

PEMBUATAN ASAM OKSALAT DARI LIMBAH KULIT SINGKONG DENGAN PELEBURAN ALKALI

Aldilah Dian Magfiroh*, Wanda Nur Isnayyah, Nurul Widji Triana, Sutiyono Sutiyono
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur, Surabaya, 60294, Indonesia
*Email: 21031010024@student.upnjatim.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan singkong di Indonesia sejauh ini masih berfokus pada bagian umbinya, sementara kulit singkong sering kali hanya menjadi limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal, kulit singkong memiliki kandungan selulosa yang tinggi, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan asam oksalat. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh asam oksalat dengan kadar tertinggi serta menentukan nilai pH yang stabil berdasarkan variasi suhu dan waktu terbaik dalam proses peleburan alkali. Proses pembuatan asam oksalat dari kulit singkong diawali dengan peleburan alkali, di mana serbuk kulit singkong dicampur dengan larutan KOH. Filtrat yang dihasilkan kemudian ditambahkan dengan larutan CaCl_2 10%, lalu endapan yang terbentuk diasamkan menggunakan H_2SO_4 dan disaring untuk memperoleh filtrat asam oksalat. Filtrat tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan metode titrasi permanganometri dan pH meter. Penelitian ini menerapkan variasi suhu sebesar 100, 120, 140, 160, dan 180 °C serta waktu peleburan selama 70, 75, 80, 85, dan 90 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi terbaik diperoleh pada suhu 160 °C dengan waktu peleburan selama 85 menit, menghasilkan kadar asam oksalat sebesar 15,7% dari 5 gram serbuk kulit singkong yang memiliki kadar selulosa sebesar 48,17%.

Kata Kunci: Asam oksalat; KOH; Kulit singkong; Peleburan alkali; Selulosa

Abstract

So far, cassava utilization in Indonesia still focuses on the tuber part, while cassava peel is often only a waste that has not been optimally utilized. Cassava peel has a high cellulose content, so it has the potential to be used as an alternative raw material in the manufacture of oxalic acid. This study aims to obtain oxalic acid with the highest content and determine a stable pH value based on the best temperature and time variations in the alkaline melting process. Making oxalic acid from cassava peel begins with alkaline melting, where cassava peel powder is mixed with KOH solution. The resulting filtrate is then added to a 10% CaCl_2 solution, and the precipitate formed is acidified using H_2SO_4 and filtered to obtain an oxalic acid filtrate. The filtrate was then analyzed using the permanganometric titration method and a pH meter. This study applied temperature variations of 100, 120, 140, 160, and 180 °C and melting times of 70, 75, 80, 85, and 90 minutes. The results showed that the best conditions were obtained at a temperature of 160 °C with a melting time of 85 minutes, producing an oxalic acid content of 15.7% from 5 grams of cassava peel powder with a cellulose content of 48.17%.

Keywords: Alkali melting; Cassava peel; Cellulose; KOH; Oxalic acid

1. PENDAHULUAN

Singkong berasal dari benua Amerika, khususnya Brasil. Tanaman ini juga dikenal dengan nama ilmiah *Manihot esculenta* dan umumnya memiliki panjang

antara 50 hingga 80 cm. Umbi singkong memiliki daging berwarna putih atau kekuningan dan banyak dikonsumsi sebagai sumber karbohidrat, sementara daunnya dimanfaatkan sebagai sayuran. Menurut data

dari Badan Pusat Statistik tahun 2023, jumlah produksi singkong nasional mencapai angka 19 juta ton/tahun dan mengalami peningkatan seiring dengan berjalannya waktu. Kulit singkong mencakup sekitar 20% dari total berat umbi, sehingga setiap satu kilogram umbi akan menghasilkan sekitar 0,2 kg kulit singkong.

Dalam industri makanan, kulit singkong merupakan limbah agroindustri yang cukup melimpah. Komposisi kulit singkong terdiri dari sekitar 57% selulosa dan 22% lignin (Santoso et al., 2012). Besarnya jumlah limbah kulit singkong dan tingginya kandungan selulosa menjadikannya berpotensi sebagai bahan baku alternatif untuk produksi asam oksalat. Di samping itu, permintaan impor asam oksalat di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Sehingga pemanfaatan limbah kulit singkong diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor pada asam oksalat.

