

**STUDI KOMPARASI PROSES *DISSOLVING PULP* KAYU
EUCALYPTUS PELLITA DENGAN METODE *COLD CAUSTIC*
EXTRACTION (CCE) DAN *MECHANICAL* + CCE**

SKRIPSI

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



**OLEH
MARAULI ANHAR RITONGA
08031382126090**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI KOMPARASI PROSES *DISSOLVING PULP KAYU EUCALYPTUS PELLITA* DENGAN METODE *COLD CAUSTIC EXTRACTION (CCE)* DAN *MECHANICAL + CCE*

SKRIPSI

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

Diusulkan Oleh :

MARAU LI ANHAR RITONGA

08031382126090

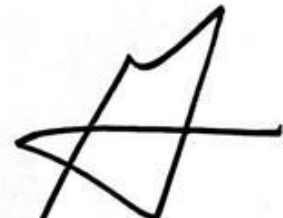
Indralaya, 16 Juli 2025

Dosen Pembimbing I



Dr. Nurlisa Hidayati, M. Si
NIP. 197211092000032001

Dosen Pembimbing II



Prof. Dr. Miksusanti, M. Si
NIP. 196807231994032003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi Hasil Marauli Anhar Ritonga (08031382126090) dengan judul “Studi Komparasi Proses *Dissolving Pulp Kayu Eucalyptus pellita* Dengan Metode *Cold Caustic Extraction* (CCE) dan *Mechanical* + CCE” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya Pada tanggal 12 Juni 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 16 Juli 2025

Ketua :

1. Dr. Eng. Bijak Riyandi Ahadito, M. Eng ()
NIP. 199401162022031009

Anggota :

1. Dr. Nurlisa Hidayati, M. Si ()
NIP. 197211092000032001
2. Prof. Dr. Miksusanti, M. Si ()
NIP. 196807231994032003
3. Prof. Dr. Elfita, M. Si ()
NIP. 196903261994122001

Mengetahui

Dekan FMIPA


Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D
NIP. 196903041994122001

Ketua Jurusan


Prof. Dr. Muharni, M.Si.
NIP. 197111191997021001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Marauli Anhar Ritonga

NIM : 08031382126090

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 lainnya. 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, 16 Juli 2025



Marauli Anhar Ritonga
NIM.08031382126090

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Marauli Anhar Ritonga

Nim : 08031382126090

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demikian pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif” (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah yang berjudul “Studi Komparasi Proses *Dissolving Pulp* Kayu *Eucalyptus pellita* Dengan Metode *Cold Caustic Extraction* (CCE) dan *Mechanical* + CCE”. Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, 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, 16 Juni 2025

Yang Menyatakan,



Marauli Anhar Ritonga

Nim. 08031382126090

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah yang Maha pengasih lagi Maha Penyayang”

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”
(Q.S Ar-Rahman: 13)

“Orang yang mempunyai kecerdasan budi pekerti itu senantiasa memikirkan dan merasa-rasakan serta selalu memakai ukuran, timbangan, dan dasar-dasar yang pasti dan tetap”
(Ki Hajar Dewantara)

“Pada akhirnya, ini semua hanyalah permulaan”
(Nadin Amizah)

Dengan penuh rasa syukur dan bangga, saya persembahkan skripsi yang telah saya tulis dengan perjuangan panjang dan gelar sarjana yang sudah saya usahakan sekuat tenaga ini kepada kedua orang tua yang sangat saya sayangi yaitu Citra Dewi (mama) dan Hasrat Marasonang Ritonga (bapak), adik-adikku yaitu Zahra Apriyanti Ritonga dan Aisyah Aulia Ritonga.

Skripsi ini juga saya persembahkan kepada dosen pembimbingku yaitu ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si dan ibu Prof. Dr. Miksusanti, M.Si. Terimakasih untuk segala bantuan yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ataupun selama masa perkuliahan di Universitas Sriwijaya ini.

Serta tidak lupa juga, skripsi ini saya persembahkan kepada semua teman teman seperjuangan yang tidak dapat saya ucapkan satu persatu namanya ketika saya menempuh pendidikan di Universitas Sriwijaya ini.

Terimakasih untuk seluruh orang yang telah terlibat dalam panjangnya proses penulisan skripsi ini, setiap cerita yang kalian berikan akan selalu aku ingat, setiap bantuan yang kalian berikan akan selalu aku doakan mendapatkan balasan pahala dari Allah SWT.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warrahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dalam kondisi sehat walafiat dan semoga sholawat beserta salam selalu tercurahkan kepada baginda nabi Muhammad Shallallahu'alaihi Wa Sallam sebagai prototipe kehidupan, yang cerdas lagi rendah hati, yang terpercaya lagi santun, semoga kita bisa menjadikan beliau sebagai suri tauladan dalam kehidupan sehari-hari dan semoga kita termasuk ke dalam umatnya yang akan diberikan syafaat di akhirat nanti.

Rasa syukur yang sebesar-besarnya penulis ucapkan karena pada akhirnya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Studi Komparasi Proses Dissolving Pulp Kayu Eucalyptus pellita Dengan Metode Cold Caustic Extraction (CCE) dan Mechanical + CCE**”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tentunya bukanlah hal yang mudah bagi penulis karena tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, penelitian, pengumpulan data dan sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan serta presentasi. Namun, kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab sebagai seorang mahasiswa dan juga berkat bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril, akhirnya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu **Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si** dan Ibu **Prof. Dr. Miksusanti, M.Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho-Nya, nikmat sehat, serta banyaknya bantuan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dan masa perkuliahan dengan baik dan lancar.

