

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI MIKROKRISTALIN  
SELULOSA DARI LIMBAH KULIT SALAK**

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Program  
Studi Kimia



Oleh

Gusnine Sari Maulidah

1808487

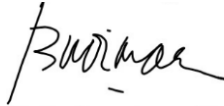
**PROGRAM STUDI KIMIA  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2022**

**GUSNINE SARI MAULIDAH**

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI MIKROKRISTALIN SELULOSA DARI  
LIMBAH KULIT SALAK**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing I



Dr. Budiman Anwar, M.Si

---

NIP. 197003131997031004

Pembimbing II



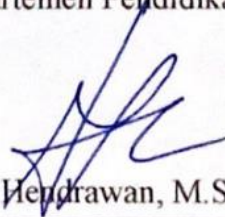
Dr. Heli Siti Halimatul M., M.Si

---

NIP. 197907302001122002

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Kimia



Dr. Hendrawan, M.Si

---

NIP. 196309111989011001

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI MIKROKRISTALIN SELULOSA DARI  
LIMBAH KULIT SALAK**

Oleh  
Gusnine Sari Maulidah

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Sains pada

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Gusnine Sari Maulidah 2022  
Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2022

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“ISOLASI DAN KARAKTERISASI MIKROKRISTALIN SELULOSA DARI LIMBAH KULIT SALAK”** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,

Gusnine Sari Maulidah

## ISOLASI DAN KARAKTERISASI MIKROKRISTALIN SELULOSA DARI LIMBAH KULIT SALAK

### ABSTRAK

Mikrokristalin selulosa merupakan salah satu jenis biomaterial yang memiliki aplikasi yang luas di berbagai bidang seperti pangan, kosmetik, dan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi mikrokristalin selulosa dari limbah kulit salak. Metode isolasi diawali dengan mengisolasi selulosa dari serbuk kulit salak dan mengisolasi mikrokristalin selulosa dengan metode hidrolisis asam, selanjutnya dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan *X-ray Diffraction* (XRD) dan *Particle Size Analyzer* (PSA). Hidrolisis asam dilakukan dengan berbagai variasi konsentrasi asam dan waktu hidrolisis. Berdasarkan hasil isolasi selulosa, massa selulosa yang diperoleh adalah 17,43 gram per 140 gram serbuk kulit salak atau sekitar 12,45%. Hasil optimasi hidrolisis asam menunjukkan kondisi optimum terjadi pada konsentrasi asam 55% dengan waktu hidrolisis 55 menit. Rendemen hasil isolasi MCC adalah 42,24%. Hasil analisis FTIR selulosa dan MCC kulit salak menunjukkan bahwa selulosa telah berhasil diisolasi. Analisis XRD menunjukkan bahwa MCC kulit salak yang diperoleh mempunyai indeks kristalinitas sebesar 60,81%. Analisis PSA menunjukkan bahwa diameter partikel MCC kulit salak adalah 1,11  $\mu\text{m}$ .

**Kata Kunci** : Mikrokristalin selulosa, limbah kulit salak, hidrolisis asam.

# ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF MICROCRYSTALLINE CELLULOSE FROM SNAKE FRUIT PEEL WASTE

## ABSTRACT

Microcrystalline cellulose is one type of biomaterial that has wide applications in various fields such as food, cosmetics, and health. This study aims to isolate and characterize microcrystalline cellulose from snake fruit peel waste. The isolation method begins with isolating cellulose from snake fruit peel powder and isolating microcrystalline cellulose by acid hydrolysis method, then characterized using Fourier Transform Infrared (FTIR), X-ray Diffraction (XRD) and Particle Size Analyzer (PSA). Acid hydrolysis was carried out with various variations of acid concentration and hydrolysis time. Based on the results of cellulose isolation, the mass of cellulose obtained was 17.43 grams per 140 grams of snake fruit peel powder or about 12.45%. The results of the optimization of acid hydrolysis showed that the optimum conditions occurred at a concentration of 55% acid with a hydrolysis time of 55 minutes. The results of FTIR analysis of cellulose and MCC snake fruit peel showed that cellulose had been isolated. XRD analysis showed that the obtained MCC snake fruit peel had a crystallinity index of 60.81%. PSA analysis showed that the particle diameter of the MCC was 1.11  $\mu\text{m}$ .