Asam oksalat adalah senyawa dikarboksilat di mana setiap atom karbonnya terikat pada satu gugus hidroksil. Senyawa ini dapat dengan mudah mengalami oksidasi total pada suhu tinggi, sehingga terdekomposisi menjadi karbon dioksida (CO_2) dan asam formiat. Asam oksalat memiliki berbagai kegunaan, seperti dalam pembuatan bahan peledak, zat pewarna, industri lilin, serta sebagai bahan kimia untuk keperluan analisis di laboratorium (Febriaty dan Harlia, 2016). Menurut Cinantya (2017), asam oksalat memiliki banyak kegunaan di dunia industri, di antaranya perawatan logam, pelapisan oksalat, anodisasi, pembersihan logam, industri tekstil, dan pewarnaan.

Asam oksalat mempunyai nilai pH yang sangat asam, antara 1–1,2, menunjukkan bahwa produk tersebut memiliki potensi reaktivitas yang tinggi. Kondisi ini dapat mempengaruhi stabilitas kimia produk, di mana pH rendah dapat mempercepat reaksi degradasi pada suhu tinggi. Dengan meningkatnya suhu, laju reaksi kimia juga meningkat, yang dapat mengurangi kualitas produk jika terpapar dalam waktu lama. Oleh karena itu, penting untuk mengontrol pH dan suhu serta melakukan uji stabilitas jangka panjang untuk menjaga kualitas dan stabilitas produk (Perry's, 2019).

Dalam penelitian ini, dilakukan pengkajian terhadap pembuatan asam oksalat. Beberapa metode yang digunakan dalam pembuatan asam oksalat meliputi sintesis dari natrium formiat, fermentasi glukosa, peleburan dengan alkali, serta oksidasi karbohidrat dengan asam nitrat (HNO_3). Meninjau dari penelitian oleh Herdiyansah et al. (2023) mengenai pembuatan asam oksalat dari batang singkong dengan pelarut KOH. Variabel pengubah yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu waktu dan konsentrasi KOH. Kadar selulosa yang dihasilkan dalam penelitian tersebut sebesar 57,04% setelah dilakukan proses pengeringan. Didapatkan hasil terbaik pada kondisi konsentrasi KOH 0,5 N dan waktu pengadukan 75 menit diperoleh kadar asam oksalat sebesar 5,15% dari 40 gram serbuk batang singkong. Terjadi penurunan pada waktu pengadukan 75 menit, hal ini disebabkan

kurang stabilnya suhu pada waktu pengadukan sehingga terjadi penurunan pada waktu tersebut. Semakin lama waktu pengadukan, maka kontak antara partikel-partikel selulosa dan KOH akan semakin lama sehingga hasil yang diperoleh akan semakin meningkat. Sedangkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nurfadila (2017) menggunakan bahan dasar batang pisang kepek yang di dalamnya mengandung senyawa selulosa yang dapat diolah menjadi asam oksalat dengan metode peleburan alkali dengan pelarut NaOH. Variabel pengubah yang digunakan yaitu variasi waktu 60-80 menit dan variasi konsentrasi 3-5 N. Didapatkan kadar selulosa yang dihasilkan pada penelitian tersebut sebesar 63-64%. Setelah dilakukan peleburan, didapatkan hasil terbaik asam oksalat sebesar 6,18% pada suhu pemanasan 98 °C dengan konsentrasi NaOH 4 N. Penelitian ini melakukan pembaruan pada bahan dasar yang digunakan yaitu menggunakan limbah kulit singkong dan pelarut kalium hidroksida (KOH) dengan metode peleburan alkali. Dari beberapa proses yang ada, metode peleburan alkali banyak dilakukan dikarenakan prosesnya tergolong mudah, biayanya terjangkau, serta didapatkan kemurnian yang baik.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Kulit singkong diperoleh dari usaha rumahan pengolahan singkong Ibu Wiwin yang biasanya digunakan sebagai produk makanan samiler di Kota Mojokerto. Bahan kimia yang digunakan antara lain kalium hidroksida (KOH), kalsium klorida (CaCl_2), asam sulfat (H_2SO_4), kalium permanganat (KMnO_4), dan akuades diperoleh dari Toko Kimia Tidar Surabaya.

