



POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH KAKAO BALAI FERMENTASI GUNUNG KIDUL: PENGARUH NaOCl DALAM EKSTRAKSI SELULOSA DARI KULIT BUAH KAKAO

“Potential Utilization of Cocoa Waste from Gunung Kidul Cocoa Fermentation Center: The Influence of NaOCl in Cellulose Extraction from Cocoa Pod Husk”

Nafira Alfi Zaini Amrillah¹, Farrah Fadhillah Hanum^{2}, Aster Rahayu³, Alliya BalqisViratu Hapsari⁴, Nuraini⁵*

^{1,2,3,5}Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

⁴Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

**)Email correspondence: farrah.hanum@che.uad.ac.id*

Article info : Received in 11 December 2023, Revised in 23 January 2024,
Accepted 10 March 2024

ABSTRACT

The side of the production of the Gunung Kidul Cocoa Fermentation Center, DIY, in the form of cocoa pod husk, can cause a buildup of rubbish and become a nest for fungi that cause disease. Maximizing the use of cocoa shell waste is an effort so that people can increase the use value of waste into products that have higher economic value, one of which is extracting the cellulose. Cellulose fiber has several advantages such as good mechanical properties, low density, environmentally friendly, abundant, cheap, non-toxic, easily degraded, and included in renewable natural resources. Cellulose is obtained through an extraction process with two stages, namely alkaline delignification and bleaching. Therefore, this research aims to utilize the potential of cocoa pod husk in cellulose extraction for optimum conditions for the bleaching process with NaOCl 5%, 8%, 10% and 12% through analysis of yield, water content, ash content and FTIR characterization. Based on research that has been carried out, optimum results for cellulose are obtained through bleaching NaOCl 8% which has the best level of lightness and a yield of 52%. Chesson datta characterization also shows that cellulose NaOCl 8% NaOCl has the lowest water content and ash content, namely 1.4% and 0.8% respectively. FTIR analysis shows that the optimum results have the -OH stretching functional group as a representation of cellulose at wave numbers 3206 cm^{-1} , 3442 cm^{-1} and 3600 cm^{-1} . The presence of a peak in the wave number indicates that the bleaching process has succeeded in isolating the cellulose in the cocoa pod husk.

Keywords: *Ash, Bleaching, Cellulose, Cocoa pod husk, NaOCl, Water soluble.*

ABSTRAK

Hasil samping produksi perkebunan Balai Fermentasi Kakao Gunung Kidul, DIY berupa limbah kulit buah kakao dapat menimbulkan penumpukan sampah dan menjadi sarang jamur penyebab penyakit. Pemaksimalan pemanfaatan limbah kulit buah kakao merupakan upaya agar masyarakat dapat meningkatkan nilai guna sampah menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi salah satunya adalah mengekstraksi selulosanya. Serat selulosa memiliki beberapa keunggulan seperti sifat mekanik yang baik, kepadatan rendah, ramah lingkungan, melimpah, murah, tidak beracun, mudah terdegradasi, dan termasuk dalam sumber daya alam terbarukan. Selulosa diperoleh melalui proses ekstraksi dengan dua tahapan yaitu delignifikasi alkali dan bleaching. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan potensi kulit buah kakao dalam ekstraksi selulosa untuk kondisi optimum proses bleaching dengan reagen NaOCl 5%, 8%, 10% dan 12% melalui analisis rendemen, kadar air, kadar abu dan karakterisasi FTIR. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil optimum selulosa diperoleh melalui bleaching NaOCl 8% yang memiliki tingkat lightness terbaik dan rendemen sebesar 52%. Karakterisasi chesson data juga menunjukkan bahwa selulosa NaOCl 8% memiliki kadar air dan kadar abu terendah yaitu 1.4% dan 0.8% secara berurutan. Analisis FTIR menunjukkan bahwa hasil optimum memiliki gugus fungsional -OH stretching sebagai representasi selulosa pada *wavenumber* 3206 cm^{-1} , 3442 cm^{-1} dan 3600 cm^{-1} . Adanya puncak pada wavenumber tersebut mengisyaratkan bahwa proses bleaching berhasil mengisolasi selulosa yang ada di dalam kulit buah kakao.

