

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI SELULOSA DARI LIMBAH
PENGGERGAJIAN KAYU SEBAGAI EKSIPIEN PENINGKAT
VISKOSITAS PADA SEDIAAN FARMASI**

SKRIPSI

**JUNIARTI
A211100**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2025**

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI SELULOSA DARI LIMBAH
PENGGERGAJIAN KAYU SEBAGAI EKSIPIEN PENINGKAT
VISKOSITAS PADA SEDIAAN FARMASI**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**JUNIARTI
A211100**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2025**

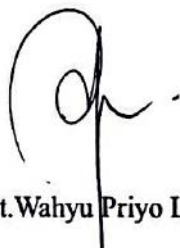
**ISOLASI DAN KARAKTERISASI SELULOSA DARI LIMBAH
PENGGERGAJIAN KAYU SEBAGAI EKSIPIEN PENINGKAT
VISKOSITAS PADA SEDIAAN FARMASI**

**JUNIARTI
A211100**

Oktober, 2025

Disetujui Oleh :

Pembimbing



apt. Wahyu Priyo Legowo, M.Farm.

Pembimbing



Prof. Dr. apt. Ietje Wientarsih, M. Sc.

Kutipan atau saduran baik sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebut nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia

Dengan penuh rasa hormat dan syukur, karya sederhana ini kupersembahkan kepada Ayah dan Ibu tercinta, Bapak Edy Supandi dan Ibu Hamisah, atas kasih, doa, dan pengorbanan yang tiada henti.

صَغِيرًا رَبِّيَّاتِي كَمَا وَارَحْمَهُمَا، وَلَوْلَا دَيْ لِيْ اَعْفِرُ اللّٰهُمَّ

“Tuhanku, ampunilah aku dan (dosa) kedua orang tuaku. Sayangilah keduanya sebagaimana mereka menyayangiku di waktu aku kecil”

Untuk adik-adikku tersayang Safitri, Arif, Irfan, dan Hafizah terima kasih atas semangat dan tawa yang selalu mengiringi hari-hariku.

Untuk sahabat-sahabat seperjuangan, Aulia, Dilla, Regina, dan Roza terima kasih atas kebersamaan dan dukungan yang tulus.

الْخَيْرِ عَلَى يَنْتَلِكُ مِنَ الْأَصْحَابِ خَيْرٌ

“Sebaik-baik teman itu ialah yang menunjukkan kamu kepada kebaikan”

Terima kasih untuk seseorang yang selalu ada, mendampingi setiap langkah hingga akhir perjalanan ini.

Dan untuk diriku sendiri, Juniarti terima kasih telah berjuang, bertahan, dan tidak menyerah sampai titik ini.

السَّبِيلُ وَضَحَ الْعَرْمُ صَنَقَ إِذَا

“Jika benar kemauannya niscaya terbukalah jalannya”

ABSTRAK

Limbah serbuk penggergajian kayu merupakan biomassa yang melimpah dan berpotensi menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dimanfaatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi selulosa dari limbah tersebut serta mengevaluasi potensinya sebagai eksipien peningkat viskositas pada sediaan farmasi. Proses isolasi dilakukan melalui tiga tahap, yaitu delignifikasi dengan NaOH 20% menghasilkan rendemen 64%, hidrolisis menggunakan HCl 2N dengan rendemen 45,61%, dan *bleaching* dengan H₂O₂ 30% menghasilkan rendemen 48,49%. Selulosa hasil isolasi memiliki karakteristik fisikokimia sesuai standar *pharmaceutical grade* pada beberapa pengujian, yaitu warna kuning pucat, tidak berbau, sedikit larut dalam NaOH 5%, pH 5,48, kadar abu 0,016%, dan cemaran logam berat ≤ 10 ppm. Analisis FT-IR mengonfirmasi gugus fungsi khas selulosa, sementara pengamatan mikroskopis memperlihatkan morfologi serat yang mirip selulosa pembanding. Uji viskositas menunjukkan peningkatan seiring kenaikan konsentrasi (2–13 mPa·s), tetapi tetap lebih rendah dibanding Na-CMC (4–96 mPa·s). Dengan demikian, selulosa hasil isolasi layak dikembangkan sebagai eksipien farmasi lokal yang lebih murah dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Selulosa, Serbuk penggergajian kayu, Eksipien, Viskositas, Farmasi