2.2 Prosedur Kerja

Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset dan Laboratorium Material Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya. Tahapan penelitian dibagi menjadi tiga, yaitu tahap persiapan, peleburan alkali, dan analisis.

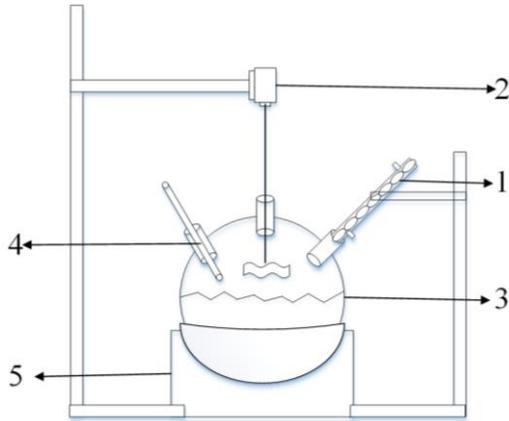
2.2.1 Tahap persiapan bahan

Kulit singkong dibersihkan dengan air untuk menghilangkan kotoran yang menempel, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari dan dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 16 jam (Widyastuti, 2019). Setelah proses pengeringan, kulit singkong digiling hingga halus dan disaring menggunakan ayakan berukuran 50 mesh.

2.2.2 Tahap peleburan alkali

Serbuk kulit singkong sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang berisi larutan KOH dengan konsentrasi 6 N sebanyak 300 mL. Rasio bahan baku dan pelarut 1:60 (b/v) dipilih untuk memastikan bahwa bahan baku terlarut secara optimal, sehingga meningkatkan efisiensi reaksi dan memaksimalkan produksi asam oksalat (Afrizal et al., 2019). Kemudian dipanaskan dengan waktu (70, 75, 80, 85, dan 90 menit) dan suhu (100, 120, 140, 160, dan 180 °C) sambil diaduk dengan kecepatan 300 rpm.

Proses peleburan dilakukan untuk memisahkan selulosa dalam kulit singkong dari senyawa lainnya. Setelah itu, larutan disaring guna memisahkan endapan dari filtrat. Filtrat yang diperoleh kemudian dicampur dengan larutan kalsium klorida 10% hingga terbentuk endapan kalsium oksalat. Endapan tersebut direaksikan dengan 20 mL asam sulfat, lalu disaring kembali untuk mendapatkan filtrat asam oksalat. Rangkaian alat peleburan alkali dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian alat peleburan alkali

Keterangan: (1) Kondensator, (2) Motor berpengaduk, (3) Labu leher tiga, (4) Termometer, (5) Mantel pemanas

2.2.1 Tahap analisis hasil

Sebanyak 10 mL filtrat asam oksalat dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer berkapasitas 250 mL, lalu ditambahkan 10 mL asam sulfat. Larutan tersebut kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 60-70 °C (Kudadiri et al., 2023). Saat dalam kondisi panas, larutan dititrasikan dengan kalium permanganat hingga terbentuk warna merah muda stabil yang tidak segera menghilang. Kadar asam oksalat dapat dihitung secara kuantitatif menggunakan rumus 1:

$$kadar = \frac{(V \times N) KMnO_4}{V H_2C_2O_4} \times 100\% \quad (1)$$

Di mana V KMnO₄ adalah volume KMnO₄ yang didapatkan (mL); N KMnO₄ adalah normalitas larutan KMnO₄; dan V H₂C₂O₄ adalah volume H₂C₂O₄ yang didapatkan (mL).

