

# Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Sukun Gundul dengan Metode Peleburan Alkali

Brilian Jusuf Priambada, Nida'uddiin Ali, Caecilia Pujiastuti\*, Erwan Adi Saputro, Nurul Widji Triana

Departemen Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya

\*Koresponden email: caecilia.tk@upnjatim.ac.id

Diterima: 1 Maret 2026

Disetujui: 5 Maret 2026

## Abstract

One organic waste product that is still rarely utilized for creating marketable goods is breadfruit peel. Breadfruit peel contains several organic compounds that can be utilized, one of which is cellulose. Therefore, the cellulose present in breadfruit peel has the potential to be used as a raw material in the production of oxalic acid. This research was conducted by synthesizing oxalic acid from breadfruit peel according to SNI (Indonesian National Standard) using the alkali fusion method. The methods in this study were divided into sample preparation, alkali fusion, acidification, precipitation, and crystallization. The variables used in this research were NaOH concentration (2N, 2.5N, 3N, 3.5N, 4N) and stirring speed (300 rpm, 400 rpm, 500 rpm, 600 rpm, 700 rpm). The results showed that the best synthetic oxalic acid was obtained at a NaOH concentration of 3.5N and a stirring speed of 700 rpm, yielding 63.1654% with a purity of 97.88%. The synthesized oxalic acid had a melting point of 189°C and a pH of 1.19. Organoleptically, the resulting synthetic oxalic acid was in the form of a fine, white powder with no odor.

**Keywords:** *breadfruit peel, cellulose, oxalic acid, alkali fusion, fourier transform infrared spectroscopy*

## Abstrak

Salah satu limbah organik yang masih jarang dimanfaatkan sebagai produk bernilai jual yaitu kulit sukun. Kulit sukun mengandung beberapa senyawa organik yang dapat dimanfaatkan salah satunya selulosa. Oleh karena itu, selulosa yang terkandung dalam kulit sukun berpotensi menjadi bahan baku dalam pembuatan asam oksalat. Penelitian ini dilakukan dengan membuat asam oksalat sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia) dari kulit sukun dengan metode peleburan alkali. Metode dalam penelitian ini dibagi menjadi preparasi sampel, peleburan alkali, pengendapan, pengasaman, dan pengkristalan. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu konsentrasi NaOH (2N; 2,5N; 3N; 3,5N; 4N) dan kecepatan putaran pengadukan (300 rpm; 400 rpm; 500 rpm; 600 rpm; 700 rpm). Dari hasil penelitian didapatkan asam oksalat sintesis terbaik pada konsentrasi NaOH 3,5N dan kecepatan putaran pengadukan 700 rpm dengan *yield* sebesar 63,1654% dan kemurnian sebesar 97,88%. Asam oksalat sintesis yang dihasilkan memiliki titik leleh sebesar 189°C dan pH sebesar 1,19. Secara organoleptik, asam oksalat sintesis yang dihasilkan memiliki bentuk serbuk halus, berwarna putih, dan tidak berbau.

**Kata Kunci:** *kulit sukun, selulosa, asam oksalat, peleburan alkali, spektroskopi inframerah transformasi fourier*

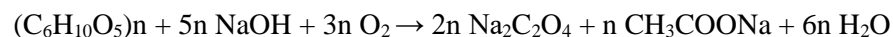
## 1. Pendahuluan

Tanaman Sukun (*Artocarpus altilis*) merupakan tanaman dari golongan *Moraceae* yang tumbuh subur di Indonesia dan sudah banyak dibudidayakan. Di Indonesia buah sukun umumnya diolah menjadi makanan seperti gorengan dan sayuran atau diolah menjadi tepung. Buah sukun memiliki kulit berwarna kuning kehijauan dan bubur krem putih dengan kandungan pati sekitar 20% [1]. Kulit buah sukun memiliki berbagai kandungan kimia seperti hidrokoloidpolisakarida, polifenol, tanin, selulosa, dan senyawa kimia lainnya. Kulit buah sukun mengandung selulosa sebesar 17,59% [2].

