyer* ditambah kan HNO₃ sedikit demi sedikit. HNO₃ yang digunakan yaitu sebanyak 10 ml, 13 ml, dan 15 ml. Penambahan dilakukan diatas hot plate agar campuran homogen
2. Kemudian didiamkan selama 24 jam. Pemisahan endapan lignin dilakukan dengan sentrifuse 3500 rpm selama 10 menit.
3. Larutkan endapan dengan NaOH 1N
4. Kemudian ditambah kan HNO₃ sedikit demi sedikit.
5. Pemisahan endapan lignin dilakukan dengan sentrifuse 3500 rpm selama 10 menit.
6. Setelah itu cuci endapan dengan *aquadest* dan keringkan dalam oven dengan suhu 60 C.
7. Timbang lignin yang didapatkan dan simpan dalam botol

3.5 TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fluida Reservoir Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau dan Laboratorium FMIPA Universitas Riau

3.6 JADWAL PENELITIAN

Penelitian dilakukan 6 bulan mulai dari Juli 2021 sampai dengan Desember 2021.

Tabel 3. 1 Jadwal penelitian

No	KEGIATAN	Waktu pelaksanaan (Bulan)					
		Juli	Agustus	September	oktober	November	Desember
1	Studi Literatur						
2	Membuat proposal penelitian						
3	Persiapan alat bahan dan mencari laboratorium						
4	Pembuatan lindi hitam dan isolasi Lignin						
5	Uji karakteristik lignin melalui uji gugus fungsi FT-IR						
6	Analisis data						
7	Pembuatan Laporan Akhir						

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses belajar dan pembelajaran adalah sebuah keharusan bagi manusia dalam kehidupan. Berbagai fenomena yang terjadi di alam semesta ini akan terungkap kepermukaan bila dilakukan dengan jalan belajar. Alquran memiliki kurang lebih 750 ayat rujukan yang berkaitan dengan ilmu pengetahuan. Ini membuktikan bahwa betapa tingginya kedudukan sains dan ilmu pengetahuan dalam Alquran (Islam). Perintah untuk manusia mendayagunakan potensi akal, pengamatan, pendengaran, semaksimal mungkin terdapat dalam Al-quran.

Dalam QS. Al-Mujaadilah ayat 11, Allah SWT berfirman, Artinya: “Hai orang-orang beriman apabila kamu dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", Maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", Maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.”

Maka dari itu, penelitian ini didasari ilmu pengetahuan yang semakin berkembang bahkan teknologi yang semakin pesat. Begitu juga, dalam perkembangan memproduksi minyak pada lapangan yang sudah mengalami produksi menurun atau pada lapangan tua. Salah satu teknologi dan ilmu pengetahuan dalam teknik perminyakan untuk hal produksi minyak ialah *enhanced oil recovery* (EOR) yang sedang banyak diteliti. Salah satu jenis EOR yang banyak diteliti adalah dibagian *chemical* yaitu surfaktan. Maka dari itu peneliti ingin membahas mengenai pengaruh asam terhadap sintesis lignin dari TKKS sebagai bahan dasar surfaktan lignosulfonat. Hasil penelitian yang dibahas adalah delignifikasi limbah TKKS yang menghasilkan lindi hitam. Kemudian hasil lindi hitam diisolasi dengan asam dan diamati pengaruh berbagai volume asam terhadap isolasi lignin dari limbah TKKS tersebut. Kemudian mengetahui karakteristik lignin yang didapat dari limbah TKKS.

4.1 DELIGNIFIKASI ORGANOSOLV LIMBAH TKKS

Delignifikasi organosolv, yaitu Pembuatan pulping di mana berbagai macam pelarut dan kombinasi digunakan, termasuk komponen berair asam atau basa untuk meningkatkan kecepatan pulping. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan 250 ml NaOH 10% dan TKKS sebanyak 50 gr. NaOH 10% berfungsi sebagai katalis. Sedangkan untuk larutan pemasak terdiri dari larutan etanol 96% dan aquadest yaitu dengan komposisi rasio 1:1. Proses pemasakan memakan waktu 3 jam dengan temperatur 100°C. Selama proses pemasakan padatan ringan terkumpul pada bagian atas larutan. Setelah 3 jam dihasilkan cairan hitam pekat yang biasa disebut lindi hitam (Black Liqour). Warna gelap pada black liqour disebabkan oleh NAOH menyebabkan sebagian molekul lignin berubah menjadi bentuk yang menyerap cahaya spektrum yang tampak (Ganie & Idris, 2018). Filtrat lindi hitam yang dihasilkan sebanyak 300 ml dan *yield* lindi hitam 74%. Lindi hitam yang dihasilkan memiliki pH 13.



