

PEMBUATAN BIOPOLIMER SUPERABSORBENT DENGAN VARIASI RATIO SELULOSA KULIT KOLANG-KALING DAN *CARBOXY METHYL CELLULOSE* (CMC) TERHADAP POLIVINIL ALKOHOL (PVA)

Yandriani^{1*}, S.Susanti¹, M. Rendana¹, A.P. Gobel², M. Sapitri¹ dan A.P. Dani¹,

¹ Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya, Palembang

² Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding author: yandriani@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK: Superabsorben dari limbah kulit kolang-kaling merupakan salah satu inovasi terbaru di bidang teknologi material maju. Penelitian ini dilakukan dengan penambahan *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) untuk meningkatkan kadar selulosa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik superabsorben, kemampuan adsorbansi, dan *swelling*. Metode pembuatan superabsorben dilakukan dengan metode *chemical crosslinker* dengan *crosslink agent* yaitu Metilen bisakrilamida (MBA) dan insiator yaitu Ammonium Persulfat (APS). Tahap pembuatan biopolimer superabsorben menggunakan gas nitrogen agar tidak adanya oksigen selama proses polimerisasi untuk mendapatkan hasil yang optimal. Selain itu, proses polimerisasi dilakukan dengan variasi rasio selulosa dan PVA yaitu 1:2 dan 1:3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopolimer superabsorben yang optimal adalah sampel dengan rasio 1:3. Dari hasil penelitian didapatkan Perbandingan selulosa kulit kolang kaling dan CMC terhadap Poli Vinil alkohol yang terbaik dalam menghasilkan biopolymer superabsorben adalah 1:3. Hal ini dapat dilihat dari persen *swelling* dan kapasitas adsorbansi pada ratio 1: 3 adalah 105% dan 130%.

Kata Kunci: Superabsorben, Selulosa, *Swelling*, Adsorbansi, Ammonium persulfat

ABSTRACT: Superabsorbent from palm fruit skin waste is one of the latest innovations in the field of advanced materials technology. This research was carried out by adding Carboxy Methyl Cellulose (CMC) to increase cellulose levels. The aim of this research is to determine the characteristics of superabsorbent, adsorbance ability and *swelling*. The method for making superabsorbents is carried out using the chemical crosslinker method with the crosslink agent, namely Methylene Bisacrylamide (MBA) and the initiator, namely Ammonium Persulfate (APS). The stage of making superabsorbent biopolymers uses nitrogen gas to ensure that there is no oxygen during the polymerization process to obtain optimal results. Apart from that, the polymerization process was carried out with varying ratios of cellulose and PVA, namely 1:2 and 1:3. The research results show that the optimal superabsorbent biopolymer is a sample with a ratio of 1:3. From the results of the research, it was found that the ratio of palm fruit skin cellulose and CMC to Poly Vinyl alcohol which is the best in producing superabsorbent biopolymer is 1:3. This can be seen from the *swelling* percentage and adsorbance capacity at a ratio of 1: 3 which is 105% and 130%.

Keyword: Superabsorbent, Cellulose, *Swelling*, Adsorption, Ammonium persulfate

PENDAHULUAN

Kolang-kaling atau buah atap dikenal juga sebagai buah dari pohon aren yang termasuk keluarga *Arenga pinnata*. Pohon aren merupakan tumbuhan dengan biji tertutup dan biji buahnya terbungkus oleh daging buah (Muaris, 2015). Produksi buah aren menjadi kolang-kaling di Desa Air Males Bawah, Kecamatan Curup Timur, Kabupaten Rejang lebung, Provinsi Bengkulu, menyebabkan penumpukan limbah kulit kolang-kaling. Kulit kolang-kaling memiliki kandungan selulosa, lignin, dan hemiselulosa, sehingga dapat dimanfaatkan menjadi

berbagai produk. Limbah kulit buah kolang-kaling dapat dijadikan bahan baku dalam pembuatan pupuk kompos (Utari, 2018), pengolahan biobriket dari limbah kulit kolang-kaling sebagai sumber energi alternatif terbarukan (Yuniarti dan Aryati, 2019). Limbah Kulit kolang-kaling juga berpotensi diambil selulosanya untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan biopolimer superabsorben yang mampu menyerap sejumlah air.