**Keywords** : Microcrystalline cellulose, snake fruit peel waste, acid hydrolysis.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat dengan lancar menyelesaikan skripsi yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi Mikrokristalin Selulosa dari Limbah Kulit Salak”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA). Sholawat serta salam juga senantiasa penulis curahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan sehingga masih membutuhkan kritik dan saran dari semua pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi sumber ilmu yang bermanfaat untuk kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, Agustus 2022

Penulis

Gusnine Sari Maulidah

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak menemukan berbagai hambatan serta rintangan, akan tetapi penulis dapat melalui semua itu berkat adanya bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, dan kakak-kakak, yang selalu memberikan doa, nasihat, dukungan, kasih sayang yang sangat luar biasa dalam setiap langkah yang dilalui penulis selama hidup.
2. Dr. Budiman Anwar, M.Si selaku dosen pembimbing I dan ketua KBK Material yang telah memberikan saran, bimbingan, serta arahan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Heli Siti H.M, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran, bimbingan, dukungan dan arahan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Hendrawan, M.Si selaku Ketua Departemen Pendidikan Kimia yang telah memberikan izin dan mendukung penulis baik dalam bidang akademik maupun non akademik selama masa pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.
5. Fitri Khoerunnisa, Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia yang telah memberikan izin dan mendukung penulis baik dalam bidang akademik maupun non akademik selama masa perkuliahan hingga skripsi ini.
6. Seluruh staf pengajar Departemen Pendidikan Kimia yang telah memberikan ilmu yang tidak ternilai selama masa perkuliahan.
7. Seluruh sahabat, Syifa, Shabrina, Fakhira, Dhea, Fathia, Putri, Almira, yang selalu setia menemani, berbagi kisah suka dan duka, serta selalu mendukung penulis dari awal dan hingga akhir.
8. Kepada Alwan Luthfi Muharam, yang selalu sabar, setia, mendukung penulis selama perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
9. Kepada Mega, Allifya, dan teman-teman KBK Material yang selalu menemani, membantu, dan mendukung penulis selama perkuliahan dan penelitian ini.



## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                 | i    |
| LEMBAR HAK CIPTA .....                                  | ii   |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....                        | iii  |
| ABSTRAK .....   | iv   |
| ABSTRACT .....  | v    |
| KATA PENGANTAR .....                                    | vi   |
| UCAPAN TERIMA KASIH.....                                | vii  |
| DAFTAR ISI.....   | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                     | x    |
| DAFTAR TABEL.....                                       | xi   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                    | xii  |
| BAB I .....   | 1    |
| PENDAHULUAN .....                                       | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                               | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                              | 3    |
| 1.4 Luaran.....   | 3    |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                             | 3    |
| BAB II.....   | 4    |
| TINJAUAN PUSTAKA .....                                  | 4    |
| 2.1 Tanaman Salak .....                                 | 4    |
| 2.2 Selulosa .....                                      | 5    |
| 2.3 Mikrokristalin Selulosa .....                       | 8    |
| 2.4 Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy..... | 10   |
| 2.5 X-ray Diffraction (XRD).....                        | 10   |
| 2.6 Particle size analyzer (PSA).....                   | 11   |
| BAB III .....   | 12   |
| METODE PENELITIAN.....                                  | 12   |
| 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....                    | 12   |

