

***PRETREATMENT* TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)
MENGUNAKAN PELARUT *IONIC LIQUIDS* DENGAN VARIASI
TEMPERATUR DAN LAMA PEMANASAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Bidang Studi Kimia di Jurusan Kimia Fakultas MIPA**



Oleh :

RAFLY ANADA LAFATAH

08031182025010

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PRETREATMENT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)
MENGUNAKAN PELARUT *IONIC LIQUID* DENGAN VARIASI
TEMPERATUR DAN LAMA PEMANASAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

oleh:

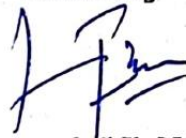
RAFLY ANADA LAFATAH

03031182025010

Indralaya, 01 Agustus 2024

Mengetahui,

Pembimbing



**Prof. Hermansyah, S.SI, M.SI., Ph.D.
NIP. 197111191997021001**



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Rafly Anada Lafatah (08031182025010) dengan judul "*Pretreatment* Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Menggunakan Pelarut *Ionic Liquids* dengan Variasi Temperatur dan Lama Pemanasan" telah disidangkan di hadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Juli 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 01 Agustus 2024

Ketua :

1. Prof. Dr. Muharni, M.Si
NIP. 196903041994122001

()

Sekretaris

2. Fahma Rlyanti, M.Si
NIP. 197204082000032001

()

Pembimbing:

1. Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197111191997021001

()

Penguji:

1. Dra. Juhanar, M.Si
NIP. 196507251993032002

()

2. Dra. Fatma, MS.
NIP. 196207131991022001

()

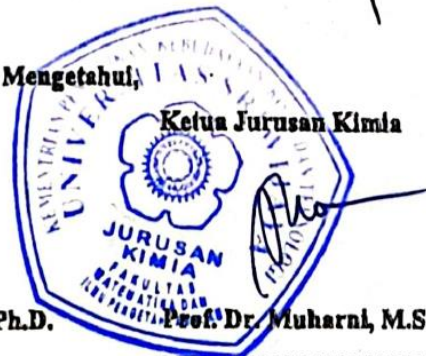
Mengetahui,

Dekan FMIPA



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Muharni, M.Si
NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Rafly Anada Lafatah

NIM : 08031182025010

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, 01 Agustus 2024
Penulis

Rafly Anada Lafatah

NIM. 08031182025010

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Rafly Anada Lafatah

NIM : 08031182025010

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : "*Pretreatment* Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Menggunakan Pelarut *Ionic Liquid* dengan Variasi Temperatur dan Lama Pemanasan". Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 01 Agustus 2024

Yang Menyatakan



Rafly Anada Lafatah

NIM. 08031182025010

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Papa saya Kaharudin dan Mama saya Donalisa yang selalu mendukung penuh cita-cita anaknya sehingga sekarang dapat menyelesaikan kuliahnya.
2. Dosen pembimbing saya Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D yang sudah memberikan arahan sebaik mungkin dan selalu mengingatkan untuk menyelesaikan amanah ini.
3. Teman dan sahabat saya yang sudah menjadi keluarga diperantauan dan almamater tercinta Universitas Sriwijaya.

Motto

“Hidup bukan untuk dikenal tapi mati untuk dikenang, maka berbuatlah kebaikan bahkan sekecil apapun kepada siapapun”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkah dan karuniaNYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Pretreatment* Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Menggunakan Pelarut *Ionic Liquid* dengan Variasi Temperatur dan Lama Pemanasan”. Skripsi ini ditulis untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dalam penyelesaian studi dan penulisan skripsi ini penulis banyak memperoleh bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, sehingga penulis menyampaikan rasa terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Papa Kaharudin sebagai *role model* saya untuk menjadi seorang *leader* yang baik dan Mama Dona lisa sebagai motivasi saya untuk menyelesaikan kuliah ini. Terimakasih atas segala dukungan yang diberikan kepada rafly dan mempercayakan semua keputusan penulis untuk mencapai cita dan harapannya. Akhirnya rafly bisa mewujudkan harapan kalian untuk menjadi sarjana, setelah ini papa dan mama menikmati hasil usaha dari rafly.
2. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Prof. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku pembimbing akademik dan pembimbing tugas akhir. Terimakasih banyak atas segala arahan dan nasehat yang telah bapak berikan selama kuliah dan penelitian. Semoga kebaikan bapak akan menjadi berkah dan semoga kelak penulis bisa menjadi hebat seperti bapak.
6. Ibu Dra. Julinar, M.Si dan Ibu Fatma MS. Selaku dosen penguji, terimakasih kepada ibu yang sudah memberikan banyak masukan untuk skripsi ini lebih baik.