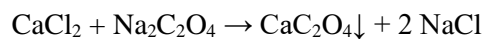
Asam oksalat adalah senyawa asam dikarboksilat sederhana, yang dapat digambarkan dengan rumus HOOC-COOH, dengan masing-masing atom C mengikat satu gugus hidroksil. Senyawa ini memiliki rumus kimia C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Asam oksalat adalah salah satu asam organik yang lebih kuat daripada asam asetat. Asam oksalat adalah kristal putih tak berbau yang dapat larut dalam air dalam keadaan murni. Asam oksalat memiliki berat molekul 126 gram/mol, titik lebur 189°C dan densitas 1,65 gram/ml [3]. Banyak industri menggunakan asam oksalat untuk membuat bahan peledak, membuat zat warna, dan memurnikan gliserol. Asam oksalat juga digunakan sebagai katalis dan reagen dalam skala laboratorium [4].

Dalam penelitian ini, dilakukan pengkajian terhadap pembuatan asam oksalat. Beberapa metode yang digunakan dalam pembuatan asam oksalat meliputi peleburan alkali, oksidasi karbohidrat, serta fermentasi glukosa. Meninjau penelitian dari Kudadiri (2023) mengenai pembuatan asam oksalat dari ampas tebu dengan metode peleburan alkali menggunakan pelarut NaOH. Variabel yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu waktu reaksi dan konsentrasi NaOH. Didapat hasil asam oksalat terbaik yang dihasilkan sebesar 20,2% pada konsentrasi NaOH 6N dan waktu reaksi 75 menit pada suhu 105°C dan kecepatan pengadukan 250 rpm [5]. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Utami (2018) mengenai pembuatan asam oksalat dari sabut siwalan dengan menggunakan metode peleburan alkali menggunakan pelarut NaOH. Variabel yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah konsentrasi NaOH dan waktu reaksi. Didapat hasil asam oksalat terbaik dengan *yield* sebesar 63,311% saat konsentrasi NaOH 20% dan waktu reaksi 100 menit pada suhu 150°C dan kecepatan pengadukan 200 rpm [6].

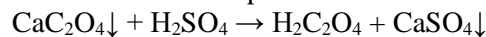
Peleburan alkali yang digunakan dalam penelitian ini banyak digunakan dikarenakan metodenya tergolong mudah dengan konversi sekitar 45%. Alkali kuat yang biasa digunakan adalah natrium hidroksida (NaOH) maupun kalium hidroksida (KOH). Adapun reaksinya sebagai berikut[7] :



Natrium oksalat yang dihasilkan dari proses peleburan akan diendapkan dengan bantuan agen pengendap yaitu kalsium klorida yang akan mengendapkan ion oksalat yang akan membentuk kalsium oksalat dengan reaksi sebagai berikut :



Endapan kalsium oksalat dari proses pengendapan selanjutnya akan diasamkan menggunakan asam kuat berupa asam oksalat, sehingga akan terbentuk reaksi pembentukan asam oksalat :



Penelitian ini melakukan pembaruan pada bahan baku yang digunakan yaitu kulit sukun gundul dan pelarut natrium hidroksida (NaOH) dengan metode peleburan alkali. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memproduksi asam oksalat menggunakan metode peleburan alkali dengan mengacu pada standar SNI yang berlaku. Sehingga dapat memberikan informasi tentang kecepatan pengadukan dan konsentrasi NaOH yang terbaik dalam pembuatan asam oksalat menggunakan metode peleburan alkali serta meningkatkan nilai ekonomis dari limbah kulit sukun.

## 2. Metode Penelitian

### **Bahan**

Bahan utama yang digunakan adalah kulit sukun dari daerah Tuban, Jawa Timur dan bahan pendukung yang digunakan adalah Natrium Hidroksida (NaOH), Kalsium Klorida (CaCl<sub>2</sub>), Aquadest dan Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 98% yang dibeli dari toko bahan kimia UD. Nirwana Abadi.

