

LAPORAN PENELITIAN
ISOLASI DAN KARAKTERISASI *MICROCRYSTALLINE*
CELLULOSE* (MCC) DARI AMPAS TEBU (*Saccharum
***officinarum*) DENGAN HIDROLISIS ASAM**



Disusun oleh :

WAHYU NUR ALFATH PRAYOGA (3335200048)
ADIT ABDUL AZIZ (3335200098)

JURUSAN TEKNIK KIMIA – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN

2023

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : WAHYU NUR ALFATH PRAYOGA
NIM : 3335200048
JURUSAN : Teknik Kimia
JUDUL : Isolasi dan karakterisasi *microcrystalline cellulose* (MCC) dari ampas tebu (*saccharum officinarum*) dengan hidrolisis asam

Bersedia

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundangan-undangan yang berlaku.

Cilegon, 28 Mei 2024



Wahyu Nur Alfath Prayoga

LAPORAN PENELITIAN
ISOLASI DAN KARAKTERISASI *MICROCRYSTALLINE CELLULOSE*
(MCC) DARI AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*) DENGAN
HIDROLISIS ASAM

disusun oleh:

WAHYU NUR ALFATH PRAYOGA 3335200048
ADIT ABDUL AZIZ 3335200098

Telah Disetujui oleh Dosen Pembimbing dan Telah Dipertahankan Dihadapan

Dewan Penguji

Pada Tanggal 17 Oktober 2023

Dosen Pembimbing



Dr. Alia Badra Pitaloka, S.T., M.T
NIP. 197808022012122002

Dosen Penguji 1



Dr. Marta Pramudita, S.T., M.T
NIP.197601132009122001

Dosen Penguji 2



Dhen Ria Barleany, S.T., M.Eng
NIP.198203152005012003

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Prof. Dr. Jayanudin, S.T., M.Eng
NIP.197808112005011003

ABSTRAK
ISOLASI DAN KARAKTERISASI *MICROCRYSTALLINE CELLULOSE*
(MCC) DARI AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*) DENGAN
HIDROLISIS ASAM

Oleh:

Wahyu Nur Alfath Prayoga 3335200048

Adit Abdul Aziz 3335200098

Mikrokristalin selulosa (MCC) merupakan senyawa yang dihasilkan dari pemurnian alfa selulosa dengan jumlah mineral asam yang berlebih yang memiliki visual bewarna putih, tidak berbau dan dapat terurai secara alami. MCC sering digunakan sebagai eksipien dalam industri farmasi dan makanan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kandungan alfa selulosa dari ampas tebu dengan perlakuan pre-hidrolisis asam serta mengetahui kondisi optimum konsentrasi HCl dalam hidrolisis MCC. Penelitian diawali dengan mengeringkan dan menghaluskan ampas tebu. Selanjutnya ampas tebu didelignifikasi menggunakan larutan $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ dan dilanjutkan dengan larutan NaOH. Sampel yang diperoleh dibleaching menggunakan larutan NaClO untuk memperoleh alfa selulosa. Kemudian, alfa selulosa dihidrolisis menggunakan larutan HCl untuk memperoleh mikrokristalin selulosa. Kemurnian alfa selulosa yang dihasilkan dari *pretreatment* asam nitrat dan asam sulfat sebesar 37,63 % dan 79,76% serta kristalinitas MCC yang dihasilkan dari konsentrasi HCl 2M, 3M, 4M, dan 5M berturut-turut sebesar 63,2 %, 65,4 %, 64,19%, dan 63,82%.

