

KARAKTERISASI ARANG AKTIF TONGKOL JAGUNG BERBASIS METODE REFLUKS DALAM LARUTAN ASAM FOSFAT (H₃PO₄)

Mahyati Latief^{1,*}, Abdul Aziz², Muhammad Yusuf², Zulman Wardi², Nuraeni Umar³, Sirmayanti³, Indrawati^{4,**},
Anugrah Nabil Permana^{4,**}

^{1, 2} Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, 90245

³ Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, 90245

ABSTRACT

This study aim to determine the optimum reflux time and concentration of phosphoric acid solution (H₃PO₄) in the activation process of activated carbon from corncobs, as well as to evaluate the resulting increase in surface area. The use of corncob waste as a source for activated carbon is anticipated to offer both economic benefits and a solution for waste management. Activation is carried out through carbonization using a vertical furnace and continued with chemical activation with variations in reflux time (30, 60, 90, 120, and 150 minutes) with concentrations (15, 25, and 30%). The carbonization process occurs in a vertical furnace at a temperature of 600°C. Characterization analysis of corncob powder is conducted in accordance with SNI No. 06-3730-1995, which includes assessments of water content, ash content, volatile content, pure carbon, and iodine absorption capacity. Additionally, morphological analysis is performed using Scanning Electron Microscopy (SEM). The results showed that the optimum reflux time was 30 minutes and the optimum H₃PO₄ concentration was 30% with an iodine adsorption capacity of 879.41 mg/g, which meets SNI standards. SEM analysis showed significant changes in the pore structure, indicating an increase in the surface area and adsorption quality of activated carbon.

Keywords: *Activated Charcoal, Corn Cob, Reflux Method, Phosphoric Acid*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu refluks dan konsentrasi larutan asam fosfat (H₃PO₄) optimum dalam proses aktivasi karbon aktif dari tongkol jagung, serta mengevaluasi peningkatan luas permukaan yang dihasilkan. Pemanfaatan limbah tongkol jagung sebagai sumber karbon aktif diharapkan dapat memberikan manfaat ekonomi sekaligus solusi pengelolaan limbah. Aktivasi dilakukan melalui karbonisasi menggunakan tungku vertikal dan dilanjutkan dengan aktivasi kimia dengan variasi waktu refluks (30, 60, 90, 120, dan 150 menit) dengan konsentrasi (15, 25, dan 30%). Proses karbonisasi berlangsung dalam tungku vertikal pada suhu 600°C. Analisis karakterisasi serbuk tongkol jagung dilakukan sesuai dengan SNI No. 06-3730-1995, yang meliputi penilaian kadar air, kadar abu, kadar volatil, karbon murni, dan daya serap iodium. Selain itu, analisis morfologi dilakukan menggunakan Mikroskop Elektron Pemindaian (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu refluks optimum adalah 30 menit dan konsentrasi H₃PO₄ optimum adalah 30% dengan kapasitas adsorpsi iodium sebesar 879,41 mg/g, yang memenuhi standar SNI. Analisis SEM menunjukkan perubahan signifikan pada struktur pori, yang menunjukkan peningkatan luas permukaan dan kualitas adsorpsi karbon aktif.

Kata Kunci: *Arang Aktif, Tongkol Jagung, Metode Refluks, Asam Fosfat*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan adsorben seperti arang aktif terus meningkat seiring perkembangan industri, terutama untuk pemurnian air, pengolahan limbah, farmasi, dan pangan [1]. Arang aktif umumnya dihasilkan dari bahan organik kaya karbon melalui proses karbonisasi dan aktivasi [2]. Indonesia memiliki potensi limbah pertanian sangat besar, mencapai 130 juta ton per tahun, salah satunya tongkol jagung sebesar 3,45-4,5 ton per tahun dari total produksi jagung nasional yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif, salah satunya tongkol jagung [2]. Limbah ini masih jarang dimanfaatkan secara optimal, padahal mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam jumlah signifikan [3]. Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa aktivasi kimia dengan H₃PO₄ mampu meningkatkan kualitas arang aktif. Marbun et al. (2022)[4] melaporkan daya serap iodin hingga 843,5 mg/g, sementara Wulandari dan Saputra (2023)[5] menemukan peningkatan luas permukaan dan keteraturan pori. Susanti et al. (2021) [6] juga menunjukkan efektivitas arang aktif tongkol jagung dalam mengadsorpsi logam berat. Namun, metode konvensional seperti perendaman H₃PO₄ selama 24 jam dinilai kurang efisien karena belum mampu

