

PEMBUATAN ASAM OKSALAT DARI AMPAS TEBU DENGAN PROSES PELEBURAN ALKALI

Narke Khaleda Zia Kudadiri*, Saktyo Anindyo Danarputro, Lucky Indrati Utami,
Dwi Hery Astuti

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60295.

*Email: narke100202@gmail.com

Abstrak

Asam oksalat merupakan senyawa kimia yang termasuk ke dalam asam dikarboksilat paling sederhana dan terdistribusi dalam bentuk garam potassium dan kalsium yang terdapat pada daun, akar, dan rhizoma. Asam oksalat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan zat warna, bahan peledak, dan bahan pelapis anti korosif di mana sebagian besar kebutuhan asam oksalat masih mengandalkan impor. Salah satu bahan yang bisa diolah menjadi asam oksalat untuk mengurangi impor adalah ampas tebu. Penelitian ini bertujuan untuk mencari konsentrasi pelarut dan waktu peleburan yang menghasilkan kadar asam oksalat tertinggi dari bahan ampas tebu. Metode yang digunakan adalah proses peleburan alkali dengan ukuran bahan 100 mesh, konsentrasi pelarut NaOH 1,5; 3; 4,5; 6; dan 7,5N, dan proses peleburan dilakukan pada suhu 100°C selama 30, 45, 60, 75, dan 90 menit. Produk disaring untuk diambil filtratnya sebagai asam oksalat, kemudian dianalisa kadarnya. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kadar asam oksalat tertinggi pada proses peleburan dengan konsentrasi NaOH 6N dengan waktu peleburan selama 75 menit yaitu sebesar 20,2%.

Kata kunci: Ampas Tebu, Asam Oksalat, Peleburan Alkali

1. PENDAHULUAN

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan salah satu komoditi perkebunan yang mempunyai peran dalam meningkatkan perekonomian Indonesia. Tebu dapat tumbuh di dataran rendah seperti daerah tropika dan juga di sebagian daerah subtropika (Afriandi et al., 2015). Menurut Kementerian Pertanian luas lahan tebu saat ini mencapai 420 ribu hektar yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia. Tebu memiliki manfaat utama yaitu sebagai bahan baku pembuatan gula pasir. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) konsumsi gula nasional saat ini mencapai 5,1 juta ton dan akan terus bertambah setiap tahunnya. Pembuatan gula di pabrik menghasilkan limbah berupa ampas tebu (Roni et al., 2020).

Setiap tahunnya ampas tebu yang dihasilkan dari penggilingan tebu diperkirakan mencapai 10,5 juta ton se-Indonesia. Sekitar 0,3 juta ton dibuang di sekitar lahan pabrik (Angelo et al., 2019). Di dalam ampas tebu terkandung senyawa selulosa, lignin, pentosan, dan hemiselulosa. Kadar selulosa di dalam ampas tebu berkisar antara 26-43%. Selulosa merupakan senyawa karbon dengan rantai panjang yang dapat dipecah menjadi senyawa karbon yang lebih sederhana. Selulosa memiliki dua gugus yang reaktif yaitu gugus hidroksil dan gugus pereduksi (Wulandari et al., 2021).

Selulosa dapat dibagi menjadi 5 jenis berdasarkan derajat polimerisasi dan kelarutannya dalam senyawa natrium hidroksida 17,5%, yaitu α -Selulosa, β -selulosa, γ -selulosa, hemiselulosa, dan holosefulosa (Widia & Wathoni, 2017). Selulosa memiliki rantai panjang dengan sifat fisik yang lebih kuat, tahan lama terhadap degradasi yang disebabkan oleh panas, bahan kimia maupun biologis. Sifat fisika dari selulosa yang penting ialah berbentuk panjang, lebar, dan tebal molekulnya (Sulfida, 2020). Kandungan selulosa dalam ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan asam oksalat.