Kata Kunci : *Alfa Selulosa, Hidrolisis Asam, Mikrokristalin selulosa*

ABSTRACT

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF MICROCRYSTALLINE CELLULOSE (MCC) FROM TEAM WASTE (*Saccharum officinarum*) BY ACID HYDRAOLYSIS

By:

Wahyu Nur Alfath Prayoga 3335200048

Adit Abdul Aziz 3335200098

Currently, there is an increasing interest in materials derived from renewable sources, as “conventional” polymers derived from petroleum have a negative impact on the environment. Cellulose is one of the renewable natural polymers available in nature. Cellulose can be further processed into microcrystalline cellulose which can be utilized as a tablet filling material. Sugarcane bagasse is one of the biomass that contains 50-55% cellulose. About 418 thousand hectares of sugarcane plantations are processed into sugar and produce sugarcane waste. So far, bagasse has not been utilized optimally. The purpose of this study was to determine the characteristics of alpha cellulose from bagasse with acid pre-hydrolysis treatment and to determine the optimum condition of HCl concentration in the hydrolysis of cellulose microcrystals. The research began with drying and pulverizing bagasse. Then the bagasse was delignified using HNO₃/H₂SO₄ solution and continued with NaOH solution. The sample obtained was bleached using NaClO solution to obtain alpha cellulose. Then, alpha cellulose was hydrolyzed using HCl solution to obtain microcrystalline cellulose. The results of alpha cellulose produced from nitric acid and sulfuric acid pretreatment amounted to 37.63% and 79%, respectively.

Keywords: Alpha Cellulose, Acid Hydrolysis, Microcrystalline Cellulose

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : WAHYU NUR ALFATH PRAYOGA
NIM : 3335200048
JURUSAN : Teknik Kimia
JUDUL : Isolasi dan karakterisasi *microcrystalline cellulose* (MCC) dari ampas tebu (*saccharum officinarum*) dengan hidrolisis asam

Bersedia

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundangan-undangan yang berlaku.

Cilegon, 28 Mei 2024



Wahyu Nur Alfath Prayoga

LAPORAN PENELITIAN
ISOLASI DAN KARAKTERISASI *MICROCRYSTALLINE CELLULOSE*
(MCC) DARI AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*) DENGAN
HIDROLISIS ASAM

disusun oleh:

WAHYU NUR ALFATH PRAYOGA 3335200048
ADIT ABDUL AZIZ 3335200098

Telah Disetujui oleh Dosen Pembimbing dan Telah Dipertahankan Dihadapan

Dewan Penguji

Pada Tanggal 17 Oktober 2023

Dosen Pembimbing



Dr. Alia Badra Pitaloka, S.T., M.T
NIP. 197808022012122002

Dosen Penguji 1



Dr. Marta Pramudita, S.T., M.T
NIP.197601132009122001

Dosen Penguji 2



Dhen Ria Barleany, S.T., M.Eng
NIP.198203152005012003

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Prof. Dr. Jayanudin, S.T., M.Eng
NIP.197808112005011003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat, karunia, serta ridho-Nya, tim peneliti dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul: **“ISOLASI DAN KARAKTERISASI SELULOSA MIKROKRISTALIN (MCC) DARI AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*) DENGAN HIDROLISIS ASAM”**. Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Jayanudin S.T., M. Eng., selaku Kepala Jurusan Teknik yang telah memberikan kepercayaan dan dukungan dalam penyusunan proposal penelitian
2. Ibu Dr. Alia Badra Pitaloka, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing penelitian yang telah meluangkan waktu nya serta memberikan bimbingan dalam menyusun Proposal Penelitian.
3. Bapak/Ibu dosen, senior, dan rekan-rekan sejawat di UNTIRTA yang telah memberikan dorongan dan dukungan kepada penulis dalam penyusunan proposal penelitian.
4. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa agar penyusunan proposal penelitian dilakukan lancar tanpa hambatan.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari para pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan dan penyempurnaan proposal penelitian ini. Penulis tidak lupa menyampaikan permohonan maaf bila dalam penulisan proposal penelitian ini terdapat kekeliruan serta kekurangan. Sekian dan terimakasih.