Kata kunci: *Bleaching*, Kadar air, Kadar abu, Kulit buah kakao, NaOCl, Selulosa.

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan produk ekspor utama Indonesia, menyumbang 12,7% produksi kakao global. Selama satu dekade terakhir, rata-rata produksi kakao tahunan Indonesia berada pada angka rata-rata sekitar 683 kiloton (Aini *et al.*, 2023). Salah satu perkebunan kakao terbesar di Indonesia adalah Balai Fermentasi Kakao Gunung Kidul yang menghasilkan beberapa produk kakao seperti coklat melalui fermentasi.

Produksi coklat melibatkan pengambilan biji dari buahnya, menghasilkan empat produk sampingan berupa buah kakao, kulit buah kakao, lendir kakao, dan kulit biji kakao. Kulit buah kakao terbentuk dari sekitar 70–75% dari buah

utuh. Seringkali terjadi penimbunan limbah kulit pada perkebunan kakao menimbulkan penumpukan sampah dan menjadi sarang jamur penyebab penyakit (Mateus *et al.*, 2023). Ekstrak dari kulit buah kakao kaya akan kandungan potasium, lignin, selulosa, hemiselulosa, pektin, dan antioksidan (Velo *et al.*, 2020).

Pemaksimalan pemanfaatan limbah kulit buah kakao merupakan upaya agar masyarakat dapat meningkatkan nilai guna sampah menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi, salah satu cara memaksimalkan potensi limbah tersebut adalah dengan mengekstraksi selulosanya (Dewi *et al.*, 2021).

Secara umum, serat non alami (sintetis) mempunyai dampak negatif terhadap

kesehatan manusia dan lingkungan (Fiore *et al.*, 2016). Hal ini disebabkan serat tersebut membutuhkan energi yang besar dalam produksinya sehingga dapat menimbulkan efek gas rumah kaca yang cukup tinggi. Biodegradabilitas selulosa alami dari serat tumbuhan merupakan aspek utama yang diperhatikan dalam penggunaannya sebagai komposit polimer karena kelimpahannya, tidak beracun dan tidak memerlukan konsumsi energi yang besar (Amrillah *et al.*, 2022).

Selulosa dapat diekstraksi dengan *pretreatment* alkali, namun pada proses ini lignin masih belum terdegradasi sepenuhnya sehingga memerlukan proses pendegradasian sisa-sisa lignin yaitu *bleaching*. *Bleaching* atau pemutihan merupakan proses yang dilakukan untuk mendegradasi lignin yang tersisa pada lignoselulosa (Rivai *et al.*, 2021). Pada umumnya, bahan kimia yang sering digunakan adalah jenis oksidator seperti NaOCl (Hutomo *et al.*, 2012). Fungsi oksidator dalam *bleaching* adalah sebagai degradator lignin pada gugus kromofor (Ronie, 2010).

Serat selulosa memiliki beberapa keunggulan seperti sifat mekanik yang baik, kepadatan rendah, ramah lingkungan, melimpah, murah, tidak beracun, mudah terdegradasi, dan termasuk dalam sumber daya alam terbarukan (Amrillah *et al.*, 2022; Hanum *et al.*, 2023). Oleh karena itu, tujuan

dari penelitian ini adalah memaksimalkan potensi kulit buah kakao untuk menghasilkan selulosa terbaik pada kondisi optimum proses *bleaching*.

MATERIAL DAN METODE

Bahan utama yang digunakan adalah kulit buah kakao dari Balai Fermentasi Kakao Gunung Kidul (Yogyakarta, Indonesia), NaOH Merck (CAS 1310-73-2), KOH Merck (Kalium hidroksida CAS 1310-58-3), NaOCl, Aquadest dan H₂SO₄ Merck PA. Adapun peralatan yang digunakan diantaranya labu leher tiga, kondensor, *hotplate*, vakum dan *magnetic stirrer*.

Persiapan Bahan Baku

Kulit buah kakao dari Balai Fermentasi Kakao Gunung Kidul, DIY dikeringkan dan dihaluskan menggunakan grinder hingga menjadi serbuk.