Biopolimer superabsorben terus dikembangkan dan dimodifikasi oleh beberapa peneliti untuk berbagai fungsi dan sifat sesuai dengan kebutuhan. Perkembangan material termodifikasi dalam pembuatan biopolimer

absorben terus dilakukan untuk mencari bahan material polimer terbaik dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas. Kemampuan hidrogel dalam menyerap air (*swelling*) dipengaruhi adanya gugus-gugus fungsi bebas dalam jaringan struktur molekulnya yang dapat mengikat air. Beberapa jenis gugus fungsi yang berpengaruh pada sifat *swelling* adalah gugus -OH, -NH₂, -COOH, -CONH.

Kemampuan *swelling* yang rendah, kurangnya kelarutan dalam air dan senyawa organik, tekstur material yang keras dan rapuh, serta bahan baku yang digunakan tidak ramah lingkungan dan menyebabkan pencemaran. Permasalahan tersebut dapat diminimalisir dan dapat ditingkatkan dengan cara pemilihan senyawa monomer, *crosslinker*, dan insiator yang digunakan dalam proses polimerisasi. Monomer yang baik adalah monomer yang memiliki banyak gugus hidroksil (-OH) dan mengandung selulosa yang tinggi, hal ini dikarenakan dapat meningkatkan penyerapan air ketika penggabungan dengan monomer alam (Mehra dkk, 2021).

Modifikasi material polimer telah banyak dilakukan oleh peneliti dalam pembuatan absorben, dimana hasil penelitian tersebut memiliki ciri khas serta kekurangan masing-masing sesuai bahan yang digunakan pada proses polimerisasi. Penelitian oleh Li, dkk (2019) menyebutkan PVA yang disubstitusi dengan gugus *styryl pyridinium* melalui dua ikatan eter diikat silang ke bahan SAP melalui penyinaran dengan UV menghasilkan material yang sifat mekaniknya kuat sebagai hidrogel komposit. Penelitian yang dilakukan Khozemy, dkk (2020) menyebutkan tepung terigu digunakan sebagai bahan baku pembuatan SAP biodegradable melalui pencangkokkan secara radikal dengan akrilamida menggunakan sinar gamma. Penelitian oleh Pitaloka, dkk (2021) menghasilkan hidrogel *carboxymethyl cellulose* (CMC) menggunakan asam sitrat sebagai *crosslinker agent* yang bertujuan untuk menentukan kondisi optimum hidrogel dengan kapasitas penyerapan tinggi. Keterbaruan penelitian ini dengan penelitian lainnya terletak pada bahan baku dan rasio biopolimer dengan polivinil alkohol.

Pada penelitian ini biopolimer superabsorben terus dikembangkan untuk menghasilkan formula bahan baku monomer, *crosslink agent*, insiator, dan suhu polimerisasi untuk menghasilkan jenis material dengan kualitas yang tinggi. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik biopolimer superabsorben selulosa kulit kolang-kaling dengan penambahan *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC), kemampuan absorbansi, dan *swelling*, serta sebagai pemanfaatan mengurangi limbah kulit kolang-kaling yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat di Desa Air Males Bawah, Kecamatan Curup Timur, Kabupaten Rejang Lebong, Provinsi Bengkulu.

Modifikasi material polimer telah banyak dilakukan oleh peneliti dalam pembuatan absorben, dimana hasil penelitian tersebut memiliki ciri khas serta kekurangan masing-masing sesuai bahan yang digunakan pada proses polimerisasi. Penelitian oleh Li, dkk (2019) menyebutkan PVA yang disubstitusi dengan gugus *styryl pyridinium* melalui dua ikatan eter diikat silang ke bahan SAP melalui penyinaran dengan UV menghasilkan material yang sifat mekaniknya kuat sebagai hidrogel komposit. Penelitian yang dilakukan Khozemy, dkk (2020) menyebutkan tepung terigu digunakan sebagai bahan baku pembuatan SAP biodegradable melalui pencangkokkan secara radikal dengan akrilamida menggunakan sinar gamma. Penelitian yang dilakukan oleh Pitaloka, dkk (2021) menghasilkan hidrogel *carboxymethyl cellulose* (CMC) dengan menggunakan asam sitrat sebagai *crosslinker agent*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum agar menghasilkan hidrogel dengan kapasitas penyerapan tinggi.