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis untuk mengukur konsentrasi asam oksalat. Pengujian pH dan spektrofotometri UV-Vis dinilai sudah memadai karena tujuan utama analisis adalah untuk mengkonfirmasi sifat keasaman dan kadar asam oksalat, yang memang sudah dikenal dengan baik. Metode-metode ini juga menawarkan efisiensi waktu, kemudahan pelaksanaan, dan lebih ekonomis dibandingkan dengan FTIR, XRD, atau GC-MS, yang cenderung lebih kompleks dan umumnya diperlukan untuk karakterisasi senyawa yang belum diketahui atau analisis struktural yang lebih mendalam. Analisis kandungan asam oksalat dilakukan di Laboratorium Kimia ITS, Fakultas Sains dan Analitika Data, Departemen Kimia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peleburan alkali bertujuan untuk menghilangkan lignin dan mendapatkan kandungan selulosa untuk dilakukan proses pembuatan asam oksalat. Hasil analisis kandungan selulosa pada kulit singkong yang dilakukan di Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga.

Tabel 1. Kandungan kulit singkong

Kandungan	(%)
Selulosa	48,17
Lignin	2,16

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa kandungan lignin berkurang selama proses pengeringan, sedangkan kandungan selulosa mencapai 48,17%. Hasil tersebut diperoleh karena kulit singkong telah melalui proses pengeringan dengan baik sehingga dapat mengurangi kandungan lignin pada kulit singkong dengan terdegradasinya kandungan selulosa dan lignin melalui pelarut yang digunakan sehingga meningkatkan kemurnian dari selulosa. Semakin tinggi kadar selulosa, maka semakin baik mutu bahan yang digunakan untuk pembuatan selulosa asetat (Kurnia et al., 2023). Selulosa dengan derajat kemurnian α-selulosa < 50 % dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pulp (Kurniasari & Widayanto, 2023).

Adapun perbandingan dari kandungan selulosa dan yield asam oksalat dari berbagai bahan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan kandungan selulosa berbagai bahan

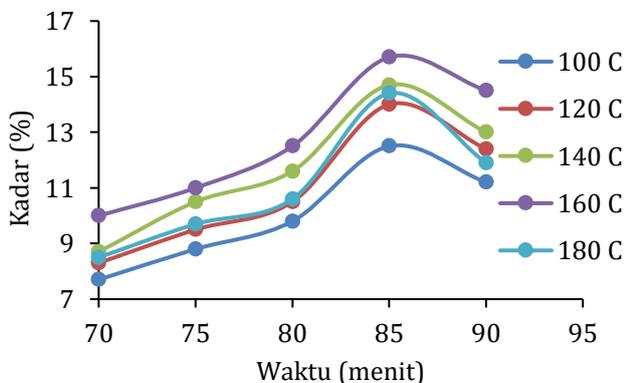
Bahan	Kandungan Selulosa (%)	Yield Asam Oksalat (%)	Metode	Sumber
Kertas	63	6,85	Peleburan alkali	(Nurul & Ramadani, 2017)
Sabut pinang	62,2	8,2	Oksidasi	(Yoanda et al., 2022)
Pelepeh kelapa sawit	31	6,07	Peleburan alkali	(Pandang et al., 2016)

Kandungan selulosa dalam bahan baku merupakan faktor kunci yang mempengaruhi yield asam oksalat yang dihasilkan. Proses dimulai dengan hidrolisis, yaitu pemecahan selulosa menjadi glukosa, yang merupakan bahan dasar untuk membuat asam oksalat. Selulosa memiliki struktur yang kuat, sehingga memerlukan perlakuan khusus, seperti menggunakan NaOH atau KOH dalam metode peleburan alkali, untuk memecah ikatan-ikatannya. Setelah selulosa terurai menjadi glukosa, glukosa ini kemudian mengalami proses oksidasi, di mana hidrogen dihilangkan dan oksigen membantu mengubah glukosa menjadi asam oksalat. Faktor-faktor yang mempengaruhi yield asam oksalat

meliputi konsentrasi alkali, waktu reaksi, dan suhu (Mufid et al., 2018). Dalam penelitian ini, kulit singkong dengan kandungan selulosa sebesar 48,17% menghasilkan yield asam oksalat sebesar 15,7% menggunakan metode peleburan alkali. Hal ini menunjukkan bahwa kadar selulosa yang lebih tinggi berkontribusi pada peningkatan produksi asam oksalat.