|  |    |
|--|----|
| 3.2 Alat .....                               | 12 |
| 3.3 Bahan.....                               | 12 |
| 3.4 Diagram Alir Penelitian.....             | 13 |
| 3.5 Isolasi Selulosa .....                   | 13 |
| 3.5.1 Penghilangan Senyawa Polifenol.....    | 13 |
| 3.5.2 Penghilangan Senyawa Pektin .....      | 14 |
| 3.5.3 Delignifikasi.....                     | 14 |
| 3.5.4 Bleaching .....                        | 14 |
| 3.5.5 Pengeringan .....                      | 14 |
| 3.6 Isolasi Mikrokristalin Selulosa.....     | 14 |
| 3.7 Karakterisasi .....                      | 15 |
| 3.7.1 Fourier Transform Infrared (FTIR)..... | 15 |
| 3.7.2 X-ray Diffraction (XRD) .....          | 15 |
| 3.7.3 Particle Size Analyzer (PSA).....      | 16 |
| 3.7.4 Diagram Alir Metode Penelitian.....    | 17 |
| BAB IV .....                                 | 18 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN.....                    | 18 |
| 4.1 Isolasi Mikrokristalin Selulosa.....     | 18 |
| 4.2 Karakterisasi .....                      | 21 |
| 4.2.1 Fourier Transform Infrared (FTIR)..... | 21 |
| 4.2.2 X-ray Diffraction (XRD) .....          | 24 |
| 4.2.3 Particle Size Analyzer (PSA).....      | 25 |
| BAB V.....                                   | 27 |
| KESIMPULAN DAN SARAN.....                    | 27 |
| 5.1 Kesimpulan.....                          | 27 |
| 5.2 Saran .....                              | 27 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                         | 28 |
| LAMPIRAN.....                                | 37 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Pohon Salak.....   | 4  |
| Gambar 2.2 Struktur Selulosa (Norrihan, 2008).....  | 6  |
| Gambar 2.3 Model Mikrofibril Selulosa (Norrihan, 2008).....   | 7  |
| Gambar 2.4 Ikatan Hidrogen (a) Selulosa I dan (b) Selulosa II (Tashiro & Kobayashi, 1991) .....           | 8  |
| Gambar 2.5. Skema hidrolisis asam pada serat selulosa (Trache, 2016) .....                                | 9  |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....   | 13 |
| Gambar 3.2. Diagram alir isolasi selulosa .....   | 17 |
| Gambar 3.3. Diagram alir isolasi MCC .....  | 18 |
| Gambar 4.1. Mekanisme reaksi hidrolisis asam .....  | 21 |
| Gambar 4.2. (a) Selulosa kulit salak, (b) suspensi MCC kulit salak, dan (c) padatan MCC kulit salak ..... | 21 |
| Gambar 4.3. Spektra FTIR (a) MCC kulit salak dan (b) selulosa kulit salak .....                           | 23 |
| Gambar 4.4. Difraktogram MCC kulit salak.....   | 25 |
| Gambar 4.5. Hasil uji PSA.....  | 26 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 1. Optimasi konsentrasi asam dan waktu hidrolisis pada suhu 45°C .....                              | 19 |
| Tabel 2. Hasil FTIR selulosa kulit salak dan MCC kulit salak.....   | 24 |
| Tabel 3. Rasio kristalinitas, energi dan jarak ikatan hidrogen dari selulosa dan MCC<br>kulit salak ..... | 24 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1. Perhitungan Tahap Isolasi Selulosa.....               | 37 |
| Lampiran 2. Perhitungan Tahap Isolasi Nanokristalin Selulosa..... | 38 |
| Lampiran 3. Spektra dan Perhitungan FTIR.....                     | 40 |
| Lampiran 4. Hasil Analisis XRD.....                               | 43 |
| Lampiran 5. Hasil Analisis PSA.....                               | 44 |

## DAFTAR PUSTAKA

- Adel, A. M., Abd El-Wahab, Z. H., Ibrahim, A. A., & Al-Shemy, M. T. (2011). Characterization of microcrystalline cellulose prepared from lignocellulosic materials. Part II: Physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*, 83(2), 676–687. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.08.039>
- Adhitama, G. P., & Willy, D. (2007). Laporan Penelitian Tahap III Pemanfaatan Batang Salak untuk Produk Aksesoris Interior: Pemberdayaan Ekonomi Petani Salak, Desa Cineam, Tasikmalaya. *Program IPTEKDA IX* “LIPI.
- Agustin, N., & Abdassah, M. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Selulosa Mikrokrystal dari Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr). *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 18(1), 111. <https://doi.org/10.30595/pharmacy.v18i1.10277>
- Ahmadi, M., Madadlou, A., & Sabouri, A. A. (2015). Isolation of micro- and nano-crystalline cellulose particles and fabrication of crystalline particles-loaded whey protein cold-set gel. *Food Chemistry*, 174, 97–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.038>
- Alemdar, A., & Sain, M. (2008). Biocomposites from wheat straw nanofibers: Morphology, thermal and mechanical properties. *Composites Science and Technology*, 68(2), 557–565. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2007.05.044>
- Anwar, B., Bundjali, B., Sunarya, Y., & Arcana, I. M. (2021). *Properties of Bacterial Cellulose and Its Nanocrystalline Obtained from Pineapple Peel Waste Juice*. 0(0), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s12221-021-0765-8>
- Araki, J., Wada, M., & Kuga, S. (2001). Steric Stabilization of a Cellulose Microcrystal Suspension by Poly(ethylene glycol) Grafting. *Langmuir*, 17(1), 21–27. <https://doi.org/10.1021/la001070m>