Pada penelitian ini menggunakan . *Crosslink agent* yang digunakan pada penelitian ini adalah N,N'-metilenbisakrilamida (MBA), sedangkan insiator untuk melepaskan ion radikal bebas dalam membantu pemutusan ikatan hidrogen selulosa agar mengikat monomer lain adalah Ammonium Persulfat (APS). N,N'-metilenbisakrilamida (MBA) merupakan senyawa organik dengan rumus kimia CH₂[NHCCH=CH₂]₂. Senyawa ini berbentuk padatan dan tidak berwarna, biasanya digunakan sebagai pengikat silang dalam poliakrilamida. *Crosslinker* MBA berpengaruh terhadap kinerja dari superabsorben, dimana *water absorbency* dapat meningkat seiring dengan meningkatnya *crosslinker*. MBA memiliki kapasitas absorpsi paling tinggi dibandingkan dengan agen pengikat silang lainnya, hal ini dikarenakan MBA bersifat lebih polar (Rakhmawati dkk, 2019). Pemilihan MBA sebagai *crosslink agent* diharapkan dapat menjadi zat pengikat monomer dalam meningkatkan kelarutan yang sempurna pada senyawa polar dan non polar.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini terdiri dari variabel bebas yaitu APS 0,8 ; 1 ; dan 1.5 gram. Variabel terikat yaitu rasio selulosa kulit kolang kaling dengan CMC yaitu 1:2 dan 1:3. Variabel tetap pada penelitian ini adalah MBA 0,8 gram.

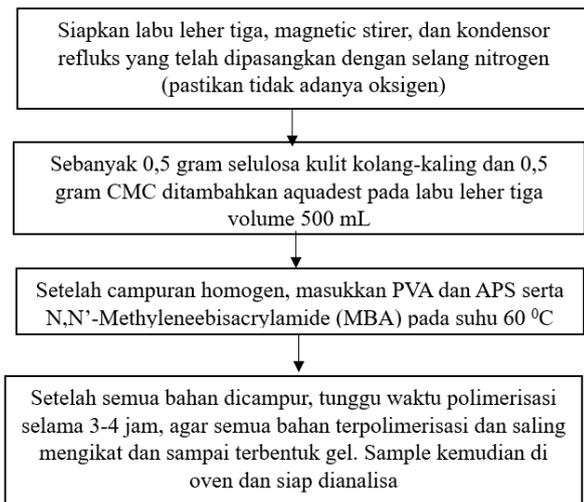
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit kolang-kaling, polyvinyl alcohol (PVA), Ammonium persulfat (APS), N,N'-Metilenbisakrilamida (MBA), Aquadest, Natrium Hipoklorit (NaOCl), Natrium Hidroksida (NaOH) 5%, Larutan Buffer Acetat pH 6, Asam Sulfat (H₂SO₄) 72%, Asam Sulfat (H₂SO₄) 1 N.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan ukuran 80 mesh, gelas kimia, batang pengaduk, beker *glass*, blender, cawan petri, corong pemisah, desikator, erlenmeyer, gelas ukur, *hot plate*, kertas pHmeter, kertas saring, kondensor, labu leher 3, *magnetic stirrer*, neraca analitik, oven, pipet tetes, saringan, spatula, statif, termometer, gas N₂, dan wadah sampel.

Tahap Pembuatan Selulosa Limbah Kulit Kolang Kaling

Kulit kolang kaling dicuci kemudian dikeringkan, kemudian dipotong dengan ukuran 2 cm. Kulit kolang-kaling dikeringkan menggunakan oven pada suhu 120°C selama 6 jam. Selanjutnya kulit kolang-kaling dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ukuran 80 mesh. Sebanyak 60 gram sebuk kulit kolang kaling yang telah dihaluskan tadi dipanaskan dan diaduk dengan penambahan NaOH 5% pada suhu 80 °C. kemudian disaring dan residu dicuci dengan dengan aquadest hingga pH netral dan dikeringkan pada suhu ruang. Kemudian ditambahkan NaOCl dan dipanaskan selama 1,5 jam pada suhu 80 °C. kemudian larutan disaring dan dikeringkan di oven pada suhu 100 °C selama 2 jam. Kemudian selulosa kulit kolang kaling ini dicuci dengan aquadest hingga pH netral.