7. Seluruh dosen, staff dan admin Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam Universitas Sriwijaya. Terimakasih kepada bapak ibu untuk semua ilmu yang telah diberikan selama kuliah, penulis memohon maaf jika ada perbuatan maupun perkataan yang kurang berkenan dihati bapak dan ibu.
8. Dear Moli dan Nui, terimakasih kepada moli dan nui yang selalu ada pada saat kondisi penulis terpuruk dalam perjalanan skripsinya. Penulis yang terkadang tidak percaya diri dengan perjalanannya dan hadirnya moli membangkitkan semangat penulis dengan kata-kata yang tidak sengaja namun berkesan. Nui yang sudah seperti saudara, mengajarkan penulis untuk tetap bertahan dari banyaknya masalah dan membantu penulis baik organisasi, kuliah maupun akademik lainnya. Waktu kita untuk bertemu belum habis, kita hanya akan berpisah sementara untuk kembali dan bertemu dengan versi terbaik kita.
9. Rosaria (Dihe, Tiara dan Azimi), terimakasih untuk kalian yang sudah mewujudkan *inner child* penulis dan selalu khawatir dengan kondisi penulis. Terimakasih dihe selalu menjadi *moodboster* penulis. Terimakasih tiara yang selalu mengingatkan untuk melakukan kebaikan. Terimakasih azimi as sobat taurus yang paham dan peka dengan keadaan penulis. Cerita kita masih di prolog dan akan berlanjut sampai epilog dengan keadaan kita yang paling damai.
10. Teman tepat (Nui, Moli, Adel, dan lika) terimakasih untuk dukungan selama proses skripsi ini dan selalu hadir di hari bahagia penulis bahkan dalam bentuk lainnya.
11. Podcast (Shinta, Adel, Sera, Pia, Putri dan Dina), terimakasih sudah menemani penulis sejak maba. Semoga kita semua sukses dan sampai jumpa di kesempatan berikutnya.
12. Himaki, terimakasih sudah menjadi rumah yang nyaman dan ruang untuk penulis berkembang, semoga himaki selalu jaya. Terkhusus bang teja, bang apres, bang jepri, bang Iqbal, bang anas, dan kak selvi terimakasih sudah memberikan pengalaman yang berharga selama kuliah. Terkhusus adik-adik saya utik, mia, yanti, via, vina, indah, tazira, nazwa, inggrit,

merry, azel, nabila, reska, fredy, dan rhaisya terimakasih sudah memberikan kesempatan dan pengalaman kepada penulis untuk menjadi seorang abang, semoga kalian semua sukses.

13. Einsteinium, terimakasih atas kepercayaannya kepada penulis untuk menjadi ketua angkatan, semoga kita semua sukses dan dapat bertemu lagi.
14. Aurum, seluruh Badan Pengurus Aurum dan staff aurum, terimakasih sudah membantu penulis dalam menyelesaikan amanahnya dan percaya dengan semua keputusan yang diambil. Bangga dan berharga bisa bekerjasama dengan kalian semua.
15. Askara, seluruh Badan Pengurus Askara dan Garuda Askara, terimakasih sudah menutup cerita organisasi penulis dengan indah dan sangat berkesan, terimakasih sudah mewujudkan harapan penulis, semoga semua yang sudah kita lakukan bersama akan menjadi kenangan yang layak untuk diingat baik untuk kita maupun FMIPA.
16. Laboratorium kimia umum, terkhusus ayuk yeni, ayuk sari, angel dan seluruh teman-teman asisten, terimakasih sudah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk bertanggungjawab sebagai koordinator Asisten, terimakasih sudah menjadi tempat paling tenang untuk penulis berdamai dengan masalah-masalah kuliah. Semoga kita sehat selalu dan dapat bertemu kembali untuk menceritakan hari-hari yang pernah kita lalui bersama.
17. Teruntuk kamu, *the one and only my favorit person* (Adinda Asmaraputri as Hantu Gabi), terimakasih untuk semua perhatian, kepedulian dan kasih sayang selama penulis mengenal kamu. Kita tidak hanya singgah, pasti berakhir indah. Kita kekal untuk ditakdirkan bersama. Banyak petualangan dan keinginan yang akan kita perjuangkan. Hal ini menjadi Amin Paling Serius untuk kita.
18. Untuk TKKS Pride (Husnil dan Eva), terimakasih karena sudah berjuang dari awal sampai akhir sidang sarjana yang telah kita lalui. Maaf apabila selama tugas akhir ini masih banyak kurangnya sebagai partner kalian, semoga sukses dimanapun kalian berada.

