CRACKING TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI BASA : UPAYA PENYEDIAAN PAKAN RUMINANSIA BERBASIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

AULI SALWA ESESA

NIM H1031201073

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

CRACKING TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI BASA : UPAYA PENYEDIAAN PAKAN RUMINANSIA BERBASIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

AULI SALWA ESESA

NIM H1031201073

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa	: *Auli Salwa Esesa*
NIM	: H1031201073
Jurusan/Program Studi	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila dikemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 3 Januari 2025



Auli Salwa Esesa
H1031201073

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	*Cracking* Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Variasi Basa : Upaya Penyediaan Pakan Ruminansia Berbasis Tandan Kosong Kelapa Sawit
Nama Mahasiswa	:	Auli Salwa Esesa
NIM	:	H1031201073
Jurusan/Program Studi	:	Kimia
Tanggal Lulus	:	03 Januari 2025
SK Pembimbing	:	No. 761/UN22.8/TD.06/2024/05 Maret 2024
SK Penguji	:	No. 5535/UN22.8/TD.06/2024/31 Desember 2024

Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Muhamad Agus Wibowo, S.Si., M.Si.
NIP. 197301092000031002

Pembimbing II

Dr. Rakhmad Perkasa Harahap, S.Pt., M.Si.
NIP. 199505112019031010

Dosen Penguji

Ketua Penguji

Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si., M.Si.
NIP. 197109202000031002

Anggota Penguji

Dr. Nelly Wahyuni, S.Si., M.Si.
NIP. 197506022000032001

Pimpinan Sidang
(merangkap anggota penguji)

Dr. Muhamad Agus Wibowo, S.Si., M.Si.
NIP. 197301092000031002

Sekretaris Sidang
(merangkap anggota penguji)

Dr. Rakhmad Perkasa Harahap, S.Pt., M.Si.
NIP. 199505112019031010

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

CRACKING TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI BASA : UPAYA PENYEDIAAN PAKAN RUMINANSIA BERBASIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Abstrak

Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan salah satu biomassa yang mengandung lignoselulosa dan memiliki potensi sebagai bahan baku pakan ternak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses *Fiber cracking* dengan pemanasan dan pelarut alkali yaitu urea dan kalium hidroksida dalam penentuan kadar komponen serat lignoselulosa pada TKKS berupa *Neutral Detergent Fiber* (NDF), *Acid Detergent Fiber* (ADF) , selulosa , lignin dan hemiselulosa. Penelitian ini dilakukan dengan variasi perlakuan yaitu TKKS tanpa perlakuan (T0); TKKS dengan pemanasan (T1); TKKS dengan pemanasan dan urea 3% (T2); TKKS dengan pemanasan dan kalium hidroksida 3% (T3); TKKS dengan pemanasan dan kombinasi urea:kalium hidroksida 3% (T4) yang diproses menggunakan Autoklaf pada suhu 121^{o}C, tekanan 1 atm selama 60 menit. Tiap perlakuan kemudian dianalisis melalui karakterisasi FTIR dan SEM serta perhitungan kadar komponen serat menggunakan metode Van Soest. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan T4 memiliki kandungan lignin terendah senilai 5,22%.. Menurunnya kadar lignin perlakuan T4 didukung oleh hasil analisa FTIR dan SEM yang menunjukkan penurunan nilai intensitas dan keretakan pada morfologi permukaan perlakuan T4.

Kata Kunci **:** *Fiber cracking* , FTIR, Kalium hidroksida, Tandan Kosong Kelapa Sawit, SEM, Urea, Van Soest.

