

**ISOLASI NANOSELULOSA DARI AMPAS KOPI ROBUSTA
LAMPUNG: OPTIMASI KONSENTRASI ASAM DAN
KARAKTERISASI**



SKRIPSI

diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Program Studi Kimia

Oleh

Vera Aulia Pratiwi

2101080

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU
PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2025**

LEMBAR HAK CIPTA

**ISOLASI NANOSELULOSA DARI AMPAS KOPI ROBUSTA
LAMPUNG: OPTIMASI KONSENTRASI ASAM DAN
KARAKTERISASI**

Oleh

Vera Aulia Pratiwi

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Fakultas Pendidikan Matematika
dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Vera Aulia Pratiwi 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

September 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan
dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

VERA AULIA PRATIWI
ISOLASI NANOSELULOSA DARI AMPAS KOPI ROBUSTA
LAMPUNG: OPTIMASI KONSENTRASI ASAM DAN
KARAKTERISASI

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

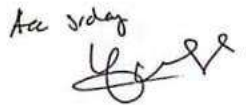
Pembimbing I



Dr. H. Budiman Anwar, M. Si.

NIP. 197003131997031004

Pembimbing II

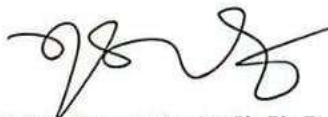


Galuh Yuliani, M.Si., Ph.D.

NIP. 198007252001122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kimia FPMIPA UPI



Prof. Fitri Khoerunnisa, M. Si., Ph. D.

NIP. 197806282001122001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vera Aulia Pratiwi
NIM : 2101080
Program Studi : Kimia
Judul Karya : ISOLASI NANOSELULOSA DARI AMPAS KOPI
ROBUSTA LAMPUNG: OPTIMASI KONSENTRASI
ASAM DAN KARAKTERISASI

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika dikemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, 17 Agustus 2025



(Vera Aulia Pratiwi)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga skripsi yang berjudul **“Isolasi Nanoselulosa dari Ampas Kopi Robusta Lampung: Optimasi Konsentrasi Asam dan Karakterisasi”** dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tentunya masih ada banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan skripsi ini dan berharap untuk memberikan manfaat bagi pembaca, penulis, dan peneliti selanjutnya.

Bandung, Agustus 2025

Penulis

Vera Aulia Pratiwi

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas kelimpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pencapaian ini tidak mungkin terwujud tanpa adanya doa, dukungan, serta bimbingan dari banyak pihak yang dengan tulus telah memberi bantuan baik materi, waktu, tenaga, dan perhatian. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah berpartisipasi, terutama kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat dan karunianya yang tiada batas dan selalu membimbing penulis di setiap perjalanan hingga mencapai titik ini.
2. Kepada Ibu Yulianti sebagai orang tua tercinta, sekaligus ibu yang paling hebat. Terima kasih sebanyak banyaknya atas pengorbanan, dukungan, kasih sayang serta doa yang tiada batas. Beliau selalu mengupayakan yang terbaik untuk kehidupan penulis, tanpa sosoknya penulis tidak akan sampai dititik ini. Keberhasilan ini penulis persembahkan sepenuhnya untukmu sebagai rasa sayang dan terima kasih penulis. Sehat selalu dan panjang umur karena ibu harus selalu ada disetiap perjuangan penulis.
3. Kepada Ayah Sulkhin, orang tua yang telah mendukung, menyemangati, dan selalu menyelipkan doanya untuk penulis. Keberhasilan ini penulis persembahkan untukmu sebagai rasa sayang dan terima kasih penulis. Sehat selalu dan panjang umur karena ayah harus selalu ada disetiap perjuangan penulis.
4. Bapak Dr. H. Budiman Anwar, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia memberikan bantuan berupa bimbingan, arahan, serta dukungan dengan penuh kesabaran sejak tahap awal penelitian hingga penyusunan skripsi.