### **Prosedur**

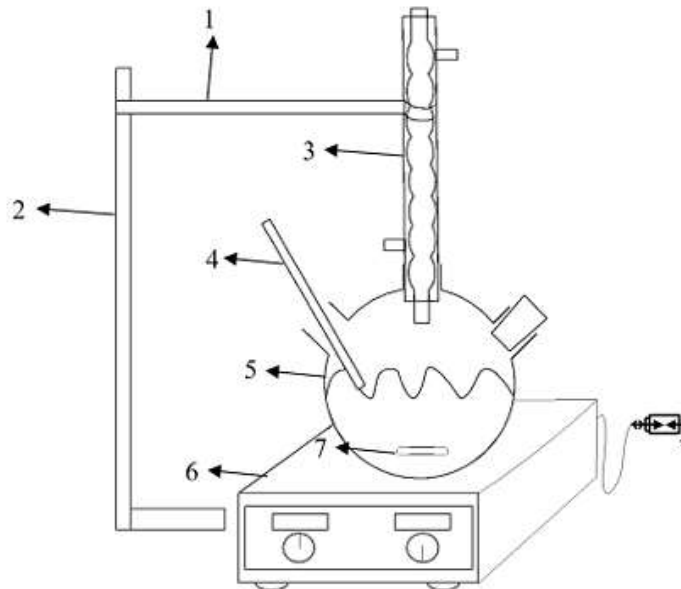
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya. Tahapan penelitian ini dibagi menjadi 5 tahapan yaitu persiapan bahan baku, peleburan alkali, pengendapan, pengasaman, dan pengkristalan.

#### *a. Tahap Persiapan Bahan Baku*

Penelitian ini diawali dengan pengurangan kadar air dari kulit sukun dengan dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C selama 2 jam, kulit sukun kering dihaluskan dan diayak dengan ayakan 60 mesh.

#### *b. Tahap Peleburan Alkali*

Pembuatan asam oksalat diawali dengan 20 gram kulit sukun ukuran 60 mesh dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan ditambahkan larutan NaOH (2 N; 2,5 N; 3 N; 3,5 N; 4 N) sebanyak 250 mL dan dipanaskan dengan suhu 90°C dan dengan waktu 60 menit. Menggunakan kecepatan pengadukan sebesar (300 rpm; 400 rpm; 500 rpm; 600 rpm; 700 rpm).



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Peleburan Alkali

Keterangan : (1) Klem, (2) Statif, (3) Kondensor, (4) *Thermometer*, (5) Labu leher tiga, (6) *Magnetic Stirrer*, (7) *Magnetic Bar*

*c. Tahap Pengendapan dan Penyaringan*

Hasil peleburan alkali didinginkan terlebih dahulu, kemudian disaring dan diambil filtratnya. Filtrat ditambahkan dengan CaCl<sub>2</sub> 10% hingga membentuk endapan kalsium oksalat. Campuran antara endapan dan filtrat disaring untuk diambil endapannya.

*d. Tahap Pengasaman*

Endapan kalsium oksalat hasil penyaringan diasamkan dengan ditambahkan asam sulfat 4N 100 mL. Kemudian hasil pengasaman disaring untuk memisahkan filtrat dan endapan.

*e. Tahap Pengkristalan*

Filtrat dikristalkan dengan cara dipanaskan dengan suhu 70°C selama 5 menit, lalu didiamkan selama 7 hari untuk pembentukan kristal asam oksalat.

**Analisis Hasil**

Asam oksalat sintesis yang dihasilkan dianalisa menggunakan metode *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk mengkonfirmasi asam oksalat yang dihasilkan merupakan asam oksalat standar dengan meninjau gugus yang diperoleh dari absorbansi panjang gelombang senyawa. Uji ini dilakukan di laboratorium Lembaga Ilmu Hayati dan Teknologi Rekayasa, Universitas Airlangga. Asam oksalat sintesis juga diuji titik lelehnya untuk mengkonfirmasi kesesuaian titik leleh dengan asam oksalat standar. Uji ini dilakukan di laboratorium Kimia Organik, Universitas Hasanuddin. Selain itu, dilakukan juga pengujian pH dan organoleptik untuk mengkonfirmasi kesesuaian karakteristik asam oksalat sintesis dengan asam oksalat standar. Untuk mengetahui kemurnian asam oksalat sintesis dilakukan uji titrasi asam-basa menggunakan titran NaOH dengan konsentrasi 2,5 N dan 1 gr Asam Oksalat yang dilarutkan dalam 50 ml air. Kemurnian asam oksalat dapat dihitung secara kuantitatif dengan rumus-rumus berikut:

$$N_{\text{Asam Oksalat}} = \frac{N_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{Asam Oksalat}}} \dots\dots\dots(1)$$

$$m_{\text{Asam Oksalat}} = \frac{N_{\text{Asam Oksalat}} \cdot V_{\text{Asam Oksalat}}}{e} \cdot \frac{Bm}{1000} \dots\dots\dots(2)$$

$$\% \text{ Kemurnian} = \frac{\text{Massa Asam Oksalat}}{\text{Massa Awal}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Dimana N<sub>Asam Oksalat</sub> adalah normalitas asam oksalat (N); N<sub>NaOH</sub> adalah normalitas natrium hidroksida (N); V<sub>NaOH</sub> adalah volume NaOH yang didapatkan saat titrasi (mL); V<sub>Asam Oksalat</sub> adalah volume asam oksalat (mL); m<sub>Asam Oksalat</sub> adalah massa asam oksalat (gr); e adalah nilai ekivalen molar; dan Bm adalah berat molekul (gr/mol).