***Pretreatment* Alkali**

Serbuk kulit buah kakao direfluks bersama dengan NaOH 12% dengan perbandingan 1:10 pada suhu 100°C selama 2 jam. Selanjutnya serbuk disaring menggunakan kertas saring untuk menghilangkan residu dan dibilas dengan air suling hingga pH menjadi netral dan sisa pencucian tidak berwarna. yang telah disaring lalu dikeringkan menggunakan oven hingga beratnya konstan. Berat konstan didapatkan dengan cara mengeringkan

sampel di oven pada suhu dan waktu tertentu lalu menimbanginya dan memasukkannya kembali pada oven pada suhu dan waktu tertentu. Jika beratnya tidak berubah maka sampel telah kering, namun jika berat sampel masih menyusut artinya masih perlu dikeringkan lagi.

Bleaching

Sebanyak 5 gram sampel *pretreatment* alkali kering direfluks dengan 100 mL NaOCl pada suhu 100°C selama 1 jam. Sampel yang telah diputihkan, disaring untuk menghilangkan residu dan dibilas dengan air suling hingga pH mencapai tingkat netral kemudian dikeringkan dalam oven sampai tercapai berat konstan.

Analisis Rendemen Selulosa

Rendemen selulosa (%) diperoleh dari perbandingan antara berat kering hasil ekstraksi berupa selulosa yang didasarkan pada berat kering bahan (Wely Asmoro *et al.*, 2017) dengan rumus seperti di bawah ini:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat setelah ekstraksi (g)}}{\text{Berat sebelum ekstraksi (g)}} \times 100\%$$

Analisis Kadar Air dan Kadar Abu Selulosa

Analisis dapat dilakukan dengan metode Chesson Datta (Chesson, 1981). Adapun mekanisme analisisnya adalah sebagai berikut :

1. Satu g sampel selulosa hasil *bleaching* (berat a) ditambahkan dengan 150 mL air lalu direfluks pada suhu 100°C dengan selama 1 jam.
2. Residu kemudian disaring dan dikeringkan dengan oven sampai beratnya konstan lalu ditimbang (berat b).
3. Residu ditambah 150 mL asam sulfat 1 N, lalu direfluks selama 1 jam pada suhu 100°C.
4. Hasilnya disaring lalu dicuci hingga netral kemudian residu dikeringkan sampai beratnya konstan (berat c).
5. Residu kering kemudian ditambahkan 100 mL asam sulfat 72% lalu direndam pada suhu kamar selama 4 jam.
6. Rendaman tersebut ditambahkan 150 mL asam sulfat 1 N pada rendaman lalu melakukan refluks pada suhu 100°C selama 1 jam.
7. Residu disaring kemudian dicuci dengan aquadest sampai pH netral lalu dikeringkan hingga konstan (berat d).
8. Selanjutnya residu diabukan dalam *furnice* dan ditimbang hingga berat konstan (berat e)

Kemudian dihitung persen kandungan kimiawinya dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar Air} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu} = \frac{e}{a} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

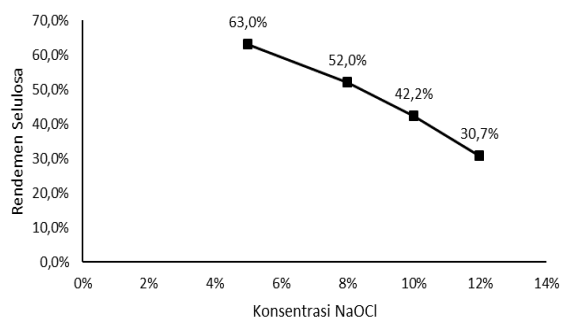
Pengaruh Konsentrasi Reagen *Bleaching* terhadap Rendemen Selulosa

Penggunaan NaOCl pada berbagai konsentrasi sebagai bahan untuk mendegradasi sisa-sisa lignin menggunakan beberapa variasi yaitu 5%, 8%, 10% dan 12%. Data hasil penelitian tersebut, ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Berat selulosa hasil proses *bleaching*

Konsentrasi NaOCl	Berat Awal	Berat Akhir
5%	5	3,15
8%	5	2,60
10%	5	2,11
12%	5	1,53