*Korespondensi penulis: mahyatikimia@poliupg.ac.id

**Mahasiswa D3 Analisis Kimia Jurusan Teknik Kimia

mengoptimalkan kapasitas adsorpsi. Oleh sebab itu, diperlukan suatu penelitian dengan menggunakan metode refluks, untuk mengoptimalkan kondisi aktivasi. Dalam penelitian ini, variabel konsentrasi waktu refluks dan konsentrasi H₃PO₄, serta perubahan morfologi pori dievaluasi sebagai indikator tambahan dalam pengujian hasil aktifasi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tongkol jagung sebagai bahan baku arang aktif. Tahapan utama meliputi karbonisasi dan aktivasi kimia. Karbonisasi dilakukan dalam vertical furnace pada suhu 600°C untuk menghasilkan arang dasar. Aktivasi selanjutnya dilakukan dengan metode refluks menggunakan larutan asam fosfat (H₃PO₄ 5%) pada berbagai variasi waktu (30, 60, 90, 120, dan 150 menit) dan konsentrasi (15, 25, 30). Proses pengujian dan karakterisasi pada produk arang aktif meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat volatile, kadar karbon murni dan daya serap iodium (SNI 06-3730-1995).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian melalui proses karbonisasi tongkol jagung, aktivasi arang dengan metode refluks pada variasi waktu dan konsentrasi H₃PO₄, serta uji karakterisasi sesuai SNI 06-3730-1995. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu refluks terbaik adalah 30 menit dengan daya serap iod tertinggi, dan variasi konsentrasi H₃PO₄ (15–30%) menghasilkan arang aktif yang sesuai standar, dengan morfologi terbaik ditunjukkan melalui analisis SEM. Hasil penelitian tersebut di uraikan secara rinci berikut ini:

a. Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air merupakan langkah penting dalam karakterisasi arang aktif untuk menilai sifat higroskopisnya. Arang aktif memiliki kemampuan tinggi menyerap uap air sehingga kadar air harus dijaga seminimal mungkin. Kadar air yang tinggi dapat menurunkan efektivitas daya serap terhadap zat gas maupun cair. Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode gravimetri. Pada penelitian ini, kadar air arang aktif hasil aktivasi H₃PO₄ 5% dengan variasi waktu refluks ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Air Arang Aktif dari Variasi Waktu.

No	Waktu Refluks H ₃ PO ₄ (menit)	Kadar Air (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)	Keterangan
1	30	2,5886		
2	60	2,2673		
3	90	3,1866	15	Memenuhi
4	120	3,6918		
5	150	2,4122		

Tabel 1. menunjukkan bahwa kadar air arang aktif yang telah diaktivasi menggunakan larutan H₃PO₄ 5% dengan variasi waktu refluks sudah sesuai dengan standar mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730 1995, yakni di bawah 15%. Nilai kadar air terendah dicapai pada waktu refluks selama 60 menit dengan kadar air 2,58% sedangkan kadar air arang aktif terhadap aktivator H₃PO₄ dengan variasi konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Konsentrasi Aktivator H₃PO₄ Pada Arang Aktif

No	Konsentrasi Aktivator H ₃ PO ₄ (%)	Kadar Air (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)	Keterangan
1	5	2,5886		
2	15	1,0699		
3	25	2,5701	15	Memenuhi
4	30	5,4563		

Tabel 2. menunjukkan bahwa kadar air pada arang aktif berbahan tongkol jagung yang diaktivasi selama 30 menit dengan variasi konsentrasi H₃PO₄ yaitu 5, 15, 25 dan 30%, sudah sesuai dengan standar mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06- 3730-1995, yakni dibawah 15%, menunjukkan nilai kadar air terendah dicapai pada konsentrasi 15% dengan kadar air 1,06%. Nilai kadar air yang tinggi dapat mempengaruhi luas permukaan dan kemampuan adsorpsi yang mengakibatkan semakin rendahnya kadar air maka kualitas arang aktif semakin baik. Dengan mengetahui kadar air arang aktif, maka tahap selanjutnya adalah menganalisis kadar abu, karena parameter ini juga menjadi indikator penting dalam menentukan kualitas dan kemurnian arang aktif.