3.1 Pengaruh Waktu Terhadap Kadar Asam Oksalat

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa Semakin lama durasi peleburan dengan pelarut KOH, semakin tinggi kadar asam oksalat yang dihasilkan. Pada waktu peleburan 70 hingga 85 menit, kadar asam oksalat yang diperoleh cukup optimal. Namun, ketika peleburan berlangsung hingga 90 menit, kadar asam oksalat justru mengalami penurunan. Penurunan kadar asam oksalat setelah 90 menit peleburan dapat terjadi karena beberapa faktor, antara lain asam oksalat yang terurai pada suhu tinggi, reaksi samping yang mungkin muncul, dan kelebihan KOH yang dapat mengurangi konsentrasinya. Menurut Nurul & Ramadani (2017), semakin lama waktu reaksi, semakin besar jumlah asam oksalat yang dihasilkan. Namun apabila terlalu tinggi, akan menyebabkan asam oksalat terurai kembali menjadi CO₂ dan H₂O (Wiyani et al., 2022). Asam oksalat mulai terdekomposisi pada suhu sekitar 160 °C. Variasi suhu dilakukan hingga 180 °C meskipun asam oksalat terdekomposisi pada suhu di atas 160 °C karena tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memaksimalkan konversi bahan baku menjadi asam oksalat sebelum terjadinya dekomposisi. Bahan baku yang mengandung selulosa tersebut dapat dilebur menggunakan pelarut natrium hidroksida dan kalium hidroksida pada suhu peleburan 100-230 °C (Kudadiri et al., 2023). Pada suhu yang lebih tinggi, reaksi dapat berlangsung lebih cepat dan lebih efisien, menghasilkan lebih banyak asam oksalat dalam waktu yang lebih singkat.

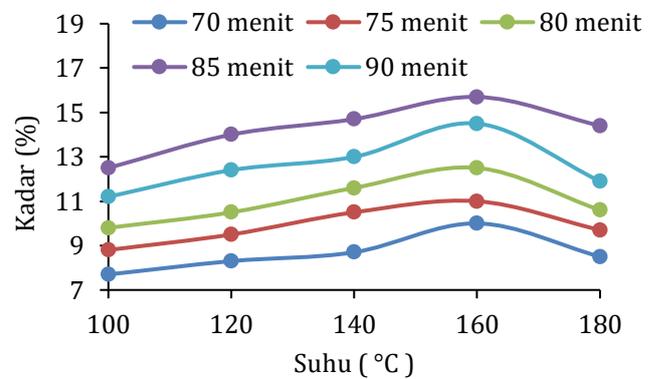


Gambar 2. Pengaruh waktu terhadap kadar asam oksalat pada berbagai suhu peleburan

Pada Gambar 2 terlihat bahwa kadar asam oksalat maksimum sebesar 15,7% dicapai pada waktu 85 menit dengan suhu 160 °C. Kadar asam oksalat terendah ditemukan pada waktu peleburan 70 menit dengan suhu 100 °C, yaitu sebesar 7,7%.

3.2 Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Asam Oksalat

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses peleburan dengan KOH, semakin besar kadar asam oksalat yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa titik maksimum kadar asam oksalat dicapai pada suhu 160 °C dengan waktu reaksi 85 menit, yaitu sebesar 15,7%. Namun, jika suhu terus meningkat, selulosa dapat mengalami kerusakan akibat reaksi dengan larutan, menyebabkan terjadinya reaksi samping. Salah satunya adalah pembentukan furfural, di mana selulosa terdegradasi melalui pemutusan ikatan glikosidik dan reaksi dehidrasi, menghilangkan molekul air. Selain itu, selulosa dapat terurai menjadi asam asetat melalui reaksi hidrolisis dan dekarboksilasi, yang menghilangkan CO₂. Pada suhu yang sangat tinggi, proses karbonisasi juga dapat terjadi pada suhu 300 °C, menghasilkan arang dan senyawa aromatik melalui dehidrasi yang intens. Reaksi-reaksi ini tidak hanya mengurangi yield asam oksalat, tetapi juga menghasilkan produk sampingan yang tidak diinginkan. Akibatnya, selulosa terhidrolisis secara bertahap, sehingga jumlah asam oksalat yang dihasilkan mengalami penurunan (Yoanda et al., 2022).