19. Penulis menyampaikan terimakasih kepada orang-orang yang pernah berjasa untuk penulis selama kuliah, terimakasih kepada icakk ayangiee selalu menemani penulis dimasa-masa sulit dan mengajak penulis healing dengan snoopynya. Terimakasih icak bendumku yang sudah berjasa untuk penulis dan selalu hadir di hari bahagia penulis. Terimakasih ucii yang sudah menjadi adik yang baik dan selalu memberikan kekonyolan dan candaannya. Terimakasih untuk semua orang yang sudah berjasa dan terlibat di kehidupan penulis selama kuliah. Mohon maaf jika tidak bisa disebutkan satu per satu tapi yakinlah penulis akan selalu mengingatnya. Semoga kebaikan kalian semua menjadi berkah untuk kalian.
20. Kepada Almh emak dan Alm Om Eki, terimakasih sudah mengajarkan penulis menjadi orang baik, selalu menguatkan penulis di masa-masa sulitnya sampai sekarang, meskipun raga kalian sudah tidak ada penulis tetap kuat karena kenangan bersama kalian. Pesan ini tidak akan sampai ke kalian tapi yang lain harus tau bahwa kalian menjadi orang yang berharga di kehidupan penulis.
21. Terakhir, teruntuk kamu manusia rapuh yang berusaha utuh, terimakasih sudah bertahan sampai saat ini. Banyak hal yang telah kamu lewati yang begitu terasa sesak namun kamu mampu melaluinya. Selamat kamu berhasil “menang” dari semua “perang”. Lanjutkan perjalananmu sampai tiba di kebahagiaan sepenuhnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun kedepannya.

Indralaya, 02 Agustus 2024
Penulis



Rafly Anada Lafatah
NIM.08031182025010

SUMMARY

PRETREATMENT OF OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCHES (OPEFB) USING IONIC LIQUIDS SOLVENT WITH VARIATIONS IN TEMPERATURE AND HEATING TIME

Rafly Anada Lafatah : Supervised by Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xi + 48 Pages, 10 pictures, 3 graphs, 2 tables, 6 attachment

Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) is a lignocellulosic biomass whose main compounds consist of cellulose, hemicellulose and lignin. OPEFB before delignification was found to contain 25.58% lignin, 11.08% hemicellulose and 29.0% cellulose. High lignin levels can inhibit the hydrolysis process so pretreatment or delignification is needed to reduce lignin levels. Delignification of OPEFB using Ionic Liquids solvent in the form of 1-Butyl-3-methylimidazolium chloride with variations in temperature and heating duration. Hemicellulose, cellulose and lignin were analyzed using the Chesson method. The optimal condition of the delignification process obtained the lowest lignin content at 140°C and heating time for 1 hour. The results of delignification obtained a percentage reduction in lignin content of 81.23%, hemicellulose content of 34.91% and cellulose 27.02%. The results that showed the lowest lignin content were characterized by XRD and SEM-EDS analysis. XRD analysis to show changes in the degree of crystallinity in OPEFB before and after delignification. SEM-EDS analysis to show changes in morphology and elemental composition of the OPEFB before and after delignification. The results of XRD analysis showed a decrease in the degree of crystallinity by 1.25 nm in OPEFB after delignification. SEM-EDS analysis shows that OPEFB after delignification has fibers with a size that appears smaller than OPEFB before delignification.