2. Kedua orang tuaku yang sangat aku sayangi, ibu Citra Dewi dan bapak Hasrat Marasonang Ritonga. Terimakasih yang sebesar-besarnya karena telah mengusahakan yang terbaik untuk pendidikan anak pertama kalian. Kekuatan doa kalian lah yang akhirnya menembus langit dan menghantarkan penulis sampai di titik seperti saat ini. Keringat mama dan bapak yang akhirnya membuat penulis dapat merasakan gelar sarjana ini. Terimakasih mama dan bapak, walaupun tidak akan pernah ada yang dapat membalas kebaikan kalian tetapi semoga penulis dapat membuat kalian bangga suatu saat nanti. Sebagai rasa sayang penulis, skripsi ini untuk mama dan bapak.
3. Adik-adikku tercinta, Zahra Apriyanti Ritonga dan Aisyah Aulia Ritonga. Terimakasih sudah menjadi adik yang baik dan semoga kalian dapat tumbuh lebih baik serta merasakan indahnya bangku perguruan tinggi.
4. Bapak Prof. Hermansyah, M.Si., Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si selaku pembimbing 1 tugas akhir, terima kasih banyak atas setiap dukungan, bantuan, bimbingan, dan waktu yang telah diberikan kepada penulis. Terima kasih ibu telah sabar membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan tepat waktu.
8. Ibu Prof. Dr. Miksusanti, M.Si selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing 2 tugas akhir, terima kasih telah memberikan arahan, motivasi dan bantuan selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi.
9. Bapak Dr. Eng. Bijak Riyandi Ahadito, M.Eng dan ibu Prof. Dr. Elfita, M.Si selaku dosen penguji, terimakasih telah menyempurnakan hasil penelitian penulis dengan memberikan masukan yang membangun dan memberikan kelancaran dalam setiap proses perbaikannya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

10. Bapak Yusep Sumbada selaku *Technical Section Head* Laboratorium RnD PT TEL PP dan pembimbing tugas akhir penulis ketika pengambilan dan pengolahan data di PT TEL PP.
11. Seluruh dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmunya kepada penulis selama masa perkuliahan.
12. Kak Iin dan Mba Novi selaku admin Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya, terimakasih telah membantu segala bentuk administrasi dan memberikan informasi-informasi yang sangat membantu proses perkuliahan.
13. Sahabat-sahabat ku di kota perantauan (Aga, Adit, Tristan, Gilang, Awny, Cecil, Amanda, Cici dan Kya), orang-orang asing yang penulis temui di kota perantauan yang pada akhirnya berubah menjadi sahabat perjuangan satu tujuan. Kalian telah menuliskan banyak cerita pada setiap lembar kehidupan yang penulis jalani di Universitas Sriwijaya. Mulai dari kita mahasiswa baru sampai mahasiswa akhir, mulai dari kegiatan perkuliahan sampai organisasi, dan mulai dari penulis memijakkan kaki di tanah perantauan sampai pulang ke kampung halaman, kalian tetap jadi sahabat yang terbaik. Terimakasih untuk setiap hal yang sudah kita lalui, memori indah ini aku selalu memiliki tempat di hati penulis dan akan selalu penulis ingat sampai kapan pun.
14. Teman-teman Kimia Angkatan 2021 selaku teman perjuangan semasa perkuliahan, terimakasih telah memberikan banyak pelajaran berharga mengenai arti dari kehidupan dewasa. Semoga akan ada saat kita bertemu kembali dengan cerita kita masing-masing.
15. Adik-Adik Kimia Angkatan 2022 (Raykhan, Reinaldo, Noufal, Adit, Reynaldi, Zaky, Andre, Mamat, Reva, Tedy, Dastin, dan lain lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu). Terima kasih adik-adikku yang telah banyak membantu proses perkuliahan baik akademis maupun organisasi dari penulis dan semoga kalian juga dapat menyelesaikan perkuliahan ini dengan sebaik-baik dan selancar-lancarnya.
16. Adik- Adik Kimia Angkatan 2023 (Ariel, Ammar, Alif, Arsalna, Ridho, Juliham, Hadi dan lain lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu). Walaupun sebentar, semoga pertemuan kita selalu memberikan kesan yang baik. Terima kasih untuk semua bantuan kalian dalam proses perkuliahan

baik akademis maupun organisasi dari penulis. Perjalanan kalian masih panjang, selalu berusaha yang terbaik dan tetap jaga kekompakkan.

17. Bang Jono Krisman Siregar dan Kak Dinda Putri Suprpto selaku kakak asuh penulis di Jurusan Kimia, terima kasih telah memberikan banyak pelajaran dan berbagi pengalaman selama masa perkuliahan yang akhirnya membuat penulis lebih mengenal Jurusan Kimia. Semoga sukses untuk setiap hal baik yang sedang kalian usahakan dan jalani.
18. DPM KM FMIPA UNSRI selaku organisasi pertama penulis yang akhirnya membuka pintu semangat berorganisasi dan jendela pengetahuan mengenai berbagai macam organisasi di dalam kampus.
19. HIMAKI FMIPA UNSRI selaku rumah untuk setiap anak-anak jurusan kimia. Terima kasih telah banyak memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengembangkan berbagai macam *soft skill* dan menyalurkan setiap aspirasi yang ada pada diri penulis. Cerita yang ada di HIMAKI akan terus penulis kenang, semoga HIMAKI akan terus menjadi rumah yang selalu mendukung setiap individu yang ada di dalam nya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif bagi dunia Pendidikan maupun industri terkhususnya Pulp dan Keras di Indonesia.