Gambar 4. 1 Filtrat lindi hitam tanpa serat



Gambar 4. 2 Hasil pengukuran pH lindi hitam

Dalam delignifikasi organosolv, asam dan basa dapat ditambahkan sebagai katalis untuk meningkatkan tingkat delignifikasi, sedangkan tingkat delignifikasi yang relatif lebih rendah ($\leq 60\%$) biasanya diperoleh selama pretreatment organosolv non-katalis biomassa lignoselulosa. Penggunaan katalis basa menurut Thring, R. (1995) menunjukkan bahwa penggunaan natrium hidroksida dapat meningkatkan hasil depolimerisasi lignin lebih dari 4 kali lipat jika dibandingkan dengan kontrol tanpa menggunakan basa. Mondylaksita et al. (2020) melakukan delignifikasi organosolv TKKS dengan katalis asam yang hasilnya asam sulfat lebih efisien dalam hal kemurnian lignin.

Perbedaan metode dalam memproduksi lignin yaitu Kraft lignin diproduksi dalam proses pulping kraft kayu menghasilkan produk sampingan yaitu lindi hitam. Soda lignin dihasilkan dalam proses pulping soda digunakan untuk biomassa dari tanaman tahunan dan, sampai batas tertentu, untuk kayu keras. Hidrolisis lignin diproduksi di pabrik etanol selulosa sebagai produk sampingan dari proses hidrolisis enzimatik. Organosolv lignin juga dihasilkan dari proses pulping yang menggunakan pelarut organik untuk memisahkan lignin dari selulosa; itu menghasilkan lignin rendah sulfur dan berat molekul rendah. Ekstraksi kraft lignin menjadi lebih efisien, karena sekarang telah dioptimalkan pada skala komersial. Produksi lignin organosolv, soda dan hidrolisis masih

sedikit terutama lignin organosolv karena masih dalam skala laboratorium atau pilot (Dessbesell et al., 2020)

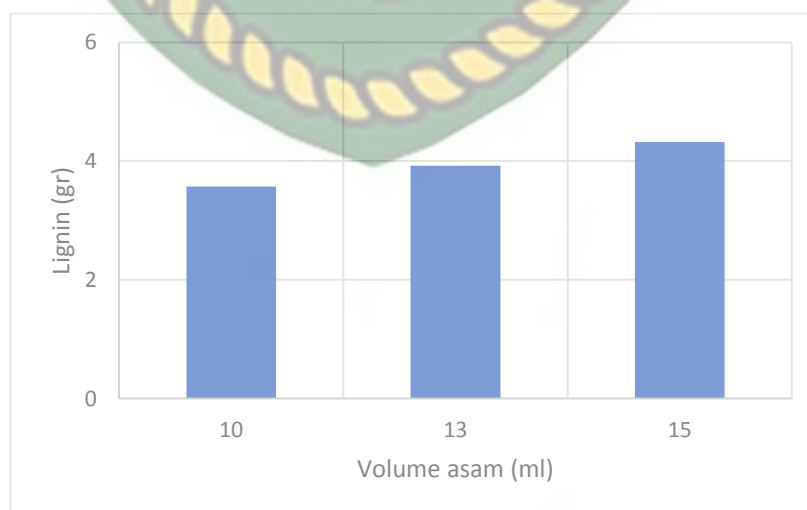
Proses organosolv dianggap sebagai proses yang relatif ramah lingkungan dibandingkan dengan Kraft dan sulfit proses. Proses organosolv etanol memiliki beberapa keuntungan seperti beroperasi secara ekonomis dengan adanya daur ulang larutan pemasak, dampak terhadap lingkungan rendah karena proses ini tidak mengandung sulfur, memberikan produk-produk sampingan karena mudahnya pemisahan lignin sebagai bahan padat dan karbohidrat sebagai selulosa. Beberapa kelemahan dari proses ini adalah pulp tidak dapat dicuci dengan air, bahan kimia yang bersifat menguap (volatil) sehingga mudah terbakar dan tidak cocok digunakan dalam proses pulping yang berasal dari campuran beberapa jenis kayu. (R.S. et al., 2021)