5. Ibu Galuh Yuliani, M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dengan penuh kesabaran hingga akhir penyusunan skripsi.
6. Ibu Prof. Fitri Khoerunnisa, M.Si., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Kimia FPMIPA UPI yang telah memberikan dukungan dan arahan kepada penulis dari awal menjadi mahasiswa hingga penyusunan skripsi.
7. Ibu Amelinda Pratiwi, M.Si. dan Ibu Prof. Dr. Florentina Maria Titin Supriyanti, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan dukungan selama perkuliahan.
8. Seluruh dosen dan staf laboratorium yang telah memberikan bekal ilmu, bimbingan, dan fasilitas selama masa studi.
9. Reka Salwa Nabila dan Yosefani Anastasiya Simanungkalit sebagai sahabat yang telah menemani penulis dari awal masa studi hingga penyusunan skripsi. Terima kasih telah kebersamaan penulis dalam suka maupun duka, yang selalu memberikan nasihat serta dukungan ketika penulis dalam kesulitan.
10. Anggota “Santuy” Ajijah, Pramita, Anna, Raisa, dan Ida yang selalu mendukung, memberi semangat, keceriaan, dan menemani penulis dari masa studi hingga penyusunan skripsi.
11. Salwa Latisha Xyla sebagai teman seperjuangan dan seperbimbingan yang selalu mendukung serta memberi nasihat selama masa penelitian hingga penyusunan skripsi.
12. Anggota “Paridun” Desti, Almira, Naura, dan Illonna tempat berkeluh kesah dan selalu memberi semangat serta dukungan dari jauh kepada penulis.
13. Teman-teman Prodi Kimia Angkatan 2021 dan semua pihak yang telah berpartisipasi atas penelitian dan penyusunan skripsi ini.

ABSTRAK

Kopi termasuk ke dalam komoditas unggulan perkebunan di Indonesia dengan produksi kopi pada tahun 2023 mencapai 758,73 ton. Proses pengolahan dan konsumsi kopi menghasilkan limbah yaitu ampas kopi. Salah satu kandungan dari limbah tersebut adalah selulosa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku nanoselulosa dalam berbagai aplikasi dibidang industri, medis, dan farmasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi selulosa AKRL melalui proses alkalinasi, *bleaching* dan mengisolasi nanoselulosa AKRL dengan metode hidrolisis asam dengan menggunakan asam sulfat diberbagai variasi konsentrasi yaitu 25%, 30%, 35%, 40%, dan 45%. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan FTIR, XRD, PSA, TEM, dan TGA. Rendemen selulosa dari AKRL diperoleh sebesar 30,89% dan konsentrasi asam sulfat 30% menghasilkan rendemen nanoselulosa tertinggi yaitu 54,58%. Hasil analisis FTIR menunjukkan hilangnya keberadaan kandungan lignin dan hemiselulosa pada bilangan gelombang 1740 cm^{-1} dan 1523 cm^{-1} . Hasil XRD menunjukkan puncak pada selulosa AKRL $2\theta = 21,4^\circ$ dan $16,2^\circ$ dan pada nanoselulosa AKRL $2\theta = 21,7^\circ$ dan $16,07^\circ$ terjadi penurunan kristalinitas dari selulosa ke nanoselulosa AKRL. Hasil PSA menunjukkan ukuran partikel $123,5 \pm 33,4\text{ nm}$ dengan PDI 0,571 yang termasuk polidispersi. Hasil TGA menunjukkan bahwa nanoselulosa AKRL memiliki kestabilan termal lebih rendah dibandingkan dengan selulosa AKRL. Morfologi dari nanoselulosa AKRL berbentuk serat halus berukuran panjang yang menunjukkan karakteristik umum dari nanofiber selulosa (CNF).

Kata kunci: Ampas kopi, Nanoselulosa, Selulosa, Robusta, Karakterisasi

ABSTRACT

Coffee is one of Indonesia's leading plantation commodities, with coffee production reaching 758,73 tons in 2023. The processing and consumption of coffee produces waste in the form of coffee grounds. One of the components of this waste is cellulose, which has the potential to be used as a raw material for nanocellulose in various industrial, medical, and pharmaceutical applications. This study aims to isolate and characterize AKRL cellulose through alkalization and bleaching processes and to isolate AKRL nanocellulose using the acid hydrolysis method with sulfuric acid at various concentrations, namely 25%, 30%, 35%, 40%, and 45%. Characterization was performed using FTIR, XRD, PSA, TEM, and TGA. The cellulose yield from AKRL was 30,89%, and a sulfuric acid concentration of 30% produced the highest nanocellulose yield of 54,58%. The FTIR analysis results show the loss of lignin and hemicellulose content at wave numbers 1740 cm^{-1} and 1523 cm^{-1} . The XRD results show peaks at $2\theta = 21,4^\circ$ and $16,2^\circ$ for AKRL cellulose and at $2\theta = 21,7^\circ$ and $16,07^\circ$ for AKRL nanocellulose, indicating a decrease in crystallinity from cellulose to AKRL nanocellulose. The PSA results showed a particle size of $123,5 \pm 33,4\text{ nm}$ with a PDI of 0,571, which is classified as polydisperse. The TGA results show that AKRL nanocellulose has lower thermal stability compared to AKRL cellulose. The morphology of AKRL nanocellulose is in the form of fine, long fibers, which shows the general characteristics of cellulose nanofibers (CNF).