Indralaya, 16 Juni 2025

Yang Menyatakan,



Marauli Anhar Ritonga

Nim. 08031382126090

SUMMARY

COMPARATIVE STUDY OF THE DISSOLVING PULP PROCESS OF EUCALYPTUS PELLITA WOOD USING THE COLD CAUSTIC EXTRACTION (CCE) METHOD AND THE MECHANICAL + CCE METHOD

Marauli Anhar Ritonga: Supervised by Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si and Prof. Dr. Miksusanti, M.Si

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

xviii + 84 Pages, 12 Figures, 2 Tables, 11 Attachments

The pulp and paper industry in Indonesia has planned to expand its production towards dissolving pulp. Dissolving pulp is a type of pulp with high cellulose content and low levels of hemicellulose, lignin, and resin. This development is driven by the high demand for dissolving pulp, both domestically and internationally. PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper is one of the companies in the pulp and paper industry currently conducting research on the dissolving pulp production process. One method to produce dissolving pulp is by converting paper-grade pulp into dissolving pulp using the cold caustic extraction (CCE) method. The CCE method removes residual hemicellulose through a two-step process. The first step involves a physical interaction between cellulose fibers and a sodium hydroxide solution, which causes the fibers to swell. The second step is a diffusion process, in which the hemicellulose moves from the interior to the exterior of the fiber.

This research involves producing dissolving pulp using paper-grade pulp derived from *Eucalyptus pellita* wood. The study compares the CCE method with a combined method of CCE and mechanical treatment, where the pulp is refined using a refining machine at two rotation speeds: 15,000 rpm and 5,000 rpm. The study also varies the concentration of NaOH added to the mixture—6%, 10%, and 12%—to determine the most suitable method and concentration for improving the quality of dissolving pulp converted from paper-grade pulp. The quality of the

resulting dissolving pulp is evaluated based on parameters such as yield, cellulose content (α , β dan γ), viscosity, intrinsic viscosity, and brightness.

Keywords : Dissolving pulp, Cold Caustic Extraction, Cellulose, Eucalyptus pellita, Sodium Hydroxide

Citation : 72 (2000-2024)

RINGKASAN

STUDI KOMPARASI PROSES *DISSOLVING PULP* KAYU *EUCALYPTUS PELLITA* DENGAN METODE *COLD CAUSTIC EXTRACTION (CCE)* DAN *MECHANICAL + CCE*

Marauli Anhar Ritonga: Dibimbing oleh Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si and Prof. Dr. Miksusanti, M.Si

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

xviii + 84 Halaman, 12 Gambar, 2 Tabel, 11 Lampiran

Industri pulp dan kertas di Indonesia telah merencanakan pengembangan produksi ke arah *dissolving pulp*. *Dissolving Pulp* merupakan pulp dengan kualitas selulosa yang tinggi, dengan kandungan hemiselulosa, lignin, dan resin yang rendah. Pengembangan *dissolving pulp* dilakukan karena banyaknya permintaan baik dari dalam maupun luar negeri. PT Tanjungenim Lestari Pulp and Paper adalah salah satu Perusahaan dalam bidang industri pulp dan kertas yang sedang melakukan penelitian mengenai proses produksi *dissolving pulp*. Salah satu cara menghasilkan *dissolving pulp* adalah dengan mengkonversi *paper grade pulp* menjadi *dissolving pulp* menggunakan metode *cold caustic extraction (CCE)*. Metode *cold caustic extraction* menghilangkan sisa hemiselulosa dengan melewati dua tahapan proses. Langkah pertama adalah interaksi fisik antara serat selulosa dan larutan natrium hidroksida, yang menyebabkan pembengkakan serat. Langkah kedua adalah proses difusi, yang melibatkan pergerakan hemiselulosa dari interior fiber hingga eksterior.

Penelitian ini melakukan pembuatan *dissolving pulp* menggunakan bahan *paper grade pulp* yang berasal dari kayu *Eucalyptus pellita*. Metode yang dibandingkan adalah metode *cold caustic extraction (CCE)* dengan metode kombinasi CCE dengan perlakuan mekanis berupa pemutaran pulp menggunakan mesin *refining* pada revolusi 15000 rpm dan 5000 rpm. Penelitian ini melakukan variasi konsistensi atau jumlah persentase NaOH yang ditambahkan pada campuran yaitu 6%, 10% dan 12%. Hal ini bertujuan untuk menemukan metode dan konsistensi yang paling sesuai untuk menaikkan kualitas *dissolving pulp* dari

koversi *paper grade pulp*. Kualitas *dissolving pulp* yang dihasilkan diukur berdasarkan parameter *yield*, kandungan selulosa (α , β dan γ), viskositas, viskositas intrinsik dan *brightness*.

Kata Kunci : Dissolving pulp, Cold Caustic Extraction, Eucalyptus pellita, Natrium Hidroksida

Sitasi : 72 (2000-2024)

.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Eucalyptus pellita</i>	5
2.2 Pulp	6
2.3 <i>Dissolving Pulp</i>	10
2.4 Metode <i>Cold Caustic Extraction</i> (CCE).....	14
2.4.1 Natrium Hidroksida.....	15
2.5 Metode <i>Mechanical</i>	17
2.6 Karakteristik Kualitas <i>Dissolving Pulp</i>	18
2.6.1 <i>Yield</i>	18
2.6.2 Selulosa	18
2.6.3 Viskositas	21
2.6.4 Viskositas Intrinsik	22
2.6.5 <i>Brightness</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24