Setelah didapatkan lindi hitam maka di isolasi dengan asam HNO_3 dimana hasilnya seperti dalam tabel berikut:

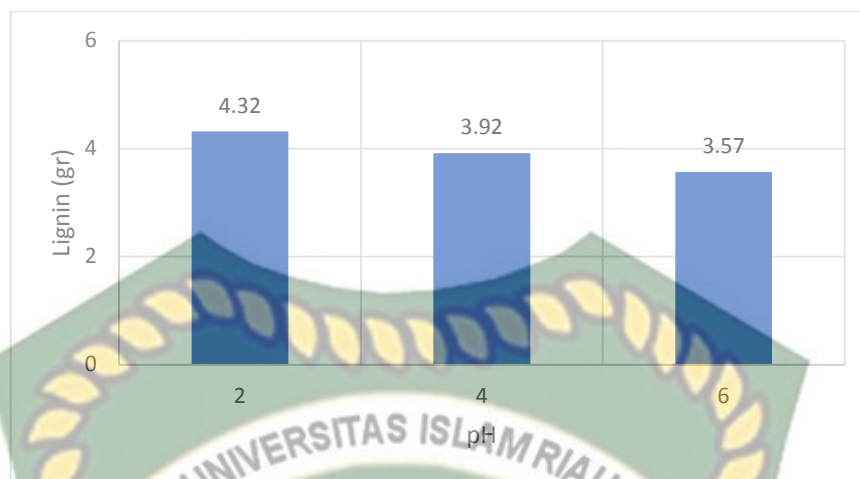
Tabel 4. 1 Perolehan lignin setelah isolasi asam HNO_3

