

**ISOLASI DAN KARAKTERISTISASI SELULOSA DARI LIMBAH KULIT
SALAK**

SKRIPSI

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



Oleh

Hardian Ari Yoga Putra

1702066

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN

ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2021

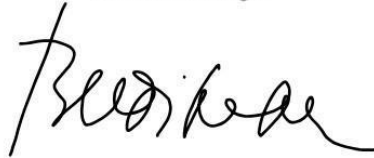
LEMBAR PENGESAHAN

HARDIAN ARI YOGA PUTRA

ISOLASI DAN KARAKTERISTISASI SELULOSA DARI LIMBAH KULIT SALAK

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing I



Dr. Budiman Anwar, M. Si
NIP. 197003131997031004

Pembimbing II



Dr. Eng. H. Asep Bayu Dani Nandiyanto, S.T., M.Eng
NIP. 198309192012121002

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Kimia



Dr. Hendrawan, M. Si.
NIP. 196309111989011001

**ISOLASI DAN KARAKTERISTISASI SELULOSA DARI LIMBAH KULIT
SALAK**

Oleh

Hardian Ari Yoga Putra

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

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Hardian Ari Yoga Putra 2021

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2021

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

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

Bandung, Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,

Hardian Ari Yoga Putra

ISOLASI DAN KARAKTERISTISASI SELULOSA DARI LIMBAH KULIT SALAK

ABSTRAK

Selulosa, yang merupakan polimer alam, memenuhi kriteria sebagai pengganti material berbasis petrokimia yang sumbernya tidak terbarukan, tidak berkelanjutan, dan limbahnya yang mencemari lingkungan. Salak adalah tanaman asli Indonesia, termasuk famili palmae serumpun dengan kelapa, kelapa sawit, aren (enau), palem, yang bercabang rendah dan tegak. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa Indonesia menghasilkan sekitar 896.504 ton buah salak. Massa kulit salak sekitar 10-14% dari massa buah salak, sehingga dihasilkan limbah kulit salak sekitar 89.650 ton/tahun. Limbah kulit salak yang melimpah ini memiliki potensi sumber selulosa. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi selulosa dari limbah kulit salak. Proses isolasi selulosa dari limbah kulit salak meliputi beberapa tahap, yaitu penghilangan senyawa polifenol, penghilangan senyawa pektin, serta penghilangan senyawa hemiselulosa dan lignin. Hasil yang diperoleh adalah 9 gram selulosa per 60 gram serbuk kulit salak. Dari hasil analisis menggunakan FTIR diketahui bahwa selulosa telah berhasil diisolasi. Analisis XRD menunjukkan bahwa selulosa yang diperoleh mempunyai struktur polimorf selulosa I dengan derajat kristalinitas 43,59% dan ukuran kristalit 2,06 nm pada bidang kristalografi (1 $\bar{1}$ 0) dan 2,2 nm pada bidang kristalografi (200).

Kata kunci : Salak, limbah kulit salak, selulosa, material, karakteristik selulosa

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF CELLULOSE FROM SNAKE FRUIT PEEL WASTE

ABSTRACT

Cellulose, which is a natural polymer, meets the criteria as a substitute for petrochemical-based materials whose sources are non-renewable, unsustainable and their waste pollutes the environment. Snake fruit is a native plant of Indonesia, including the palmae family cognate with coconut, oil palm, palm (palm), which have low and upright branches. Data from the Central Statistics Agency (BPS) shows that Indonesia produces around 896,504 tons of snake fruit. The mass of snake fruit peel waste is about 10-14% of the mass of the fruit, so that the waste of the snake fruit peel waste is about 89,650 tons/year. This abundant snake fruit peel waste has a potential source of cellulose. This study aims to isolate and characterize cellulose from snake fruit peel waste. The process of isolating cellulose from snake fruit peel waste includes several stages, namely the removal of polyphenol compounds, the removal of pectin compounds, and the removal of hemicellulose and lignin compounds. The results obtained were 9 grams of cellulose per 60 grams of snake fruit peel powder. From the results of the analysis using FTIR, it is known that cellulose has been isolated. XRD analysis showed that the cellulose obtained had a polymorphic structure of cellulose I with a crystallinity degree of 43.59% and a crystallite size was 2.06 nm in the crystallographic plane ($1\bar{1}0$) and 2.2 nm in the crystallographic plane (200).