Cilegon, 15 Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LAPORAN PENELITIAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Selulosa	4
2.1.1 Lignin	6
2.1.2 Hemiselulosa	8
2.1.3 Delignifikasi.....	8
2.1.4 Bleaching.....	9
2.2 Mikrokrystalin Selulosa	10
2.2.1 Isolasi Mikrokrystalin Selulosa	12
2.3 Tebu (<i>Baggase</i>)	13
2.3.1 Populasi Tanaman Tebu.....	14
2.4 Jenis Pelarut.....	15
2.4.1 Asam Sulfat.....	15
2.4.2 Asam Nitrat.....	16
BAB III METODE PERCOBAAN	17
3.1 Diagram Alir.....	17
3.1.1 Isolasi Alfa Selulosa	17
3.1.2 Isolasi MCC	18
3.2 Prosedur Penelitian.....	19

3.2.1	Prosedur Isolasi Alfa Selulosa	19
3.2.2	Prosedur Isolasi MCC.....	19
3.3	Alat dan Bahan	20
3.3.1	Bahan	20
3.3.2	Alat.....	20
3.3.3	Variabel Penelitian	21
3.4	Metode Pengumpulan dan Analisis Data	21
3.4.1	Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR).....	21
3.4.2	X-ray diffraction (XRD)	21
3.4.3	Scanning Electron Microscope (SEM).....	22
3.4.4	Uji Kemurnian Alfa Selulosa Berdasarkan SNI.....	22
3.4.5	Menghitung Yield MCC dan Alfa Selulosa	23
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Isolasi MCC Ampas Tebu	24
4.1.1	Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kemurnian Alfa-selulosa.....	27
4.1.2	Yield pulp dan Mikrokrystalin Selulosa	28
4.2	Karakterisasi Mikroristalin Selulosa (MCC).....	30
4.2.1	Morfologi Mikrokrystalin Selulosa (MCC).....	30
4.2.2	Gugus Fungsi Pada Produk Mikrokrystalin Selulosa (MCC).....	33
4.2.3	Derajat Kristalinitas Mikrokrystalin Selulosa (MCC).....	35
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		40
LAMPIRAN.....		45
LAMPIRAN A	: PERHITUNGAN.....	45
LAMPIRAN B	: DOKUMENTASI	50
LAMPIRAN C	: HASIL UJI.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis dan Aplikasi MCC Komersial.....	11
Tabel 2.2 Luas Perkebunan Tebu di Indonesia.....	13
Tabel 4.1 Kemurnian Alfa Selulosa Pada Pre-treatment Yang Berbeda.....	27
Tabel 4.2 Hasil Yield Alfa Selulosa Dengan Pre-Treatment Yang Berbeda.....	29
Tabel 4.3 Yield Mikrokrystalin Selulosa dari Alfa Selulosa.....	29
Tabel 4.4 Kristalinitas Sampel.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penyusun Dinding Sel pada Tanama	4
Gambar 2.2 Struktur 3 Dimensi Selulosa	5
Gambar 2.3 Struktur 3 Dimensi Selulosa Alfa	5
Gambar 2.4 Struktur 3 Dimensi Selulosa Betha.....	6
Gambar 2.5 Struktur penyusun lignin A. p-hidroksifenil, B. <i>guaiacyl</i> dan C. <i>syringyl</i>	7
Gambar 2.6 Mekanisme Pemisahan Selulosa pada Lignoselulosa.....	9
Gambar 2.7 Struktur Kimia Mikrokristalin Selulosa.....	10
Gambar 2.8 Diagram Skematik Pemisahan Selulosa MCC Selama Hidrolisis Asam	12
Gambar 3.2 Diagram Alir Isolasi Alfa Selulosa.....	14
Gambar 3.3 Diagram Alir Isolasi MCC	15
Gambar 4.1 Sampel Hasil Proses Pre-treatment, (A) asam nitrat dan (B) asam sulfat.....	24
Gambar 4.2 Reaksi Delignifikasi Menggunakan NaOH.....	25
Gambar 4.3 Alfa Selulosa Setelah Proses Delignifikasi Sampel, (A) Asam Nitrat dan (B) Asam Sulfa.....	25
Gambar 4.4 Reaksi Proses Pemutihan Dengan larutan NaClO.....	26
Gambar 4.5 Alfa Setelah Proses Bleaching sampel, (A) asam nitrat dan (B) asam sulfat Asam.....	26
Gambar 4.6 Mikrokristalin Selulosa Pre-treatment, (A) Asam Nitrat dan (B) Asam Sulfat.....	27
Gambar 4.7 Uji SEM dengan perbesaran 500x. (A) MCC dengan HCl 3M; (B) alfa selulosa dengan HNO ₃ 5%; (C) Alfa selulosa dengan H ₂ SO ₄ 5%; (D) Ampas tebu.....	31
Gambar 4.8 Uji SEM dengan perbesaran 1000x. (A) Ampas Tebu; (B) MCC dengan HCl 3M; (C) Alfa Selulosa dengan H ₂ SO ₄ 5%; (D) Alfa Selulosa dengan HNO ₃	31