Tahap Sintesis Biopolimer Absorben



Tahap Analisa Biopolimer Superabsorben

1. Analisa Kapasitas Absorpsi Biopolimer Absorben

Analisa kapasitas adsorpsi dilakukan dengan Metode Gravimetri. Metode ini dilakukan dengan cara menimbang sampel sebanyak 0,1 gram kemudian dimasukkan kewadah yang telah berisi aquadest sebanyak 6 mL, kemudian kita tunggu selama 24 jam. Setelah 24 jam keluarkan cairan dan ambil sampel sampel untuk ditimbang. Untuk menghitung kapasitas adsorpsi dengan menggunakan persamaan 1 dibawah ini:

$$\text{Kapasitas adsorpsi} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

W₂ = berat polimer superabsorben dalam keadaan *swelling*

W₁ = berat polimer superabsorben dalam keadaan kering

2. Analisa *Swelling* Biopolimer Absorben

Analisa *swelling* dilakukan dengan metode Gravimetri. Metode ini dilakukan dengan cara menimbang sampel sebanyak 0,1 gram kemudian dimasukkan kewadah yang telah berisi larutan buffer pH 6 sebanyak 6 mL, kemudian kita tunggu selama 24 jam. Setelah 24 jam keluarkan cairan dan ambil sampel sampel untuk ditimbang. Untuk menghitung kapasitas adsorpsi dengan menggunakan persamaan 1 dibawah ini:

$$\text{Kapasitas adsorpsi} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

W₂ = berat polimer superabsorben dalam keadaan *swelling*

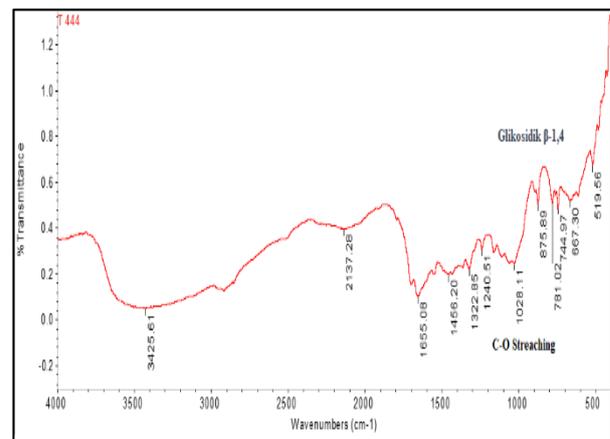
W₁ = berat polimer superabsorben dalam keadaan kering

3. Analisa Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Dilakukan untuk mengidentifikasi terbentuknya gugus-gugus fungsional selulosa dari kulit kolang kaling dengan metode spektroskopi Fourier Transform Infra Red (FTIR) sebagai bahan untuk pembuatan biopolymer superabsorben.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa biopolimer superabsorben dari limbah kulit kolang kaling dan CMC dengan variasi rasio selulosa dan PVA yaitu 1:2 dan 1:3. Hasil biopolimer tersebut berupa gel yang elastis. Dari Hasil FTIR untuk selulosa kulit kolang kaling yang didapat dari limbah kulit kolang kaling dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



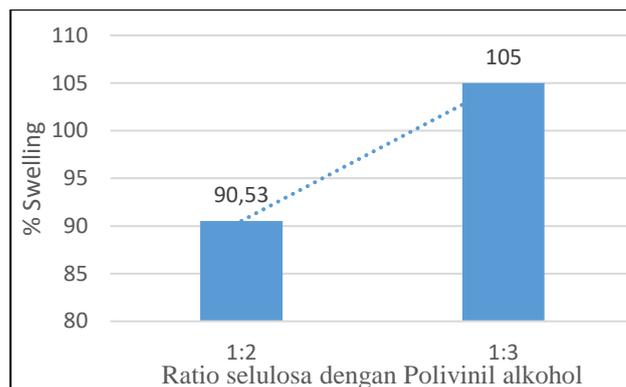
Gambar 1. Spektrum FTIR pada Selulosa Kulit Kolang-Kaling

Pada gambar 1 merupakan spektrum FTIR selulosa dari kulit buah Aren. Dapat dilihat pada spektrum terdapat pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang 3425,61 cm^{-1} yang merupakan vibrasi ulur dari gugus hidroksil (-OH), sesuai dengan penelitian Kusumawardani et al (2018), munculnya gugus -OH pada bilangan gelombang 3448,72 cm^{-1} . Gugus hidroksil (-OH) merupakan gugus utama yang terdapat pada struktur selulosa. Pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang 1028,11 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur dari gugus C-O, sesuai dengan penelitian Astari dan Utami (2018), munculnya gugus C-O pada bilangan gelombang 1034,85 cm^{-1} . Gugus C-O merupakan gugus penghubung rantai karbon dalam struktur selulosa atau disebut dengan ikatan glikosidik. Gugus O-H, dan C-O merupakan gugus utama pembangun selulosa, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa ekstrak yang diperoleh mengandung selulosa.