Keywords : OPEFB, delignification, hemicellulose, cellulose, and lignin

Citation : 39 (1981-2022)

RINGKASAN

***PRETREATMENT* TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) MENGUNAKAN PELARUT *IONIC LIQUIDS* DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN LAMA PEMANASAN**

Rafly Anada Lafatah : Dibimbing oleh Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

xi + 48 halaman, 10 gambar, 3 grafik, 2 tabel, 6 lampiran

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan biomassa lignoselulosa yang senyawa utamanya terdiri selulosa, hemiselulosa dan lignin. TKKS sebelum delignifikasi didapatkan kadar lignin 25,58%, hemiselulosa 11,08% dan selulosa 29,0%. Kadar lignin yang tinggi dapat menghambat proses hidrolisis sehingga dibutuhkan *pretreatment* atau delignifikasi untuk mengurangi kadar lignin. Delignifikasi TKKS menggunakan pelarut *Ionic Liquids* berupa *1-Butyl-3-methylimidazolium chloride* dengan dilakukan variasi temperatur dan lama pemanasan. Analisa hemiselulosa, selulosa dan lignin menggunakan metode Chesson. Kondisi optimal dari proses delignifikasi diperoleh kadar lignin terendah pada temperatur 140°C dan waktu pemanasan selama 1 jam. Hasil delignifikasi didapatkan persentase penurunan kadar lignin sebesar 81,23%, kadar hemiselulosa 34,91% dan selulosa 27,02%. Hasil yang menunjukkan kadar lignin terendah dilakukan karakterisasi analisa XRD dan SEM-EDS. Analisa XRD untuk menunjukkan perubahan derajat kristalinitas pada TKKS sebelum dan sesudah delignifikasi. Analisa SEM-EDS untuk menunjukkan perubahan morfologi dan komposisi unsur pada TKKS sebelum dan sesudah delignifikasi. Hasil analisa XRD menunjukkan adanya penurunan derajat kristalinitas sebesar 1,25 nm pada TKKS setelah delignifikasi. Hasil analisa SEM-EDS menunjukkan TKKS setelah delignifikasi memiliki serat dengan ukuran yang tampak lebih kecil dibandingkan TKKS sebelum delignifikasi.

Kata kunci : TKKS, delignifikasi, hemiselulosa, selulosa dan lignin.

Sitasi : 39 (1981-2022)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	xi
RINGKASAN	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kelapa Sawit.....	4
2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	4
2.3 Kandungan Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	5
2.3.1 Lignin	6
2.3.2 Hemiselulosa	7
2.3.3 Selulosa.....	7
2.4 <i>Pretreatment</i>	8
2.5 <i>Ionic Liquids</i>	12
2.6 Karakterisasi	12
2.6.1 <i>X-Ray Diffraction</i>	12
2.6.2 <i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS)</i>	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat.....	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan.....	15
3.3 Prosedur Penelitian	15
3.3.1 Persiapan Sampel.....	15
3.3.2 Delignifikasi TKKS dengan <i>Ionic Liquids</i>	15
3.3.3 Analisa Kandungan Lignoselulosa.....	16
3.3.4 Karakterisasi TKKS Sebelum dan setelah Delignifikasi.....	16
3.3.4.1 Analisis <i>Scanning Electron Microscope-Energy</i> <i>Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS)</i>	17
3.3.4.2 Analisis <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Hasil Kadar Hemiselulosa, Selulosa dan Lignin sebelum Delignifikasi	18
4.2 Pengaruh Temperatur dan Lama Pemanasan Delignifikasi TKKS Terhadap Kadar Lignin	19
4.3 Pengaruh Temperatur dan Lama Pemanasan Delignifikasi TKKS Terhadap Kadar Hemiselulosa	21
4.4 Pengaruh Temperatur dan Lama Pemanasan Delignifikasi TKKS Terhadap Kadar Selulosa	22
4.5 Karakterisasi <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	24
4.6 Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran	28

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pohon kelapa sawit (A) tandan buah segar (B)	4
Gambar 2. Tanda Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	5
Gambar 3. Struktur lignin.....	6
Gambar 4. Struktur hemiselulosa	7
Gambar 5. Struktur selulosa	8
Gambar 6. Pengaruh pretreatment terhadap aksesibilitas enzim terhadap hasil bioetanol atau biogas.	9
Gambar 7. Ilustrasi pola difraksi sinar-X	13
Gambar 8. SEM (a) Komponen SEM (b) Skema SEM	14
Gambar 9. Difraktogram XRD dari (a) TKKS sebelum delignifikasi dan (b) TKKS setelah delignifikasi	24
Gambar 10. Hasil morfologi TKKS dari Uji SEM-EDS	26