ABSTRACT

Sawdust waste from wood processing is an abundant biomass that may cause environmental problems if not utilized. This study aimed to isolate and characterize cellulose from such waste and evaluate its potential as a viscosity-enhancing excipient in pharmaceutical formulations. The isolation process was carried out in three stages: delignification with 20% NaOH yielding 64% recovery, hydrolysis with 2N HCl yielding 45,61% recovery, and bleaching with 30% H₂O₂ yielding 48,49% recovery. The isolated cellulose exhibited physicochemical characteristics that met several pharmaceutical grade standards, including pale yellow color, odorless, slightly soluble in 5% NaOH, pH 5,48, ash content 0,016%, and heavy metal contamination ≤ 10 ppm. FT-IR analysis confirmed the presence of characteristic cellulose functional groups, while microscopic observations revealed fiber morphology similar to reference cellulose. Viscosity testing showed an increase with rising concentrations (2–13 mPa·s), although the values remained lower compared to Na-CMC (4–96 mPa·s). herefore, the isolated cellulose is considered feasible to be developed as a local pharmaceutical excipient that is more affordable and environmentally friendly.

Keywords: *Cellulose, Sawmill dust, Excipient, Viscosity, Pharmaceutical*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Isolasi dan Karakterisasi Selulosa Dari Limbah Penggergajian Kayu Sebagai Eksipien Peningkat Viskositas Pada Sediaan Farmasi”**.

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia. Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing apt. Wahyu Priyo Legowo, M.Farm dan Prof. Dr. apt. Ietje Wientarsih, M. Sc. atas bimbingan, nasihat, dukungan, serta pengorbanan yang diberikan. Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si., selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
2. Dr. apt. Diki Prayugo, M.Si., selaku Wakil Ketua I Bidang Akademik,
3. Dr. apt. Hesti Astriany, M.Si., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi,
4. Umi baroroh, S.Si., M. Biotek selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis,
5. Seluruh staf dosen, staf administrasi, serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
6. Serta sahabat-sahabat angkatan 2021 yang telah memberikan inspirasi dan kegembiraan selama penulis kuliah di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan karena pengetahuan yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati diharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini akan memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan juga bagi pihak lain yang berkepentingan.

Bandung, Oktober 2025
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KUTIPAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Serbuk Penggergajian Kayu	4
2.2 Selulosa	4
2.3 Hemiselulosa	6
2.4 Lignin	6
2.5 Delignifikasi	7
2.6 Hidrolisis Asam	8
2.7 <i>Bleaching</i>	8
2.8 Eksipien Sediaan Farmasi	8
2.9 Syarat Uji Karakterisasi Selulosa	9
2.9.1 Pengujian Organoleptik	9
2.9.2 Pengujian Identifikasi Menggunakan <i>Iodinated Zinc-chloride</i> ...	9
2.9.3 Pengujian <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FT-IR) ...	9
2.9.4 Identifikasi Mikroskop.....	10
2.9.5 Pengujian Kelarutan	10
2.9.6 Pengujian pH.....	10
2.9.7 Pengujian Logam Berat	11
2.9.8 Pengujian Kadar Abu.....	11
2.9.9 Pengujian Laju Alir dan Sudut Istirahat	12
2.9.10 Pengujian <i>Loss On Dryin</i> (LOD).....	12
2.9.11 Pengujian Titik Leleh	12
2.9.12 Pengujian Kompresibilitas	12
2.9.13 Pengujian <i>True Density</i>	13