Gambar 3. Pengaruh suhu terhadap kadar asam oksalat pada berbagai waktu peleburan

Mekanisme hidrolisis selulosa dimulai ketika suhu mencapai sekitar 160 °C, di mana peningkatan energi kinetik molekul selulosa menyebabkan pemutusan ikatan glikosidik. Pada tahap ini, molekul air mulai berinteraksi dengan selulosa, memasuki struktur polimernya. Selanjutnya, molekul air berfungsi sebagai nukleofil, mendekati atom karbon pada ikatan glikosidik yang menjadi lemah. Setelah interaksi ini, ikatan glikosidik terputus, menghasilkan glukosa dan senyawa lainnya. Glukosa yang dihasilkan kemudian dapat mengalami reaksi lebih lanjut, seperti degradasi termal. Proses ini memungkinkan selulosa terurai menjadi monosakarida.

Suhu mempengaruhi kecepatan reaksi, di mana semakin tinggi suhu, semakin besar konstanta kecepatan reaksi. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan asam oksalat mengalami dekomposisi, yang menyebabkan penurunan hasil yang diperoleh. Oleh karena itu, pengendalian suhu reaksi diperlukan agar tetap berada pada kondisi optimal (Nurul & Ramadani, 2017).

3.3 Analisis ANOVA Terhadap Suhu dan Waktu

Berdasarkan hasil analisis ANOVA, pengaruh suhu dan waktu terhadap kadar asam oksalat menunjukkan bahwa suhu memiliki pengaruh yang lebih dominan. Dengan nilai *sum of squares* sebesar 97,876 dan *p-value* yang sangat kecil (0,000137), suhu memberikan kontribusi signifikan terhadap perubahan hasil. Di sisi lain, waktu juga menunjukkan pengaruh yang signifikan dengan nilai *sum of squares* sebesar 34,27 dan *p-value* 0,0000000457, meskipun tidak sebesar pengaruh suhu. Interaksi antara suhu dan waktu tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan (*p-value* 0,726), yang berarti pengaruh suhu tidak tergantung pada waktu. Pengaturan suhu yang tepat sangat penting dalam proses pembuatan asam oksalat untuk memaksimalkan hasil, sementara waktu berkontribusi tetapi tidak sekuat suhu.

3.4 Hasil Analisis pH

Berdasarkan hasil analisis, pH asam oksalat yang diperoleh adalah sebesar 1-1,2. Sedangkan pH asam oksalat standar adalah 1,2. Menurut penelitian Yoanda et al. (2022), rata-rata nilai pH asam oksalat yang dihasilkan dari oksidasi sabut pinang dengan H_2SO_4 adalah sebesar 1,3. Dibuktikan juga dengan penelitian yang dilakukan Herdiyansah et al. (2023) yang mendapatkan pH asam oksalat sintesis sebesar 1. Nilai pH yang sangat mendekati ini menunjukkan bahwa asam oksalat yang dihasilkan melalui penelitian ini memiliki kemurnian tinggi dan sifat asam yang sebanding dengan asam oksalat komersial.