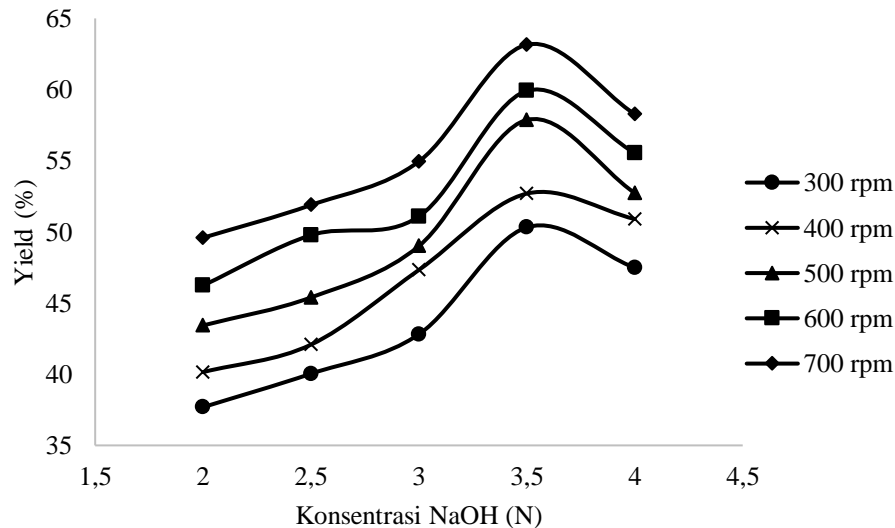
**3. Hasil dan Pembahasan**

Pengujian kadar selulosa dilakukan dengan metode Chesson-Datta. Hal ini bertujuan untuk menghitung kebutuhan NaOH dalam penelitian. Hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium

Pemanfaatan dan Pengolahan Hasil Hutan Universitas Hasanuddin menunjukkan kadar selulosa pada kulit sukun kering sebesar 17,14%.

### Analisis Yield Asam Oksalat

Analisis *yield* dilakukan untuk mengetahui efisiensi proses sintesis asam oksalat. Melalui perhitungan persentase *yield*, tingkat keberhasilan reaksi dan keberadaan faktor-faktor yang menyebabkan kehilangan produk dapat dievaluasi. Berdasarkan hasil analisis laboratorium dan perhitungan, diperoleh data hasil penimbangan dan *yield* pembentukan asam oksalat dari kulit sukun kering dengan metode peleburan alkali. Data ini disajikan dalam grafik berikut:



**Gambar 2.** Grafik Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Kecepatan Pengadukan terhadap *Yield* Asam Oksalat

Berdasarkan **Gambar 2** didapat pengaruh konsentrasi NaOH dan kecepatan pengadukan terhadap *yield* asam oksalat sintesis. Pada **Gambar 2** dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan *yield* asam oksalat seiring penambahan konsentrasi NaOH. Namun, didapat penurunan *yield* dari variabel konsentrasi NaOH 4N. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi NaOH maka asam oksalat yang dihasilkan akan semakin besar [8], tetapi ketika konsentrasi NaOH terlalu tinggi maka akan terbentuk ion-ion logam alkali yang akan mempercepat degradasi alkali selulosa. Konsentrasi NaOH yang terlalu kuat tidak hanya menghilangkan lignin, tetapi juga menguraikan selulosa itu sendiri, mengubahnya menjadi senyawa lain (misalnya asam organik, produk degradasi) sehingga massa selulosa yang tersisa berkurang [9]. Isolasi selulosa yang terbaik dengan proses hidrolisis alkali pada rentang pH 8-10, namun pH yang terlalu basa ( $\text{pH} = >11$ ) akan mengakibatkan degradasi selulosa secara agresif sehingga menurunkan *yield* secara bertahap [10]. Pada **Gambar 2** juga dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan *yield* asam oksalat seiring penambahan kecepatan pengadukan. Hal ini dikarenakan pengadukan yang semakin cepat akan membuat partikel memiliki jarak yang semakin mendekat, menyebabkan gaya tolaknya semakin melemah sedangkan gaya tarik-menariknya semakin kuat. Akibatnya, akan ada kontak dan tumbukan antar partikel yang lebih sering, yang berarti bahwa kontak pereaksi akan meningkat seiring dengan kecepatan pengadukan [11].