Sampel TKKS	Volume asam (ml)	Lignin (gr)
1	10	3,57
2	13	3,92
3	15	4,32

4.2 Pengaruh asam dalam pembuatan lignin dari limbah TKKS



Gambar 4. 3 Perbandingan volume asam dengan perolehan lignin

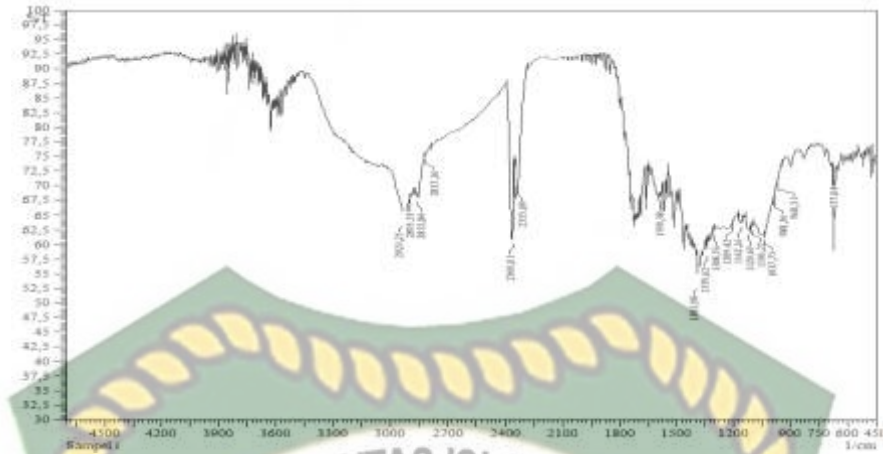


Gambar 4. 4 Perbandingan pH dengan lignin

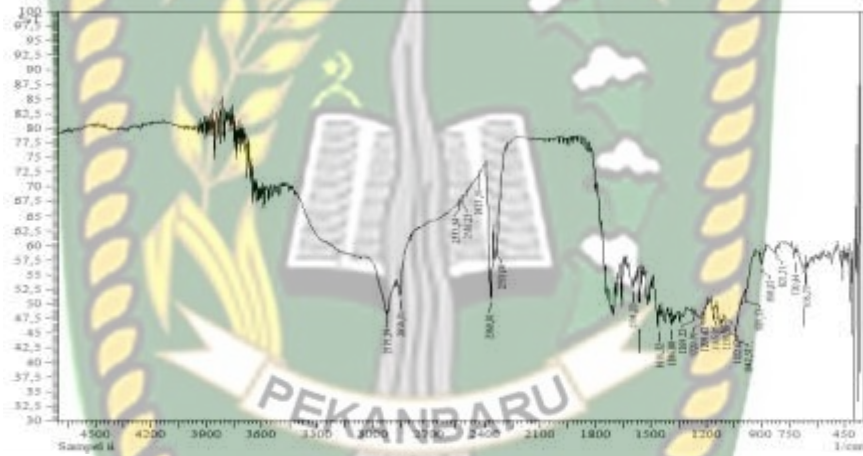
Berdasarkan grafik-grafik dikehui bahwa menggunakan variasi volume asam HNO_3 10 ml maka didapatkan 3.57 gr lignin dan pH 6, dengan variasi HNO_3 13 ml didapatkan 3.93 gr lignin dan pH 4, dengan variasi HNO_3 15 ml didapatkan 4.32 gr lignin dan pH 2. Grafik-grafik tersebut menyatakan bahwa semakin banyak volume asam yang ditambahkan maka perolehan bubuk lignin semakin meningkat. Kemudian semakin rendah pH yang diperoleh maka bubuk lignin yang dihasilkan semakin banyak. Kondisi perolehan lignin terbaik yaitu pada variasi volume asam HNO_3 15 ml.

4.3 Karakteristik lignin dengan FT-IR Spectroscopy

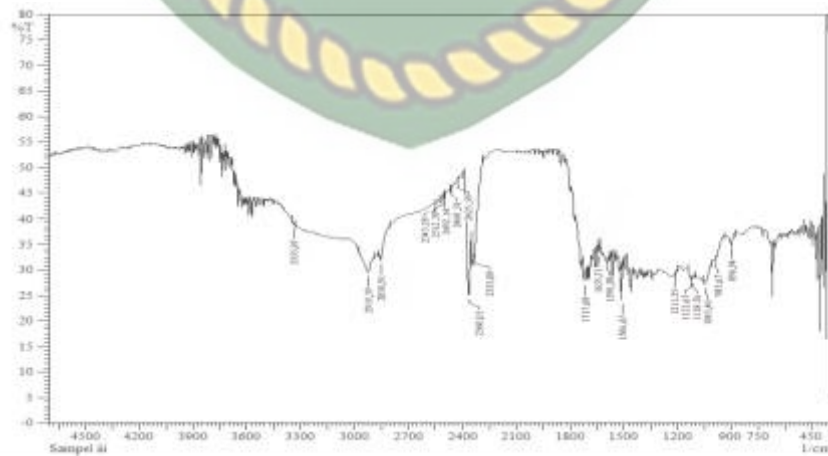
Spektroskopi IR adalah teknik penyerapan yang dibuat karena mode getaran molekul menyerap frekuensi spesifik dari spektrum elektromagnetik pada intensitas yang bervariasi. Karakterisasi lignin umumnya dilakukan di wilayah IR tengah, yang sesuai dengan radiasi elektromagnetik dengan bilangan gelombang antara 4000 dan 400 cm^{-1} . (Stark et al., 2016). Berikut adalah gambar hasil FT-IR lignin yang telah didapatkan:



Gambar 4. 5 Hasil FT-IR sample lignin dengan HNO₃ 10 ml



Gambar 4. 6 Hasil FT-IR sample lignin dengan HNO₃ 13 ml



Gambar 4. 7 Hasil FT-IR sample lignin dengan HNO₃ 15 ml

Berdasarkan hasil persentase lignin yang diperoleh dan hasil uji serapan gugus fungsi lignin ternyata tidak semua memiliki penelitian yang memiliki 3 indikator gugus fungsi pembentuk lignin. variasi penelitian yang memiliki gugus fungsi pembentuk lignin yaitu ada pada sample ke-3 dengan HNO₃ 15 ml dan ph 2. Kemudian gugus fungsi lignin yang didapat dari lindi hitam limbah TKKS dibandingkan dengan lignin standar, dan lignin komersil yang telah digunakan (lignin aldrich dan kraft). Lignin standar adalah lignin yang pengujiannya telah sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu SNI 14-0492-1990 dengan cara metoda klason dan sesuai dengan standar *Tecnichal Association Of The Pulp And Paper Industry* (TAPPI). Sedangkan lignin komersil adalah lignin yang telah digunakan/ diperdagangkan. Berdasarkan hasil identifikasi puncak-puncak khas dari spektrum FTIR dari lignin hasil isolasi lindi hitam dari limbah TKKS dan lignin komersil, ternyata memiliki gugus fungsi yang sama.

Beberapa puncak khas diantaranya adalah gugus ulur –CH- alifatik dan aromatik dengan bilangan gelombang sekitar 2900 cm⁻¹. Spektrum IR hasil isolasi dari lindi hitam limbah TKKS mempunyai puncak khas serapan ulur –CH alifatik dan aromatik pada bilangan gelombang 2919 dan 2850 cm⁻¹, sedangkan serapan puncak khas yang sama lignin komersial Aldrich dan Kraft pada bilangan gelombang 2930,17 cm⁻¹ dan 2926,01 cm⁻¹. Puncak serapan IR ulur untuk gugus fungsi -C=C-arena dengan bilangan gelombang antara 1500 – 1600 cm⁻¹, terdapat pada spektrum IR lignin isolasi lindi hitam dari limbah TKKS pada bilangan gelombang 1506 dan 1635 cm⁻¹, dan muncul spektrum IR lignin Aldrich pada 1599,14 cm⁻¹ dan lignin Kraft pada 1614,42 cm⁻¹. Puncak serapan IR untuk gugus fungsi ulur O-H fenolik dengan bilangan gelombang 3200 – 3550 cm⁻¹, ditemukan pada spektrum IR lignin isolasi dari lindi hitam limbah TKKS pada bilangan gelombang 3335 cm⁻¹, spektrum IR lignin Aldrich pada 3436,62 cm⁻¹ dan lignin Kraft pada 3414 cm⁻¹. Dengan demikian, spektrum FTIR lignin isolasi dari lindi hitam limbah TKKS memiliki kesesuaian dengan spektrum FTIR lignin komersial produk Aldrich dan Kraft, terutama untuk puncak-puncak serapan khas fungsi ulur –CH- alifatik dan aromatik, serapan untuk vibrasi ulur -C=C- arena dan serapan vibrasi ulur O-H fenolik (S.Rini et al., 2017). Berdasarkan analisa spektrum FTIR dari seluruh variabel penelitian yang digunakan, yaitu volume

asam yang digunakan proses isolasi lignin, ternyata lignin dengan nilai perolehan terbaik adalah lignin yang diperoleh dari proses menggunakan larutan asam HNO_3 15 ml (sample 3). Hal ini dikarenakan pada sampel lainnya tidak memiliki 3 indikator khas pembentuk lignin yaitu gugus Fenolic O-H, Alifatic-CH-, Arena -C=C-.