CRACKING OF OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCHES WITH ALKALINE VARIATIONS: AN EFFORT TO PROVIDE RUMINANT FEED BASED ON OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCHES

Abstract

Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) is one of the biomass that contains lignocellulose and has the potential to be a raw material for animal feed. This study aims to determine the effect of the fiber cracking process through heating and alkaline solvents, namely urea and potassium hydroxide, on the levels of lignocellulosic fiber components in OPEFB, including Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), cellulose, lignin, and hemicellulose. The study was conducted with variations in treatment: untreated OPEFB (T0); OPEFB with heating (T1); OPEFB with heating and 3% urea (T2); OPEFB with heating and 3% potassium hydroxide (T3); and OPEFB with heating and a combination of 3% urea and potassium hydroxide (T4). The treatments were processed using an autoclave at 121°C, 1 atm pressure, for 60 minutes. Each treatment was analyzed through FTIR and SEM characterization, as well as fiber component quantification using the Van Soest method. The results showed that treatment T4 had the lowest lignin content of 5.22%. The reduction in lignin content in treatment T4 was supported by FTIR and SEM analyses, which indicated a decrease in intensity values and the presence of surface morphology cracking in treatment T4.

Keywords **:** Fiber cracking , FTIR, Potassium Hydroxide, Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB), SEM, Urea, Van Soest.

PRAKATA

Segala Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **"*Cracking* Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Variasi Basa : Upaya Penyediaan Pakan Ruminansia Berbasis Tandan Kosong Kelapa Sawit"**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata satu (S-1) Sarjana Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Tanjungpura.

Penulisan skripsi ini didasari atas kegiatan yang dilakukan oleh penulis selama melakukan penelitian di laboratorium FMIPA Universitas Tanjungpura. Kesempatan yang telah diberikan kepada penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan saudara yang paling tercinta dari penulis karena sudah memberikan dukungan serta doa selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi.
2. Prof. Dr. Guzrizal. S.Si, M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Tanjungpura.
3. Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura.
4. Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura.
5. Dr. M. Agus Wibowo, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing pertama yang selalu sabar dalam memberikan masukkan, saran, arahan selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi.
6. Dr. Rakhmad Perkasa Harahap, S.Pt., M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang selalu sabar dalam memberikan masukkan, saran, arahan selama penulis melakukan penelitian dan penulisan skripsi.
7. Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji pertama yang telah memberikan masukan, saran dan kritik serta motivasi selama skripsi.
8. Dr. Nelly Wahyuni, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan masukan, saran dan kritik serta motivasi selama skripsi.

9. Prof. Dr. H.Thamrin Usman, DEA. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran dan motivasi baik selama kuliah maupun penelitian.
10. Prof. Rudiansyah, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku kepala laboratorium riset Program Studi Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura yang telah membantu selama melakukan penelitian.
11. Yoga Pratama, S.Si dan Titik Lestari, S.Si selaku laboran laboratorium program studi FMIPA Universitas Tanjungpura yang telah memberikan kelancaran dengan membantu dan meminjamkan alat selama penelitian.
12. Saudari Melyanti Putri Tanjung selaku rekan penelitian, Sita Ramadani, dan Teman Wisuda Bersama yang telah membantu dan menjadi rekan selama penulis menjalankan penelitian dan penulisan skripsi.
13. Rekan-rekan angkatan 2020 Aurumond dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan serta membantu kepada penulis selama penelitian dan penulisan skripsi.

Penulis menyadari, bahwa penulisan skripsi ini masih sangat kurang dari kata sempurna baik secara segi penyusunan, bahasa, maupun penulisannya. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pembaca guna menjadi acuan agar penulis bisa menjadi lebih baik untuk kedepannya.

Semoga penulisan skripsi ini bisa menambah wawasan para pembaca dan bisa bermanfaat untuk menambah ilmu dan wawasan semakin luas.