2.9.14 Pengujian Viskositas.....	13
BAB III TATA KERJA	14
3.1 Alat.....	14
3.2 Bahan	14
3.3 Metode Penelitian	14
3.3.1 Pengumpulan Sampel	14
3.3.2 Proses Penghilangan Lignin (Delignifikasi)	14
3.3.3 Proses Penghilangan Hemiselulosa (Hidrolisis).....	14
3.3.4 Proses Pemutihan (<i>Bleaching</i>)	15
3.3.5 Uji Karakterisasi Selulosa	15
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Proses Isolasi Selulosa	18
4.1.1 Proses Penghilangan Lignin (Delignifikasi))	18
4.1.2 Proses Penghilangan Hemiselulosa (Hidrolisis).....	19
4.1.3 Proses Pemutihan (<i>Bleaching</i>)	20
4.2 Karakterisasi Selulosa	21
4.2.1 Pengujian Organoleptik	21
4.2.2 Pengujian Identifikasi Menggunakan <i>Iodinated Zinc-Chloride</i>	22
4.2.3 Pengujian <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FT-IR)	23
4.2.4 Pengujian Mikroskopik.....	24
4.2.5 Pengujian Kelarutan	25
4.2.6 Pengujian pH.....	26
4.2.7 Pengujian Logam Berat	26
4.2.8 Pengujian Kadar Abu.....	27
4.2.9 Pengujian Laju Alir dan Sudut Istirahat	27
4.2.10 Pengujian <i>Loss On Drying</i> (LOD).....	29
4.2.11 Pengujian Titik Leleh	29
4.2.12 Pengujian Kompresibilitas	30
4.2.13 Pengujian <i>True Density</i>	30
4.2.14 Pengujian Viskositas.....	31
4.2.15 Pengujian Perbandingan Viskositas.....	32
BAB V SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA.....	35
5.1 Simpulan.....	35
5.2 Alur Penelitian Selanjutnya	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Produksi Kayu Gergaji di Indonesia Pada Tahun 2024	4
4.1 Hasil Rendemen	21
4.2 Hasil Pengujian Organoleptik.....	21
4.3 Pita Serapan Spektrum FT-IR dari Selulosa Hasil Isolasi dan Standar	23
4.4 Hasil Pengujian Kelarutan	25
4.5 Pengujian pH	26
4.6 Hasil Pengujian Logam Berat.....	27
4.7 Pengujian Kadar Abu	27
4.8 Pengujian Laju Alir	28
4.9 Pengujian Sudut Istirahat.....	28
4.10 Hasil Pengujian <i>Loss On Drying</i> (LOD)	29
4.11 Hasil Pengujian Titik Leleh	29
4.12 Hasil Pengujian Kompresibilitas.....	30
4.13 Hasil Pengujian <i>True Density</i>	30
4.14 Hasil Pengujian Viskositas	31
4.15 Hasil Pengujian dan Standar <i>Pharmaceutical Grade</i>	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur Selulosa	5
2.2 Penyusun Dinding Pada Tanaman (Saif et al., 2013)	5
2.3 Struktur Hemiselulosa (Sutini et al., 2019)	6
2.4 Struktur Lignin (Safitri, 2024)	7
2.5 Mekanisme Pemisahan Selulosa pada Lignoselulosa (Prayoga <i>et al.</i> , 2023)...	7
4.1 Pemecahan Ikatan Eter (Prida et al.,2018)	18
4.2 Proses Penguraian Lignin oleh H ₂ O ₂ (Priatmoko et al., 2023)	20
4.3 Hasil Uji Identifikasi Selulosa	22
4.4 Spektrum FT-IR Selulosa dari Hasil Isolasi	23
4.5 Spektrum FT-IR Sampel dan Na-CMC.....	24
4.6 Hasil Mikroskop Selulosa dari Hasil Isolasi dan Na-CMC.....	25
4.7 Hasil Pengujian Perbandingan Selulosa	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Proses Isolasi dan Karakterisasi Selulosa.....	43
2. Perhitungan Karakterisasi Selulosa.....	46
3. Hasil Pengujian Logam Berat.....	50