Keywords: *Coffee grounds, Nanocellulose, Cellulose, Robusta, Characterization*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Kopi Robusta.....	5
2.1.1 Klasifikasi Kopi Robusta	6
2.2 Biomassa Lignoselulosa.....	6
2.2.1 Hemiselulosa	7
2.2.2 Lignin	8
2.2.3 Selulosa	8
2.3 Nanoselulosa	9
2.3.1 Nanofiber Selulosa (CNF).....	10

2.3.2	Nanokristalin Selulosa (CNC)	10
2.4	Metode Isolasi Selulosa.....	11
2.5	Metode Isolasi Nanoselulosa.....	14
2.6	Karakterisasi Nanoselulosa	15
2.6.1	Identifikasi Gugus Fungsi dengan FTIR	15
2.6.2	Identifikasi Indeks Kristalinitas dengan XRD	16
2.6.3	Identifikasi Ketahanan Panas dengan TGA	17
2.6.4	Identifikasi Morfologi dengan TEM	17
2.6.5	Identifikasi Ukuran Partikel dengan PSA	17
BAB III		19
METODE PENELITIAN		19
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2	Alat dan Bahan	19
3.2.1	Alat	19
3.2.2	Bahan	19
3.3	Tahap Penelitian	20
3.4	Prosedur Penelitian.....	21
3.4. 1	Preparasi Ampas Kopi Robusta Lampung	21
3.4. 2	Isolasi Selulosa dari Ampas Kopi Robusta Lampung.....	21
3.4. 3	Isolasi Nanoselulosa dari Ampas Kopi Robusta Lampung.....	22
3.4. 4	Penentuan Hasil Selulosa dari Ampas Kopi Robusta Lampung ...	22
3.4. 5	Penentuan Hasil Nanoselulosa dari Selulosa AKRL	23
3.4. 6	Karakterisasi Nanoselulosa dari Ampas Kopi Robusta Lampung	23
BAB IV		25
HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Isolasi Selulosa Ampas Kopi Robusta Lampung	25
4.2	Isolasi Nanoselulosa Ampas Kopi Robusta Lampung	26
BAB V		28
KESIMPULAN DAN SARAN		28
5.1	Kesimpulan	28
5.2	Saran.....	28

DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Biji kopi robusta Lampung	5
Gambar 2. 2 Lignoselulosa sebelum dan sesudah pretreatment	7
Gambar 2. 3 Struktur hemiselulosa	7
Gambar 2. 4 Struktur lignin.....	8
Gambar 2. 5 Struktur selulosa	9
Gambar 2. 6 Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa.....	11
Gambar 2. 7 Proses penguraian lignin oleh H_2O_2	13
Gambar 2. 8 Skema proses hidrolisis asam.	14
Gambar 2. 9 Pembentukan gugus sulfat pada permukaan nanoselulosa setelah reaksi hidrolisis	14
Gambar 3. 1 Tahap Preparasi AKRL.....	20
Gambar 3. 2 Tahap Isolasi Selulosa AKRL	20
Gambar 3. 3 Tahap Isolasi Nanoselulosa AKRL	20

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil rendemen selulosa AKRL	25
Tabel 4. 2 Perbandingan rendemen selulosa dengan penelitian lain	25
Tabel 4. 3 Hasil isolasi nanoselulosa AKRL	26