Pita serapan pada bilangan gelombang 1322,85 cm^{-1} merupakan gugus -O, sesuai dengan penelitian Dewi et al (2017), gugus -O muncul pada bilangan gelombang 1319,31 cm^{-1} . Gugus -O merupakan gugus yang merangkai struktur selulosa. Pita serapan pada bilangan gelombang 875,89 cm^{-1} merupakan rantai glikosidik antara unit glukosa pada selulosa, sesuai dengan penelitian Nugraha et al (2021), yang muncul pada bilangan gelombang 898 cm^{-1} . Pita serapan muncul pada bilangan gelombang 1655,08 cm^{-1} adanya ikatan rangkap dua gugus C=C, sesuai dengan penelitian Wulandari dan Dewi (2018), gugus C=C muncul pada bilangan gelombang 1512,37 cm^{-1} . Gugus rangkap C=C merupakan cincin aromatik yang terdapat pada struktur lignin. Adanya gugus C=C menandakan bahwa proses pemutihan (*bleaching*) yang dilakukan kurang sempurna sehingga ekstrak selulosa yang diperoleh masih mengandung lignin.

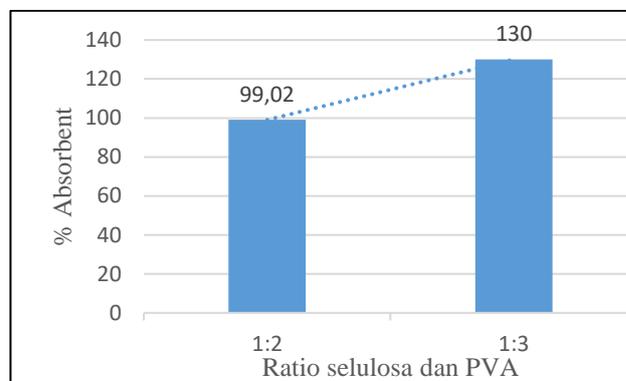
Analisa *swelling* biopolymer superabsorbent

Analisa *swelling* biopolymer superabsorbent dengan perbandingan ratio selulosa kulit kolang kaling dan CMC terhadap polivinil alkohol pada masing-masing ratio 1:2 dan 1:3 dapat dilihat pada Gambar 2. Analisa *swelling* dilakukan dengan penyerapan cairan menggunakan larutan *buffer acetate* dengan pH 6. Menurut Mahon dkk (2020) penggunaan larutan *buffer acetate* pH 6 dikarenakan *swelling* dari *biopolymer superabsorbent* mampu diukur pada kondisi pH yaitu 6,5-12.



Gambar 2. Persen *Swelling* Biopolimer Superabsorben terhadap perbandingan ratio selulosa kulit kolang dan CMC dengan Poli Vinil alkohol

Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 2. bahwa titik optimum dengan nilai paling tinggi yaitu pada ratio 1:3 dengan nilai penyerapan 105. Ratio selulosa dan polivinil alkohol mempengaruhi terhadap penyerapan larutan *buffer acetate* pH 6. Tujuan dilakukan *swelling* ratio yaitu untuk mengetahui kapasitas terbaik dalam penyerapan cairan terhadap biopolymer superabsorbent yang dihasilkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi ratio selulosa dan PVA maka kemampuan *swelling* juga meningkat, namun tidak melebihi batas optimumnya, hal ini dikarenakan jika melewati batas optimum maka nilai *swelling* dapat menurun.



Gambar 3. Persen kapasitas adsorbansi Biopolimer Superabsorben terhadap perbandingan ratio selulosa kulit kolang dan CMC dengan Poli Vinil alkohol

Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 3. menunjukkan bahwa nilai optimum paling tinggi dalam uji analisa kapasitas adsorbansi adalah pada ratio selulosa dan polivinil alkohol 1:3 dengan nilai 130. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi ratio selulosa terhadap polivinil alkohol, maka kemampuan dalam penyerapan biopolimer superabsorbent juga meningkat, namun tidak melebihi batas optimumnya, hal ini dikarenakan jika melewati batas optimum 1:3 maka kemampuan adsorbansi juga dapat menurun.