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyati Rum, I., Lestari, H., & Santoso, R. (2018). Preparasi Dan Karakterisasi Selulosa Mikrokrystal Dari Nata De Pina Sebagai Bahan Eksipien Dalam Sediaan Tablet, *Journal of Pharmacopolium*, 1(3), pp. 149–161.
- Aeni, Q. (2016). Studi Kemampuan Pati Biji Alpukat (Persea Americana Mill) Pregelatinasi Sebagai Bahan Penghancur Pada Tablet Paracetamol Kempa Langsung, *Skripsi UIN Alauddin Makassar*, pp. 32.
- Aisyah. (2013). Karakterisasi gelas limbah hasil vitrifikasi limbah cair tingkat tinggi, *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*, 16(1), pp. 13–22.
- Aisyah, A. N. (2023). Formulation and Evaluation of Physical Characteristics of Ethanol Extract Capsules of Red Atai Tuber (*Angiopteris ferox Copel*), *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology Journal Homepage*, 1(1), pp. 72–79.
- Amalia, J. (2022). Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Dari Selulosa Limbah Kulit Buah Pinang (*Areca catechu*), *Skripsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh*. pp. 2.
- Annisa, S., Putri, R., Dwi, S., & Farmasi, K. / I. J. (2022). Analisis Mutu Fisik Granul Ekstrak Kulit Manggis Dengan Metode Granulasi Basah. *Health, Economics ,Education And Technology*, 7(1), pp. 1–9.
- Arziyah, D., Yusmita, L., & Ariyetti, D. (2019). Analisis Mutu Tahu Dari Beberapa Produsen Tahu Di Kota Padang. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 23(2), pp. 145.
- Asrori, K. (2021). Perbandingan Karakteristik Selulosa Hasil Isolasi Dari Limbah Siwalan (*Borassus Flabellifer L.*) Dan Kelapa (*Cocos Nucifera L.*), *Skripsi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*. pp. 46.
- Bhernama, B. G., Nurhayati, Surya Adi Saputra, & Jihan Amalia. (2023). Karakterisasi Selulosa dan Selulosa Asetat dari Limbah Cangkang Biji Pala (*Myristica Fragransi*) Aceh Selatan. *Jurnal Riset Kimia*, 14(1), pp. 81–93.
- Chaudhari, S. P., & Patil, P. S. (2012). Pharmaceutical Excipients: A review. *International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry (IJAPBC)*, 1(1), , pp. 21–34.
- De Meira, R. Z. C., Maciel, A. B., Murakami, F. S., de Oliveira, P. R., & Bernardi, L. S. (2017). In vitro dissolution profile of dapagliflozin: Development, method validation, and analysis of commercial tablets. *International Journal of Analytical Chemistry*, pp. 3.
- Deng, G., Nagy, C., & Yu, P. (2023). Combined Molecular Spectroscopic Techniques (Sr-Ftir, Xrf, Atr-Ftir) To Study Physiochemical And Nutrient Profiles Of Avena Sativa Grain And Nutrition And Structure Interactive

- Association Properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(25), pp. 7225–7237.
- Desiasni, R., Chandra, R., Widyawati, F., Lingkungan, F. T., Mineral, D., Sumbawa, U. T., Teknologi, F., & Dan, L. (2021). Pengaruh Volume Limbah Serbuk Kayu Jati (*Tectona Grandis*) Terhadap Daya Serap Air Pada Komposit Partikel Dengan Matriks Epoksi. *Science and Technology*, 5(2), pp. 74.
- Diharmi, A., & Davera Sari, E. (2019). Karakteristik Selulosa Mikrokristalin Dari Rumpun Laut Merah *Eucheuma Cottonii*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)*, 22(3), pp. 486.
- Direktorat Statistik Peternakan, P. dan K. (2025). Statistics Of Forestry Production 2024. *Badan Pusat Statistik*, 13, pp. 19.
- Fariati, I. (2016). Pengaruh Konsentrasi Larutan Pemasak Dan Lama Pemasakan Pada Proses Delignifikasi Campuran Pelepah Pisang (*Musa Paradisiaca*, Linn) Dan Tandan Kosong Kelapasawit (*Elaeis Guineensis Jac*) Untuk Pembuatan Pulp, *Skripsi Uin Alauddin Makassar*. pp. 32.
- Fatmawati, A., Elvana, A., Emelda.. (2020). Optimasi Formula pada Granul Paracetamol dengan Variasi Komposisi Bahan Pengisi Laktosa dan Avicel PH 101 Serta Evaluasi Parameter Kadar Lembab Moisture Content dan Loss on. *Journal (Indonesian Pharmacy and Natural Medicine Journal) ISSN*, 4(1), pp. 2580–6637.
- Firmansyah, R. R., & Sucahyo, I. (2019). Rancang Bangun Viskometer Rotasi Sebagai Pengukur Kekentalan Fluida Cair. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 8(2), pp. 28–32.
- Fitriana, N. E., Suwanto, A., Jatmiko, T. H., Mursiti, S., & Prasetyo, D. J. (2020). Cellulose Extraction From Sugar Palm (*Arenga Pinnata*) Fibre By Alkaline And Peroxide Treatments. *Iop conference series: Earth and Environmental Science*, pp. 1–6.
- Galiwango, E., Abdel Rahman, N. S., Al-Marzouqi, A. H., Abu-Omar, M. M., & Khaleel, A. A. (2019). Isolation And Characterization Of Cellulose And A-Cellulose From Date Palm Biomass Waste. *Heliyon*, 5(12), pp. 1-8.
- Gusrianto, P., Zulharmita, & Rivai, H. (2011). Preparasi Dan Karakterisasi Mikrokristalin Selulosa Dari Limbah Serbuk Kayu Penggergajian. *Jurnal Kimia Riset*, 16(2), pp. 181.
- Gutawa, K., Willy, A. T., & Nikita, G. R. (2017). Synthesis And Characterization Of Sodium Carboxymethylcellulose From Pod Husk Of Cacao (*Theobroma cacao L.*). *Advances in Food Science and Technology*, 5(9), pp. 1–6.
- Harmiati. (2023). Pengaruh Serbuk penggergajian kayu Jati (*Tectona Grandis*) Sebagai Media Tanam Pada Tanaman Jati Putih. *Skripsi Universitas Sulawesi Barat*, pp. 8.
- Harpendi, R., Padil, & Yelmida. (2019). Proses Pemurnian Selulosa Pelepah Sawit Sebagai Bahan Baku Nitrolesulosa Dengan Variasi Ph Dan Konsentrasi H₂O₂. *Jurnal Teknik Kimia, Universitas Riau*, pp. 1–8.