Pontianak, 03 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI viii

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR TABEL xi

DAFTAR LAMPIRAN xii

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan 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 5
2.3 Lignoselulosa 7
2.4 Pretreatment 9
2.4.1 *Fiber Cracking Technology* 10
2.4.2 Autoklaf 10
2.5 Potensi Pelarut Kalium hidroksida dan Urea 11
2.6 Metode Van Soest 11
2.7 Analisis Karakterisasi Komponen Serat 12
2.7.1 *Scanning Electron Microscope* (SEM) 12
2.7.2 *Fourier Transform Infrared* (FTIR) 12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 14
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian 14
3.2 Alat Dan Bahan 14
3.3 Prosedur Kerja 14
3.3.1 Preparasi Sampel 14
3.3.2 Karakterisasi Sampel 15
3.3.3 Analisis Van Soest 16

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 18
4.1 Perlakuan *Fiber Cracking* Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) 18
4.2 Analisis Van Soest 19
4.3 Hasil Karakterisasi Tandan Kosong Kelapa Sawit 23
4.3.1 Analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR) 23
4.3.2 Analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM) 26

BAB V PENUTUP 28
5.1 Simpulan 28

5.2 Saran 28

DAFTAR PUSTAKA 29

LAMPIRAN 33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Kelapa Sawit 4
Gambar 2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit..... 6
Gambar 2.3 Struktur Kimia Selulosa 7
Gambar 2.4 Struktur Kimia Hemiselulosa..... 8
Gambar 2.5 Struktur Kimia Lignin 9
Gambar 4.1 (a)TKKS awal; (b)TKKS halus; (c)TKKS pasca f*iber cracking*.....18
Gambar 4.2 Reaksi Pemutusan Ikatan Antara Lignin dan Hemiselulosa 19
Gambar 4.3 Diagram Hasil Presentase Kadar NDF dan ADF..... 20
Gambar 4.4 Diagram Hasil Presentase Kadar Komponen Serat..... 21
Gambar 4.5 Hasil Analisis FTIR Tiap Perlakuan Terhidrolisis..... 24
Gambar 4.6 Hasil Analisis SEM Perlakuan Terhidrolisis : a) T0; b)T1; c)T2; d)T3; e)T4..... 26

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Analisis Van Soest..... 22
Tabel 4.2 Presentase Serat Hidrolisis dan Karbohidrat Tersedia pada Pakan 22
Tabel 4.3 Variasi Nilai Transmitan (%)..... 25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Kadar 33
Lampiran 2 Data Kadar Komponen Serat 41
Lampiran 3 Hasil Analisis FTIR 42
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian 47

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit tengah mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang signifikan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data statistik, luas area perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 14.985,7 hektar. Provinsi Kalimantan Barat menduduki peringkat kedua dengan luas area perkebunan kelapa sawit 2.014,5 juta hektar. Tanaman kelapa sawit tergolong memiliki kualitas tinggi dan harga yang relatif lebih terjangkau sehingga sering digunakan sebagai bahan baku industri minyak, seperti *Crude Palm Oil* (CPO). Permintaan yang tinggi untuk ekspor minyak kelapa sawit / CPO ke negara-negara Asia dan Eropa telah memberikan kontribusi positif terhadap perekonomian Indonesia. Namun, peningkatan produksi tersebut juga menyebabkan meningkatnya limbah produksi kelapa sawit, salah satunya adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang berasal dari sekitar 22-24% tandan buah segar dengan perkiraan jumlah limbah TKKS mencapai sekitar 20 juta ton per tahun (Loekito, 2002).

Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit merupakan produk sampingan dari pengolahan produksi buah kelapa sawit. Tandan Kosong Kelapa Sawit mengandung komponen serat lignoselulosa yang terdiri dari lignin 15%, selulosa 43% dan hemiselulosa 21% (Garcia-Nunez *et al .,* 2016). Kandungan ini menjadikan Tandan Kosong Kelapa Sawit dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti campuran pupuk urea, bahan baku pembuatan pupuk organik dan sebagai bahan pakan ternak ruminansia serta sebagai katalis (Akbar, 2007; Arianie *et al .,* 2013; Ciptadi *et al* ., 2022; Warsito *et al* ., 2017). Tingginya kandungan selulosa di Tandan Kosong Kelapa Sawit menjadikannya komponen utama dan komponen serat yang paling banyak dimanfaatkan. Salah satu contoh pemanfaatan selulosa dalam Tandan Kosong Kelapa Sawit adalah sebagai substrat mikroba

untuk proses bioetanol dan pakan ternak. Namun, tingginya kandungan lignin dalam Tandan Kosong Kelapa Sawit menjadi kendala dalam pemanfaatan selulosa dikarenakan lignin mengikat komponen selulosa dan hemiselulosa sehingga menyulitkan proses pengolahan dan pemanfaatannya. Hal ini mendorong dilakukannya penelitian untuk mengurangi kadar lignin yang mengikat komponen selulosa dan hemiselulosa (Imsya *et al* ., 2014; Rambu *et al* ., 2022).