Gambar 4.9 (A) Mikrokrystalin selulosa Avicel PH-101 dan (B) Mikrokrystalin Selulosa Ampas Tebu.....	33
Gambar 4.10 Spektrum Hasil Uji FTIR. (A) Alfa Selulosa HNO ₃ ; (B) Alfa Selulosa H ₂ SO ₄ ; (C) MCC 3M; (D) Ampas Tebu.....	33
Gambar 4.11 Hasil Uji XRD Mikrokrystalin Selulosa Dari Ampas Tebu. (A) MCC 3M; (B) MCC 4M; (C) MCC 5M; (D) MCC 2M; (E) Alfa Selulosa (H ₂ SO ₄).....	35
Gambar 4.12 Hasil XRD Mikrokrystalin Selulosa Komersial (Avicel PH-101)...	36
Gambar 4.13 Mikrokrystalin Selulosa dengan HCl. (A) HCl 2 M; (B) 3 M; (C) 4 M; (D) 5 M.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan sumber daya alam yang berlimpah. Salah satunya tanaman tebu. Menurut badan statistik Indonesia luas area perkebunan yang berada di Indonesia sekitar 418 ribu hektar dengan produksi gula sebanyak 2,1 juta ton pada tahun 2020. Ampas tebu merupakan bahan yang mengandung substrat kompleks yang cukup tinggi yang terdiri dari selulosa (40-50%), hemiselulosa (20-35%), dan lignin (10-30%) (Mokhena dkk., 2018). Selama ini limbah tebu belum dilakukan pemanfaatan secara optimal dan efisien. Limbah tersebut hanya ditumpuk di lahan terbuka dan dimusim hujan akan menjadi basah, berbau busuk, dan akan mencemari lingkungan (Dharma dkk., 2017). Meninjau dari jumlah limbah tebu yang berlimpah dan kandungan selulosa yang cukup tinggi, maka pemanfaatan limbah tebu sebagai bahan baku pembuatan mikrokristalin selulosa .

Mikrokristalin selulosa (MCC) merupakan hasil dari olahan lebih lanjut dari alfa selulosa yang diperoleh dari berbagai sumber baik tumbuhan atau fermentasi mikroorganisme dengan cara menghidrolisis dalam larutan asam pada suhu tinggi. (Rahmawati., 2010). MCC adalah padatan kristalin berwarna putih yang tak berbau dengan derajat polimerisasi kurang dari 350 (Edison., 2019), memiliki panjang sekitar 1-100 μm dan derajat kristalinitas 55-85% (Nuraini., 2017). MCC memiliki keunggulan yaitu tidak beracun, mudah terurai, sifat mekanik yang baik dan densitas rendah (Trache dkk., 2016). Mikrokristalin selulosa dimanfaatkan diberbagai macam industri diantaranya adalah industri farmasi, MCC dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada tablet yang bertujuan untuk meningkatkan kekompakan tablet dari campuran kompresi dan sifat alir massa cetak tablet (Carlin., 2008).