Keywords : *Snake fruit, snake fruit peel waste, cellulose, material, cellulose characteristic*

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Isolasi dan Karakterisasi 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 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 yang bermanfaat untuk kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, Agustus 2021

Penulis

Hardian Ari Yoga Putra

UCAPAN TERIMA KASIH

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

1. Dr. Budiman Anwar, M. Si selaku dosen pembimbing I dan ketua KBK material yang telah memberikan saran, bimbingan, dan arahan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Eng. H. Asep Bayu Dani Nandiyanto, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran, bimbingan, dan arahan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
3. 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 perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
4. 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 penyusunan skripsi.
5. Segenap staff pengajar Departemen Pendidikan Kimia yang telah memberikan ilmu yang tidak ternilai selama masa perkuliahan.
6. Segenap Laboran Departemen Pendidikan Kimia yang telah membantu memperlancar proses pembelajaran dan penelitian selama masa pembelajaran dan penelitian skripsi.
7. Kedua orang tua penulis, Karim Yoga dan Siti Fatonah, yang senantiasa memberikan dukungan, kasih sayang, nasihat, dan doa yang luar biasa dalam setiap langkah kehidupan yang dilalui penulis.
8. Keluarga besar ENTALPI yang telah menemani penulis baik dalam suka maupun duka serta menjadi tempat bertukar pikiran selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I	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
1.6. Hipotesis	3
BAB II	4
2.1. Salak	4
2.2. Selulosa	5
2.3. Polimorf Selulosa	5
2.3.1. Selulosa I	6
2.3.2. Selulosa II	6
2.4. Karakterisasi Selulosa	7
2.4.1. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy	7
2.4.2. X-Ray Diffraction (XRD)	8
BAB III	10
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	10
3.2. Alat	10
3.3. Bahan	10
3.4. Preparasi Sampel	10
3.5. Penghilangan Senyawa Polifenol	10
3.6. Penghilangan Senyawa Pektin	11
3.7. Delignifikasi	11

3.8.	Bleaching	11
3.9.	Pengeringan	11
3.10.	Karakterisasi FTIR.....	11
3.11.	Karakterisasi XRD.....	12
3.12.	Karakterisasi SEM	12
3.13.	Bagan Alir.....	13
BAB IV		14
4.1.	Isolasi Selulosa	14
4.2.	Karakterisasi Selulosa	16
4.2.1.	Fourier Transformed Infrared (FTIR)	16
4.2.2.	X-Ray Diffraction (XRD)	19
4.2.3.	Scanning Electron Microscope (SEM).....	21
BAB V.....		23
5.1.	Kesimpulan.....	23
5.2.	Saran	23
DAFTAR PUSTAKA		24
LAMPIRAN.....		31
RIWAYAT HIDUP.....		41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Pohon salak.....	4
Gambar 2.2.	Struktur Selulosa.....	5
Gambar 3.1.	Bagan Alir Penelitian.....	13
Gambar 4.1.	Spektra FTIR kulit salak dan selulosa dari kulit salak.....	16
Gambar 4.2.	Spektra FTIR kulit salak dan selulosa dari kulit salak pada rentang bilangan gelombang 500-2000 cm^{-1}	17
Gambar 4.3.	Difraktogram XRD selulosa dari kulit salak.....	20
Gambar 4.4.	Hasil analisis SEM dengan perbesaran 200x.....	21
Gambar 4.5.	Hasil analisis SEM dengan perbesaran 500x.....	22
Gambar 4.6.	Hasil analisis SEM dengan perbesaran 10000x.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perhitungan Tahap Isolasi.....	30
Lampiran 2. Spektra FTIR.....	33
Lampiran 3. Difraktogram XRD.....	34
Lampiran 4. Perhitungan XRD.....	35
Lampiran 5. Morfologi Selulosa (SEM).....	36
Lampiran 6. Dokumentasi.....	37