DAFTAR SINGKATAN

AKRL = Ampas Kopi Robusta Lampung

CNF = *Cellulose Nanocrystal*

CNC = *Cellulose Nanofiber*

XRD = *X-Ray Diffraction*

FTIR = *Fourier Transform Infrared Spectrophotometry*

PSA = *Particle Size Analysis*

TGA = *Thermogravimetric Analysis*

TEM = *Transmission Electron Microscope*

DLS = *Dynamic Light Scattering*

DAFTAR PUSTAKA

- Adhika, D. R., Anindya, A. L., Tanuwijaya, V. V., & Rachmawati, H. (2019). *Teknik Pengamatan Sampel Biologi Dan Non-Konduktif Menggunakan Scanning Electron Microscopy*. 53–58. <https://doi.org/10.5614/sniko.2018.9>
- Aiman, S. (2016). Pengaruh Ukuran Partikel Biomasa Lignoselulosa pada Pembuatan Bioetanol dan Biobutanol: Tinjauan. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 18(01), 11–25. <https://doi.org/10.14203/jkti.v18i01.36>
- Aka, E. C., Nongbe, M. C., Ekou, T., Ekou, L., Coeffard, V., & Felpin, F. X. (2019). A fully bio-sourced adsorbent of heavy metals in water fabricated by immobilization of quinine on cellulose paper. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 84, 174–183. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2019.05.006>
- Amirudin, S., Tamrin, & Rejeki, S. (2024). Metode sintesis nanoselulosa: kajian pustaka. *Jurnal Riset Pangan*, 2(1), 89–96.
- Amrillah, Z., Hanum, F. F., & Rahayu, A. (2022). Studi Efektivitas Metode Ekstraksi Selulosa dari Agricultural Waste. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 8. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit%0AE-ISSN:2745-6080>
- Anwar, B., Bundjali, B., Sunarya, Y., & Arcana, I. M. (2021). Properties of Bacterial Cellulose and Its Nanocrystalline Obtained from Pineapple Peel Waste Juice. *Fibers and Polymers*, 22(5), 1228–1236. <https://doi.org/10.1007/s12221-021-0765-8>
- Ardhianisca, O., Putra, R., & Wijayanti, R. R. (2022). Studi Perbandingan Nilai Ekonomi Kopi Arabika dan Robusta dalam Bisnis Mikro. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(1), 42–50. <https://doi.org/10.25047/jii.v22i1.3108>
- Asyafa, A. C., Pambudi, T., & Umam, H. I. (2023). Produksi Bioetanol Dari Biomassa Minyak Sawit (Sebuah Tinjauan). *CHEDS: Journal of Chemistry, Education, and Science*, 7(2), 154–167. <https://doi.org/10.30743/cheds.v7i2.8122>
- Bacha, E. G. (2021). *Extraction and Characterization of Nanocellulose from Eragrostis Teff Straw*.
- Bhattacharjee, S. (2016). DLS and zeta potential - What they are and what they are not? *Journal of Controlled Release*, 235, 337–351. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2016.06.017>
- BPS. (2023). *Produksi Tanaman*. <https://lampung.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjU4IzI=/produksi-tanaman.html>
- Budi, D., Mushollaeni, W., Yusianto, Y., & Rahmawati, A. (2020). KARAKTERISASI KOPI BUBUK ROBUSTA (*Coffea canephora*)

- TULUNGREJO TERFERMENTASI DENGAN RAGI *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Agroindustri*, 10(2), 129–138. <https://doi.org/10.31186/j.agroindustri.10.2.129-138>
- Carolina Simorangkir, N., & Rosiana, N. (2022). Analisis Efisiensi Pemasaran Kopi Robusta. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(1), 113–125. <https://doi.org/10.29244/jai.2022.10.1.113-125>
- Chen, W. H., Wang, C. W., Ong, H. C., Show, P. L., & Hsieh, T. H. (2019). Torrefaction, pyrolysis and two-stage thermodegradation of hemicellulose, cellulose and lignin. *Fuel*, 258(May), 116168. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116168>
- Dai, F., Zhuang, Q., Huang, G., Deng, H., & Zhang, X. (2023). Infrared Spectrum Characteristics and Quantification of OH Groups in Coal. *ACS Omega*, 8(19), 17064–17076. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c01336>
- Dalmis, R., Köktaş, S., Seki, Y., & Kılınç, A. Ç. (2020). Characterization of a new natural cellulose based fiber from Hierochloe Odarata. *Cellulose*, 27(1), 127–139. <https://doi.org/10.1007/s10570-019-02779-1>
- Darojati, H. A. (2017). Prospek Pengembangan Teknologi Radiasi Sebagai Perlakuan Pendahuluan Biomassa Lignoselulosa. *Jurnal Forum Nuklir*, 11(2), 71. <https://doi.org/10.17146/jfn.2017.11.2.5313>
- Deb Dutta, S., Patel, D. K., Ganguly, K., & Lim, K. T. (2021). Isolation and characterization of cellulose nanocrystals from coffee grounds for tissue engineering. *Materials Letters*, 287, 129311. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2021.129311>
- Dione, N. C., Lestari, P., Susanti, D. Y., Masithoh, R. E., Azzahra, R. L., Chairani, A. M., & Rohma, A. S. D. (2025). Cellulose Extraction from Robusta Coffee Husk (*Coffea canephora*) as Alternative Material from Sustainable Agricultural Waste Utilization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1438(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1438/1/012073>
- Direktorat Jendral Perkebuna. (2019). *Statisti Kopi Indonesia 2018 - 2020*. 8. www.ditjenbun.pertanian.go.id
- Effendi, D. B., Rosyid, N. H. R., Nandiyanto, A. B. D., & Mudzakir, A. (2015). Review : Sintesis Nanoselulosa. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(2), 61–74.
- Eltri, A. P., Simanjuntak, E. A., Saputra, M. G., Haviz, M., Akbar, M. R., Nandini, N. P. A., & Darni, Y. (2022). Pengaruh Waktu Blooming Dan Massa Air Terhadap pH, TDS, Dan EC Pada Kopi Robusta Liwa Lampung dengan Metode Aeropress. *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri (JTII)*, 3(1), 16–22. <https://doi.org/10.23960/jtii.v3i1.39>