Fiber Cracking Technology (FCT) adalah teknologi yang menggunakan metode fisika dengan memanfaatkan prinsip suhu dan tekanan yang tinggi (Jayanegara *et al* .2017). Penelitian menggunakan *Fiber Cracking Technology* (FCT) telah dilakukan pada pengujian Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan suhu 135^{o}C, tekanan 2,3 atm selama 2,5 jam dan meghasilkan penurunan kadar *Neutral Detergent Fiber* (NDF), *Acid Detergent Fiber* (ADF), selulosa dan lignin dengan nilai berurutan 79,7%, 58,2%, 43,1%, 15,1%. Selain itu, dilakukan pengujian FCT dengan penambahan larutan urea dengan variasi konsentrasi 1 – 5% yang meghasilkan penurunan kadar *Neutral Detergent Fiber* (NDF), *Acid Detergent Fiber* (ADF), selulosa dan lignin terendah pada konsentrasi 5% dengan nilai berurutan 66,6%, 48,6%, 35,6%, 13% (Jayanegara *et al* ., 2019). Penelitian lainnya yang menerapkan prinsip gabungan metode fisika kimia juga dilakukan oleh Muthia *et al* ., 2021 dengan menggunakan autoklaf pada suhu 150^{o}C, tekanan 1.2 atm selama 60 menit pada pengujian Jerami Padi dan meghasilkan penurunan kadar *Neutral Detergent Fiber* (NDF) dan *Acid Detergent Fiber* (ADF) dengan nilai berurutan 72,7% dan 53,3% , selain itu terdapat penambahan larutan urea yang menghasilkan penurunan kadar *Neutral Detergent Fiber* (NDF) dan *Acid Detergent Fiber* (ADF) lebih rendah dengan nilai berurutan 69,3% dan 52,5%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan gabungan metode fisika kimia mampu menurunkan kadar komponen serat limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. Penambahan larutan urea menghasilkan amonia yang menyebabkan kerusakan pada struktur lignoselulosa dan terjadi pemutusan ikatan antara lignin dengan selulosa atau hemiselulosa (Jayanegara *et al* ., 2017). Selain larutan urea, penggunaan kalium hidroksida (KOH) melalui gugus hidroksil (OH^{-}) juga dapat menyebabkan pemutusan ikatan antara lignin dengan selulosa atau hemiselulosa (Lestari *et al* .,

2018). Oleh karena itu, rancangan penelitian yang akan dilakukan adalah pemecahan atau proses *cracking* komponen serat limbah tandan kosong kelapa sawit menggunakan autoklaf dengan suhu 121ºC, tekanan 1 atm selama 60 menit dengan penambahan larutan KOH sebagai perbandingan kadar yang dihasilkan oleh penelitian sebelumnya menggunakan larutan urea serta dikarakterisasi menggunakan spektrofotometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

1.2 Perumusan Masalah

Apakah terdapat pengaruh penggunaan pelarut kalium hidroksida dan urea pada proses *cracking* Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap kadar komponen serat yang diperoleh ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan pelarut kalium hidroksida dengan urea pada proses *cracking* Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap kadar komponen serat menggunakan metode Van Soest.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat memberikan informasi dan pengetahuan mengenai adanya pengaruh penggunaan pelarut yang berbeda yaitu kalium hidroksida dan urea pada proses *cracking* sehingga diketahui kadar komponen serat yang diperolah dari tandan kosong kelapa sawit.