b. Penentuan Kadar Abu

Hasil aktivasi arang dari bahan alami tidak hanya tersusun atas senyawa karbon, tetapi juga mengandung mineral dari kadar abu arang aktif sebagai residu pembakaran tanpa nilai kalor. Kandungan abu mencerminkan jumlah mineral dalam arang aktif, dan keberadaannya dapat menyumbat pori-pori sehingga mengurangi luas permukaan serta efektivitas adsorpsi [7]. Kadar abu arang aktif hasil aktivasi dengan larutan H₃PO₄ 5% pada variasi waktu refluks dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Abu Arang Aktif dari Variasi Waktu

No	Waktu Refluks H ₃ PO ₄ (menit)	Kadar Abu (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)	Keterangan
1	30	2,6900		
2	60	3,0306		
3	90	4,2036	10	Memenuhi
4	120	2,6710		
5	150	2,5920		

Tabel 3. menunjukkan bahwa kadar abu arang aktif tongkol jagung yang telah diaktivasi dengan larutan H₃PO₄ 5% dengan variasi waktu refluks telah memenuhi syarat baku mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730- 1995 karena memiliki kadar abu yang kurang dari 10%. Arang aktif yang memiliki kadar abu terendah pada aktivator asam yaitu pada waktu refluks 150 menit dengan kadar abu sebesar 2,59%, sedangkan aktivator dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Abu Arang Aktif dengan Variasi Konsentrasi

No	Konsentrasi Aktivator H ₃ PO ₄ (%)	Kadar Air (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)	Keterangan
1	5	2,600		
2	15	4,0699		
3	25	4,8169	10	Memenuhi
4	30	5,1282		

Pada Tabel 4. Menunjukkan bahwa kadar abu arang aktif tongkol jagung yang telah diaktivasi selama 30 menit dengan variasi konsentrasi aktivator H₃PO₄ yaitu 5, 15, 25 dan 30% telah memenuhi syarat baku mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 karena memiliki kadar abu yang kurang dari 10%. Arang aktif yang memiliki kadar abu terendah pada aktivator asam yaitu pada waktu refluks 5% menit dengan nilai kadar abu 2,69%. Pengujian kadar abu dilakukan dengan memanaskan arang aktif dalam tanur pada suhu 900 °C. Hasil yang diperoleh adalah abu berupa oksida logam yang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan. Penurunan tersebut disebabkan adanya aktivator yang dapat melarutkan oksida-oksida logam, semakin kecil kadar abu yang dihasilkan maka arang aktif akan semakin baik. Setelah mengetahui kadar abu menunjukkan peran aktivator pada kadar abu arang aktif, selanjutnya dilakukan analisis kadar volatil, karena parameter ini berperan penting dalam menentukan kestabilan termal serta kualitas arang aktif yang dihasilkan [8].

c. Penentuan Kadar Volatil Matter

Kadar volatil merupakan bagian yang hilang saat pemanasan, yaitu hasil penguraian senyawa selain air yang masih terdapat dalam arang. yang ikut terlepas . Kadar volatil arang aktif hasil aktivasi dengan H₃PO₄ pada variasi waktu refluks dapat dilihat pada Tabel 5. Pengujian ini bertujuan mengetahui jumlah senyawa yang tidak menguap di tahap karbonisasi dan aktivasi, tetapi dapat menguap pada suhu sekitar 950 °C. Pada suhu diatas 900 °C, akan menguap beberapa senyawa volatile nitrogen dan sulfur [9].

Tabel 5. Kadar Volatil Matter Arang Aktif dari Variasi Waktu

No	Waktu Refluks H ₃ PO ₄ (menit)	Kadar Abu (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)	Keterangan
1	30	1,5020		
2	60	1,4371		
3	90	1,2498	25	Memenuhi
4	120	1,4319		
5	150	1,5577		

Tabel 5. menunjukkan bahwa kadar volatil arang aktif tongkol jagung yang telah diaktivasi dengan larutan H₃PO₄ 5% variasi waktu refluks, telah memenuhi syarat baku mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 karena memiliki kadar volatil yang kurang dari 25%. arang aktif yang memiliki kadar volatil terendah yaitu pada waktu refluks 90 menit dengan kadar volatile metter 1,25%. Sedangkan kadar volatil arang aktif terhadap aktivator H₃PO₄ dengan variasi konsentrasi aktivator dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kadar Volatil Matter Arang Aktif dari Variasi Konsentrasi