Asam oksalat merupakan senyawa kimia dengan rumus molekul $H_2C_2O_4$ yang memiliki nama sistematis asam etadionat. Asam oksalat termasuk kedalam asam dikarboksilat yang paling sederhana dan dapat digambarkan dengan rumus HOOC-COOH yang atom C nya masing-masing mengikat satu gugus hidroksil. Asam oksalat termasuk asam organik yang relatif kuat, lebih kuat 10.000 kali dari pada asam asetat (Retnawati et al., 2017). Asam ini memiliki bentuk kristal rombis pyramid, tak berwarna atau transparan, tak memiliki bau dan bersifat higroskopis (Febriaty, 2016). Asam oksalat memiliki banyak fungsi dalam dunia industri, antara lain digunakan sebagai metal treatment, oxalate coating, anodizing, metal

cleaning, textiles. Asam oksalat juga terdapat dalam makanan contohnya seperti coklat, kopi, strawberry, kacang, bayam, dan lain sebagainya (Atikah, 2017).

Pembuatan asam oksalat dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain proses peleburan alkali, proses oksidasi karbohidrat, proses sintesis dari sodium formiat dan proses fermentasi glukosa. Proses peleburan alkali, proses ini menggunakan bahan baku yang mengandung selulosa tinggi dengan menambahkan pelarut natrium hidroksida dan kalsium hidroksida pada suhu peleburan 100-230°C yang dilakukan dengan perbandingan antara bahan baku dan pelarut sebesar 1 : 3. Proses oksidasi karbohidrat, proses ini dilakukan dengan melakukan hidrolisis selulosa menggunakan asam sulfat menjadi monosakarida kemudian dioksidasi menggunakan asam nitrat pada suhu 63-85°C dengan bantuan katalis vanadium pentoksida.

Proses sintesis dari sodium formiat, proses ini dilakukan dengan cara menguaraikan natrium formiat pada suhu 400°C dalam reaktor. Setelah terurai, kemudian natrium oksalat direaksikan dengan timbal (II) sulfat sehingga menghasilkan endapan timbal (II) oksalat. Selanjutnya endapan tersebut direaksikan dengan asam sulfat dan dihasilkan endapan timbal (II) sulfat dan larutan asam oksalat. Proses fermentasi glukosa, Proses ini memanfaatkan jamur sebagai pengurai glukosa menjadi asam oksalat. Jamur yang digunakan adalah *Aspergillus niger* yang beroperasi pada pH 4,5 (Melwita & Kurniadi, 2014). Dari keempat proses tersebut yang paling sederhana untuk dilakukan adalah proses peleburan alkali yang akan digunakan pada penelitian ini. Proses ini membutuhkan bahan baku yang mengandung selulosa tinggi. Bahan baku tersebut dapat dilebur menggunakan pelarut natrium hidroksida dan kalsium hidroksida pada suhu peleburan 100-230°C. Proses peleburan alkali dilakukan dengan perbandingan antara bahan baku dan pelarut sebesar 1 : 3.

Penelitian tentang pembuatan asam oksalat telah dilakukan oleh berbagai peneliti dengan bahan dan metode yang beragam. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nurul (2017) tentang pengaruh waktu dan suhu pada pembuatan asam oksalat berbahan dasar limbah HVS dengan metode peleburan alkali, diperoleh suhu optimum pada 105°C dan waktu optimum pada 70 menit dengan berat asam oksalat yang

didapatkan sebesar 1,8043gram dan *yield* asam oksalat setelah uji titrasi permanganometri sebesar 6,8537%. Hasibuan (2016) melakukan penelitian pembuatan asam oksalat dari peleburan kelapa sawit menggunakan metode peleburan alkali diperoleh suhu optimum pada 90°C dan waktu optimum sebesar 60 menit dengan *yield* sebesar 59,6%. Retnawati (2017) melakukan penelitian mengenai pengaruh waktu peleburan pada ekstraksi pembuatan asam oksalat, diperoleh *yield* asam oksalat tertinggi sebesar 0,4086 pada waktu peleburan 70 menit. Iriany (2015) melakukan penelitian pembuatan asam oksalat dari alang-alang dengan metode peleburan alkali yang dilakukan pada suhu pemasakan 98°C diperoleh kadar asam oksalat sebesar 44,39% dengan konsentrasi optimum natrium hidroksida sebesar 4N dan waktu pemasakan sebesar 60 menit.