3.3 Prosedur Penelitian.....	24
3.3.1 Preparasi Sampel.....	24
3.3.2 <i>Dissolving Pulp</i> Metode CCE dan CCE + <i>Mechanical</i>	25
3.3.3 Pembuatan <i>Handsheet Pulp</i>	25
3.3.4 Uji Kualitas <i>Dissolving Pulp</i>	26
3.3.5 Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Preparasi Sampel.....	29
4.2 Proses Pembuatan <i>Dissolving pulp</i>	29
4.3 Perbandingan Kualitas Bahan Baku.....	31
4.4 Perbandingan Kualitas Bahan Baku Rata-Rata dengan Standar Mengacu SNI 938:2017	32
4.5 Analisis Kualitas <i>Dissolving Pulp</i>	34
4.5.1 <i>Yield</i>	34
4.5.2 α -Selulosa.....	36
4.5.3 Viskositas	39
4.5.4 Viskositas Intrinsik	41
4.5.5 <i>Brightness</i>	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	<i>Eucalyptus pellita</i>	5
Gambar 2.	Pulp	7
Gambar 3.	Mekanisme reaksi lignoselulosa dengan NaOH.....	16
Gambar 4.	Mesin <i>Refining</i> dan Efek Terhadap Morfologi Serat	18
Gambar 5.	Struktur Molekul Selulosa.....	19
Gambar 6.	Struktur α -Selulosa.....	20
Gambar 7.	Struktur β -Selulosa.....	20
Gambar 8.	Pengaruh jumlah NaOH yang ditambahkan terhadap nilai <i>yield</i> yang dihasilkan metode CCE dan CCE + <i>mechanical</i>	35
Gambar 9.	Pengaruh jumlah NaOH yang ditambahkan terhadap nilai α -selulosa yang dihasilkan metode CCE dan CCE + <i>mechanical</i> .	37
Gambar 10.	Pengaruh jumlah NaOH yang ditambahkan terhadap nilai viskositas yang dihasilkan metode CCE dan CCE + <i>mechanical</i> ..	40
Gambar 11.	Pengaruh jumlah NaOH yang ditambahkan terhadap nilai viskositas intrinsik yang dihasilkan metode CCE dan CCE + <i>mechanical</i>	42
Gambar 12.	Pengaruh jumlah NaOH yang ditambahkan terhadap nilai <i>brightness</i> yang dihasilkan metode CCE dan CCE + <i>mechanical</i> .	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan kualitas Bahan Baku 1 dan 2.....	31
Tabel 2. Perbandingan Kualitas Bahan Baku Rata-Rata dan SNI 938:2017 ...	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Skema Prosedur Penelitian	53
Lampiran 2.	Preparasi Sampel	63
Lampiran 3.	Data dan Hasil Perhitungan <i>Yield</i>	64
Lampiran 4.	Data dan Hasil Perhitungan α -Selulosa	65
Lampiran 5.	Data dan Hasil Perhitungan γ -Selulosa	68
Lampiran 6.	Data dan Hasil Perhitungan β -Selulosa	71
Lampiran 7.	Data dan Hasil Perhitungan Viskositas	73
Lampiran 8.	Data dan Hasil Perhitungan Viskositas Intrinsik	75
Lampiran 9.	Data Pengukuran <i>Brightness</i>	80
Lampiran 10.	Data Kualitas Rata-Rata Bahan Baku	81
Lampiran 11.	Gambar Penelitian	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri pulp dan kertas di Indonesia termasuk bidang industri strategis. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian tahun 2021, Indonesia menempati peringkat delapan sebagai produsen pulp terbesar di dunia dan peringkat enam sebagai produsen kertas terbesar di dunia. Hal ini didukung dengan peningkatan hasil produksi yang terus meningkat, yakni sekitar 2,49% tiap tahunnya (Hidayat dan Syahtaria, 2023). Hutan tanaman industri yang luas menjadi faktor pendukung dalam meningkatkan hasil produksi di Indonesia (Sari dkk., 2020). Hal ini menjadikan produktivitas tanaman di Indonesia lebih tinggi dibandingkan dengan negara-negara pesaing yang memiliki iklim subtropis, sehingga peluang menghasilkan inovasi dalam industri kertas sangat besar (Putera & Heikal, 2021). *Eucalyptus pellita* merupakan jenis pohon yang banyak digunakan pada industri pulp dan kertas sebagai bahan baku produksi, hal ini dikarenakan pohon jenis ini mempunyai produktivitas tinggi bagi industri pulp dan kertas (Prastyaningsih dkk., 2024)

Saat ini, proses pemasakan pulp di PT. Tajungenim Lestari Pulp and Paper masih menggunakan metode *kraft* dengan menggunakan cairan pemasak berupa NaOH dan Na₂S (PT TEL PP). Sementara itu, sebagian besar industri pulp dan kertas di Indonesia telah merencanakan pengembangan produksi ke arah pulp dengan kualitas yang lebih murni yaitu *dissolving pulp* (Rizaluddin *et al.*, 2016). *Dissolving pulp* merupakan pulp dengan kualitas selulosa yang tinggi, dengan kandungan hemiselulosa, lignin dan resin yang rendah (Evelyn dkk., 2021). PT. Tajungenim Lestari Pulp and Paper melakukan penelitian mengenai proses produksi *dissolving pulp* yang optimal untuk menghasilkan produk dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi.

Pengembangan *dissolving pulp* dilakukan karena banyaknya permintaan terhadap *dissolving pulp* baik dari dalam maupun luar negeri. Salah satu industri yang membutuhkan *dissolving pulp* sebagai bahan bakunya adalah industri rayon (Purwita dkk., 2020). Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku tersebut, industri rayon di Indonesia masih melakukan impor (Rekso & Sudradjat, 2020). Rayon

sendiri adalah sutera buatan atau dikenal sebagai serat selulosa yang diproduksi melalui proses manufaktur dari pulp kayu (Purwita dkk., 2020). Pembuatan *dissolving pulp* dengan cara mengkonversi *paper grade pulp* menjadi produk *dissolving pulp* tergolong metode baru (Biantoro dkk., 2020).