- Faturachman, G. F., Ramanda, A. A., Maharani, S., Latif, L. A., Belo, G. A. G., & Ayubi, S. G. Al. (2025). Application of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) for Quantitative Analysis of Pharmaceutical Compounds. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 5(1), 27–33. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v5i1.23309>
- Fitiryanti, J., Agustina Hasibuan, A., Putri Rahayu, I., & Sanjaya, V. F. (2025). Analisis Agroindustri Kopi di Lampung: Tinjauan Literatur terhadap Potensi, dan Tantangan Produksi. *Dinamis : Journal of Islamic Management and Bussiness*, 8(1), 16–23. <https://doi.org/10.24256/dinamis.v8i1.6393>
- Fitri, M. A., Syahni, R., & Hendri, M. (2022). Perbandingan Industri Kopi Indonesia Dan Malaysia. *AGROVITAL : Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(2), 117. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v7i2.3655>
- Fitriani, A. N., & Neily Zakiyah. (2021). Review Artikel Cellulose Nanofiber : Isolasi, Karakterisasi, Dan Aplikasi Di Bidang Farmasi. *Farmaka*, 19(3), 53–59.
- Gea, S., Utara, U. S., Harahap, M., Sari, U., & Indonesia, M. (2025). *Book · January 2025* (Issue January).
- Hakim, L., Dirgantara, M., & Nawir, M. (2019). Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan. *Jurnal Jejaring Matematika Dan Sains*, 1(1), 44–51. <http://e-journal.upr.ac.id/index.php/JMS>
- Haluti, I. J., Mahani, S., & Astuti, E. (2023). *Analisis TGA dan DTA pada Liquid Smoke dari Daun Angsana dengan Metode Pirolisis*. 03(01), 1–9.
- Hanum, F. F., Rahayu, A., Amrillah, N. A. Z., & Yoga Nawaki Helmi Mustafa. (2023). Utilization and Extraction Method of Nanocellulose: A Review. *Sains Natural: Journal of Biology and Chemistry*, 13(3), 107–114. <https://doi.org/10.31938/jsn.v13i3.565>
- Harahap, H., Harfansah Nst, A., & Fujian Junaidi, I. (2019). Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat (H₂SO₄) pada Hidrolisa Tongkol Jagung (Zea mays) Menjadi Nanokristal Selulosa sebagai Filler Penguat pada Produk Lateks Karet Alam. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 8(2), 48–53. <https://doi.org/10.32734/jtk.v8i2.1873>
- Harun, S. (2022). Analisis Produksi Kopi di Indonesia Tahun 2015-2020 Menggunakan Metode Cobb-Douglass. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Pembangunan*, 1(2), 102–109.
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., Suparno, O., & Prasetya, B. (2010). Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol Regulation of gene-edited crop produce View project Biorefinery View project. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4), 121–130. <https://www.researchgate.net/publication/265917138>