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitama, G. Prasetya, Deny Willy. (2007). Laporan Penelitian Tahap III Pemanfaatan Batang Salak untuk Produk Aksesoris Interior: Pemberdayaan Ekonomi Petani Salak, Desa Cineam, Tasikmalaya. *Program IPTEKDA IXLIPI*.
- Aji B. K., Kurniawan F. (2012). Pemanfaatan Serbuk Biji Salak (*Salacca zalacca*) Sebagai Adsorben Cr(VI) Dengan Metode Batch Dan Kolom. *Jurnal Sains Pomits*. Vol. 1 Hlm. 1-6.
- Akmala, A., & Supriyo, E. (2020). Optimasi Konsentrasi Selulosa pada Pembuatan Biodegradable Foam dari Selulosa dan Tepung Singkong. *Pentana: Jurnal Penelitian Terapan Kimia*, 1(1), 27-40.
- Anwar, B., Bundjali, B., & Arcana, I. M. (2016). Isolasi Nanokristalin Selulosa Bakterial dari Jus Limbah Kulit Nanas: Optimasi Waktu Hidrolisis. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 38(1), 7. <https://doi.org/10.24817/jkk.v38i1.1973>
- Anwar, B. (2017): Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Nanokristalin dari Selulosa Bakterial dan Nanokompositnya Dengan Poli(etilen oksida) Sebagai Membran Polimer Elektrolit, Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.
- Arjuna, A., Natsir, S., Khumaerah, A. A., & Yulianty, R. (2018). Modifikasi Serat Limbah Kubis Menjadi Nanokristalin Selulosa Melalui Metode Hidrolisis Asam. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 4(2), 119–125.
<https://doi.org/10.22487/j24428744.2018.v4.i2.11093>
- Ayu, U. D. (2017). Pemanfaatan Mikrokrystalin Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Cangkang Kapsul.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik/BPS-Statistics Indonesia.
- Cahyaningsih, D., Dahliaty, A., & Ling+gawati, A. (2013). *Sintesis dan karakterisasi membran bionanokomposit selulosa bakteri-ag sebagai membran antibakteri* (Doctoral dissertation, Riau University).

- Carrillo, F., Colom, X., Suñol, J.J. dan Saurina, J. (2004): Structural FTIR analysis and thermal characterization of lyocell and viscose-type fibres, *European Polymer Journal*, **40**, 2229–2234.
- Ciolacu, D., Ciolacu, F. dan Popa, V.I. (2011): Amorphous cellulose– structure and characterization, *Cellulose Chemistry and Technology*, **45**, 13–21.
- Desiana, I., Yulianti, I., & Sujarwata, S. (2017). Selulosa kulit jagung sebagai adsorben logam cromium (Cr) pada limbah cair batik. *Unnes Physics Journal*, *6*(1), 19-24.
- Dewi, A. M. P., Edowai, D. N., Pranoto, Y., & Darmadji, P. (2018). *SINTESIS NANOSELULOSA ASETAT DARI AMPAS SAGU DENGAN METODE ELECTROSPINNING*. 31–36.
- Dewi, C. C., & Saptarini, N. M. (2016). Hidroksi propil metil selulosa dan karbomer serta sifat fisikokimianya sebagai gelling agent. *farmaka*, *14*(3), 1-10.
- Dhaneswari, P., Sula, C. G., Ulina, Z., & Andriana, P. (2015). Pemanfaatan pektin yang diisolasi dari kulit dan buah salak (*Salacca edulis Reinw*) dalam uji in vivo penurunan kadar kolesterol dan glukosa darah pada tikus jantan galur wistar. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*, *7*(2).
- Dufresne, A. (2013). Nanocellulose: a new ageless bionanomaterial. *Materials today*, *16*(6), 220-227.
- Fitri Annisa, Rachmia (2011). Sintesis Dan Aplikasi Fase Diam Kromatografi Kolom Berbasis Selulosa-G-Aam: Variasi Penaut-Silang.
- Fitriyano, G., & Abdullah, S. (2016). Sintesis Selulosa Asetat Dari Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Diaplikasikan Sebagai Masker Asap Rokok. *Prosiding Semnastek*.
- Handoko, T., Suhandjaja, G., & Muljana, H. (2018). Hidrolisis serat selulosa dalam buah bintaro sebagai bahan baku bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, *11*(1), 26-33.