KESIMPULAN

Limbah Kulit kolang-kaling dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *biopolymer superabsorben*. Dari hasil penelitian didapatkan Perbandingan ratio selulosa kulit kolang kaling dan CMC terhadap Poli Vinil alcohol yang terbaik dalam menghasilkan biopolymer superabsorben adalah 1:3. Hal ini dapat dilihat dari persen *swelling* dan kapasitas adsorbansi pada ratio 1: 3 adalah 105% dan 130%. Namun, penelitian ini harus terus dikembangkan sehingga mendapatkan hasil yang optimal, hal ini dikarenakan semakin tinggi ratio maka persen *swelling* dan kapasitas adsorbansi juga meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, khususnya kepada pihak PNBP Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan nomor SP DIPA-023.17.2.677515/2023 pada tanggal 30 November 2022 yang telah membiayai penelitian ini. Berdasarkan SK Rektor 0601/UN9.FT/TU.SK/2023 pada tanggal 7 Juli 2023 sehingga penelitian kami dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Astari, M. A. dan B Utami. 2018. "Uji Daya Adsorpsi Absorben Kombinasi Sekam Padi dan Bagasse Fly Ash untuk Menjerap Logam Cu pada Sistem Batch". *Proceeding Biology Education Conference*. Vol. 15(1): 766–774.
- Dewi, A. M. P., M. Y. Kusumaningrum, D. N. Edowai, Y. Pranoto dan P. Darmadji. 2017. "Ekstraksi dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Ampas Sagu". *Prosiding SNST Ke-8, Semarang: October 2017*. 6–9.
- Khozemy, E. E., Nasef, S. M., dan Mohamed, T. M. 2020. Radiation Synthesis of Superabsorbent Hydrogel (Wheat Flour/Acrylamide) for Removal of Mercury and Lead Ions from Waste Solutions. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*. 30(5), 1669–1685.
- Kusumawardani, R., T. A. Zaharah dan L. Destiarti. 2018. "Adsorpsi Kadmium(II) Menggunakan Absorben Selulosa Ampas Tebu Teraktivasi Asam Nitrat". *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. Vol. 7(3): 75–83.
- Li, T., Chen, C., Brozena, A. H., Zhu, J. Y., Xu, L., Driemeier, C., Dai, J., Rojas, O. J., Isogai, A., Wågberg, L., dan Hu, L. 2019. *Developing Fibrillated Cellulose as A Sustainable Technological Material*. *Nature*. 590(7844), 47–56.
- Mahon, R., Balogun, Y., Oluyemi, G., dan Njuguna, J. 2020. *Swelling Performance of Sodium Polyacrylate and Poly(Acrylamide-Co-Acrylic Acid) Potassium Salt*. *SN Applied Sciences*, 2(1).
- Mehra, S., Nisar, S., Chauhan, S., Singh, G., Singh, V., dan Rattan, S. 2021. *A Dual Stimuli Responsive Natural Polymer Based Superabsorbent Hydrogel Engineered Through A Novel Cross-Linker*. *Polymer Chemistry*. 12(16): 2404–2420.
- Muaris, H. 2015. *Pangan Sehat Tinggi Kalsium Kolang-kaling dan Siwalan*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Nugraha, A. B., A. Nuruddin dan B. Sunendar. 2021. "Isolasi Nanoselulosa Terkarboksilasi dari Limbah Kulit Pisang Ambon Lumut dengan Metode Oksidasi". *Journal of Science and Applicative Technology*. Vol. 5(1): 236–244.
- Pitaloka, B. A., Rukmana, A. S., dan Nur'afiani, T. Y. 2021. Synthesis and Characterization of Carboxy Methyl Cellulose-Based Hydrogel Cross-linked with Citric Acid. *World Chemical Engineering Journal*, 5(1): 7–11.
- Rakhmawati, I., Kurniawan, C., dan Harjono. 2019. Pengaruh Konsentrasi Metilenbisakrilamida dalam Sintesis Komposit Poli (Asam Akrilat)-Kaolin dan Pengujian sebagai Superadsoben. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 8(2): 93-104.
- Utari, A. 2018. Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Aren Sebagai Pupuk Kompos Terhadap Evaluasi Nutrisi Silase Rumput Gajah pada Ternak Ruminasia. *Eksakta Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*. 3(1): 9-24.
- Wulandari, W. T. dan R. Dewi. 2018. "Selulosa Dari Ampas Tebu Sebagai Absorben Pada Minyak Bekas Penggorengan". *Kovalen*. Vol. 4(3): 332–339
- Yuniarti dan Aryati, H. 2019. Pengolahan Biobriket dari Limbah Kulit Kolang-kaling Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(1): 104-109.