- Ardiana, C. (2019). Isolasi dan Karakterisasi Selulosa Mikrokrystal dari Nata De Coco untuk Bahan Pembuatan Tablet Chevi Ardiana. *Jurnal Life Science*, *1*, 1–7.
- Ari, Hardian. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Kulit Salak. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Bochek, A. M., Shevchuk, I. L., & Lavrent'ev, V. N. (2003). Fabrication of Microcrystalline and Powdered Cellulose from Short Flax Fiber and Flax Straw. *Russian Journal of Applied Chemistry*, *76*(10), 1679–1682. <https://doi.org/10.1023/B:RJAC.0000015737.07117.12>
- Bolhuis, G. K., & Anthony Armstrong, N. (2006). Excipients for Direct Compaction—an Update. *Pharmaceutical Development and Technology*, *11*(1), 111–124. <https://doi.org/10.1080/10837450500464255>
- Bondeson, D., P Mathew, A., & Oksman, K. (2006). Optimisation of the Isolation of Nanocrystals From Microcrystalline Cellulose by Acid Hydrolysis. *Cellulose*, *13*, 171–180. <https://doi.org/10.1007/s10570-006-9061-4>
- Carrillo, F., Colom, X., Suñol, J. J., & Saurina, J. (2004). Structural FTIR analysis and thermal characterisation of lyocell and viscose-type fibres. *European Polymer Journal*, *40*(9), 2229–2234. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2004.05.003>
- D. Klemm, B. Philipp, T. Heinze, U. Heinze, W. W. (1998). General Considerations on Structure and Reactivity of Cellulose: Section 2.1–2.1.4. In *Comprehensive Cellulose Chemistry* (pp. 9–29). <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/3527601929.ch2a>
- de Oliveira, J. P., Bruni, G. P., El Halal, S. L. M., Bertoldi, F. C., Dias, A. R. G., & Zavareze, E. da R. (2019). Cellulose nanocrystals from rice and oat husks and their application in aerogels for food packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, *124*, 175–184. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.11.205>

- Effendi, F., Elvia, R., & Amir, H. (2018). Preparasi Dan Karakterisasi Mikrokrystalin Selulosa (Mcc) Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks). *Alotrop*, 2(1), 52–57. <https://doi.org/10.33369/atp.v2i1.4672>
- El-Sakhawy, M., & Hassan, M. L. (2007). Physical and mechanical properties of microcrystalline cellulose prepared from agricultural residues. *Carbohydrate Polymers*, 67(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.04.009>
- Elanthikkal, S., Gopalakrishnapanicker, U., Varghese, S., & Guthrie, J. T. (2010). Cellulose microfibrils produced from banana plant wastes: Isolation and characterization. *Carbohydrate Polymers*, 80(3), 852–859. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.12.043>
- Gunawan, M., & Lestari, N. (2020). Pembuatan Hidrogel Berbasis Mikrokrystal Selulosa Daun Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dengan Variasi Volume Glutaraldehyd. *Jurnal Indah Sain Dan Klinis*, 1(1), 12–17. <http://stikesindah.ac.id/jurnal/index.php/jisk/article/view/3/3>
- Habibi, Y., Chanzy, H., & Vignon, M. R. (2006). TEMPO-mediated surface oxidation of cellulose whiskers. *Cellulose*, 13(6), 679–687. <https://doi.org/10.1007/s10570-006-9075-y>
- Habibi, Y., Lucia, L. A., & Rojas, O. J. (2010). Cellulose Nanocrystals: Chemistry, Self-Assembly, and Applications. *Chemical Reviews*, 110(6), 3479–3500. <https://doi.org/10.1021/cr900339w>
- Harahap, H. M. Y., Bayu, E. S., & Siregar, L. A. M. (2013). Identifikasi Karakter Morfologis Salak Sumatera Utara (*Salacca Sumatrana* Becc.) di Beberapa Daerah Kabupaten Tapanuli Selatan. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 1(3). <https://doi.org/10.32734/jaet.v1i3.3178>
- 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>