Tabel 1 menunjukkan massa selulosa yang diperoleh sebelum dan setelah proses *bleaching* menggunakan NaOCl. Berdasarkan data tersebut maka akan didapatkan rendemen selulosa seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Variasi Konsentrasi NaOCl dengan Rendemen Selulosa

Gambar 1 menunjukkan bahwa rendemen selulosa mengalami penurunan

seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOCl. NaOCl di dalam air akan menghasilkan ion hidroksil dan asam hipoklorous (HOCl) yang merupakan oksidator kuat dan dapat memutuskan ikatan lignoselulosa (delignifikasi) dan ikatan eter dalam struktur lignin, sehingga kecerahan serat akan meningkat (Pratama *et al.*, 2019; Rachmawaty *et al.*, 2013).

Hasil rendemen tertinggi yang dihasilkan oleh konsentrasi NaOCl 5% adalah 63%. Walaupun memiliki rendemen paling tinggi, namun tingkat kecerahan (*Lightness*) dari selulosa hasil *bleaching* NaOCl 5% masih paling gelap diantara semua konsentrasi, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil proses *bleaching* pada berbagai konsentrasi NaOCl (a) 5% (b) 8% (c) 10% (d) 12%

Gambar 2 menunjukkan bahwa tingkat *lightness* selulosa terbaik dihasilkan oleh NaOCl 8%, 10%, 12% dan 5% secara berurutan. Meskipun pada konsentrasi 5% rendemen selulosa cukup tinggi, namun warna paling gelap menunjukkan adanya lignin yang masih terikat dengan selulosa.

Pemutusan lignoselulosa dan reaksi oksidasi lignin pada proses *bleaching* menunjukkan bahwa lignin telah berhasil

dipisahkan dari kulit buah kakao yang diindikasikan dengan terbentuknya material berwarna putih kekuningan. Lebih lanjut, keberadaan oksidator ClO^- juga menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi pada gugus hidroksil selulosa menjadi gugus aldehyd (Pratama *et al.*, 2019; Rachmawaty *et al.*, 2013).

Sedangkan tingkat lightness yang semakin tinggi menunjukkan bahwa semakin tinggi sisa-sisa lignin yang berhasil terdegradasi pada proses *bleaching*. Artinya, proses *bleaching* dengan NaOCl 8% merupakan hasil terbaik karena akan lebih mudah melepaskan lignin daripada pada NaOCl 5%.

Semakin terang warna selulosa, maka akan semakin menunjukkan bahwa selulosa tersebut tidak terikat oleh komponen lain seperti lignin dan hemiselulosa (Lestari *et al.*, 2016). Sedangkan pada konsentrasi 10% dan 12% terjadi penurunan rendemen dan tingkat kecerahan disebabkan karena degradasi terhadap selulosa (Asmoro *et al.*, 2018), sehingga menyebabkan penurunan kadar selulosa yang didapatkan pada hasil ekstraksi (Hutomo *et al.*, 2012; Zhou & Zhang, 2000).

Pengaruh Konsentrasi Reagen *Bleaching* terhadap Kadar Air dan Kadar Abu Selulosa

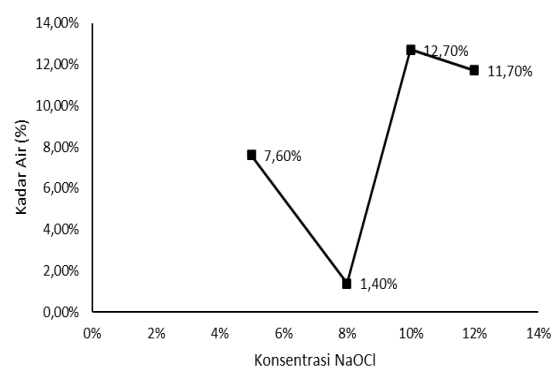
Selulosa yang dihasilkan melalui ekstraksi dapat dianalisis menggunakan metode Chesson Datta. Data yang diperoleh

setelah melalui serangkaian proses analisis, diperoleh seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis Chesson Datta

Massa (g)	Konsentrasi NaOCl			
	5%	8%	10%	12%
a	1,00	1,00	1,00	1,00
b	0,92	0,99	0,87	0,88
c	0,75	0,66	0,74	0,74
d	0,25	0,33	0,33	0,18
e	0,01	0,01	0,01	0,01

Tabel 2 menunjukkan berat a, b, c, d dan e yang akan digunakan untuk mengetahui kadar air dan kadar abu seperti pada Gambar 3 dan 4.