4. KESIMPULAN

Kandungan selulosa yang terdapat di kulit singkong memiliki potensi sebagai bahan pembuatan asam oksalat, di mana waktu dan suhu peleburan berpengaruh pada proses peleburan alkali. Semakin lama durasi peleburan dengan pelarut kalium hidroksida, sampai titik tertentu, semakin tinggi kadar asam oksalat yang dihasilkan. Kondisi terbaik untuk proses peleburan alkali diperoleh pada suhu 160 °C dengan durasi 85 menit, serta menggunakan larutan KOH 6 N, menghasilkan kadar asam oksalat sebesar 15,7%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

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

6. DAFTAR PUSTAKA

Afrizal, M., Gunawan, V. S., Fitriyani, M. N., Atmaja, J. A. J., & Niawanti, H. (2019, November). Pengaruh perbandingan rasio pelarut etanol air terhadap kadar tannin (Averrhoa bilimbi) dengan metode ekstraksi maserasi. In Seminar Nasional Rekayasa Tropis 2024 (Vol. 2, No. 1, pp. 136-141). Badan Pusat Statistik. (2023). Produksi singkong di Indonesia.

Cinantya, P. (2017). Ekstraksi asam oksalat dari tongkol jagung dengan pelarut HNO_3 [Skripsi, Universitas Negeri Semarang]. Repositori Universitas Negeri Semarang.

Febriaty, I. R., & Harlia, A. H. A. (2016). Perbandingan metode hidrolisis asam dan basa tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan asam oksalat. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(4).

Herdiyansah, R., Najabullah, D., & Susilowati, T. (2023). Pengaruh konsentrasi KOH dan waktu pengadukan pada pembuatan asam oksalat dari batang singkong. *Chempro*, 4(1), 1-7.

Kudadiri, N. K. Z., Danarputro, S. A., Utami, L. I., & Astuti, D. H. (2023). Pembuatan asam oksalat dari ampas tebu dengan proses peleburan alkali. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 8(4), 239-244.

Kurnia, Y., Jauhariyah, D., Madiyo, M., Nugraha, Y., Akhmansyah, M., & Widiani, N. (2023). Cassava peel extract as raw materials for making paper: utilization of waste as environmental conservation. *International Journal of Hydrological and Environmental for Sustainability*, 1(3), 160-168.

Kurniasari, A., & Widayatno, T. (2023). Pemanfaatan kulit singkong (Manihot Esculenta) sebagai bahan dasar pembuatan pulp dengan metode titrasi. *Sainteks: Jurnal Sain dan Teknik*, 5(2), 102-110.

Mastuti, E. (2005). Pembuatan asam oksalat dari sekam padi. *Ekuilibrium*, 4(1), 13-17.

Mufid, M., Wibowo, A. A., Suryandari, A. S., Nisaa'Fithriasari, A., & Nastiti, P. A. (2018). Sintesis asam oksalat dari limbah serbuk kayu jati (Tectona grandis lf) dengan proses hidrolisis alkali. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 2(1), 17-22.

Nurfadila, A. (2017). Pembuatan asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dari limbah batang pisang kepok (Musa paradisiacal L.) dengan metode peleburan alkali. *Skripsi S1*.

Nurul, N., & Ramadani, K. (2017). Waktu dan suhu optimum dalam produksi asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dari limbah HVS dengan metode peleburan alkali. *Jurnal Al-Kimia*, 5(1), 39-47.

Pandang, H. M. I., Ambarita, Y. P., & Maulina, S. (2016). Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepeh Kelapa Sawit (Elaeis guineensis) dengan Kalsium Hidroksida. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(1), 40-44.

Perry's, R. H. (2019). *Chemical Engineers' Handbook Edition Ninth*.

Santoso, S. P., Sanjaya, N., & Ayucitra, A. (2012). Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan baku pembuatan Natrium Karbosimetil Selulosa. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11(3), 124-131.

Widyastuti, P. (2019). Pengolahan limbah kulit singkong sebagai bahan bakar bioetanol melalui proses fermentasi. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 11(1), 41-46.

Wiyani, A., Kalla, R., & Suryanto, A. (2022). Pengaruh suhu dan waktu peleburan alkali pada pembuatan asam oksalat dari batang eceng gondok (Eichhornia crassipes). *Jurnal Konstruksi (JK-TIS)*, 1(10), 23-29.

Yoanda, F., Hakim, L., Mulyawan, R., Dewi, R., & Nurlaila, R. (2022). Pembuatan asam oksalat dari sabut pinang dengan metode oksidasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11(2), 230-240.