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 1. Kadar lignin setelah delignifikasi	19
Grafik 2. Kadar hemiselulosa setelah delignifikasi	21
Grafik 3. Kadar selulosa setelah delignifikasi	23

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kadar lignin, hemiselulosa, dan selulosa sebelum delignifikasi	18
Tabel 2. Hasil komposisi unsur TKKS sebelum dan sesudah delignifikasi ..	27

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian	35
Lampiran 2. Hasil Pengukuran kadar hemiselulosa, selulosa dan lignin sebelum delignifikasi	36
Lampiran 3. Hasil pengukuran kadar hemiselulosa, selulosa dan lignin sebelum delignifikasi dan setelah delignifikasi	38
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi SEM-EDS Sampel TKKS sebelum delignifikasi dan setelah delignifikasi	39
Lampiran 5. Hasil karakterisasi XRD sampel TKKS sebelum delignifikasi dan setelah delignifikasi	41
Lampiran 6. Gambar Penelitian	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkebunan kelapa sawit menawarkan potensi besar untuk memproduksi minyak kelapa sawit dan sumber daya terbarukan untuk menggantikan bahan bakar fosil dan mengurangi dampak lingkungan. Indonesia memiliki sejumlah besar pabrik kelapa sawit yang menghasilkan minyak kelapa sawit. Pabrik kelapa sawit menghasilkan limbah biomassa seperti tandan kosong kelapa sawit atau TKKS (Nurdin *et al.*, 2021). TKKS menjadi salah satu permasalahan limbah perkebunan yang hingga kini belum terselesaikan dikarenakan jumlah limbah TKKS terus bertambah seiring dengan perluasan lahan perkebunan. TKKS merupakan biomassa lignoselulosa yang senyawa utamanya selulosa (45.59%), hemiselulosa (16.49%) dan lignin (22.84%). Proses biokonversi limbah sangat penting dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah bahan limbah menjadi produk yang lebih bermanfaat seperti pupuk, bioetanol, dan pakan ternak (Agustinur & Yusrizal, 2021).

Tandan Kosong Kelapa Sawit memiliki bagian hemiselulosa dan selulosa yang mampu dikonversi secara enzimatik menjadi gula sederhana. TKKS memiliki beberapa faktor yang dapat menghambat proses enzimatik seperti tingginya kadar lignin, kiralinitas selulosa, derajat polimerisasi, gugus asetil yang terikat pada hemiselulosa, luas permukaan dan ukuran partikel biomassa. Perlakuan awal atau *pretreatment* dibutuhkan untuk membuka struktur lignoselulosa TKKS dan memudahkan proses ke polimer selulosa dan hemiselulosa untuk tahap berikutnya (Mondylaksita *et al.*, 2020).

Pretreatment merupakan tahapan awal dalam proses yang penting pada proses konversi biomassa lignoselulosa menjadi berbagai produk (Yoo *et al.*, 2020). Proses untuk menghilangkan lignin dari senyawa kompleks yang mengandung lignoselulosa dengan tujuan menghasilkan selulosa yang lebih murni adalah delignifikasi (Yoricya *et al.*, 2016). Metode delignifikasi dikelompokkan menjadi tiga, yaitu delignifikasi fisik, kimia dan biologi (Sutikno & Kismurtono, 2018).. Pada penelitian ini menggunakan delignifikasi kimia. Delignifikasi kimia dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti metode ozonolisis, oksidatif, pelarut,