Pada umumnya bahan baku mikrokristalin selulosa komersial diperoleh dari tumbuhan berkayu seperti *konifer* dan kapas. Namun penggunaan jenis tumbuhan berkayu dapat menurunkan ketersediaan kayu karena meningkatnya permintaan pulp diberbagai negara Asia, Afrika dan Amerika latin (Agustin dkk., 2021). Selain itu kayu diperoleh dari penebangan hutan secara besar-besaran yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan ekologi. Maka dalam rangka mengurangi penggunaan tanaman berkayu secara berlebihan, maka perlu adanya sumber bahan baku alternatif untuk pembuatan MCC di Indonesia.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Katakojwala dan Mohan 2019 mengisolasi MCC dari ampas tebu diawali dengan delignifikasi larutan berbeda yaitu HNO_3 dan H_2SO_4 dilanjutkan dengan delignifikasi menggunakan NaOH dan dihidrolisis menggunakan H_2O_2 menghasilkan MCC 0,28 gr/gr ampas tebu untuk delignifikasi HNO_3 dan 0,32 gr/gr ampas tebu untuk delignifikasi H_2SO_4 . sementara di penelitian lainnya proses isolasi MCC dari ampas tebu hanya dilakukan delignifikasi dengan menggunakan NaOH dilanjutkan dengan hidrolisis menggunakan larutan HCl menghasilkan rendemen sebesar 55% (Thiangtham., 2019). Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan MCC dengan menggunakan larutan HNO_3 dan H_2SO_4 sebagai pelarut pada proses delignifikasi ampas tebu dan larutan HCl sebagai pelarut pada proses hidrolisis alfa selulosa.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan adalah

1. Bagaimana pengaruh *pre-treatment* larutan asam yang berbeda terhadap kandungan alfa selulosa yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi HCl terhadap karakteristik MCC yang dihasilkan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari penelitian yang dilakukan adalah

1. Mengetahui kandungan alfa selulosa yang dihasilkan dari *pre-treatment* larutan asam yang berbeda.

2. Mendapatkan kondisi optimum konsentrasi HCl pada proses hidrolisis alfa selulosa dari ampas tebu.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan ampas tebu kuning (Tebu *Morris*) di Provinsi Banten khususnya di daerah Kota Cilegon. Metode yang dilakukan dengan beberapa tahapan antara lain *delignifikasi*, *bleaching* dan hidrolisis asam. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Valorisasi Biomassa di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2020. ‘Statistik Tebu Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. ‘Pulp-Cara Uji kadar Selulosa Alfa, Beta dan Gamma’. SNI 0444:2009.
- Bhattacharya, D., Germinario, L.T. and Winter, W.T. (2008) ‘Isolation, preparation and characterization of cellulose microfibrils obtained from bagasse’, *Carbohydrate Polymers*, 73(3), pp. 371–377.
- British Pharmacopoeia. 2009. *Pharmaceutical Exipients* Ed ke-6. London (UK): Pharmaceutical Press
- BSN (2009) “Pulp – Cara Uji Kadar Selulosa Alfa, Beta, dan Gamma,” Standar Nasional Indonesia, hal. 1–7.
- Choi, Y.S. et al. (2006) “3364,” *Ultrasound in Medicine & Biology*, 32(5), hal. P252. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2006.02.1136.
- Dewi, I.A. et al. (2019) “Optimasi Proses Delignifikasi Pelepah Pisang Untuk Bahan Baku Pembuatan Kertas Seni,” *Sebatik*, 23(2), hal. 447–454..
- D.P, Sari., Padil dan Yelmida. (2021) ‘Pemurnian selulosa- α Hasil Hidrolisis Pelepah Sawit Menggunakan Enzim Xylanase dengan Variasi pH dan Sumber Enzim Xylanase’, *Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau*.
- Edison., A. Diharmi., dan E.D.S. (2019) “Karakteristik Selulosa Mikrokrystalin dari Rumput Laut Merah *Eucheuma cottonii*,” *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(3), hal. 483-489.
- Herpendi, R., Padil and Yelmida (2019) ‘Proses Pemurnian Selulosa Pelepah Sawit Sebagai Bahan Baku Nitroselulosa Dengan Variasi pH dan Konsentrasi Asam Peroksida’.
- Homyuen, A. et al. (2023) “Microcrystalline Cellulose Isolation and Impregnation with Sappan Wood Extracts as Antioxidant Dietary Fiber for Bread Preparation,” *ACS Omega* [Preprint]. doi:10.1021/acsomega.3c03043.
- Husni, A. dan Budhiyanti, S.A. (2022) “Effect of Isolation Method on Characterization of Microcrystalline Cellulose from Brown Seaweed