- Irvine, C. (2019). a Guidebook To Particle Size Analysis. *Horiba*, 1–17.
- Jacquet, N., Vanderghem, C., Danthine, S., Quiévy, N., Blecker, C., Devaux, J., & Paquot, M. (2012). Influence of steam explosion on physicochemical properties and hydrolysis rate of pure cellulose fibers. *Bioresource Technology*, *121*, 221–227. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.06.073>
- Kamel, R., El-Wakil, N. A., Dufresne, A., & Elkasabgy, N. A. (2020). Nanocellulose: From an agricultural waste to a valuable pharmaceutical ingredient. *International Journal of Biological Macromolecules*, *163*, 1579–1590. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.242>
- Kondo, T. (2004). Hydrogen Bonds in Cellulose and Cellulose Derivatives. *Polysaccharides: Structural Diversity and Functional Versatility*, 69–98. <https://doi.org/10.1201/9781420030822.ch3>
- Krassig, H. A. (1992). *Cellulose : structure, accessibility, and reactivity*. Gordon and Breach Science.
- Kroon-Batenburg, L. M. J., & Kroon, J. (1997). The crystal and molecular structures of cellulose I and II. *Glycoconjugate Journal*, *14*(5), 677–690. <https://doi.org/10.1023/A:1018509231331>
- Kurniasari, I., Kimia, D., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., & Alam, P. (2006). *METODE CEPAT PENENTUAN FLAVONOID TOTAL MENIRAN ( Phyllanthus niruri L .) BERBASIS TEKNIK SPEKTROMETRI INFRAMERAH DAN KEMOMETRIK*.
- 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), 1335–1343. <https://www.bajangjournal.com/index.php/JIRK/article/view/1750>
- Lu, P., & Hsieh, Y. Lo. (2010). Preparation and properties of cellulose nanocrystals: Rods, spheres, and network. *Carbohydrate Polymers*, *82*(2), 329–336.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.04.073>

- McKee McKee, James R., T. (1999). *Biochemistry : an introduction*. WCB/McGraw-Hill. <http://books.google.com/books?id=m2sTAQAAMAAJ>
- Merci, A., Urbano, A., Grossmann, M. V. E., Tischer, C. A., & Mali, S. (2015). Properties of microcrystalline cellulose extracted from soybean hulls by reactive extrusion. *Food Research International*, 73, 38–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.020>
- Mohamad Haafiz, M. K., Eichhorn, S. J., Hassan, A., & Jawaid, M. (2013). Isolation and characterization of microcrystalline cellulose from oil palm biomass residue. *Carbohydrate Polymers*, 93(2), 628–634. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.01.035>
- Nawang Sari, D. (2019). Isolasi dan Karakterisasi Selulosa Mikrokrystal dari Ampas Tebu ( *Saccharum Officinarum* L .) Isolation and Characterization of Microcrystalline Cellulose from Bagasse ( *Saccharum officinarum* L .). *Pharmakon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 16(2), 67–72.
- Nelson, M. L., & O'Connor, R. T. (1964). Relation of certain infrared bands to cellulose crystallinity and crystal lattice type. Part II. A new infrared ratio for estimation of crystallinity in celluloses I and II. *Journal of Applied Polymer Science*, 8(3), 1325–1341. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/app.1964.070080323>
- Nixon. (2009). *Buku Pintar: Budi Daya Tanaman Buah Unggul Indonesia*. Agromedia Pustaka. <https://books.google.co.id/books?id=FAskAIxMHI0C>
- Norrihan. (2008). *Isolation of Cellulose Fibers from Sugarcane Bagasse and Corn Cob and Preparation Cellulose Nanocrystals from Selected Pure Cellulose Source*. Universiti Malaysia Sarawak. <https://books.google.co.id/books?id=LaGWDAEACAAJ>