Tabel 4. 2 Perbandingan lignin hasil isolasi dengan lignin standar dan komersil

No	Indikator komponen lignin	Panjang gelombang cm^{-1}			
		Lignin dari lindi hitam limbah TKKS	Standar	Aldrich	Kraft
1	Fenolic O-H	3335	3200 – 3550	3436.62	3414
2	Alifatic -CH-	2919 dan 2850	2900	2930.17	2926.01
3	Arena -C=C-	1506 dan 1635	1500 – 1600	1599.14	1614.42

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil dari delignifikasi organosolv limbah TKKS adalah lindi hitam dengan Ph 13, filtrat lindi hitam sebanyak 300 ml dan *Yield* lindi hitam yaitu 74% .
2. Dengan menggunakan variasi volume asam HNO₃ 10 ml maka didapatkan 3.57 gr lignin dan pH 6, dengan variasi HNO₃ 13 ml didapatkan 3.93 gr lignin dan pH 4, dengan variasi HNO₃ 15 ml didapatkan 4.32 gr lignin dan pH 2. Semakin banyak volume asam yang digunakan saat isolasi maka lignin yang dihasilkan semakin banyak dan phnya semakin rendah.
3. Kondisi lignin isolasi dari lindi hitam limbah TKKS yang paling baik ini dinyatakan dengan evaluasi spektrum FTIR bahwa lignin tersebut mengandung komponen yang telah sesuai dengan lignin standar Aldrich dan lignin standar Kraft gugus alkena (-C=C-), ulur CH- alifatik dan aromatik, serta gugus -OH fenolik. Dan lignin terbaik terdapat pada sampel 3 yaitu dengan variasi volume asam HNO₃ 15 ml dan pH 2.

5.2 SARAN

Peneliti selanjutnya dapat melanjutkan penelitian ini dengan melakukan sulfonasi pada lignin sehingga menjadi surfaktan lignosulfonat dan menganalisis surfaktan lignosulfonat dengan melakukan pengujian lanjutan yaitu karakterisasi surfaktan lignosulfoant dan uji *interfacial tension*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdhol, M. K., Hidayat, F., Abdurrahman, M., Husna, U. Z., Sari, N. P., & Wijaya, R. K. (2020). *A Laboratory Scale Synthesis of Ethanol from Agricultural Waste as Bio-based Solvent for Waxy-Paraffinic Crude Oil Mitigation. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 854(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/854/1/012017>
- Akhtar, J., Teo, C. L., Lai, L. W., Hassan, N., Idris, A., & Aziz, R. A. (2015). *Factors affecting delignification of oil palm empty fruit bunch by microwave-assisted dilute acid/alkali pretreatment. BioResources*, 10(1), 588–596. <https://doi.org/10.15376/biores.10.1.588-596>
- Ardhi, E. W., Nur, H. I., & Khumaidah, N. (2017). *Analisa Transportasi Palm Oil Mill Effluent Dari Pabrik Kelapa Sawit Ke Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Di Riau Abstract The delivery of Palm Oil Mill Effluent (POME) by the Palm Oil Mill (POM) of Tanah Putih (60 , 000 POME ' s total supply requirem. 10(November), 67–71.*
- Azis, M. M., Rachmadi, H., Wintoko, J., Yuliansyah, A. T., Hasokowati, W., Purwono, S., Rochmadi, W., & Murachman, B. (2017). *On the use of sodium lignosulphonate for enhanced oil recovery. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 65(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/65/1/012030>
- Brenelli, L. B., Mandelli, F., Mercadante, A. Z., Rocha, G. J. de M., Rocco, S. A., Craievich, A. F., Gonçalves, A. R., Centeno, D. da C., de Oliveira Neto, M., & Squina, F. M. (2016). *Acidification treatment of lignin from sugarcane bagasse results in fractions of reduced polydispersity and high free-radical scavenging capacity. Industrial Crops and Products*, 83, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.013>
- Dessbesell, L., Paleologou, M., Leitch, M., Pulkki, R., & Xu, C. (Charles). (2020). *Global lignin supply overview and kraft lignin potential as an alternative for petroleum-based polymers. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 123(February 2019), 109768. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109768>
- Ganie, K., & Idris, A. K. (2018). *Formulasi Surfaktan Berbasis Lignin Menggunakan Ekstraksi Lignin dari Teknik Bantuan Ultrasound untuk Peningkatan Pemulihan Minyak. 6–8.*
- Hapsoro Aruno, A., Pramudono, B., & Priyanto, S. (2018). *Modelling Sulfonation Kinetics on the Sodium Lignosulphonate Synthesis from Black Liquor. MATEC Web of Conferences*, 156, 3–6. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815603041>
- Hassan, N. S., & Badri, K. H. (2016). *Thermal behaviors of oil palm empty fruit bunch fiber upon exposure to acid-base aqueous solutions / Perilaku terma serabut tandan kosong sawit selepas rawatan larutan akueus asid-alkali. Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 20(5), 1095–1103.