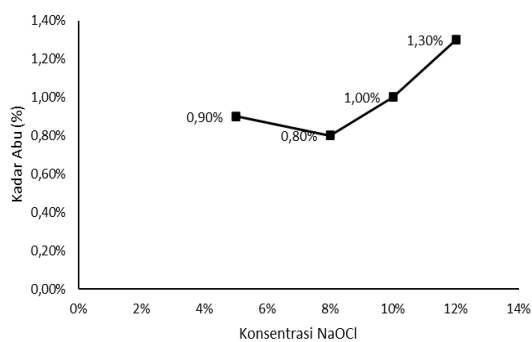


Gambar 3. Diagram Variasi Konsentrasi NaOCl dengan Kadar Air Selulosa

Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar air pada selulosa pada setiap variasi konsentrasi NaOCl 5%, 8%, 10% dan 12% adalah 7,6%, 1,4%, 12,7% dan 11,7%. Banyaknya kadar air selulosa disebabkan karena waktu pengeringan yang cukup lama. Semakin lama proses pengeringan yang dilakukan maka semakin banyak air yang berkurang, sehingga kadar air yang dihasilkan semakin rendah.

Tinggi rendahnya kadar air menunjukkan banyak atau sedikitnya air yang menutup pori-pori selulosa. Semakin rendah kadar air selulosa maka akan semakin banyak pori-pori yang ditempati oleh selulosa. Berdasarkan grafik tersebut, kadar air terendah adalah selulosa yang diperoleh menggunakan NaOCl 8% yaitu sebesar 1,4%.

Hal ini sesuai penelitian yang telah dilakukan oleh Monariqsa (2012) bahwa kadar air hasil ekstraksi selulosa pada kayu memiliki kandungan air yang relatif rendah dengan kisaran 1,86-4,50%. Artinya semakin rendah kadar air pada hasil ekstraksi selulosa maka penyimpanan selulosa dapat dilakukan dalam jangka waktu yang lama dengan pemanfaatan yang lebih lama pula (Monariqsa *et al.*, 2012).



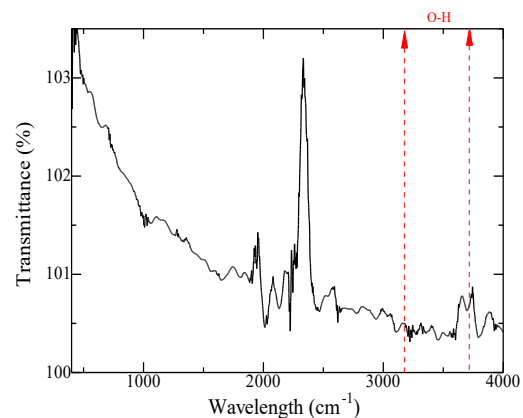
Gambar 4. Diagram Variasi Konsentrasi NaOCl dengan Kadar Abu Selulosa

Gambar 4 menunjukkan tren jumlah kadar abu selulosa dari konsentrasi NaOCl 5%, 8%, 10% dan 12% adalah 0,9%, 0,8%, 1,0% dan 1,3% secara berurutan. Kadar abu menunjukkan kandungan oksida logam yang

terdapat di dalam hasil ekstraksi selulosa (Ischak *et al.*, 2021).

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, didapatkan nilai kadar abu terendah diperoleh dari NaOCl 8% yaitu 0,8%. Kadar abu yang tinggi di dalam sebuah selulosa akan menyebabkan menurunnya kualitas selulosa. Kadar abu di alam dapat menurun dan meningkat dikarenakan semakin tinggi degradasi kandungan material non selulosa maka kadar abu yang dihasilkan akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya (Melani *et al.*, 2022).