- Sargassum vulgare,” Indonesian Journal of Pharmacy, 33(1), hal. 42–51. doi:10.22146/ijp.3274.
- Kalita, R.D. et al. (2013) “Extraction and characterization of microcrystalline cellulose from fodder grass; *Setaria glauca* (L) P. Beauv, and its potential as a drug delivery vehicle for isoniazid, a first line antituberculosis drug,” *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 108, hal. 85–89. doi:10.1016/j.colsurfb.2013.02.016.
- Katakojwala, R. and Mohan, S.V. (2020) ‘Microcrystalline cellulose production from sugarcane bagasse: Sustainable process development and life cycle assessment’, *Journal of Cleaner Production*, 249, p. 119342.
- Kian, L.K. et al. (2020) “Characterization of microcrystalline cellulose extracted from olive fiber,” *International Journal of Biological Macromolecules*, 156, hal. 347–353. doi:10.1016/j.ijbiomac.2020.04.015.
- Kurniasari, H.D., Fatma, R.A. dan Aldomoro S R, J. (2019) “Analisis Karakteristik Limbah Pabrik Gula (Blotong) Dalam Produksi Bahan Bakar Gas (Bog) Dengan Teknologi Anaerob Biodigester Sebagai Sumber Energi Alternatif Nasional,” *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 11(2), hal. 102–113.
- Kurniaty, I. (2017) ‘Proses Delignifikasi Menggunakan Naoh Dan Amonia (Nh3) Pada Tempurung Kelapa’, *Jurnal Integrasi Proses*, 6(4), p. 197.
- Mardina, P. et al. (2013) ‘Tongkol Jagung Dengan Hidrolisis Asam Encer’, *Journal Konversi*, 2(2), pp. 17–23.
- Mimbar, M. and Adsyar, M. (2021) ‘UNTUK PENINGKATAN KUALITAS KAYU KEMIRI (*Aleurites moluccana*) PROGRAM STUDI KEHUTANAN’.
- Mohamad Haafiz, M.K. et al. (2013) “Isolation and characterization of microcrystalline cellulose from oil palm biomass residue,” *Carbohydrate Polymers*, 93(2), hal. 628–634. doi:10.1016/j.carbpol.2013.01.035.
- Mokhena TC, Mochane MJ, Motaung TE, Liganiso LZ, Thekisoe OM, Songca SP (2018) Sugarcane bagasse and cellulose polymer composites. *Sugarcane Technol Res* 225–240

- Mulyadi, I. (2019) 'Isolasi Dan Karakteristik Selulosa', *Jurnal Sainika Unpam*, 1(2), pp. 177–180.
- Nilawati, N., Rahmi, R. dan Desiyana, L.S. (2019) "Effect of H₂SO₄ concentration on cellulose isolation from palm empty fruit bunches.," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 523(1), hal. 4–10. doi:10.1088/1757-899X/523/1/012030.
- Nur Kartika, Y., Aisyah Lestari, N. and Nurmawati, A. (2021) 'Isolasi Alfa Sellulosa Dari Limbah Batang Tembakau Sebagai Bahan Baku Produksi Bioetanol', (2007), pp. 82–85.
- Putra, S.S.H. dan Nuraini, E. (2017) "Produksi Microcrystalline Cellulose (MCC) dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon Melalui Proses Sonikasi dan Hidrotermal".
- Pratama, J.H. et al. (2019) 'Isolasi Mikroselulosa dari Limbah Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dengan Metode Bleaching-Alkalinasi', *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 15(2), p. 239.
- Park, S. et al. (2010) "Cellulose crystallinity index: Measurement techniques and their impact on interpreting cellulase performance," *Biotechnology for Biofuels*, 3, hal. 1–10. doi:10.1186/1754-6834-3-10.
- Ridho, M. and Sijabat, E.K. (2019) 'Perbandingan Penggunaan Natrium Perkarbonat, Hidrogen Peroksida, Hipoklorit, dan Xilanase terhadap Sifat Optik Deinked Pulp', *Jurnal Selulosa*, 9(02), p. 97.
- Segal, L. et al. (1959) "An Empirical Method for Estimating the Degree of Crystallinity of Native Cellulose Using the X-Ray Diffractometer," *Textile Research Journal*, 29(10), hal. 786–794. doi:10.1177/004051755902901003.
- Shi, S. et al. (2018) "Extraction and characterization of microcrystalline cellulose from waste cotton fabrics via hydrothermal method," *Waste Management*, 82, hal. 139–146. doi:10.1016/j.wasman.2018.10.023.
- Singh, H.K. et al. (2020) "Isolation of microcrystalline cellulose from corn stover with emphasis on its constituents: Corn cover and corn cob," *Materials*