organosolv, asam basa, dan ionic liquids. Berdasarkan berbagai metode delignifikasi kimia, menurut Tomas *et al.*, (2011) metode organosolv memiliki kekurangan yang mana perlu dilakukan proses pemisahan pelarut dengan evaporasi atau kondensasi karena agar tidak menghambat proses hidrolisis enzimatis dan fermentasi oleh mikroorganisme dan metode ozonolisis hanya mampu menghasilkan selulosa dan hemiselulosa yang sangat sedikit karena ozonolisis terbatas untuk degradasi lignin. Menurut Hidayat (2013) metode asam memiliki kelemahan karena dapat meningkatkan pembentukan senyawa inhibitor, korosi dan sulit untuk memulihkan asam yang digunakan dan metode *ionic liquids* lebih unggul dan sangat potensial untuk pengolahan bahan lignoselulosa. Delignifikasi lignoselulosa pada penelitian ini menggunakan *ionic liquids* berupa *1-butyl-3-methylimidazolium chloride*. *Ionic Liquids* digunakan karena dapat mengubah selulosa mikrokristalin menjadi struktur amorf karena terputusnya ikatan hidrogen di antara molekul selulosa dan meningkatkan luas permukaan selulosa. Kelebihan dari *ionic liquids* yang digunakan yaitu memiliki kelarutan yang sangat baik, stabilitas termal yang tinggi, tidak korosif maupun beracun. Klorida dari *ionic liquids* dapat melarutkan selulosa secara efisien karena mampu membentuk ikatan hidrogen antara proton hidroksil selulosa dan klorida anion dari *ionic liquids* (Xie *et al.*, 2018).

Penelitian Mohammad *et al* (2020) melakukan delignifikasi yang hanya menggunakan perlakuan variasi temperatur 150°C, 170°C, 190°C, 210°C dan waktu pemanasan 30, 60, 90 dan 120 menit, sedangkan pada penelitian ini menggunakan Pelarut berupa *ionic liquids* dengan variasi temperatur 100°C, 120°C, 140°C, 160°C, 180°C dan waktu pemanasan 1, 2,3 jam , metode ini dilakukan karena dapat mengubah komposisi struktural TKKS dengan lebih efektif. Hasil delignifikasi Mohammad *et al* (2020) menunjukkan kondisi optimal untuk perlakuan termal mampu mengurai lignin mencapai 58% pada suhu 210°C. Kandungan selulosa yang tinggi dapat diperoleh dengan menggunakan temperatur dengan rentang 100°C-140°C saat proses delignifikasi. Pada temperatur tinggi, lignin dan hemiselulosa akan menghasilkan struktur lignin semu. Selulosa dan hemiselulosa dapat terjadi kerusakan struktur kimia yang diakibatkan temperatur tinggi, sedangkan lignin mampu bertahan karena mempunyai struktur molekul yang kompleks (Nurdin *et*

al., 2021). Dengan demikian, penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemanasan pada proses delignifikasi atau pengurangan lignin menjadi aspek penting dan perlu dioptimasi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh temperatur dan lama pemanasan pada delignifikasi TKKS menggunakan *ionic liquids*?
2. Bagaimana pengaruh proses delignifikasi TKKS terhadap derajat kristalinitas dan perubahan morfologi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan pengaruh temperatur dan lama pemanasan pada delignifikasi TKKS menggunakan *ionic liquids*.
2. Melakukan karakterisasi dari hasil sebelum dan setelah delignifikasi TKKS menggunakan analisa XRD dan SEM-EDS.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai metode *pretreatment* pada Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) menggunakan *ionic liquids* yang dapat meningkatkan aksesibilitas enzim sehingga dapat diterapkan dalam proses pembuatan produk bioetanol yang bernilai ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., & Mohammed, A. (2019), Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review. Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics- Hervex, 77-85.
- Agustini, L., & Efiyanti, L. (2015). Selulosa Dan Produksi Etanol Dari Limbah (*The Effects of Delignification Treatments on Cellulose Hydrolysis and Ethanol Production from Lignocellulosic Wastes*). 33(1), 69–80.
- Agustinur, A., & Yusrizal, Y. (2021). Eksplorasi Jamur Asal Tongkol Kosong Kelapa Sawit Yang Berpotensi Sebagai Agen Pendegradasi Selulosa. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(3), 533. <https://doi.org/10.23960/jat.v9i3.5128>
- Alderton, D. (2020). X-Ray Diffraction (XRD). In *Encyclopedia of Geology: Volume 1-6, Second Edition* (Vol. 1, pp. 520–531). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102908-4.00178-8>
- Amanda Septevani, A., Burhani, D., Sampora, Y., Apriliany Devy, Y., Novi Ariani, G., Sondari, D., & Najwa Mohd Amin, K. (2019). The Effect of Acid Hydrolysis Treatment on the Production of Nanocellulose Based on Oil Palm Empty Fruit Bunches. In *Terap.Indones* (Vol. 21, Issue 1). <http://inajac.lipi.go.id/>
- Andriani, D. (2022). Komunitas Tikus , Serangan dan Upaya Pengendaliannya pada Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat di Kuantan Singingi Rats Community , Attack , and Its Control Efforts on Smallholder Oil Palm. 30(3), 141–152.
- Chen, D., Gao, A., Cen, K., Zhang, J., Cao, X., & Ma, Z. (2018). Investigation of biomass torrefaction based on three major components: Hemicellulose, cellulose, and lignin. *Energy Conversion and Management*, 169, 228–237. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.05.063>
- Darojati, H., Purwadi, R., & Rasrendra, C. (2020). Proses Fraksionasi Biomassa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit melalui Metode Organosolv Etanol dengan Penambahan Katalis. *Jurnal Selulosa*. 10(2), 73–80.