Berdasarkan penjelasan di atas, akan dilakukan inovasi dalam pembuatan asam oksalat dengan proses peleburan alkali dengan bahan dasar ampas tebu. Hal ini dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa proses peleburan alkali merupakan proses yang dapat menghasilkan asam oksalat dengan kadar yang tinggi serta kadar selulosa yang dimiliki ampas tebu cukup tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif lain dalam pembuatan asam oksalat.

Terdapat faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses peleburan alkali pada pembuatan asam oksalat, antara lain:

1. Konsentrasi pelarut

Pengaruh konsentrasi pelarut pada pembuatan asam oksalat yaitu semakin rendah konsentrasi maka kecepatan reaksinya akan semakin kecil sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih sedikit dan sebaliknya. Konsentrasi pelarut yang optimum digunakan berkisar antara 4-6N.

2. Waktu peleburan

Semakin lama waktu yang digunakan pada proses peleburan, maka hasil yang diperoleh semakin banyak. Namun bila peleburan diteruskan, hasil yang diperoleh akan turun karena terurai. Waktu peleburan yang umumnya digunakan berkisar antara 60-120 menit.

3. Suhu peleburan

Semakin tinggi suhu yang digunakan pada proses peleburan, maka kecepatan reaksi akan semakin cepat, namun suhu peleburan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penguraian

pada hasil. Suhu peleburan yang umumnya digunakan berkisar antara 100-200°C.

4. Ukuran bahan yang digunakan

Semakin kecil ukuran bahan yang akan digunakan pada proses peleburan, maka semakin banyak hasil yang akan diperoleh. Hal ini dapat terjadi karena kontak semakin besar sehingga pemerataan panas terjadi dengan sangat baik. Ukuran bahan yang digunakan berkisar antara 100-200 mesh.

5. Kecepatan pengadukan

Semakin cepat putaran pengadukan yang digunakan, maka kontak antara bahan dengan pelarutnya semakin baik, sehingga hasil yang akan diperoleh juga semakin tinggi. Kecepatan pengadukan yang optimum digunakan berkisar antara 100-500 rpm.

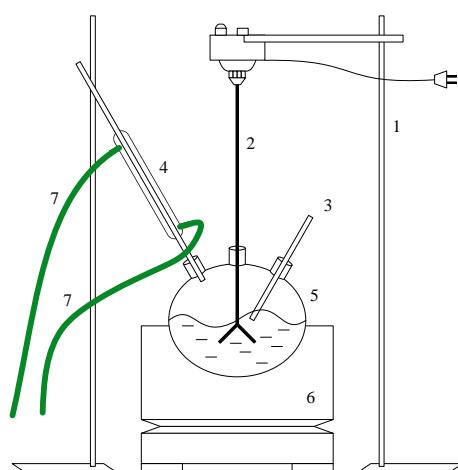
6. Volume pelarut

Semakin banyak volume pelarut yang digunakan maka akan memudahkan suatu bahan untuk larut, sehingga hasil yang diperoleh semakin banyak. Volume pelarut yang umumnya digunakan berkisar antara 300-500 ml (Wulan & Winata, 2021).

2. METODOLOGI

2.1 Alat

Alat yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1 yaitu rangkaian alat hidrolisis yang terdiri dari statif dan klem, motor pengaduk, thermometer, kondensor, labu leher tiga, *heating mantle*, dan selang.