- NURNABILA, N. (2011). *FORMULASI TABLET HISAP EKSTRAK ETANOL SIRIH (Piper betle L.) DAN KAPUR SIRIH (CaCO<sub>3</sub>) DENGAN MIKROKRISTALIN SELULOSA (AVICEL) SEBAGAI PENGIKAT SERTA PENGARUHNYA TERHADAP KADAR CD4 DALAM DARAH.*
- Pimentel, G. C., & Sederholm, C. H. (1956). Correlation of Infrared Stretching Frequencies and Hydrogen Bond Distances in Crystals. *The Journal of Chemical Physics*, 24(4), 639–641. <https://doi.org/10.1063/1.1742588>
- Poletto, M., Zattera, A. J., & Santana, R. M. C. (2012). Structural differences between wood species: Evidence from chemical composition, FTIR spectroscopy, and thermogravimetric analysis. *Journal of Applied Polymer Science*, 126(S1), E337–E344. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/app.36991>
- Poshtiri, A. H., Jonoobi, M., & ... (2017). Preparation of Cellulose Nanocrystals from  $\alpha$ -Cellulose and Optimization of its Isolation Conditions. ... *Journal of Wood and ...* [https://ijwpr.areeo.ac.ir/article\\_109579\\_en.html](https://ijwpr.areeo.ac.ir/article_109579_en.html)
- Praselia, I. G. N. J., Putra, I. G. N. A. D., Arsana, D. A. M. I. P. S., & Prabayanti, P. M. (2016). Studi Karakteristik Farmasetis Mikrokrystalin Selulosa Dari Jerami Padi Varietas Lokal Bali. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 17(3), 119–123. <http://jusami.batan.go.id>
- Raja, P. M., Rangkuti, I. U. P., Hendra Ginting, M., Giyanto, & Siregar, W. F. (2021). Preparation and characterization of cellulose microcrystalline made from palm oil midrib. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 819(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/819/1/012002>
- Rizkiansyah, R. R., Basuki, A., Suratman, R., Kapuk, S., Bahan, S., Pembuatan, B., & Selulosa, M. (2016). SERAT KAPUK SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN MIKROKRISTALIN SELULOSA Metode Chesson-Datta. *Jusami*, 17(4), 172–177.
- Roman, M., & Winter, W. T. (2004). Effect of Sulfate Groups from Sulfuric Acid

- Hydrolysis on the Thermal Degradation Behavior of Bacterial Cellulose. *Biomacromolecules*, 5(5), 1671–1677. <https://doi.org/10.1021/bm034519+>
- Samgryce Siagian, H. (2020). KARAKTERISASI FILM KITOSAN-MIKROKRISTAL SELULOSA ALANG-ALANG (*Imperata cylindrica*) SEBAGAI ADSORBEN. *JIFI (Jurnal Ilmiah Farmasi Imelda)*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.52943/jifarmasi.v4i1.381>
- Samran et al, Khairiah, Nurbaiti, & Ulva. (2018). Variasi waktu hidrolisis pada suhu 80°C terhadap rendemen mikrokristalin selulosa dari kulit ari kacang kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*). *Jurnal Penelitian Pendidikan MIPA*, 3(1), 202–208.
- Sankari, G., Krishnamoorthy, E., Jayakumaran, S., Gunasekaran, S., Priya V, V., Subramaniam, S., Subramaniam, S., & Krishna Mohan, S. (2010). G Sankari, E Krishnamoorthy, S Jayakumaran, S Gunasekaran, V Vishnu Priya, Shyama Subramaniam, S Subramaniam, Surapaneni Krishna Mohan. Analysis of serum immunoglobulins using Fourier transform infrared spectral measurements. *Biology and Medicine*, 2010; V. *Biology and Medicine*, 2.
- Sauperl, O., Stana-Kleinschek, K., & Ribitsch, V. (2009). Cotton Cellulose 1, 2, 3, 4 Buthanetetracarboxylic Acid (BTCA) Crosslinking Monitored by some Physical-chemical Methods. *Textile Research Journal - TEXT RES J*, 79, 780–791. <https://doi.org/10.1177/0040517508096222>
- Segal et.al. (1959). An Empirical Method for Estimating the Degree of Crystallinity of Native Cellulose Using the X-Ray Diffractometer. *Textile Research Journal*, v. 29(10), 786-794–1959 v.29 no.10. <https://doi.org/10.1177/004051755902901003>
- Setiabudi, A., Hardian, R., & Muzakir, A. (2012). Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia. In *UPI Press* (Vol. 1).
- Silvério, H. A., Flauzino Neto, W. P., Dantas, N. O., & Pasquini, D. (2013). Extraction and characterization of cellulose nanocrystals from corncob for application as reinforcing agent in nanocomposites. *Industrial Crops and Products*, 44, 427–

436. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.10.014>
- Siqueira, G., Bras, J., & Dufresne, A. (2010). Cellulosic bionanocomposites: A review of preparation, properties and applications. *Polymers*, 2(4), 728–765. <https://doi.org/10.3390/polym2040728>
- Sjostrom. (1993). *Chapter 9 - CELLULOSE DERIVATIVES* (E. B. T.-W. C. (Second E. SJÖSTRÖM (ed.); pp. 204–224). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-092589-9.50013-9>
- Struszczyk, H. (1986). Modification of Lignins. III. Reaction of Lignosulfonates with Chlorophosphazenes. *Journal of Macromolecular Science: Part A - Chemistry*, 23(8), 973–992. <https://doi.org/10.1080/00222338608081105>
- Stupińska, H., Iller, E., Zimek, Z., Wawro, D., Ciechańska, D., Kopania, E., Palenik, J., Milczarek, S., Stęplewski, W., & Krzyżanowska, G. (2007). An Environment - Friendly Method to Prepare Microcrystalline Cellulose. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Nr 5-6 (64), 167–172.
- Sunardi, S., Lestari, A., Junaidi, A. B., & Istikowati, W. T. (2019). ISOLATION OF MICROCRYSTALLINE CELLULOSE FROM MEDANG WOOD (*Neolitsea latifolia*). *Konversi*, 8(2), 69–76. <https://doi.org/10.20527/k.v8i2.6881>
- Suratman, R. (2014). PEMBUATAN MIKROKRISTALIN SELULOSA ROTAN MANAU (*Calamus manan* sp.) SERTA KARAKTERISASINYA. *Jurnal Selulosa*, 4(02), 89–96. <https://doi.org/10.25269/jsel.v4i02.84>
- Tashiro, K., & Kobayashi, M. (1991). Theoretical evaluation of three-dimensional elastic constants of native and regenerated celluloses: role of hydrogen bonds. *Polymer*, 32(8), 1516–1526. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0032-3861\(91\)90435-L](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0032-3861(91)90435-L)
- Trache, D, Hussin, M. H., Chuin, C. T. H., Sabar, S., & ... (2016). Microcrystalline cellulose: Isolation, characterization and bio-composites application—A review.

*International Journal of* ....  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813016310169>

- Trache, Djalal, Hussin, M. H., Hui Chuin, C. T., Sabar, S., Fazita, M. R. N., Taiwo, O. F. A., Hassan, T. M., & Haafiz, M. K. M. (2016). Microcrystalline cellulose: Isolation, characterization and bio-composites application—A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, 789–804. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.09.056>
- Wahyuningtyas, A., Setyoko, A., Anggrahini, S., & Marseno, D. W. (2021). Optimasi Sintesis Methyl Cellulose (MC) dari Biji Salak (*Salacca edulis* Reinw) Pondoh Super. *Journal of Science and Applicative Technology*, 5(1), 78. <https://doi.org/10.35472/jsat.v5i1.389>
- Widia, I., & Wathoni, N. (2014). Review Artikel Selulosa Mikrokrystal: Isolasi, Karakterisasi Dan Aplikasi Dalam Bidang Farmasetik. *Jurnal Farmaka*, 15(2), 127–143.
- Widodo, E., Mulyadi, M., Tjahjanti, P. H., & Kirom, F. S. (2021). The sansevieria trifasciata fiber compatibility analysis for biocomposite reinforcement. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(1), 99–103. <https://doi.org/10.24127/trb.v10i1.1542>
- Wijayanti. (2016). *Modifikasi Kulit Salak (Salacca Zalacca) Sebagai Adsorben Kromiun Dalam Limbah Penyamakan Kulit*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Zulharmitta, Viora, L., & Rivai, H. (2011). Pembuatan Mikrokrystalin Selulosa dari Batang Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum* Schumach). *Jurnal Farmasi Higea*, 3(2), 102–111.