No	Konsentrasi Aktivator H ₃ PO ₄ (%)	Kadar Volatil (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)	Keterangan
1	5	1,5020		
2	15	1,0208		
3	25	1,0901	25	Memenuhi
4	30	1,0350		

Tabel 6. menunjukkan bahwa kadar volatil arang aktif tongkol jagung yang telah diaktivasi selama 30 menit dengan variasi waktu konsentrasi 5, 15, 25 dan 30% telah memenuhi syarat baku mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 karena memiliki kadar volatil yang kurang dari 25%. arang aktif yang memiliki kadar volatil terendah yaitu pada konsetrasi aktivator 15% dengan kandar volatil metter 1,02%. Komponen yang terdapat dalam arang aktif adalah air, abu, karbon terikat, nitrogen, dan sulfur. Besarnya kadar zat mudah menguap mengarah kepada kemampuan daya serap arang aktif, sehingga semakin kecil zat mudah menguap arang aktif, maka semakin baik arang aktif dalam adsorban logam berat. Selanjutnya, dilakukan analisis kadar karbon total, karena parameter ini menjadi penentu utama kualitas arang aktif serta berhubungan langsung dengan kemampuan adsorpsinya [9].

d. Penentuan Kadar Karbon Total

Penentuan kadar karbon aktif murni bertujuan mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi dan aktivasi, di mana semakin tinggi nilainya maka semakin baik kualitas arang aktif sebagai adsorben Nilai karbon murni diperoleh dengan mengurangi kadar abu dan kadar volatil, namun peningkatan suhu karbonisasi dapat menurunkan kadar karbon aktif murni. Kandungan karbon murni juga dipengaruhi oleh besarnya kadar abu dan

zat volatil pada arang aktif yang dihasilkan [9]. Kadar karbon aktif murni arang aktif dengan variasi waktu refluks dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar Karbon Murni Arang Aktif dari Variasi Waktu

No	Waktu Refluks H ₃ PO ₄ (menit)	Kadar Karbon Murni (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)	Keterangan
1	30	93,2204		
2	60	93,2650		
3	90	91,3600	65	Memenuhi
4	120	92,2053		
5	150	93,4381		

Tabel 7. menunjukkan bahwa kadar karbon aktif murni arang aktif tongkol jagung yang telah diaktivasi dengan larutan H₃PO₄ 5% dengan variasi waktu refluks telah memenuhi syarat baku mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 karena memiliki kadar karbon aktif murni yang melebihi dari 65%. arang aktif yang memiliki kadar karbon aktif murni tertinggi pada variasi waktu yaitu pada waktu refluks 120 menit dengan kadar karbon sebesar 95,21%. Sedangkan kadar karbon aktif murni arang aktif dengan variasi konsentrasi aktivator dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Kadar Karbon Murni Arang Aktif dari Variasi Konsentrasi

No	Konsentrasi Aktivator H ₃ PO ₄ (%)	Kadar Karbon Murni (%)	SNI No. 06-3730-1995 (%)	Keterangan
1	5	93,2204		
2	15	93,1577		
3	25	91,5220	65	Memenuhi
4	30	88,3805		

Tabel 8. menunjukkan bahwa kadar karbon aktif murni arang aktif tongkol jagung yang telah diaktivasi selama 30 menit dengan Aktifator H₃PO₄ telah memenuhi syarat baku mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 karena memiliki kadar karbon aktif murni yang melebihi dari 65%. arang aktif yang memiliki kadar karbon aktif murni tertinggi pada variasi konsentrasi yaitu pada konsentrasi 5% dengan nilai kadar karbon murni sebesar 93,22%.

Tinggi rendahnya kadar karbon aktif murni yang dihasilkan dipengaruhi oleh kandungan kadar zat terbang dan kadar abu karbon aktif. Kadar karbon aktif murni arang aktif yang diperoleh dari variasi waktu berkisar antara 94-95% sedangkan untuk variasi konsentrasi berkisar antara 93-94%. Berdasarkan SNI 06-3730-1995 bahwa kadar karbon aktif murni arang aktif adalah minimal 65%. Semua perlakuan kadar karbon aktif murni arang aktif tongkol jagung memenuhi standar yang ditetapkan dalam SNI. Semakin tinggi kadar karbon aktif murni makin baik kualitas arang aktif karena akan menghasilkan nilai kalor sebanyak 32, 754 MJ/ kg. Setelah mengetahui kadar karbon murni, tahap berikutnya adalah menganalisis daya serap iod, karena parameter ini menjadi indikator utama untuk menilai kemampuan adsorpsi arang aktif terhadap molekul berukuran kecil. Selain itu, hasil uji daya serap iod juga berfungsi sebagai indikator penentu sampel terbaik yang akan dilanjutkan pada analisis morfologi menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM).