- Hidayatullah, M. H. (2015). Pemanfaatan Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Penstabil dalam Pembuatan Es Krim.
- Johar, N., Ahmad, I., & Dufresne, A. (2012). Extraction, preparation and characterization of cellulose fibres and nanocrystals from rice husk. *Industrial Crops and Products*, 37(1), 93–99.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.12.016>
- Lestari, S., & Baraâ, M. Pemanfaatan Selulosa Kristalin dari Limbah Serbuk Penggergajian Sebagai Bahan Pengisi pada Komposit Karet Alam/Selulosa Kristalin. *POSITRON*, 4(1).
- Li, J., Wei, X., Wang, Q., Chen, J., Chang, G., Kong, L., ... & Liu, Y. (2012). Homogeneous isolation of nanocellulose from sugarcane bagasse by high pressure homogenization. *Carbohydrate polymers*, 90(4), 1609-1613.
- Lismeri, L., Irmalinda, G., Darni, Y., & Herdiana, N. (2018). Aplikasi Fiber Selulosa dari Limbah Batang Ubi Kayu sebagai Film Komposit Berbasis Low Density Polyethylene (LDPE) Application of cellulose fiber from cassava stem waste as composite film based on Low Density Polyethylene (LDPE). *Seminar Nasional Kulit, Karet Dan Plastik Ke-7*, 69–82.
- Liu, C., Li, B., Du, H., Lv, D., Zhang, Y., Yu, G., Mu, X., & Peng, H. (2016). Properties of nanocellulose isolated from corncob residue using sulfuric acid, formic acid, oxidative and mechanical methods. *Carbohydrate Polymers*, 151, 716–724. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.06.025>
- Lynd, L. R., Weimer, P. J., Zyl, W. H. Van, & Isak, S. (2002). Microbial Cellulose Utilization : Fundamentals and Biotechnology Microbial Cellulose Utilization : Fundamentals and Biotechnology Downloaded from <http://mmbr.asm.org/> on February 6 , 2013 by INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY MADRAS. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 66(3), 506–577. <https://doi.org/10.1128/MMBR.66.3.506>
- Mahendra, A. (2017). Sintesis Dan Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose (Cmc) Dari Selulosa Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes). *Unesa Journal of Chemistry*, 6(1).

- Moon, R. J., Martini, A., Nairn, J., Youngblood, J., Martini, A., & Nairn, J. (2011). *Chem Soc Rev Cellulose nanomaterials review : structure , properties and nanocomposites*. <https://doi.org/10.1039/c0cs00108b>
- Nelson, M.L. dan 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**, 1325–1341
- Newman, R.H. (1999): Estimation of the lateral dimensions of cellulose crystallites using ¹³C NMR signal strengths, *Solid State Nuclear Magnetic Resonance*, **15**, 21–29.
- Nikmatin, S., Purwanto, Y. A., Mandang, T., Maddu, A., & Purwanto, S. (2011). Karakterisasi selulosa kulit rotan sebagai material pengganti fiber glass pada komposit.
- Octaviani, E. (2011). Aplikasi Membran Selulosa Asetat Berporogen Nonilfenol Etoksilat dalam Pemisahan Larutan Detergen.
- Pandi, N., Sonawane, S. H., & Anand Kishore, K. (2021). Synthesis of cellulose nanocrystals (CNCs) from cotton using ultrasound-assisted acid hydrolysis. *Ultrasonics Sonochemistry*, *70*(September 2020), 105353. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105353>
- Pandiangan, S. D. (2019). *Sintesa dan Karakterisasi Nanokristal Selulosa Serat Eucalyptus Pellita yang Terhornifika*.
- Pelissari, F. M., Sobral, P. J. D. A., & Menegalli, F. C. (2014). Isolation and characterization of cellulose nanofibers from banana peels. *Cellulose*, *21*(1), 417–432. <https://doi.org/10.1007/s10570-013-0138-6>
- Pimentel, G.C. dan Sederholm, C.H. (1956): Correlation of infrared stretching frequencies and hydrogen bond distances in crystals, *The Journal of Chemical Physics*, **24**(4), 639–641
- Poletto, M., Pistor, V. dan Zattera, A.J. (2013): Structural characteristics and thermal properties of native cellulose, 45–68 *dalam* van de Ven, T. dan