Serat merupakan komponen utama dalam pengolahan pulp dan kertas. Serat terdiri dari lignin dan hemiselulosa yang mengikat rantai-rantai selulosa (Sufra dkk., 2023). Karakteristik serat *dissolving pulp* atau biasa dikenal pulp rayon di Indonesia harus memenuhi standar SNI 938:2017. Parameter yang harus dimiliki *dissolving pulp*, di antaranya kandungan α -selulosa 94%, derajat kecerahan (*brightness*) 88% ISO, viskositas lebih dari 6,2 cP dan viskositas intrinsik lebih dari 370 mL/g (Badan Standardisasi Nasional, 2017).

Metode *cold caustic extraction* (CCE) dalam pemurnian dapat berdampak pada efisiensi penghilangan hemiselulosa serta mempengaruhi viskositas pulp (Resende & Colodette, 2015). Menurut Arnoul-Jarriault *et al.* (2015) proses larutnya hemiselulosa pada metode CCE berhubungan dengan perubahan struktur selulosa pulp ketika direaksikan dengan larutan natrium hidroksida. Konsistensi atau nilai persentase NaOH yang ditambahkan dalam proses CCE memiliki peran yang signifikan dalam menentukan sifat kimia dan fisik serat yang dihasilkan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Puspita dkk. (2024) menunjukkan bahwa peningkatan konsistensi NaOH dapat menurunkan kadar lignin dan meningkatkan kadar selulosa dalam pulp, namun memiliki dampak terhadap viskositas yang perlu diperhatikan.

Dissolving pulp dapat diproduksi dari bahan baku *paper grade pulp* dengan metode *cold caustic extracxtion* (CCE) dan metode kombinasi CCE dengan perlakuan mekanis berupa pemutaran pulp menggunakan mesin *refining*. Menurut Duan *et al.* (2015), penambahan perlakuan awal seperti perlakuan mekanis dapat meningkatkan aksesibilitas serat selulosa serta meningkatkan reaktivitas *dissolving pulp*. Dalam penelitian Li *et al.* (2015) diketahui bahwa pemurnian dengan perlakuan mekanis dapat membantu menyiapkan serat agar lebih mudah menghilangkan hemiselulosa ketika berlangsungnya proses CCE. Namun, morfologi serat dapat berubah dengan adanya perlakuan mekanis (Duan *et al.*, 2015).

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan *dissolving pulp* menggunakan bahan *paper grade pulp* yang berasal dari kayu *Eucalyptus pellita*. Metode yang dipergunakan adalah *cold caustic extraction* (CCE) dan metode kombinasi CCE dengan perlakuan mekanis berupa pemutaran pulp menggunakan mesin refining pada revolusi 15000 rpm dan 5000 rpm. Penelitian ini melakukan variasi konsistensi atau jumlah persentase NaOH yang ditambahkan yaitu 6%, 10% dan 12%. Hal ini bertujuan untuk menemukan metode dan konsistensi yang paling sesuai untuk menaikkan kualitas *dissolving pulp* dari koversi *paper grade pulp*. Tujuan ini sejalan dengan permintaan industri terhadap produk berbasis selulosa berkualitas tinggi yang sedang meningkat (Carrillo-Varela *et al.*, 2022). Kualitas *dissolving pulp* yang dihasilkan diukur berdasarkan parameter *yield*, kandungan selulosa (α , β dan γ), viskositas, viskositas intrinsik dan *brightness*. Bahan baku berupa *paper grade pulp* akan ditentukan terlebih dahulu kualitasnya agar dapat menjadi pembanding untuk *dissolving pulp* yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh metode CCE, kombinasi CCE dengan perlakuan mekanis pada revolusi 15000 rpm dan 5000 rpm terhadap parameter kualitas *dissolving pulp* dari *paper grade pulp*?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsistensi natrium hidroksida terhadap parameter kualitas *dissolving pulp* dari *paper grade pulp*?
3. Bagaimana kondisi optimum metode dan konsistensi natrium hidroksida dalam proses produksi *dissolving pulp* dari *paper grade pulp*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan pengaruh metode CCE, kombinasi CCE dengan perlakuan mekanis pada revolusi 15000 rpm dan 5000 rpm terhadap parameter kualitas *dissolving pulp* dari *paper grade pulp*.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi persentase natrium hidroksida yang ditambahkan terhadap parameter kualitas *dissolving pulp* dari *paper grade pulp*.

3. Untuk menentukan kondisi optimum metode dan persentase natrium hidroksida yang ditambahkan pada proses produksi *dissolving pulp* dari *paper grade pulp*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi untuk industri pulp dan kertas, terkhususnya untuk PT. Tanjungenim Lestari Pulp and Paper mengenai metode dan konsistensi natrium hidroksida (NaOH) yang optimum dalam meningkatkan kualitas produk *dissolving pulp* dari konversi *paper grade pulp* kayu *Eucalyptus pellita*