e. Penentuan Daya Serap Iod

Penentuan serap iodin dilakukan untuk mengukur kapasitas adsorpsi arang aktif terhadap molekul larutan yang memiliki sifat berwarna dan berbau. Nilai daya serap iodin diperoleh melalui analisis konsentrasi iodin dalam filtrat setelah proses kontak antara larutan iodin dan arang aktif. Daya serap iod dengan variasi waktu refluks dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Daya Serap Iod Arang Aktif dari Variasi Waktu

No	Waktu Refluks H ₃ PO ₄ (menit)	Daya Serap Iod (mg/g)	SNI No. 06-3730-1995 (%)	Keterangan
1	30	511,932		
2	60	413,275		
3	90	326,195	750	Belum
4	120	501,530		Memenuhi
5	150	439,109		

Tabel 9. menunjukkan bahwa daya serap iod arang aktif tongkol jagung yang telah diaktivasi dengan larutan H₃PO₄ dengan konsentrasi 5% dengan variasi waktu refluks belum memenuhi syarat baku mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06- 3730- 1995 karena memiliki daya serap iod kurang dari 750 mg/g. Arang aktif yang memiliki daya serap iod tertinggi pada aktivator asam yaitu pada waktu refluks 30 menit dengan daya serap iod sebesar 511,93 mg/g, dengan demikian waktu refluks 30 menit menjadi waktu terbaik dalam proses aktivasi arang aktif tongkol jagung dengan larutan H₃PO₄ dikarenakan memenuhi standar dalam beberapa parameter dan mendapatkan nilai daya serap iod yang tertinggi disbanding dengan waktu refluks yang lain. Sedangkan daya serap iod dengan variasi konsentrasi aktivator dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Daya Serap Iod Arang Aktif dari Variasi Konsentrasi

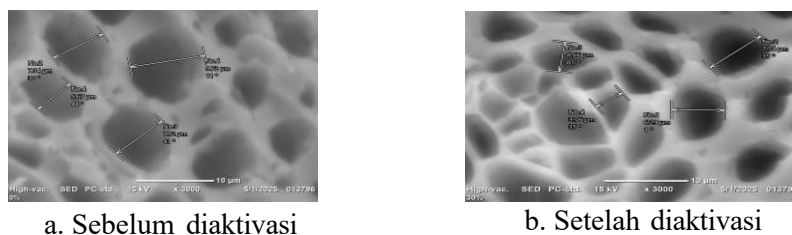
No	Konsentrasi Aktivator H ₃ PO ₄ (%)	Daya Serap Iod (mg/g)	SNI No. 06-3730-1995 (%)	Keterangan
1	5	511,932		
2	15	635,000		
3	25	683,469	750	Memenuhi
4	30	879,410		

Tabel 10. menunjukkan bahwa daya serap iod arang aktif tongkol jagung yang telah diaktivasi selama 30 menit dengan variasi konsetrasi larutan H₃PO₄ ada yang memenuhi syarat baku mutu arang aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 karena memiliki daya serap iod lebih dari 750 mg/g. Arang aktif yang memiliki daya serap iod tertinggi yang di aktivasi selama 30 menit dengan konsetrasi larutan H₃PO₄ 30% daya serap iod sebesar 879,41mg/g. Daya serap iodin pada arang aktif dapat tidak memenuhi standar yang ditetapkan karena dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti struktur pori yang kurang berkembang sehingga mengurangi luas permukaan spesifik, proses aktivasi yang tidak optimal akibat suhu, waktu, atau jenis aktivator yang tidak sesuai, kandungan abu yang tinggi yang menyumbat pori-pori aktif, kadar zat terbang yang masih tinggi yang menutupi permukaan pori, kadar air berlebih yang dapat mengisi pori-pori dan bersaing dengan molekul iodin dalam proses adsorpsi, serta kontaminasi kimia atau pencucian yang tidak bersih yang meninggalkan residu pengotor yang menurunkan kemampuan adsorpsi [9].