- Hu, L., Fang, X., Du, M., Luo, F., & Guo, S. (2020). Hemicellulose-Based Polymers Processing and Application. *American Journal of Plant Sciences*, 11(12), 2066–2079. <https://doi.org/10.4236/ajps.2020.1112146>
- Indonesia, B. (2024). *Volume 8, 2024*. 8.
- Ioelovich, M. (2012). Optimal Conditions for Isolation of Nanocrystalline Cellulose Particles. *Nanoscience and Nanotechnology*, 2(2), 9–13. <https://doi.org/10.5923/j.nn.20120202.03>
- Ismail Pasue, I., & Salah, E. (2019). Analisis Lignin, Selulosa Dan Hemi Selulosa Jerami Jagung Hasil Di Fermentasi Trichoderma Viride Dengan Masa Inkubasi Yang Berbeda. *Jambura Journal of Animal Science*, 1(2), 62–67. <https://doi.org/10.35900/jjas.v1i2.2607>
- Kombongkila, O., Taunaumang, H., & Tumimomor, F. R. (2024). Analisis Struktur Film Tipis Disperse Orange-3 Hasil FTIR. *Jurnal FisTa: Fisika Dan Terapannya*, 5(1), 45–50. <https://doi.org/10.53682/fista.v5i1.305>
- Kurniaty, I. (2017). Proses Delignifikasi Menggunakan Naoh Dan Amonia (Nh3) Pada Tempurung Kelapa. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(4), 197. <https://doi.org/10.36055/jip.v6i4.2546>
- Kusmono, K., & Risda Azizah, H. (2024). Pengembangan Acetylated Cellulose Nanofibers dari Microcrystalline Cellulose: Studi Perubahan Gugus Fungsi dan Indeks Kristalinitas melalui Asetilasi dan Nanofibrilasi. *Journal of Mechanical Engineering*, 1(1), 67–75. <https://doi.org/10.47134/jme.v1i1.2192>
- Larasati, E. D., Driananta, R., Dewi, T., Zahirah, A., Rahmatullah, O. N., & Herawati, N. (2023). Selulosa Dan Glukosa. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 6(1), 1–10.
- Lavoine, N., Desloges, I., Dufresne, A., & Bras, J. (2012). Microfibrillated cellulose - Its barrier properties and applications in cellulosic materials: A review. *Carbohydrate Polymers*, 90(2), 735–764. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.05.026>
- Lee, C. M., Kubicki, J. D., Fan, B., Zhong, L., Jarvis, M. C., & Kim, S. H. (2015). Hydrogen-Bonding Network and OH Stretch Vibration of Cellulose: Comparison of Computational Modeling with Polarized IR and SFG Spectra. *Journal of Physical Chemistry B*, 119(49), 15138–15149. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.5b08015>
- Lee, H. V., Hamid, S. B. A., & Zain, S. K. (2014). Conversion of lignocellulosic biomass to nanocellulose: Structure and chemical process. *Scientific World Journal*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/631013>
- Lestari, M. D., Sudarmin, & Harjono. (2018). Ekstraksi Selulosa dari Limbah Pengolahan Agar Menggunakan Larutan NaOH sebagai Prekursor Bioetanol.

- Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 236–241.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Mabuto, B., & Hlangothi, S. P. (2024). Wood fibre alkalization effect on the thermal stability of meranti wood flour: a modification of the conventional method. *Wood Science and Technology*, 58(1), 87–107.
<https://doi.org/10.1007/s00226-023-01524-z>
- Majid, A., Limonu, M., Dahlan, S. A., Program,), Pangan, S. T., Pertanian, F., & Gorontalo, U. N. (2024). Karakteristik Mutu Biji Kopi Robusta (Coffea Canephora) Dulamayo Dengan Berbagai Metode Pengolahan (Basah, Semi Basah, Dan Kering) Quality Characteristics of Dulamayo Robusta (Coffea Canephora) Coffee Beans Using Various Processing Methods (Full Wash, Sem. *Jambura Journal of Food Technology (JJFT)*, 6, 334–348.
- Malarat, S., Khongpun, D., Limtong, K., Sinthuwong, N., Soontornapaluk, P., Sakdaronnarong, C., & Posoknistakul, P. (2023). Preparation of Nanocellulose from Coffee Pulp and Its Potential as a Polymer Reinforcement. *ACS Omega*, 8(28), 25122–25133. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c02016>
- Mansor, A. M., Lim, J. S., Ani, F. N., Hashim, H., & Ho, W. S. (2019). Characteristics of cellulose, hemicellulose and lignin of MD2 pineapple biomass. *Chemical Engineering Transactions*, 72(August 2018), 79–84.
<https://doi.org/10.3303/CET1972014>
- Mulyadi, I. (2019). Isolasi Dan Karakterisasi Selulosa : Review. *Jurnal Saintika Unpam : Jurnal Sains Dan Matematika Unpam*, 1(2), 177.
<https://doi.org/10.32493/jsmu.v1i2.2381>
- Nina Hartati. (2023). Isolasi, Karakterisasi, Dan Aplikasi Nanokristal Selulosa : Review. *JSSIT: Jurnal Sains Dan Sains Terapan*, 1(2), 29–38.
<https://doi.org/10.30631/jssit.v1i2.19>
- Ningtyas, K. rimadhanti, Muslihudin, M., & Sari, I. N. (2020). Sintesis Nanoselulosa dari Limbah Hasil Pertanian dengan Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 20(2), 142–147.
<https://doi.org/10.25181/jppt.v20i2.1631>
- Nurfitriyana, N., Najma Annuria Fithri, Fitria, & Rini Yanuarti. (2022). ANALISIS INTERAKSI KIMIA FOURIER TRANSFORM INFRARED (FTIR) TABLET GASTRORENTIF EKSTRAK DAUN PETAI (Parkia speciosa Hassk) DENGAN POLIMER HPMC-K4M DAN KITOSAN. *ISTA Online Teknologi Journal*, 3(2), 27–33. <https://doi.org/10.62702/ion.v3i2.69>
- Oke, I. (2010). Nanoscience in nature: cellulose nanocrystals. *SURG Journal*, 3(2), 77–80. <https://doi.org/10.21083/surg.v3i2.1132>
- Oktavia, I. N., & Sutoyo, S. (2021). Review Artikel: Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Tumbuhan Sebagai Bahan Antioksidan.