DAFTAR PUSTAKA

- Amrizal, Ahmad, A., & Bahrudin. (2016). Optimasi Proses Pemutihan Acacia Kraft Pulp dengan Proses Biobleaching Sebelum Chemical Bleaching untuk Mengurangi Pemakaian Bahan Kimia. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(1), 1–6.
- Apriani, R., & Novianto, P. (2020). Pengaruh pencampuran bahan baku acacia crassicaarpa, acacia mangium dan eucalyptus terhadap kualitas pulp. *Jurnal Vokasi Teknologi Industri*, 2(2), 1–13.
- Arisandi, R., Ashitani, T., Takahashi, K., Marsoem, S. N., & Lukmandaru, G. (2020). Lipophilic extractives of the wood and bark from Eucalyptus pellita F. Muell grown in Merauke, Indonesia. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 40(2), 146–154.
- Arnoul-Jarriault, B., Lachenal, D., Chirat, C., & Heux, L. (2015). Upgrading softwood bleached kraft pulp to dissolving pulp by cold caustic treatment and acid-hot caustic treatment. *Industrial Crops and Products*, 65(7), 565–571.
- Bahri, S. (2015). Pembuatan Serbuk Pulp Dari Daun Jagung. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(1), 46–59.
- Bajpai, P. (2018). *Biotechnology for pulp and paper processing*. Springer.
- Banik, N., Dey, V., & Sastry, G. R. K. (2017). An Overview of Lignin & Hemicellulose Effect Upon Biodegradable Bamboo Fiber Composites Due to Moisture. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 3222–3232.
- Biantoro, R., Septiningrum, K., & Kardiansyah, T. (2020). Dissolving Pulp dari Kayu dan Nonkayu: Tinjauan Proses Pembuatan dan Karakteristiknya. *Jurnal Selulosa*, 10(01), 35. <https://doi.org/10.25269/jsel.v10i01.294>
- Brogdon, B. N., & Lucia, L. A. (2023). Kraft pulp viscosity as a predictor of paper strength: Its uses and abuses. *Tappi Journal*, 22(10), 631–643.
- Carrillo-Varela, I., Vidal, C., Vidaurre, S., Parra, C., Machuca, A., Briones, R., & Mendonça, R. T. (2022). Alkalization of Kraft Pulps from Pine and Eucalyptus and Its Effect on Enzymatic Saccharification and Viscosity Control of Cellulose. *Polymers*, 14(15), 1–22.
- Chen, C., Duan, C., Li, J., Liu, Y., Ma, X., Zheng, L., Stavik, J., & Ni, Y. (2016). Cellulose (dissolving pulp) manufacturing processes and properties: A mini-review. *BioResources*, 11(2), 5553–5564.
- Dewi, N. K., & Listyarini, R. V. (2021). Pengaruh Jenis Larutan Pemasak Terhadap Kualitas Pulp Daun Pisang. *Fullerene Journal of Chemistry*, 6(1), 20–27.
- Duan, C., Long, Y., Li, J., Ma, X., & Ni, Y. (2015). Changes of cellulose

- accessibility to cellulase due to fiber hornification and its impact on enzymatic viscosity control of dissolving pulp. *Cellulose*, 22(4), 2729–2736.
- Duan, C., Verma, S. K., Li, J., Ma, X., & Ni, Y. (2015). Combination of mechanical, alkaline and enzymatic treatments to upgrade paper-grade pulp to dissolving pulp with high reactivity. *Bioresource Technology*, 1(1), 458–463.
- Ehman, N. V., Lourenço, A. F., McDonagh, B. H., Vallejos, M. E., Felissia, F. E., Ferreira, P. J. T., Chinga-Carrasco, G., & Area, M. C. (2020). Influence of initial chemical composition and characteristics of pulps on the production and properties of lignocellulosic nanofibers. *International Journal of Biological Macromolecules*, 143, 453–461.
- Evelyn, Sunarno, Andrio, D., Aman, A., & Ohi, H. (2021). *Produksi Dissolving Pulp dari Limbah Pelepah Nipah Menggunakan Prehidrolisis, Soda-Anthraquinone, dan Pemutihan TCF (Totally Chlorine-Free)*. UR Press.
- Fuadi, A. M., Az Zahra, D. A., Farha, S., Kunarfian, K. A., Dewi, T. N., & Susanti, D. (2024). Utilization of Xylanase Enzymes Derived from Cassava in the Eco-Friendly Biobleaching of Pulp. *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 9(1), 69–84.
- Haqiqi, M. T., Hudaya, D., Septiana, H. A., Ramadhan, R., Yuliansyah, Suwinarti, W., & Amirta, R. (2022). Short Communication: Analysis of the ultimate wood composition of a forest plantation species, *Eucalyptus pellita*, to estimate its bioelectricity potency. *Biodiversitas*, 23(5), 2389–2394.
- Hardiyanto, E. B., Inail, M. A., Mendham, D. S., Thaher, E., & Sitorus, B. K. (2022). *Eucalyptus pellita* Coppice vs. Seedlings as a Re-Establishment Method in South Sumatra, Indonesia. *Forests*, 13(7), 1–8.
- Hidayat, R., & Syahtaria, M. I. (2023). Black Liquor sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan dari Industri Pulp dan Kertas Rahmat. *Jurnal Kewarganegaraan*, 7(1), 342–351.
- Hutapea, F. J., Weston, C. J., Mendham, D., & Volkova, L. (2023). Sustainable management of *Eucalyptus pellita* plantations: A review. *Forest Ecology and Management*, 537(120941), 1–14.
- Istikowati, W. T., Sunardi, & Sutiya, B. (2020). *Teknologi Pulp dan Kertas*. Lambung Mangkurat University Press.
- Jang, S. K., Choi, J. H., Kim, J. H., Kim, H., Jeong, H., & Choi, I. G. (2020). Statistical analysis of glucose production from *Eucalyptus pellita* with individual control of chemical constituents. *Renewable Energy*, 148, 298–308.
- Kardiansyah, T., & Sugesty, S. (2020). Pengaruh Alkali Aktif terhadap Karakteristik Pulp Kraft Putih Acacia mangium dan *Eucalyptus pellita*. *Jurnal Selulosa*, 10(1), 9–20.