Daya serap iod arang aktif yang diperoleh dari variasi waktu berkisar antara 325-511mg/g. Sedangkan pada variasi konstansi berkisar antara 511-870 mg/g. Berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 bahwa daya serap iod arang aktif adalah minimal 750 mg/g, sehingga hanya pada konstetrasi 30% yang mencapai standar SNI [10].

e. Perbandingan Morfologi Pori Berdasarkan Analisis SEM

Analisis morfologi permukaan arang aktif dilakukan dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk mengamati perubahan struktur pori dari data hasil penelitian, sebelum dan setelah aktivasi larutan H_3PO_4 seperti pada gambar 1.



Gambar 4.11 Morfologi arang aktif sebelum dan sesudah aktivasi larutan H_3PO_4 .

Pada arang sebelum aktivasi, permukaan terlihat padat dan halus tanpa pori terbuka yang jelas, sehingga luas permukaan spesifik relatif rendah, hanya berkisar $10\text{--}50\text{ m}^2/\text{g}$ [11]. Kondisi ini merupakan akibat dari proses karbonisasi tanpa aktivasi yang menyebabkan pori-pori tertutup atau hilang karena peleburan antar partikel [11].

Setelah melalui proses aktivasi, permukaan arang berubah menjadi lebih terbuka dan berpori dengan pori-pori makro berukuran $1\text{--}4\text{ }\mu\text{m}$. Struktur ini menunjukkan peningkatan luas permukaan signifikan hingga $600\text{--}1200\text{ m}^2/\text{g}$ sehingga arang teraktivasi lebih unggul untuk diaplikasikan sebagai adsorben, katalis, maupun media [12].

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tongkol jagung berpotensi sebagai bahan baku arang aktif dengan kualitas yang memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Waktu refluks optimum diperoleh pada 30 menit dengan konsentrasi H_3PO_4 30%, menghasilkan daya serap iodin sebesar $879,41\text{ mg/g}$. Analisis SEM memperlihatkan peningkatan jumlah dan keteraturan pori, yang berkontribusi pada peningkatan luas permukaan serta kapasitas adsorpsi. Dengan demikian, metode aktivasi refluks menggunakan H_3PO_4 efektif dalam meningkatkan karakteristik arang aktif tongkol jagung.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pimpinan Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya ketua Jurusan Teknik Kimia atas fasilitas laboratorium yang diberikan, serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mian, M. M., Zhang, Y., & Zhang, W., 2025, Recent advances in activated carbon driven PFAS removal: Structure adsorption relationship and new adsorption mechanisms. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 19(7), 117.
- [2] Kompasiana, 2024, *Inovasi Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Menjadi Biochar Sebagai Adsorben SlowRelease Fertilizer*.
- [3] Mahyati, 2017, "Komposisi tongkol jagung sebagai bahan baku arang aktif," *Jurnal Teknologi Kimia*, vol. 8, no. 2, pp. 45–52.
- [4] Marbun, J., Siahaan, T., dan Naibaho, D., 2022, "Aktivasi arang aktif tongkol jagung dengan H_3PO_4 ," *Jurnal Kimia Terapan*, vol. 11, no. 3, pp. 101–108.
- [5] Wulandari, D., dan Saputra, R., 2023, "Pengaruh konsentrasi H_3PO_4 terhadap luas permukaan arang aktif," *Indonesian Journal of Chemical Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 55–63.
- [6] Susanti, R., Kurniawan, A., dan Hidayat, F., 2021, "Pemanfaatan arang aktif tongkol jagung untuk adsorpsi logam berat," *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, vol. 15, no. 1, pp. 12–19
- [7] Kusriani, H., dkk, 2017, *Komposisi Kimia Tongkol Jagung*. Makassar: Universitas Hasanuddin.

- [8] González, J. F., Román, S., Encinar, J. M., & Martínez, G., 2009, Pyrolysis of various biomass residues and char utilization for the production of activated carbons. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 85(1-2), 134-141.
- [9] ASTM D3175 – 20, 2021, Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke
- [10] A. Rahman, 2018, Penentuan Kadar Karbon Terikat pada Karbon Aktif dari Bahan Alamiah, *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, vol. 3, no. 2, pp. 112–118
- [11] Zhang, F., et al., 2015, Preparation of activated carbon from bamboo by phosphoric acid activation and its application in the adsorption of methylene blue, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 52, 132-140
- [12] Molina-Sabio, M., & Rodríguez-Reinoso, F., 2004, Role of chemical activation in the development of carbon porosity. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 241(1-3), 15-25