<https://doi.org/10.17576/mjas-2016-2005-15>

- Hidayati, S., Satyajaya, W., & Fudholi, A. (2020). *Lignin isolation from black liquor from oil palm empty fruit bunch using acid*. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(5), 11382–11391. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.08.023>
- Ibrahim, M. N. M., & Azian, H. (2005). *Extracting Soda Lignin From The Black Liquor Of Oil Palm Empty Fruit Bunch*. *Jurnal Teknologi*, 42(C), 11–20.
- Ibrahim, M. N. M., Rosli, W. D. W. A. N., & Chuah, S. B. (2012). *Monitoring Quality of Soda Black Liquor of Oil Palm Empty Fruit Bunch Fibers in Terms of Storage Time and Temperature*. *Jurnal Teknologi (C)*, 42(C), 21–28. <https://doi.org/10.11113/jt.v42.744>
- Jin, W., Tolba, R., Wen, J., Li, K., & Chen, A. (2013). *Efficient extraction of lignin from black liquor via a novel membrane-assisted electrochemical approach*. *Electrochimica Acta*, 107, 611–618. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2013.06.031>
- Kirk, T. K. (1971). *Effects of Microorganisms on Lignin*. *Annual Review of Phytopathology*, 9(1), 185–210. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.09.090171.001153>
- Medina, J. D. C., Woiciechowski, A., Filho, A. Z., Nigam, P. S., Ramos, L. P., & Soccol, C. R. (2016). *Steam explosion pretreatment of oil palm empty fruit bunches (EFB) using autocatalytic hydrolysis: A biorefinery approach*. *Bioresource Technology*, 199, 173–180. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.08.126>
- Michelin, M., Liebentritt, S., Vicente, A. A., & Teixeira, J. A. (2018). *Lignin from an integrated process consisting of liquid hot water and ethanol organosolv: Physicochemical and antioxidant properties*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, 159–169. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.046>
- Misson, M., Haron, R., Kamaroddin, M. F. A., & Amin, N. A. S. (2012). *Pretreatment Of Empty Palm Fruit Bunch For Lignin Degradation*. *Jurnal Teknologi*, 50, 89–98. <https://doi.org/10.11113/jt.v50.178>
- Mondylaksita, K., Ferreira, J. A., Millati, R., Budhijanto, W., Niklasson, C., & Taherzadeh, M. J. (2020). *Recovery of high purity lignin and digestible cellulose from oil palm empty fruit bunch using low acid-catalyzed organosolv pretreatment*. *Agronomy*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/agronomy10050674>
- Nita, A. P., Azis, M. M., & Suryo, P. (2019). *A comparison of sodium lignosulfonate (SlS) synthesis from black liquor lignin and commercial lignin*. *Materials Science Forum*, 948 MSF, 206–211. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.948.206>
- Pasquini, D., Pimenta, M. T. B., Ferreira, L. H., & Curvelo, A. A. D. S. (2005).

Extraction of lignin from sugar cane bagasse and Pinus taeda wood chips using ethanol-water mixtures and carbon dioxide at high pressures. Journal of Supercritical Fluids, 36(1), 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2005.03.004>

Perdana Harahap, A. F., Aditya Rahman, A., & Gozan, M. (2019). *Microwave assisted aqueous ammonia pretreatment of oil palm empty fruit bunch: Effect on lignin removal and morphological structure. Journal of Physics: Conference Series*, 1311(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1311/1/012027>

Priyanto, S., Dasilva, T., Anggara, B. B., Triyahdiyani, N., Sudrajat, R. W., Kusworo, T. D., Pramudono, B., Untoro, E., & Ratu, P. (2021). *Synthesis of Sodium Ligno Sulfonate (SLS) Surfactant from Black Liquor Waste and The Potential Test for EOR in Ledok Field Cepu. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1053(1), 012075. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1053/1/012075>

Quek, J. D., Lee, K. M., Lim, S., Tey, W. Y., Kang, H. S., & Quen, L. K. (2020). *Delignification of oil palm empty fruit bunch via ultrasound-assisted deep eutectic solvent pretreatment. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 463(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/463/1/012007>

R.S., S., S.A., H., M.E., W., & L., E. (2021). *Studi Literatur Pengaruh Kondisi Operasi Fraksionasi Tkks Dengan Proses Organosolv Terhadap Kadar Selulosa Dan Lignin*. 4–5.