- Unesa Journal of Chemistry*, 10(1), 37–54.
<https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p37-54>
- Ostadi Moghadam, M., & Moeenfar, M. (2024). How does particle size of spent coffee ground affect the physicochemical properties of isolated cellulose nanosphere? *Results in Chemistry*, 10(June), 101683.
<https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101683>
- Ouhammou, M., Mourak, A., Ait-Karra, A., Abderrahim, J., Elhadiri, N., & Mahrouz, M. (2025). Extraction, Isolation, and TEMPO-NaBr-NaClO Oxidation Modification of Cellulose from Coffee Grounds. *Biomass (Switzerland)*, 5(2), 8–11. <https://doi.org/10.3390/biomass5020022>
- Poletto, M., Pistor, V., Santana, R. M. C., & Zattera, A. J. (2012). Materials produced from plant biomass. part II: Evaluation of crystallinity and degradation kinetics of cellulose. *Materials Research*, 15(3), 421–427.
<https://doi.org/10.1590/S1516-14392012005000048>
- Poletto, M., Zattera, A. J., & Santana, R. M. C. (2012). Thermal decomposition of wood: Kinetics and degradation mechanisms. *Bioresource Technology*, 126, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.08.133>
- Prasasti, A. P., Stephanie Devi Artemesia, Firda Ihza Firgilia, & Wulan Dari Nur Wahyu Liana. (2023). Uji Parameter Spesifik dan Non Spesifik pada Kopi Robusta (*Coffea canephora*). *Professional Health Journal*, 5(1sp), 42–48.
<https://doi.org/10.54832/phj.v5i1sp.464>
- Pratama, J. H., Rohmah, R. L., Amalia, A., & Saraswati, T. E. (2019). Isolasi Mikroselulosa dari Limbah Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dengan Metode Bleaching-Alkalinasi. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 15(2), 239. <https://doi.org/10.20961/alchemistry.15.2.30862.239-250>
- Priatmoko, S., & Rohman, A. N. (2023). Modifikasi Selulosa Kulit Durian Menggunakan Glutaraldehid Sebagai Koagulan Untuk Pemulihan Limbah Cair Tepung Pati Aren. *Bookchapter Alam Universitas Negeri Semarang*, 2, 115–144. <https://doi.org/10.15294/ka.v1i2.141>
- Radotić, K., & Mičić, M. (n.d.). *Methods for Extraction and Purification of Lignin and Cellulose from Plant Tissues*, in: M. Mičić (Eds.), *Sample Preparation Techniques for Soil, Plant, and Animal Samples*, Springer Science+Business Media, New York, 2016, pp. 365–76. 365–376. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3185-9>
- Raghuwanshi, V. S., & Garnier, G. (2024). Nanoparticle Decorated Cellulose Nanocrystals (CNC) Composites for Energy, Catalysis, and Biomedical Applications. *Advanced Functional Materials*, 2412869, 1–26.
<https://doi.org/10.1002/adfm.202412869>
- Rahmawati, S. J., Logamarta, S. W., & Satrio, R. (2021). Penambahan