- Hasanah, N., Nida, I., Nalaway, N., & Rulianah, S. (2021). Studi Literatur Perbandingan Produksi Crude Selulase Dari Bahan Berlignoselulosa Untuk Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Teknologi Separasi*, 7(2), pp. 461–469.
- Hassanzadeh, M., Sabo, R., Rudie, A., Reiner, R., Gleisner, R., & Oporto, G. S. (2017). Nanofibrillated Cellulose from Appalachian Hardwoods Logging Residues as Template for Antimicrobial Copper. *Journal of Nanomaterials*, pp. 1–14.
- Hutomo, H. D., Swastawati, F., & Rianingsih, L. (2015). Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Terhadap Kualitas Dan Kadar Kolesterol Belut (*Monopterus Albus*) Asap. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 4(1), pp. 7–14.
- Iglesias, M. C., Shivyari, N., Norris, A., Martin-Sampedro, R., Eugenio, M. E., Lahtinen, P., Auad, M. L., Elder, T., Jiang, Z., Frazier, C. E., & Peresin, M. S. (2020). The effect of residual lignin on the rheological properties of cellulose nanofibril suspensions. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 40(6), pp. 370–381.
- Jablonský, M., Dubinyová, L., Varga, Š., Vizárová, K., Šima, J., & Katuščák, S. (2015). Cellulose Fibre Identification through Color Vectors of Stained Fibre, 10(3). *BioResources*, pp. 5845–5862.
- Kang, K. E., Jeong, G. T., & Park, D. H. (2012). Pretreatment of rapeseed straw by sodium hydroxide. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 35(5), pp. 705–713.
- Kurniaty, I. (2017). Proses Delignifikasi Menggunakan NaOH Dan Amonia (NH₃) Pada Tempurung Kelapa. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(4), pp. 197.
- Kontturi, E., Laaksonen, P., Linder, M. B., Gröschel, A. H., Rojas, O. J., & Ikkala, O. (2018). Advanced materials through assembly of nanocelluloses. *Advanced Materials*, 30(24), pp. 1-39.
- Larasati, Mulyana, Sudrajat, Hermanto, Haryati, & Ashari. (2019). Efektifitas Kapang *Trichoderma viride* dalam Menghidrolisis Substrat Jerami Padi dan Batang Rumput Gajah dengan Variasi Perlakuan NaOH dan Sinar Gamma. 15(2). *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, pp. 107.
- Lestari, I., Sapitri, R. A., Gusti, D. R., & Achaby, M. El. (2022). The Potential of Cellulose from the Sugar Palm (*Arenga Pinnata*) Seed Shell for Removal of Cr(Vi) Ions. *Journal of Fibers and Polymer Composites*, 1(1), pp. 52–65.
- Lestari, Y. P. I. (2022). Optimasi Konsentrasi Hcl Pada Proses Hidrolisis Untuk Pembuatan Mikrokristalin Selulosa (MCC) Dari Eceng Gondok. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 1(10), pp. 1340.
- Li, L., Lee, S., Lee, H. L., & Youn, H. J. (2011). Hydrogen Peroxide Of Hardwood Kraft Pulp With Adsorbed Birch Xylan And Its Effect On Paper Properties. *BioResources*, 6(1), pp. 722.
- Lungidta Putri, B. M., Putri, S. O., Muchtadi, F. I., & Mukhlis, F. (2013). Pembuatan Prototipe Viskometer Bola Jatuh Menggunakan Sensor Magnet dan Bola Magnet. *Ktrl.Inst (J.Auto.Ctrl.Inst)*, 5(2), pp. 101.