- Darsono & Sumarti, M. (2014). Lignoselulosa Menggunakan Irradiasi Sinar Elektron dan Pretreatment NaOH. *Jurnal kimia Kemasan*. 36(2), 245-252.
- Datta, R. (1981). Acidogenic fermentation of lignocellulose—acid yield and conversion of components. *Biotechnology and Bioengineering*, 23(9), 2167–2170. <https://doi.org/10.1002/bit.260230921>
- Fatyasari, I., Chairul, N., Meilana, I., Putra, D., Wijayanti, H., Mardina, P., Nurul, Y., Rifah, M. ', Sylvera, M., & Priscila, B. (2022). *Tandan Kosong Kelapa Sawit: Potensi Dan Aplikasi*. www.penerbitbcs.com
- Gian., A. A., Farid, M., & Ardhyanta, H. (2017). Isolasi Selulosa dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Nano Filler Komposit Absorpsi Suara : Analisis FTIR. 6(2), 228–231.
- Goh, K. (2020). Oil Palm. In *Encyclopedia of Applied Plan Siences*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394807-6.00176-3>
- Harahap, F. S., Walida, H., Rahmaniah, R., Rauf, A., Hasibuan, R., & Nasution, A. P. (2020). Pengaruh Aplikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Arang Sekam Padi terhadap beberapa Sifat Kimia Tanah pada Tomat. *Agrotechnology Research Journal*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i1.41121>
- Hidayat, M. R. (2013). Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa Dalam Proses Produksi Bioetanol. *Biopropal Industri*. 4(1), 33-48.
- Isroi, Cifriadi, A., Panji, T., Wibowo, N. A., & Syamsu, K. (2017). Bioplastic production from cellulose of oil palm empty fruit bunch. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 65(1), 1–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/65/1/012011>
- Khairiah, H., & Ridwan, M. (2021). Pengembangan Proses Pembuatan Bioetanol Generasi Ii Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. (Vol. 9, Issue 4).

- Larasati, I. A., Argo, B. D., & Hawa, L.C. (2019). Proses Delignifikasi Kandungan Lignoselulosa Serbuk Bambu Betung dengan Variasi NaOH dan Tekanan. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 7(3).
- Mohammad, I. N., Ongkudon, C. M., & Misson, M. (2020). Physicochemical properties and lignin degradation of thermal-pretreated oil palm empty fruit bunch. *Energies*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/en13225966>
- 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>
- Muryanto, Sudiyani, Y., & Abimanyu, H. 2016. Optimasi Proses Perlakuan Awal NaOH Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk menjadi Bioetanol. *J.Kim.Terap.Indones*. 18(1).
- Mutalib, M. M, Rahman, M. A., Othman, M. H. D., Ismail, A. F., & Jaafar, J. (2017). Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy-Dispersive X-Ray (EDX) Spectroscopy. In *Membrane Characterization* (pp. 161–179). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63776-5.00009-7>
- Nurdin, M., Abimanyu, H., Haris, A., Maulidiyah, M., Fitriady, M. A., Mansur, D., Arham, Z., Wibowo, D., & Salim, L. O. A. (2021). Effectiveness of green chemical solvent-based on triethylammonium methanesulfonate ion liquid for the OPEFB pretreatment process. *Journal of Oleo Science*, 70(10), 1509–1515. <https://doi.org/10.5650/jos.ess21161>
- Nurjannah, N. R., Sudiarti, T., & Rahmidar L. (2020). Sintesis dan karakterisasi selulosa termetilasi sebagai biokomposit hidrogel. *al-kimiya*. 7(1).
- Reed-Gore, E. R., Moser, R. D., & Weiss, C. A. (2018). *Characterization of Nanosized Crystallites Using X-ray Diffraction (XRD) Standard Operating Procedure Series: Characterization (C) Geotechnical and Structures Laboratory*. www.erd.usace.army.mil.