Gambar 1. Rangkaian Alat Hidrolisis

Keterangan :

1. Statif dan klem
2. Motor pengaduk
3. Thermometer
4. Kondensor

5. Labu leher tiga
6. Kompor pemanas
7. Selang

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan antara lain ampas tebu, natrium hidroksida (NaOH), kalsium klorida (CaCl₂), asam sulfat (H₂SO₄), dan kalium permanganat (KMnO₄) yang dibeli dari Toko Bahan Kimia UD. Nirwana Abadi yang berlokasi di Rungkut-Surabaya.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Pembuatan Asam Oksalat

Pembuatan asam oksalat pada penelitian ini dilakukan melalui 4 tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan bahan baku (pre-treatment)

Mula-mula ampas tebu di analisa kandungan kadar selulosa sebelum dilanjutkan ke proses pre-treatment. Proses pre-treatment dilakukan dengan menyiapkan ampas tebu sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Ampas tebu dibersihkan dengan air untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Selanjutnya ampas tebu direbus dengan air selama 5 menit. Ampas tebu tersebut selanjutnya dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 30 menit untuk mengurangi kadar airnya. Setelah kering ampas tebu tersebut dihaluskan hingga menjadi serbuk lalu diayak menggunakan screening 100 mesh. Serbuk ampas tebu yang lolos ditimbang sebanyak 30gram.

2. Proses peleburan

Serbuk ampas tebu dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang berisi larutan natrium hidroksida dengan konsentrasi 1,5N; 3N; 4,5N; 6N; 7,5N sebanyak 500 ml. Campuran kedua bahan tersebut dipanaskan selama 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, dan 90 menit dan diaduk menggunakan motor pengaduk dengan kecepatan 250 rpm. Peleburan yang dilakukan memiliki tujuan untuk memisahkan selulosa yang terkandung dalam ampas tebu dengan zat-zat lainnya.

3. Proses pengendapan dan penyaringan

Setelah melalui proses peleburan, campuran kedua bahan didinginkan sampai suhu ruang untuk memudahkan proses penyaringan. Campuran tersebut disaring sehingga diperoleh endapan dan filtrat. Filtrat yang didapatkan ditambahkan dengan larutan kalsium klorida 10% hingga terbentuk endapan kalsium oksalat. Kemudian endapan tersebut disaring kembali untuk memisahkan dari filtratnya.

4. Proses pengasaman

Endapan kalsium oksalat yang diperoleh kemudian ditambahkan dengan asam sulfat 4N sebanyak 100 ml kemudian disaring hingga diperoleh filtrat asam oksalat. Filtrat yang diperoleh dilanjutkan ke tahap analisa hasil.

2.2.2. Analisa Hasil Kadar Asam Oksalat

Filtrat asam oksalat diambil 10 ml kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer, dan ditambahkan dengan asam sulfat 4N sebanyak 10 ml. Larutan tersebut dipanaskan hingga suhu 60-70°C. Saat keadaan panas, larutan dititrasi menggunakan kalium permanganat 0,1N hingga timbul warna merah muda yang tidak hilang selang beberapa waktu. Kadar asam oksalat dapat ditentukan secara kuantitatif dengan rumus:

$$\text{Kadar } (\% v/v) = \frac{(V \times N)_{KMnO_4}}{V_{H_2C_2O_4}} \times 100\% \quad (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisa Bahan Baku Awal

Hasil analisa kadar selulosa dalam ampas tebu yang dilakukan di Laboratorium Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga didapatkan sebesar 40,75%.

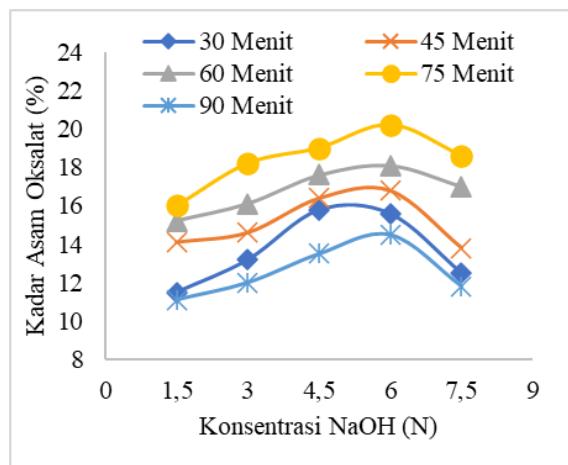
3.2 Hasil Analisa Kadar (%) Asam Oksalat