- Mulyadi, I. (2019). Isolasi Dan Karakterisasi Selulosa : Review. *Jurnal Saintika Unpam : Jurnal Sains Dan Matematika Unpam*, 1(2), pp. 177.
- Mutiara, T., fajri, R., & Intan, N. (2016). Karakterisasi Karbon Aktif Dari Serbuk Kayunangka Limbah Industri Penggergajian Dan Evaluasi Kapasitas Penyerapan Dengan Methylene Blue Number. *Jurnal kimia*, 22(6), pp. 452.
- Ningsi, S., Iklasita, N., Wahyuddin, M., & Syakri, S. (2020). Karakterisasi Mikrokristalin Selulosa Dari Kulit Jagung Pulut (*Zea mays* L. Var *Ceratina Kulesh*). *Jurnal Kesehatan*, pp. 53.
- Nurfitriyani, Fithri, N. A., Fitria, & Yanuarti, R. (2022). Analisis Interaksi Kimia Fourier Transform Infrared (Ftir) Tablet Gastrorentif Ekstrak Daun Petai (*Parkia Speciosa Hassk*) Dengan Polimer Hpmc-K4m Dan Kitosan. *IONTech*, 03(02), pp. 2745–7206.
- Pangau, J. R., Sangian, H. F., & Lumi, B. M. (2017). Karakterisasi Bahan Selulosa Dengan Iradiasi Pretreatment Gelombang Mikro Terhadap Serbuk Kayu Cempaka Wasian (*Elmerillia Ovalis*) Di Sulawesi Utara*Codiaeum*. *Jurnal Mipa Unsrat Online*, 6(1), pp. 55–56.
- Peng, F., Ren, J. L., Xu, F., Bian, J., Peng, P., & Sun, R. C. (2012). Comparative studies on the properties of hemicelluloses obtained by graded ethanol precipitation from sugarcane bagasse. *Bioresource Technology*, 119, pp. 569–573.
- Pilling, M. J., Bassan, P., & Gardner, P. (2015). Comparison Of Transmission And Transflectance Mode Ftir Imaging Of Biological Tissue. *Analyst. The Royal Society of Chemistry*, 140(7), pp. 2383–2392.
- Prayoga, W. N. A., & Aziz, A. A. (2023). Isolasi Dan Karakterisasi Microcrystalline Cellulose (MCC) Dari Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum*) Dengan Hidrolisis Asam. *Skripsi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, pp. 9-10.
- Priatmoko, S., & Rohman, A. N. (2023). Modifikasi Selulosa Kulit Durian Menggunakan Glutaraldehyd Sebagai Koagulan Untuk Pemulihan Limbah Cair Tepung Pati Aren. *Bookchapter Alam Universitas Negeri Semarang*, 2, pp. 128–130.
- Prida, N., Trisanti, S., Setiawan, H. P., Nura'ini, E., & Sumarno, D. (2018). Ekstraksi Selulosa Dari Serbuk penggergajian kayu Sengon Melalui Proses Delignifikasi Alkali Ultrasonik. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 19(3), pp. 115.
- Rahardiyanto, T. P., & gustini, R. (2013). Pengaruh Massa Gliserol Terhadap Titik Leleh Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Kayu The Glycerol Mass Effect Toward Melting Point Of Biodegradable Plastic From Wood Cassava Starch. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(1), pp. 111.
- Rahman, M. S., Hasan, M. S., Nitai, A. S., Nam, S., Karmakar, A. K., Ahsan, M. S., Shiddiky, M. J. A., & Ahmed, M. B. (2021). Recent developments of carboxymethyl cellulose. *In Polymers*, 13(8), pp. 2-15.