- Saha, B. C. (2003). *Hemicellulose bioconversion*. 279–291.
- Saputra, J., & Stevanus, C. T. (2019). Aplikasi Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Tanaman Karet Menghasilkan. *Warta Perkaretan*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v1i1.587>
- Segal, L., Creely, J. J., Martin, A. E., & Conrad, C. M. (1959). An Empirical Method for Estimating the Degree of Crystallinity of Native Cellulose Using the X-Ray Diffractometer. *Textile Research Journal*, 29(10), 786–794. <https://doi.org/10.1177/004051755902901003>
- Simatupang, H., Nata, A., & Herlina, N. (2012). Studi Isolasi Dan Rendemen Lignin Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). *Jurnal Teknik Kimia USU*. (Vol. 1, Issue 1).
- Sorn, V., Chang, K. L., Phitsuwan, P., Ratanakhanokchai, K., & Dong, C. Di. (2019). Effect of microwave-assisted ionic liquid/acidic ionic liquid pretreatment on the morphology, structure, and enhanced delignification of rice straw. *Bioresource Technology*, 293. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121929>
- Sulistiawati, R., & Kusriani, N. (2017). Analisis Finansial Usaha Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Prosiding nasional*.
- Sutikno, S., & Kismurtono, M. (2018). Pretreatment Empty Fruit Bunch of Oil Palm Tree for Improving Enzymatic Saccharification. In *Biofuels - State of Development*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76587>
- Tomas, P.E., Alvira, P., Ballesteros, M., & Negro, M.J. 2011. Pretreatment Technologies for Lignocellulose to Bioethanol Conversion. *Alternative Feedstock and Conversion Processes*. 149-176.
- Ufodike, C. O., Eze, V. O., Ahmed, M. F., Oluwalowo, A., Park, J. G., Liang, Z., & Wang, H. (2020). Investigation of molecular and supramolecular assemblies of cellulose and lignin of lignocellulosic materials by spectroscopy and thermal analysis. *International Journal of Biological*

- Macromolecules*, 146, 916–921.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.09.214>
- Xie, W., Zhou, D., Ren, Y., Tang, S., Kuang, M., & Du, S. kui. (2018). 1-Butyl-3-methylimidazolium chloride pretreatment of cotton stalk and structure characterization. *Renewable Energy*, 125, 668–674.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.03.011>
- Yeganeh, P., Sattar, A., Kumar, V., Yeganeh, P., Pretreatment, M., Mirmohamadsadeghi, S., Karimi, K., & Azarbaijani, R. (2021). Pretreatment of lignocelluloses for enhanced biogas production A review on influencing mechanisms and the importance of microbial diversity Publication date : Pretreatment of lignocelluloses for enhanced biogas production : A review on influencing mechani. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110173. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110173>
- Yoo, C. G., Meng, X., Pu, Y., & Ragauskas, A. J. (2020). The critical role of lignin in lignocellulosic biomass conversion and recent pretreatment strategies: A comprehensive review. In *Bioresource Technology* (Vol. 301). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122784>
- Yoricya, G., Aisyah, S., & Dalimunthe, P. (2016). Hidrolisis Hasil Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Dalam Sistem Cairan Ionik. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(1), 27–33.
- Yu, H., Qin, Z., Liang, B., Liu, N., Zhou, Z., & Chen, L. (2013). Facile extraction of thermally stable cellulose nanocrystals with a high yield of 93% through hydrochloric acid hydrolysis under hydrothermal conditions. *Journal of Materials Chemistry A*, 1(12), 3938–3944.
<https://doi.org/10.1039/c3ta01150j>