Berdasarkan data yang didapat, diperoleh *yield* tertinggi sebesar 63,1564%. Menurut penelitian terdahulu, pembuatan asam oksalat dengan alkali NaOH dari sabut siwalan yang memiliki kadar selulosa sebesar 89,2 % menghasilkan *yield* sebesar 63,311% [6]. Hasil tersebut didapat dengan kondisi kecepatan pengadukan 200 rpm, sedangkan pada penelitian ini menggunakan kecepatan pengadukan sebesar 700 rpm. Hasil yang didapat dari produk telah sesuai karena kecepatan pengadukan saat peleburan alkali lebih besar, meskipun kadar selulosa lebih rendah.

### Analisis Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Kadar asam oksalat dapat diukur menggunakan sebuah alat yang bernama FTIR. FTIR ini menggunakan prinsip penyerapan cahaya dengan suatu zat yang dipancarkan panjang gelombang tertentu oleh cahaya ultraviolet dengan rentang panjang gelombang ultraviolet sebesar 0,75-1000  $\mu\text{m}$ . Cahaya infra merah ini dipancarkan ke sebuah bahan sehingga didapatkan absorbansi dari benda tersebut sehingga dapat didapatkan konsentrasi dari kadar bahan yang diinginkan. FTIR ini juga memiliki kelebihan dimana dapat mendeteksi asam oksalat dengan kadar yang sangat kecil [12]. Analisis spektroskopi FTIR digunakan untuk

menentukan gugus fungsi berdasarkan pada panjang gelombang yang dihasilkan. Beberapa gugus fungsi memiliki panjang gelombang yang berbeda – beda seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 1** sebagai berikut [13].

**Tabel 1.** Panjang Gelombang Beberapa Gugus Fungsi FTIR

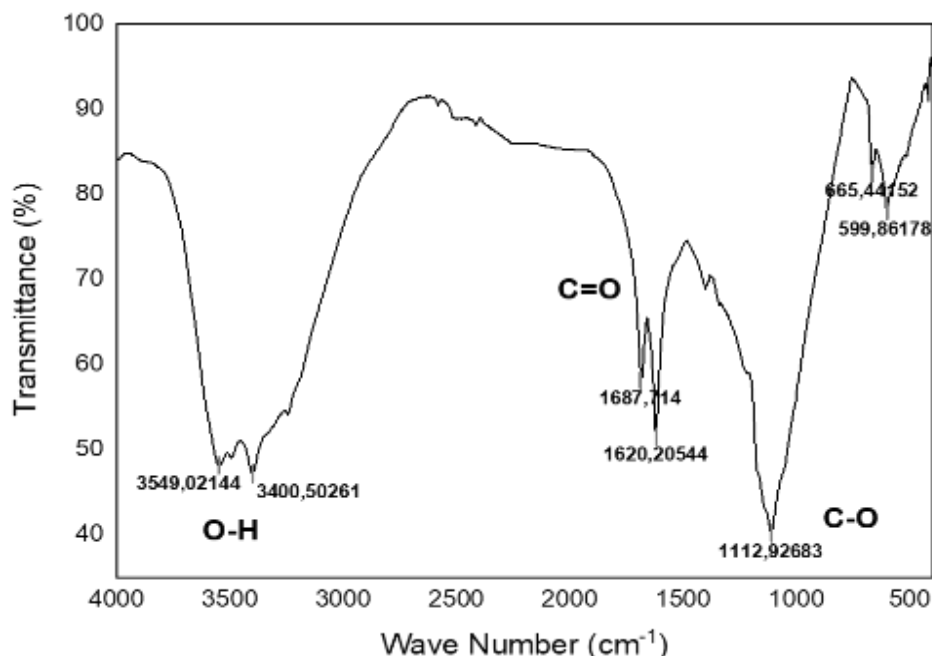
Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Jenis Ikatan
3000 - 3750	regang O-H, N-H
2700 - 3000	regang -CH <sub>3</sub> , -CH <sub>2</sub> -, C-H, C-H aldehyd
2400 - 2100	regang -C≡C-, C≡N
1650 - 1900	regang C=O (asam, aldehyd, keton, amida, ester, anhidrida)
1500 - 1675	regang C=C (aromatik dan alifatik), C=N
1300 - 1475	C-H bending
1050 - 1275	regang C-O (alkohol, ester, eter, asam karboksilat)
650 - 1000	C=C-H, Ar-H bending