- Rahmatullah, R., Selpiana, S., & Putri, R. W. (2020). Pengaruh Konsentrasi Naoh Terhadap Kadar Selulosa Pada Proses Delignifikasi Dari Serat Kapuk Sebagai Bahan Baku Biodegradable Plastic Berbasis Selulosa Asetat. *Seminar Nasional AVoER XII*, pp. 306.
- Ridho, M., & Sijabat, E. K. (2019). Perbandingan Penggunaan Natrium Perkarbonat, Hidrogen Peroksida, Hipoklorit, dan Xilanase terhadap Sifat Optik Deinked Pulp. *Jurnal Selulosa*, 9(02), pp. 97.
- Rojas-Flores, S., Nazario-Naveda, R., Benites, S. M., Gallozzo-Cardenas, M., Delfín-Narciso, D., & Díaz, F. (2022). Use of Pineapple Waste as Fuel in Microbial Fuel Cell for the Generation of Bioelectricity. *Molecules*, 27(21), pp. 1–12.
- Ronie, A. S. (2011). Studi Proses Bleaching Serat Eceng Gondok Sebagai Reinforced Fiber. In *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta*, 4(4), pp. 286.
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & Quinn, M. E. (2009). *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6th Edition, pp. 120.
- Rum, I. A., & Supriadi, D. (2023). Preparasi Dan Karakterisasi Selulosa Mikrokristalin Dari Nata De Ganyong (*Canna Edulis*) Sebagai Eksipien Dalam Sediaan Tablet. *Journal of Pharmacopolium*, 6(1), pp. 46–57.
- Saerang, M. F., Jaya Edy, H., & Siampa, P. (2023). Formulasi Sediaan Krim Dengan Ekstrak Etanol Daun Gedi Hijau (*Abelmoschus Manihot L.*) Terhadap *Propionibacterium Acnes*. *Pharmacon*, 12(3), pp. 354.
- Safitri, R., Dwi Anggita, I., Safitri, F. M., Agung, D. A., & Ratnadewi, I. (2018). Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dalam Proses Hidrolisis Selulosa dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*) untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Kimia, Universitas Jember*, 9, pp. 3.
- Saif, M., Rehman, U., Kim, I., Chisti, Y., & Han, J. (2013). Use of ultrasound in the production of bioethanol from lignocellulosic biomass. *Article in Energy, Education, Science and Tecnology*, 30(2), pp. 1391–1410.
- Sahare, P., Singh, R., Laxman, R. S., & Rao, M. (2012). Effect of Alkali Pretreatment on the Structural Properties and Enzymatic Hydrolysis of Corn Cob. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 168(7), pp. 1806–1819.
- Santos, D. I., Correia, M. J. N., Mateus, M. M., Saraiva, J. A., Vicente, A. A., & Moldão, M. (2019). Fourier Transform Infrared (Ft-Ir) Spectroscopy As A Possible Rapid Tool To Evaluate Abiotic Stress Effects On Pineapple By-Products. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(19), pp. 1–11.
- Sari, E. (2016). Efektivitas Penambahan Serbuk Gergaji Dalam Pembuatan Pupuk Kompos. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 3(2), pp. 139–147.
- Sari, I. N., Izzati, M., & Haryanti, S. (2013). Penurunan Biomassa, Perubahan Struktur Anatomi dan Kondisi Fisik Serabut Kelapa (*Cocos nucifera L.*) Setelah Perendaman Asam Klorida pada Konsentrasi yang Berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 11(1), pp. 50.