- Today: Proceedings, 27(xxxx), hal. 589–594.
doi:10.1016/j.matpr.2019.12.065.
- Supranto, S., Tawfieurrahman, A. dan Yunanto, D.E. (2015) “Sugarcane bagasse conversion to high refined cellulose using nitric acid, sodium hydroxide and hydrogen peroxide as the delignificating agents,” *Journal of Engineering Science and Technology*, 10, hal. 35–46.
- Suprihatin, Yuni Nur Kartika, Nur Aisyah Lestari dan Ardika Nurmawati. (2021). ‘Isolasi Alfa Sellulosa dari Limbah Batang Tembakau sebagai Bahan Baku Produksi Bioetanol’ Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional.
- Tang, S. et al. (2023) “Extraction and Surface Functionalization of Cellulose Nanocrystals from Sugarcane Bagasse,” *Molecules*, 28(14). doi:10.3390/molecules28145444.
- Terinte, N., Ibbett, R., Schuster, K.C. (2011) “Overview on native cellulose microcrystalline cellulose I structure studied by X-ray diffraction (WAXD): Comparison between measurement techniques,” *Lenzinger Berichte*, 89, hal. 118–131.
- Thiangtham, S., Runt, J. and Manuspiya, H. (2019) ‘Sulfonation of dialdehyde cellulose extracted from sugarcane bagasse for synergistically enhanced water solubility’, *Carbohydrate Polymers*, 208(December 2018), pp. 314–322.
- Trache, D. et al. (2016) ‘Microcrystalline cellulose: Isolation, characterization and bio-composites application—A review’, *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, pp. 789–804.
- Ventura-Cruz, S. and Tecante, A. (2021) ‘Nanocellulose and microcrystalline cellulose from agricultural waste: Review on isolation and application as reinforcement in polymeric matrices’, *Food Hydrocolloids*, 118(December 2020), p. 106771.
- Wicaksono, Y. dan Syifa’, N. (2008) “Pengembangan Pati Singkong-Avicel PH 101 Menjadi Bahan Pengisi Co-Process Tablet Cetak Langsung,” *Majalah Farmasi Indonesia*, 19(4), hal. 165–171.

- Wulandari, W.T., Rochliadi, A. dan Arcana, I.M. (2016) "Nanocellulose prepared by acid hydrolysis of isolated cellulose from sugarcane bagasse," IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 107(1). doi:10.1088/1757-899X/107/1/012045.
- Yohana Chaerunisaa, A., Sriwidodo, S. dan Abdassah, M. (2020) "Microcrystalline Cellulose as Pharmaceutical Excipient," Pharmaceutical Formulation Design - Recent Practices [Preprint]. doi:10.5772/intechopen.88092.
- Zhang, J. et al. (1993) "Solvent effect on carboxymethylation of cellulose," Journal of Applied Polymer Science, 49(4), hal. 741–746. doi:10.1002/app.1993.070490420.
- Zhao, T. et al. (2018) "Preparation and characterization of microcrystalline cellulose (MCC) from tea waste," Carbohydrate Polymers, 184(September 2017), hal. 164–170. doi:10.1016/j.carbpol.2017.12.024.