Godbout, L. Eds, *Cellulose – Fundamental Aspect*, InTech, Rijeka

- Popescu, M-C., Popescu, C-M., Lisa, G., dan Sakata, Y. (2011): Evaluation of morphological and chemical aspect of different wood species by spectroscopy and thermal methods, *Journal of Molecular Structure*, **988**, 65–72.
- Putri, A. H., Rapika, D., & Defiana, S. A. (2019). Nanocoating Polifenol Sebagai Bahan Pengawet Alami pada Buah-Buahan. *Fullerene Journal of Chemistry*, *4*(2), 38-43.
- Putri, W. A. (2019). Pembuatan Hidrogel dari Reaksi Ikat Silang Antara Kitosan dengan Dialdehid Selulosa Sebagai Obat Penyembuh Luka.
- Ragan MA, Glombitza KW (1986) Phlorotannins, brown algal polyphenols. I *Prog Phycol Res* 4:129–241
- Saputri, L. H., Sukmawan, R., Rochardjo, H. S. B., & Rochmadi. (2018). Isolasi Nano Selulosa dari Ampas Tebu dengan Proses Blending pada Berbagai Variasi Konsentrasi. *Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, April*, 1–6.
- Sarlita, A. H. P. (2017). *ISOLASI SELULOSA MIKROKRISTAL DARI KULIT KAKAO (Theobroma cacao L.)* (Issue September).
- Segal, L., Creely, J.J., Martin, A. dan Conrad, C. (1959): An empirical method for estimating the degree of crystallinity of native cellulose using the X-ray diffractometer. *Textile Research Journal*, **29**, 768–794.
- Sulaiman, F. (2016). *Mengenal Industri Petrokimia*. Untirta Press : Banten
- Sulihono, A., Tarihoran, B., & Agustina, T. E. (2012). Pengaruh waktu, temperatur, dan jenis pelarut terhadap ekstraksi pektin dari kulit jeruk bali (*Citrus maxima*). *Jurnal Teknik Kimia*, *18*(4).

- Sulityo, H. W., & Ismiyati, I. (2012). Pengaruh Formulasi Pati Singkong–selulosa Terhadap Sifat Mekanik Dan Hidrofobisitas Pada Pembuatan Bioplastik. *Jurnal Konversi*, 1(2).
- Struszczyk, H. (1986): Modification of lignins. III. Reaction of lignosulfonates with chlorophosphazenes, *Journal of Macromolecular Science-Chemistry*, **A23(8)**, 973–992.
- Szymanska-Chargot, M., & Zdunek, A. (2013). Use of FT-IR Spectra and PCA to the Bulk Characterization of Cell Wall Residues of Fruits and Vegetables Along a Fraction Process. *Food Biophysics*, 8(1), 29–42.
<https://doi.org/10.1007/s11483-012-9279-7>
- Tezcan, E., & GALIOGLU ATICI, O. (2015). Isolation of cellulose and hemicellulose by using alkaline peroxide treatment at room temperature from wasted fall leaves. *European Journal of Environment*, June.
<https://doi.org/10.5053/ejen.2015.3.2>
- Triyastiti, L., & Krisdiyanto, D. (2018). Isolasi nanokristal dari pelepah pohon salak sebagai filler pada film berbasis Polivinil Alkohol (PVA). *Indonesian Journal of Materials Chemistry*, 1(1), 39–45.
- Wicaksono, R., Syamsu, K., Yuliasih, I., & TIN, M. N. (2013). KARAKTERISTIK NANOSERAT SELULOSA DARI AMPAS TAPIOKA DAN APLIKASINYA SEBAGAI PENGUAT FILM TAPIOKA. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 23(1).
- 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).
- Widyastuti, F. K., & Suryanti, F. (2018). MEMBRAN SELULOSA ASETAT DARI NATA DE BAMBOO SEBAGAI MEMBRAN MIKROFILTRASI. *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 3(1), 30-34.

- Wijayanti, (2016). Modifikasi Kulit Salak Sebagai Adsorben Kromium dalam Limbah Penyamakan Kulit. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Yugatama, A., Maharani, L., Pratiwi, H., & Ikaditya, L. (2015). Uji Karakteristik Mikrokrystalin Selulosa Dari Nata De Soya Sebagai Eksipien Tablet. *Jurnal Farmasains*, 2(6).
- Yunita, V. A. (2020). *Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Serat Pelepah Nipah (Nypa fruticans) Sebagai Flokulan* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Zenthoefer, M., Geisen, U., Hofmann-Peiker, K., Fuhrmann, M., Kerber, J., Kirchhöfer, R., ... & Kalthoff, H. (2017). Isolation of polyphenols with anticancer activity from the Baltic Sea brown seaweed *Fucus vesiculosus* using bioassay-guided fractionation. *Journal of Applied Phycology*, 29(4), 2021-2037.