- Sari, K. (2023). Ekstraksi Dan Karakterisasi Selulosa Dari Kulit Buah Aren (*Arenga Pinnata*) Sebagai Adsorben Logam. *Skripsi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Jambi*, pp. 10-12.
- Sena, P. W., Putra, G., & Suhendra, L. (2021). Characterization Of Cellulose From Cocoa Pod Husk (*Theobroma cacao* L.) On Various Concentration Of Hydrogen Peroxide and Bleaching Temperature. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(3), pp. 291.
- Sheskey, P. J., Cook, W. G., & Cable, C. G. (2017). *Handbook of Pharmaceutical Excipients* (8th ed.). *Pharmaceutical Press*, pp. 201-202.
- Singh, R., Shukla, A., Tiwari, S., & Srivastava, M. (2014). A Review On Delignification Of Lignocellulosic Biomass For Enhancement Of Ethanol Production Potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, pp. 713–728.
- Sirait, D. N. E., Karo-Karo, T., & Lubis, Z. (2024). Pengaruh Variasi Penambahan Sari Nanas-brokoli dan Waktu Fermentasi terhadap Karakteristik Mutu Caspian Sea Soygurt. *Rona Teknik Pertanian*, 17(2), pp. 123–141.
- Sobrino, M., Concepción, E. I., Gómez-Hernández, Á., Martín, M. C., & Segovia, J. J. (2016). Viscosity And Density Measurements Of Aqueous Amines At High Pressures: MDEA-water and MEA-water mixtures for CO₂ capture. *Journal of Composite Theory*, pp. 231–241.
- Sulu Parubak, A., Rombe, Y. P., Sarera Surbakti, P., Murtihapsari, Larasati, C. N., Yogaswara, R., Anwar, A., Appa, F. E., & Lidiawati, D. (2023). Identifikasi Logam Berat Pb dan Cd Pada Air Sumur Di Kampung Bugis Wosi Papua Barat. *Chemistry Progress*, 16(1), pp. 53–59.
- Sumiati, M., Wahyuni, D., & Bara'allo Malino, M. (2016). Analisis Hubungan Konsentrasi Asam saat Hidrolisis, Derajat Kristalinitas dan Sifat Mekanis Selulosa Kristalin dari Serbuk penggergajian kayu. *Prisma Fisika*, 4(02), pp. 64–68.
- Sun, J. X., Sun, X. F., Zhao, H., & Sun, R. C. (2016). Isolation and characterization of cellulose from sugarcane bagasse. *Polymer Degradation and Stability*, 84(2), pp. 331–339.
- Sutini, Widiastuty, Y. R., & Ramadhani, A. N. (2019). Review : Hidrolisis Lignoselulosa dari Agricultural Waste Sebagai Optimasi Produksi Fermentable Sugar. *Equilibrium*, 3(2), pp. 60.
- Supomo, Supriningrum, R., & Junaid, R. (2016). Karakterisasi Dan Skrining Fitokimia Daun Kerehau (*Callicarpa Longifolia* Lamk.), *Kimia FMIPA Universitas Mulawarman (Unmul)*. 13(2), pp. 90.
- Wahyu Bintaryanto, B., & Titik Taufikurohmah Jurusan Kimia, dan. (2013). Pemanfaatan Campuran Limbah Padat (Sludge) Pabrik Kertas Dan Kompos Sebagai Media Budidaya Cacing Sutra (*Tubifex* .Sp) Mixeduse Of Solid Waste (Sludge) Paper Factory Media Culture And Compost As *Tubifex* .SP. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(1), pp. 1–7.

- Wandira, A., Rosmayati, J., Frida Anandari, R., Anbar Naurah, S., Yuniarsih, N., & Buana Perjuangan Karawang Abstract, U. (2023). Evaluasi Eksipient Sebagai Bahan Pengikat Terhadap Tablet Paracetamol. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(16), pp. 80.
- Zabelin, A. A., Shkuropatova, V. A., Shkuropatov, A. Y., & Shuvalov, V. A. (2015). Temperature Dependence Of Light-Induced Absorbance Changes Associated With Chlorophyll Photooxidation In Manganese-Depleted Core Complexes Of Photosystem Ii. *Biochemistry (Moscow)*, 80(10), pp. 1279–1287.
- Zulharmita, Dewi, S. N., & Mahyuddin. (2012). Pembuatan Mikrokrystalin Selulosa Dari Ampas Tebu (*Saccharum officinarum L.*). *Jurnal Sains Dan Teknologi Farmasi*, 17(2), pp. 158–163.
- Zulmanwardi, & Rosalin. (2020). Optimasi Pelarut Naoh Dan Hcl Pada Proses Pembuatan Pulp Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza Sativa*), pp. 8.