Karakterisasi Kondisi Optimum Selulosa melalui *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR)



Gambar 5. Hasil Karakterisasi Selulosa Proses *Bleaching* NaOCl 8%

Hasil optimum selulosa dikarakterisasi menggunakan analisis FTIR untuk memastikan adanya selulosa di dalamnya yang ditunjukkan dengan gugus fungsi O-H pada *range wavenumber* 3200-3600 cm^{-1} (Lismeri *et al.*, 2019). Analisis ini dilakukan

dengan menginterpretasikan puncak serapan dari spektrum inframerah, sehingga dapat membuktikan keberadaan selulosa (Nurjannah *et al.*, 2020).

Hasil analisis FTIR dari selulosa dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil pada wavenumber 3200-3600 cm^{-1} memiliki beberapa puncak pada 3206 cm^{-1} , 3442 cm^{-1} dan 3600 cm^{-1} . Adanya puncak-puncak tersebut mengisyaratkan bahwa proses bleaching berhasil mengisolasi selulosa yang ada di dalam kulit buah kakao. Selulosa yang telah diekstraksi dari kulit buah kakao dapat dimodifikasi menjadi nanoselulosa agar dapat menjadi produk yang bernilai ekonomi lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil optimum selulosa diperoleh melalui bleaching NaOCl 8% yang memiliki tingkat *lightness* terbaik dan rendemen sebesar 52%. Karakterisasi cheson datta juga menunjukkan bahwa selulosa NaOCl 8% memiliki kadar air dan kadar abu terendah yaitu 1,4% dan 0,8% secara berurutan. Karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa hasil optimum memiliki gugus fungsional -OH stretching dan -CH stretching yang muncul pada wavelength 2930,7 cm^{-1} dengan peak yang lebih tajam sebagai representasi selulosa dibandingkan dengan gugus fungsi C-C dengan wavelength 1623,9 cm^{-1} sebagai representasi lignin dan

hemiselulosa. Artinya, degradasi sisa-sisa lignin telah berhasil dilakukan dalam rangkaian *treatment* ekstraksi selulosa. Selulosa yang telah diekstraksi dari kulit buah kakao dapat dimodifikasi menjadi nanoselulosa agar dapat menjadi produk yang bernilai ekonomi lebih tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Prof. Lee Wah Lim dari Chemistry and Biomolecular Science, Faculty of Engineering, Gifu University, Japan atas dukungan penuh pada penelitian ini.

REFERENCES

- Aini N, Mufandi I, Jamilatun S, Rahayu A. (2023). Exploring cacao husk waste – surface modification, characterization, and its potential for removing phosphate and nitrate ions. *J Ecological Eng* 24 (12):282–292.<https://doi.org/10.1291-1/22998993/174003>
- Amrillah Z, Hanum FF, Rahayu A. (2022). Studi efektivitas metode ekstraksi selulosa dari *agricultural waste*. *Sem Nas Penelitian LPPM UMJ*, 8. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit%0AE-ISSN:2745-6080>
- Asmoro NW, Afriyanti A, Ismawati I. (2018). Ekstraksi selulosa batang tanaman jagung (*Zea mays*) metode basa. *J Ilmiah Teknosains*,4(1),24–28. <https://doi.org/10.26877/jitek.v4i1.170>