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Febriaty (2016) mengenai perbandingan metode hidrolisis asam dan basa tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan asam oksalat, didapat spektrum infra merah untuk asam oksalat standar seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2** berikut [14]:

**Tabel 2.** Spektrum Infra Merah Asam Oksalat Standar

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Jenis Ikatan
3404,1	Gugus hidroksil (O-H)
1687,6	Gugus karbonil (C=O)
1141,8	Gugus karbonil (C-O)
685,4	Daerah <i>fingerpint</i>
599,8	

Data pada **Tabel 2** diatas digunakan sebagai acuan penelitian ini dalam menentukan jenis ikatan dan daerah *fingerpint* pada asam oksalat sintesis



**Gambar 3.** Spektrum FTIR Asam Oksalat Sintesis

Berdasarkan **Gambar 3** spektrum FTIR asam oksalat hasil sintesis dari kulit sukun kering memiliki vibrasi regangan gugus hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3400,50261 cm<sup>-1</sup>, gugus C=O terdapat pada bilangan gelombang 1687,714 cm<sup>-1</sup>, gugus C-O terdapat pada bilangan gelombang 1112,92683 cm<sup>-1</sup>. Hasil yang diperoleh memiliki nilai yang mendekati panjang gelombang asam oksalat standar sehingga

membuktikan bahwa senyawa yang terbentuk adalah asam oksalat. Uji FTIR dilakukan di Laboratorium Lembaga Ilmu Hayati, Teknik, dan Rekayasa Universitas Airlangga.

#### Analisis pH dan Titik Leleh

Asam oksalat sintesis yang dihasilkan memiliki nilai titik leleh sebesar 189°C, dimana hasil yang diperoleh tidak berbeda secara signifikan dengan standar SNI. Hal ini menunjukkan bahwa asam oksalat yang diperoleh telah sesuai dengan standar SNI. Uji titik leleh dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Universitas Hasanuddin. Hasil pengujian pH pada asam oksalat sintesis menunjukkan angka pada rentang 1,19. Hal ini menunjukkan bahwa asam oksalat yang diperoleh telah sesuai dengan standar SNI. Uji pH dilakukan di Laboratorium Material Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur. Kesesuaian data yang didapat terhadap standar SNI ditunjukkan oleh **Tabel 3** berikut [15]:

**Tabel 3.** Perbandingan Asam Oksalat Sintesis dengan Asam Oksalat Standar

Parameter	Asam Oksalat Sintesis	Asam Oksalat SNI
Bentuk	Serbuk Halus	Serbuk Halus
Warna	Putih	Putih
Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau
pH	1,19	1,2
Titik Leleh (°C)	189	189
Kemurnian (%)	97,88	99,4

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, asam oksalat sintesis yang dihasilkan terbukti memenuhi standar baku mutu SNI. Karakterisasi produk menunjukkan kesesuaian melalui serangkaian uji: spektrum FTIR mengkonfirmasi keberadaan gugus fungsi O-H, C=O, dan C-O; nilai pH yang diukur berada dalam rentang asam kuat, yaitu 1,19; serta uji organoleptik menunjukkan bentuk serbuk halus, warna putih, dan tanpa bau; serta produk yang dihasilkan dapat larut sempurna dalam air. Dengan hasil *yield* terbaik sebesar 63,1654% dengan kemurnian 97,88% pada konsentrasi 3,5N NaOH dan kecepatan pengadukan 700 rpm, penelitian ini berhasil memanfaatkan kulit sukun untuk menghasilkan asam oksalat yang memenuhi persyaratan mutu SNI.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Gunawan selaku laboran Laboratorium Riset UPN “Veteran” Jawa Timur. Serta Koordinator Program Studi Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur, Sintha Soraya Santi untuk fasilitas-fasilitas yang diberikan selama penelitian berlangsung