- Nanoselulosa Sekam Padi Terhadap Kekasaran Permukaan Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas gangguan pada fungsi mastikasi , gangguan panas antara lain memiliki sifat mekanis anorganik sedangkan nanoselulosa merupakan eksperimental. *Insisiva Dental Journal: Majalah Kedokteran Gigi Insisiva*, 10(2), 45–50. <https://doi.org/10.18196/di.v10i1.12309>
- Raweroz, V., Armelia, L., Riani, S. N., & Hasibuan, F. D. (2023). Analisis Pola Konsumsi Kopi dan Pengaruhnya terhadap Frekuensi Berkemih pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas YARSI Angkatan 2020 dan Tinjauannya menurut Pandangan Islam. *Junior Medical Journal*, 2(4), 569–574.
- Riastuti, A. D., Komarayanti, S., & Utomo, A. P. (2021). Karakteristik morfologi biji kopi robusta (*Coffea Canephora*) pascapanen di kawasan lereng Meru Betiri sebagai sumber belajar smk dalam bentuk e-modul. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(2), 1–13.
- Rizki, D., Wijonarko, B. R., & Purwanto, P. (2020). Karakter Agronomis dan Fisiologis Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) pada Dataran Tinggi di Kecamatan Pejawaran Kab. Banjarnegara. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(1), 11–16. <https://doi.org/10.37577/composite.v2i1.168>
- Sarijowan, V., Katja, D. G., Runtuwene, M. R. J., & Suryanto, E. (2022). EKSTRAKSI DAN FRAKSINASI HEMISELULOSA DARI LIMBAH SAGU BARUK (*Arenga microcarpha* Beccari) SEBAGAI ANTIOKSIDAN. *Chemistry Progress*, 15(1), 39–46. <https://doi.org/10.35799/cp.15.1.2022.44491>
- Saron, M., Wahyuni, D., & Arman, Y. (2025). Reduksi Termal Oksida Grafena Berbasis Tandan Kosong Kelapa Sawit: Sintesis dan Aplikasinya sebagai Adsorben Metilen Biru. *Positron*, 15(1), 59–69. <https://doi.org/10.26418/positron.v15i1.92203>
- SEKĪ, Y. (2025). Isolation and characterization of cellulose from spent ground coffee (*Coffea Arabica* L.): A comparative study. *Waste Management*, 193(December 2024), 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.11.048>
- Souhoka, F. A., & Latupeirissa, J. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat (CA). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 5(2), 58–62. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2018.5-fen>
- Stefanidis, S. D., Kalogiannis, K. G., Iliopoulou, E. F., Michailof, C. M., Pilavachi, P. A., & Lappas, A. A. (2014). A study of lignocellulosic biomass pyrolysis via the pyrolysis of cellulose, hemicellulose and lignin. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 105, 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2013.10.013>
- Suyitno. (2009). Perumusan Laju Reaksi dan Sifat-Sifat Pirolisis Lambat Sekam

- Padi Menggunakan Metode Analisis Termogravimetri. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(1), 12–18.
<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/17879>
- Syufiatun, A., Tarigan, B., Yesya, A., & Hasibuan, P. (2025). *Nexus Sains dan Teknologi Eksplorasi Nanokristal Selulosa dari Sumber Ramah Lingkungan untuk Inovasi Berkelanjutan*. 01(01), 22–41.
- WIDYANINGSIH, IWAN IWUT TRITOASMORO, & NOR CAECCAR KUMALASARI. (2020). Perbandingan Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kopi Menggunakan Metode Fuzzy Logic Dan K-Nearest Neighbor Dengan Ekstraksi Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrix Comparison of Coffee Cherries Ripeness Using Fuzzy Logic and K-Nearest Neighbor Method With G. *E-Proceeding of Engineering*, 7(2), 4060.
- Yuan, Q., Wang, S., He, L., & Xu, S. (2025). *Advances in the Study of Flame-Retardant Cellulose and Its Application in Polymers : A Review*.
- Yuansah, S. C. (2019). The Potential for Non-Digestible Sugar Production from Cellulose and Hemicellulose using Enzymatic Hydrolysis. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 2(2), 69–74.
<https://doi.org/10.20956/canrea.v2i2.116>
- Zhou, X., Li, W., Mabon, R., & Broadbelt, L. J. (2017). A critical review on hemicellulose pyrolysis. *Energy Technology*, 5(1), 52–79.
<https://doi.org/10.1002/ente.201600327>