- Chesson A. (1981). Effects of sodium hydroxide on cereal straws in relation to the enhanced degradation of structural polysaccharides by rumen microorganisms. *J the Sci Food & Agri* 32(8):745–758. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740320802>
- Dewi IGAM, Putra GP, Wrasati LP. (2021). Karakteristik Ekstrak kulit biji kakao (*Theobroma cacao L.*) sebagai sumber antioksidan pada perlakuan suhu dan waktu maserasi. *J Reka & Man Agroindustri* 9(1). <https://doi.org/10.24843/jrma.2021.v09.i01.p01>
- Fiore V, Scalici T, Nicoletti F, Vitale G, Prestipino M, Valenza A. (2016). A new eco-friendly chemical treatment of natural fibres: Effect of sodium bicarbonate on properties of sisal fibre and its epoxy composites. *Composites Part B: Eng* 85(1) 150–160. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2015.09.028>
- Hanum FF, Rahayu A, Amrillah NAZ, Mustafa YNH. (2023). Utilization and extraction method of nanocellulose: a review. *J Sains Natural*, 13(3), 107–114. <https://doi.org/10.31938/jsn.v13i3.565>
- Hutomo GS, Marseno DW, Anggrahini S, Supriyanto. (2012). Ekstraksi Selulosa dari pod husk kakao menggunakan sodium hidroksida. *Agritech* 32(3), 223–229. <https://jurnal.ugm.ac.id/agritech/article/view/9612/7187>
- Ischak NI, Fazriani D, Botutihe DN. (2021). Ekstraksi dan karakterisasi selulosa dari limbah kulit kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) sebagai adsorben ion logam besi. *Jambura J Chem* 3(1), 27–36. <https://doi.org/10.34312/jambchem.v3i1.9290>
- Lestari RSD, Denni KS, Sultan AT. (2016). Pengaruh konsentrasi H₂O₂ terhadap tingkat kecerahan pulp dengan bahan baku eceng gondok melalui proses organosolv. *J Integrasi Proses* 6(1) 45–49. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip>
- Lismeri L, Darni Y, Sanjaya MD, Immadudin MI. (2019). Effect of temperature and time on alkali pretreatment of cellulose isolation from banana stem waste. *J Chem Process Eng* 4(1):18–22. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v4i1.319>
- Mateus ARS, Pena A, Sendón R, Almeida C, Nieto GA, Khwaldia K, Sanches Silva A. (2023). By-products of dates, cherries, plums and artichokes: A source of valuable bioactive compounds. *Trends in Food Sci & Tech.* 131:220–243. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.12.004>
- Melani A, Atikah, Rafit A, Robiah. (2022). Pengaruh volume pelarut NaOH dan temperatur pemasakan pulp dari

- pelepeh pisang klutuk. *Distilasi* 7(1), 18–27.
- Monariqsa D, Oktora N, Azora A, Haloho DAN, Simanjuntak L, Musri A, Saputra A, Lesbani A. (2012). Ekstraksi selulosa dari kayu gelam (*Melaleuca leucadendron Linn*) dan kayu serbuk industri mebel. *J Penelitian Sains* 15.
- Nurjannah NR, Sudiarti T, Rahmidar L. (2020). Sintesis dan karakterisasi selulosa termetilasi sebagai biokomposit hidrogel. *Al-Kimiya* 7(1) 19–27.
<https://doi.org/10.15575/ak.v7i1.6490>
- Pratama JH, Rohmah RL, Amalia A, Saraswati TE. (2019). Isolasi mikroselulosa dari limbah eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dengan metode bleaching-alkalinasi. *ALCHEMY J Penelitian Kim* 15(2) 239.
<https://doi.org/10.20961/alchemy.15.2.30862.239-250>
- Rachmawaty R, Meriyani M, Slamet Priyanto I. (2013). Sintesis selulosa diasetat dari eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan potensinya untuk pembuatan membran. *J Tekn Kim & Ind* 2(3) 8–16. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>
- Rivai H, Hamdani AS, Ramdani R, Lalfari RS, Andayani R, Armin F, Djamaan A. (2021). Research on production and characterization of alpha cellulose derived from rice straw (*Oryza sativa L.*). *Techn Innovin Pharma Res* 3 68–75.
<https://doi.org/10.9734/bpi/tipr/v3/1698c>
- Ronie AS. (2010). Studi proses *bleaching* serat kelapa sebagai *reinforced fiber*. *Sem Reka Kim & Proses* 4 4–5.
- Veloso MCR, Pires MR, Villela LS, Scatolino MV, Protásio TP, Mendes LM, Guimarães-Júnior JB. (2020). Potential destination of Brazilian cocoa agro-industrial wastes for production of materials with high added value. *Wast Man.*36–44.<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.08.019>
- Wely Asmoro N, Ismawati. (2017). Ekstraksi selulosa batang tanaman jagung (*Zea mays*) metode basa. *Pros Sem Nas Pub Hasil-Hasil Penelitian & Pengabdian Masyarakat “Implementasi Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Untuk Peningkatan Kekayaan Intelektual”*. September 273–278.
- Zhou J, Zhang L. (2000). Solubility of cellulose in NaOH urea. *Polymer J* 32 (10) 866–870.