#### 6. Referensi

- [1] A. Prastika, D. H. Vinkarisma, dan S. S. A. Muzakhar, “Diversifikasi Pemanfaatan Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) Menjadi Sereal Sebagai Alternatif Pangan Potensial,” *Jurnal Teknologi Pangan Dan Agroindustri Perkebunan*, vol. 2, no. 1, hlm. 10, Apr 2022.
- [2] S. N. R. Hayati, H. N. Hanifah, dan G. Hadisoebroto, “Uji Efektivitas Adsorpsi Bioadsorben Serbuk Kulit Buah Sukun (*Artocarpus Atilis*) terhadap Logam Berat Seng (Zn) pada Limbah Laboratorium Industri Farmasi,” *Jurnal Sabdariffarma Tahun*, vol. 11, no. 1, hlm. 56, 2022.
- [3] R. E. Kirk dan R. E. Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4 ed., vol. 17. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- [4] F. Yoanda, L. Hakim, R. Mulyawan, R. Dewi, dan R. Nurlaila, “Pembuatan Asam Oksalat dari Sabut Pinang dengan Metode Oksidasi,” *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 11, no. 2, hlm. 230–240, Nov 2022.
- [5] N. K. Z. Kudadiri, S. A. Danarputro, dan L. I. Utami, “Pembuatan Asam Oksalat dari Ampas Tebu dengan Proses Peleburan Alkali,” *Inovasi Teknik Kimia*, vol. 8, no. 4, hlm. 239–244, Okt 2023.
- [6] L. I. Utami, M. R. Hidayatullah, K. R. Cestyadinda, dan K. N. Wahyusi, “Pembuatan Asam Oksalat dari Sabut Siwalan dengan Proses Peleburan Alkali,” *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 12, no. 2, Apr 2018.
- [7] Iriany, A. F. Sitanggang, dan R. D. A. Pohan, “Pembuatan Asam Oksalat dari Alang-Alang (*Imperata Cylindrica*) dengan Metode Peleburan Alkali,” *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 4, no. 1, Mar 2015.
- [8] M. Mufid, A. A. Wibowo, A. S. Suryandari, A. N. Fithriasari, dan P. A. Nastiti, “Sintesis Asam Oksalat dari Limbah Serbuk Kayu Jati (*Tectona Grandis L.F.*) dengan Proses Hidrolisis Alkali,” *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, vol. 2, no. 1, hlm. 17–22, 2018.

- [9] M. M. AL-Rajabi, K. J. En, S. S. Mahmud, dan M. F. Abdullah, "Impact of Alkali Concentration in Delignification Treatment for Cellulose Extraction from Rice Straw," *Jordanian Journal of Engineering and Chemical Industries*, vol. 7, no. 3, hlm. 94–102, 2024.
- [10] H. K. Singh, T. Patil, S. K. Vineeth, S. Das, A. Pramanik, dan S. T. Mhaske, "Isolation of microcrystalline cellulose from corn stover with emphasis on its constituents: Corn cover and corn cob," dalam *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, Jan 2020, hlm. 589–594. doi: 10.1016/j.matpr.2019.12.065.
- [11] H. Utami, S. Br Ginting, dan E. N. Putriani, "Pengaruh kecepatan pengadukan dan waktu reaksi pada sintesis  $\alpha$ -terpineol dari terpenin dengan katalis zeolit alam Lampung teraktivasi," *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri*, vol. 1, no. 1, hlm. 8–14, 2020.
- [12] E. Emawati, D. Indradinata, dan D. Y. Agustina, "Analisis Kadar Oksalat pada Dua Jenis Tanaman Kale (*Brassica Oleracea* var. *Acephala* Dan *Brassica Oleracea* var. *Palmifolia*) dengan Metode Spektrofotometri UV," *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, vol. 7, no. 1, hlm. 38–45, Mar 2022.
- [13] Dachriyanus, *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi Dachriyanus*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK), 2004. Diakses: 9 Februari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <https://akses-sni.bsn.go.id/viewsni/baca/7963>
- [14] I. R. Febriaty dan A. H. Alimuddin, "Perbandingan Metode Hidrolisis Asam dan Basa Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Pembuatan Asam Oksalat," *JKK*, vol. 5, no. 4, hlm. 22–28, 2016.
- [15] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 06-0941:1989 Asam Oksalat Teknis*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 1989.