Kadar asam oksalat pada sampel didapatkan dengan melakukan titrasi permanganometri dan dihitung dengan menggunakan persamaan 1, didapatkan hasil penelitian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa kadar asam oksalat dari ampas tebu pada berbagai waktu peleburan dan konsentrasi NaOH

Waktu Peleburan (Menit)	Konsentrasi NaOH (N)	Kadar Asam Oksalat (%)
30	1,5	11,5
	3	13,2
	4,5	15,8
	6	15,6
	7,5	12,5
	1,5	14,1
45	3	14,6
	4,5	16,4
	6	16,8
	7,5	13,8
	1,5	15,2
	3	16,1
60	4,5	17,6
	6	18,1
	7,5	17,0

75	1,5	16,0
	3	18,2
	4,5	19,0
	6	20,2
	7,5	18,6
90	1,5	11,1
	3	12,0
	4,5	13,5
	6	14,5
	7,5	11,8

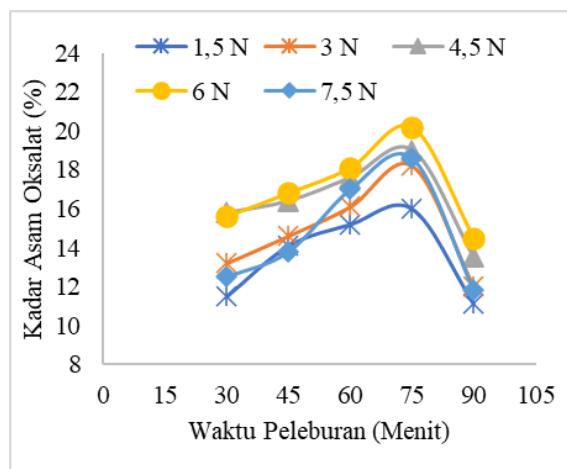


Gambar 2. Hubungan antara kadar asam oksalat dengan konsentrasi NaOH

Pada Tabel 1 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH maka persen kadar asam oksalat yang diperoleh akan semakin tinggi. Tingginya konsentrasi NaOH yang digunakan menyebabkan selulosa yang dapat terhidrolisis juga semakin besar. Berdasarkan data di atas, terlihat pada konsentrasi NaOH 1,5N; 3N; 4,5N; dan 6N kadar asam oksalat yang didapat semakin tinggi, namun pada konsentrasi NaOH 7,5N kadar asam oksalat mengalami penurunan. Penurunan ini dikarenakan adanya komponen lain yang ikut bereaksi sehingga menghasilkan produk samping natrium asetat, H_2O , dan CO_2 yang berakibat pada penurunan kadar asam oksalat. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Adhiksan (2017), yang menyatakan bahwa konsentrasi pelarut yang digunakan berpengaruh terhadap kadar asam oksalat yang diperoleh.

Semakin tinggi konsentrasi pelarut, kadar asam oksalat yang diperoleh juga semakin tinggi, namun konsentrasi pelarut yang terlalu tinggi dapat menyebabkan komponen lain ikut bereaksi yang berakibat pada penurunan kadar asam oksalat. Kadar asam oksalat tertinggi

didapat pada konsentrasi NaOH 6N sebesar 20,2%.



Gambar 3. Hubungan antara kadar asam oksalat dengan waktu peleburan

Pada Tabel 1 dan Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu peleburan maka persen kadar asam oksalat yang diperoleh akan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena semakin lama waktu peleburan maka kontak yang terjadi antar molekul-molekul semakin banyak sehingga kadar asam oksalat yang diperoleh juga semakin tinggi. Berdasarkan data di atas, terlihat pada waktu peleburan 30 menit, 45 menit, 60 menit, dan 75 menit kadar asam oksalat yang didapat semakin tinggi, namun pada waktu peleburan 90 menit kadar asam oksalat mengalami penurunan. Penurunan ini dikarenakan terjadi reaksi lanjut dari asam oksalat yang menyebabkan asam oksalat terurai menjadi asam formiat, CO_2 , CO, dan H_2O .

Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hasibuan & Maulina (2016), yang menyatakan bahwa lama waktu peleburan berpengaruh terhadap kadar asam oksalat yang diperoleh. Semakin lama waktu peleburan, kadar asam oksalat yang diperoleh juga semakin tinggi, namun jika peleburan terus dilakukan akan menyebabkan terjadi reaksi dekarboksilasi asam oksalat yang berakibat pada penurunan kadar asam oksalat. Kadar asam oksalat tertinggi diperoleh pada saat waktu peleburan selama 75 menit dengan kadar asam oksalat sebesar 20,2%.

4. KESIMPULAN

Ampas tebu mengandung selulosa yang cukup tinggi. Selulosa dalam ampas tebu dapat diolah menjadi asam oksalat dengan metode

peleburan alkali. Metode ini merupakan metode yang dapat menghasilkan asam oksalat dengan kadar yang tinggi. Hasil analisa awal kandungan selulosa yang terdapat dalam ampas tebu yaitu sebesar 40,75%. Kadar asam oksalat tertinggi didapatkan pada konsentrasi NaOH 6N dan waktu peleburan 75 menit yaitu sebesar 20,2%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Bapak Gunawan selaku Laboran Laboratorium Riset UPN "Veteran" Jawa Timur dan Ibu Sintha Soraya Santi selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia UPN "Veteran" Jawa Timur untuk fasilitas-fasilitas yang diberikan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiksan, A., Irwan, M., & Sulasih, A. (2017). Hidrolisis Sekam Padi Menjadi Asam Oksalat Menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri*, 1(1), 1-3.
- Afriandi, Akbar, F., & Amri, I. (2015). Studi Kajian Pembuatan Asam Oksalat dengan Variasi Kecepatan Pengadukan dan Lama Waktu Pengadukan dari Bahan Dasar Ampas Tebu. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 3(1), 1-7.
- Angelo, C., Setiawan, A. P., & Poilot, J. F. (2019). Penelitian Ampas Tebu Sebagai Material Pembuatan Papan Untung. *Jurnal Intra*, 7(2), 511-514.
- Atikah. (2017). Pengaruh Oksidator dan Waktu Terhadap Yied Asam Oksalat dari Kulit Pisang dengan Proses Oksidasi Karbohidrat. *Jurnal Redoks*, 2(1), 1-11.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Data Impor Asam Oksalat. <https://www.bps.go.id/exim/>
- Hasibuan, M. H., & Maulina, S. (2016). Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepas Kelapa Sawit Menggunakan Metode Peleburan Alkali. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(3), 44-48.
- Melwita, E., & Kurniadi, E. (2014). Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi H_2SO_4 pada Pembuatan Asam Oksalat dari Tongkol Jagung. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(2), 55-63.
- Retnawati, R. K., Sarlina, I., & Putri, N. P. (2017). Identifikasi Asam Oksalat dari Kelobot (Kulit Jagung). *Journal of*

- Chemical Process Engineering*, 2(1), 23-29.
- Roni, K. A., Rifdah, & Susanto, T. (2020). Pemanfaatan Ampas Tebu Menjadi Pulp dengan Proses Peroksida Alkali. *Jurnal Publikasi Penelitian Terapan dan Kebijakan*, 3(1), 34-39.
- Sulfida, D. (2020). Analisis Ekstrak Selulosa dari Rumput Laut Merah *Hypnea spinella*, *Universitas Islam Negeri Ar-Raniry*.
- Widia, I., & Wathoni, N. (2017). Review Artikel Selulosa Mikrokristal: Isolasi, Karakterisasi, dan Aplikasi dalam Bidang Farmasetik. *Jurnal Farmaka*, 15(2), 127-143.
- Wulan, V. D., & Winata, B. Y. (2021). Pembuatan Asam Oksalat dari Tongkol Jagung dengan Proses Soda. *Journal of Chemical and Process Engineering*, 2(2), 1-5.
- Wulandari, D. J., Yanti, S., & Arliyanti, R. (2021). Pembuatan Asam Oksalat dari Campuran Sekam Padi dan Sabut Kelapa dengan Metode Hidrolisis Alkali. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 2(1), 1-7.