Rosli, N. S., Harum, S., Jahim, J. M., & Othaman, R. (2017). *Chemical and Physical Characterization of Oil Palm Empty*. 21(1), 188–196.

S.Rini, Siregar.H.P., S., M.Taufan, & W.Deana. (2017). *The International Journal Of Science & Technoledge Infra Red Evaluation of Sodium Lignosulfonate Surfactant (SLS) Abstract* : 5(3), 137–142.

Singh, S. K., & Dhepe, P. L. (2016). *Isolation of lignin by organosolv process from different varieties of rice husk: Understanding their physical and chemical properties. Bioresource Technology*, 221, 310–317. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.09.042>

Stark, N. M., Yelle, D. J., & Agarwal, U. P. (2016). *4 Techniques for Characterizing Lignin*.

Syahbirin, G., Suryani, A., & Dzikrulloh, T. (2015). *Studi Pengaruh Perbandingan Reaktan Lignin Nahso3 Dan Ph Terhadap Natrium Lignosulfonat (NaLS). Jurnal Riset Kimia*, 1(2), 133. <https://doi.org/10.25077/jrk.v1i2.43>

Tan, S. S. Y., MacFarlane, D. R., Upfal, J., Edye, L. A., Doherty, W. O. S., Patti, A. F., Pringle, J. M., & Scott, J. L. (2009). *Extraction of lignin from lignocellulose at atmospheric pressure using alkylbenzenesulfonate ionic liquid. Green Chemistry*, 11(3), 339–34. <https://doi.org/10.1039/b815310h>

Tan, Y. T., Ngoh, G. C., & Chua, A. S. M. (2018). *Evaluation of fractionation*

and delignification efficiencies of deep eutectic solvents on oil palm empty fruit bunch. *Industrial Crops and Products*, 123(January), 271–277. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.091>

- Tan, Y. T., Ngoh, G. C., & Chua, A. S. M. (2019). *Effect of functional groups in acid constituent of deep eutectic solvent for extraction of reactive lignin*. *Bioresource Technology*, 281(December 2018), 359–366. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.02.010>
- Thring, R., W. (1995). *Alkaline Degradation of Alcell Lignin*. *Biomass and Bioenergy*, 7(I), 125–130.
- Watkins, D., Nuruddin, M., Hosur, M., Tcherbi-Narteh, A., & Jeelani, S. (2015). *Extraction and characterization of lignin from different biomass resources*. *Journal of Materials Research and Technology*, 4(1), 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2014.10.009>
- Yanhua, J., Weihong, Q., Zongshi, L., & Lubai, C. (2004). *A Study on the Modified Lignosulfonate from Lignin*. *Energy Sources*, 26(4), 409–414. <https://doi.org/10.1080/00908310490281528>
- Yanti, N. R., & Lestari, I. (2020). Wahana Forestra : Jurnal Kehutanan Wahana Forestra : Jurnal Kehutanan. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 15(2), 1–11. <https://doi.org/10.31849/forestra.v15i2.4696>
- Ye, Y., Zhang, Y., Fan, J., & Chang, J. (2012). *Novel method for production of phenolics by combining lignin extraction with lignin depolymerization in aqueous ethanol*. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 51(1), 103–110. <https://doi.org/10.1021/ie202118d>
- Zevallos Torres, L. A., Lorenci Woiciechowski, A., de Andrade Tanobe, V. O., Karp, S. G., Guimarães Lorenci, L. C., Faulds, C., & Soccol, C. R. (2020). *Lignin as a potential source of high-added value compounds: A review*. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121499. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121499>