- Karo, M. B. (2017). Identifikasi Sifat Asam Basa Menggunakan Indikator Alami Bunga Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) Media. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 8(2), 81–89.
- Kusmiran, A., Suwandi, N., & Desiasni, R. (2020). Analisis Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida terhadap Sifat Mekanik Biokomposit Berpenguat Serat Sisal. *Jurnal Fisika*, 10(2), 11–18.
- Lestari, Y. P. I. (2024). Review : Isolasi α -Selulosa dari Bahan Alam dengan Berbagai Metode (Kimia , Fisika , Biologi). *Farmasains: Jurnal Ilmiah Ilmu Kefarmasian*, 11(2), 76–89.
- Li, H., Legere, S., He, Z., Zhang, H., Li, J., Yang, B., Zhang, S., Zhang, L., Zheng, L., & Ni, Y. (2018). Methods to increase the reactivity of dissolving pulp in the viscose rayon production process: a review. *Cellulose*, 25(7), 3733–3753.
- Li, J., Liu, Y., Duan, C., Zhang, H., & Ni, Y. (2015). Mechanical pretreatment improving hemicelluloses removal from cellulosic fibers during cold caustic extraction. *Bioresource Technology*, 192, 501–506.
- Liu, F., Qi, T., Wei, Q., Zhang, J., Li, Y., & Qu, Y. (2024). Synergistic Utilization of Cold Caustic Extraction and Deep Eutectic Solvent for the Production of Dissolving Pulp from Corn Stalks. *Biomass and Bioenergy*, 184, 1–36.
- Lumiainen, J. (2000). Refining of chemical pulp. In *Papermaking science and technology*. Papermaking science and technology.
- Majová, V., Horanová, S., Škulcová, A., Šima, J., & Jablonský, M. (2017). Deep eutectic solvent delignification: Impact of initial lignin. *BioResources*, 12(4), 7301–7310.
- Miao, Q., Chen, L., Huang, L., Tian, C., Zheng, L., & Ni, Y. (2014). A process for enhancing the accessibility and reactivity of hardwood kraft-based dissolving pulp for viscose rayon production by cellulase treatment. *Bioresource Technology*, 154(1), 109–113.
- Miyaniishi, T. (2017). High Brightness Mechanical Pulp from Eucalyptus Planted Trees. *Japan Tappi Journal*, 71(4), 87–95.
- Ngene, G. I. (2022). *Coupling refining , chemical and enzymatic treatments for improved purification and dissolution of cellulose*. Université Grenoble-Alpes.
- Nikmatin, S., Irmansyah, I., Hermawan, B., Kardiansyah, T., Seta, F. T., Afiah, I. N., & Umam, R. (2022). Oil Palm Empty Fruit Bunches as Raw Material of Dissolving Pulp for Viscose Rayon Fiber in Making Textile Products. *Polymers*, 14(15), 1–18.
- Nurafni, S., Sumiati, T., & Putri, A. (2024). Karakteristik Hidroxy Propyl Methyl

- Cellulosa (Hpmc) Dari Sabut Kelapa Yang Disintesis Dengan Natrium Hidroksida Konsentrasi 20%. *Jurnal Farmamedika*, 9(1), 30–36.
- Olejnik, K. (2013). Impact of Pulp Consistency on Refining Process Conducted under Constant Intensity Determined by SEL and SEC Factors. *BioResources*, 8(3), 3212–3230.
- Pamoengkas, P., & Maharani, P. L. (2018). Manajemen Tempat Tumbuh Pada Tanaman *Eucalyptus grandis* Di PT. Perawang Sukses Perkasa Industri, Distrik Lipat Kain, Riau. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 9(2), 79–84.
- Panjaitan, A. L., Azhari, Mulyawan, R., Nasrul, Z. A., & Zulnazri. (2023). Pengaruh Konsentrasi Larutan Pemasak (Naoh) Pada Proses Delignifikasi Dalam Pembuatan Pulp Dari Limbah Bonggol Jagung (*Zea Mays*). *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(6), 810–819.
- Platnieks, O., Gaidukovs, S., Barkane, A., Sereda, A., Gaidukova, G., Grase, L., Thakur, V. K., Filipova, I., Fridrihsone, V., Skute, M., & Laka, M. (2020). Bio-based poly(butylene succinate)/microcrystalline cellulose/nanofibrillated cellulose-based sustainable polymer composites: Thermo-mechanical and biodegradation studies. *Polymers*, 12(7), 1–20.
- Prastyaningsih, S. R., Suwarno, E., & Sadjati, E. (2024). Potensi Penyerapan Karbon Dan Pemantauan Kesehatan Pohon *Eucalyptus Pellita* Di Universitas Lancang Kuning , Pekanbaru , Riau. *Jurnal Hutan Tropis*, 12(1), 72–79.
- Purwita, C. A., Sugesty, S., & Rachmanasari, H. (2020). Characteristics of Commercial Acid Sulfite and Prehydrolysis Kraft Rayon Pulp Based on SNI 938:2017. *Jurnal Standardisasi*, 22(1), 35–44.
- Puspita, C., Syamsul, B., Zulnazri, Zainuddin, G., Rozanna, D., & Tirta, yani firda. (2024). Pengaruh Konsentrasi Naoh Dan Waktu Pemasakan Pada Proses Pembuatan Pulp Dari Limbah Bonggol Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt). *Chemical Engineering Journal Stage*, 4(4), 1–10.
- Putera, G. A., & Heikal, J. (2021). Business Strategy of Indah Kiat Pulp and Paper Perawang Mill, Riau, Indonesia using PESTLE, Porter's Five Forces, and SWOT Analysis under SOSTAC® Framework. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 8(6), 252–270.
- Qin, X., Duan, C., Feng, X., Zhang, Y., Dai, L., Xu, Y., & Ni, Y. (2021). Integrating phosphotungstic acid-assisted prerefining with cellulase treatment for enhancing the reactivity of kraft-based dissolving pulp. *Bioresource Technology*, 320(124283), 1–7.
- Quintana, E., Valls, C., & Roncero, M. B. (2024). Dissolving-grade pulp: a sustainable source for fiber production. In *Wood Science and Technology* (Vol. 58, Issue 1). Springer Berlin Heidelberg.
- Rekso, gatot trimulyadi, & Sudradjat, A. (2020). Pulp Teriradiasi Sebagai Bahan

- Rayon Viskosa Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 17(3), 115–118.
- Resende, D. O. J., & Colodette, J. L. (2015). Location study of cold caustic extraction (CCE) stage in a bleaching sequence of eucalyptus dissolving pulp. *7th International Colloquium on Eucalyptus Pulp*, 1–8.
- Ridwan, Ariani, F., & Hensi. (2022). Pembuatan Bahan Baku Pulp Dari Pelepah Pisang Dengan Penambahan Asam Asetat. *Saintis*, 3(2), 28–36.
- Rizaluddin, A. T., Salaghi, A., Ohi, H., & Nakamata, K. (2016). Peroxymonosulfuric acid treatment as an alternative to ozone for totally chlorine-free and elementary chlorine-free bleaching of hardwoods prehydrolysis-kraft pulp. *Japan TAPPI Journal*, 70(7), 724–733.
- Saputra, P., & Mardeleni. (2023). Karakter Morfologi dan Kandungan Minyak Atsiri Tanaman Ekaliptus Pellita (*Eucalyptus Pellita*). *Jurnal Agroteknologi Agribisnis Dan Akuakultur*, 3(2), 58–67.
- Sari, R. P., Romli, H., & Marnisah, L. (2020). Pengaruh Faktor Fundamental Makro Dan Mikro Perusahaan Terhadap Nilai Perusahaan (Pada Industri Pulp and Paper yang terdaftar di BEI). *Jurnal Ecoment Global*, 5(2), 237–250.
- Seta, F. T., Sugesty, S., & Biantoro, R. (2019). Karakterisasi Nitroselulosa dari Pulp Larut Bambu Beema dan Bambu dan Bambu Industri. *Jurnal Selulosa*, 9(1), 25–32.
- Sixta, H. (2006). *Handbook of Pulp*. Wiley-VCH.
- Sucahyono, A. E. (2020). Pengaruh Beban Penggilingan terhadap Kuat Tarik Kertas Seni dari Tandan Kosong Nipah dan Pelepah Pisang. *Jurnal Selulosa*, 10(2), 65–72.
- Sufra, R., Latifah, L., Susilo, N. A., Adriansyah, E., Wati, L. A., Yulia, A., Syaiful, M., Viareco, H., Marhadi, M., Ghony, M. A., & Herawati, P. (2023). Pemanfaatan Sisa Kulit Kayu sebagai Karbon Aktif dalam Pengolahan Air Lindi Industri Pulp and Paper. *Jurnal Civronlit Unbari*, 8(1), 17.
- Supraptiah, E., Ningsih, A. S., Sofiah, & Apriandini, R. (2014). Pengaruh Rasio Cairan Peasak (AA Charge) Pada Proses Pembuatan Pulp Dari Kayu Sengon (*Albizia Falcataria*) Terhadap Kualitas Pulp. *Kinetika*, 5, 14–21.
- Suryadi, H., Judono, J. J., Putri, M. R., Eclessia, A. D., Ulhaq, J. M., Agustina, D. N., & Sumiati, T. (2022). Biodelignification of lignocellulose using ligninolytic enzymes from white-rot fungi. *Heliyon*, 8, 1–12.
- Tian, C., Zheng, L., Miao, Q., Cao, C., & Ni, Y. (2014). Improving the reactivity of kraft-based dissolving pulp for viscose rayon production by mechanical treatments. *Cellulose*, 21(5), 3647–3654.

- Tian, C., Zheng, L., Miao, Q., Nash, C., Cao, C., & Ni, Y. (2013). Improvement in the Fock test for determining the reactivity of dissolving pulp. *Tappi Journal*, 12(11), 21–26.
- Vandana, T., Kumar, S. A., Swaraj, S., & Manpal, S. (2019). Purification, characterization, and biodelignification potential of lignin peroxidase from immobilized phanerochaete chrysosporium. *BioResources*, 14(3), 5380–5399.
- Wibisono, I., Leonardo, H., & others. (2013). Pembuatan pulp dari alang-alang. *Widya Teknik*, 10(1), 11–20.
- Wijayanti, R., Yusmita, L., & Putra, F. A. (2024). Kajian Perbedaan Konsentrasi Naoh Pada Pembuatan Kertas Terhadap Penerimaan Panelis Kertas Seni Dari Mensiang. *Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmiah*, 18(2), 58–67.
- Wistara, N. J., Carolina, A., Pulungan, W. S., Emil, N., Lee, S. H., & Kim, N. H. (2015). Effect of tree age and active alkali on kraft pulping of White Jabon. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 43(5), 566–577.
- Yang, S., Yang, B., Duan, C., Fuller, D. A., Wang, X., Chowdhury, S. P., Stavik, J., Zhang, H., & Ni, Y. (2019). Applications of enzymatic technologies to the production of high-quality dissolving pulp: A review. *Bioresource Technology*, 281, 440–448.