

KARAKTERISASI DAN PENENTUAN LUAS PERMUKAAN ARANG AKTIF KAYU MAHONI HASIL SONIKASI DALAM LARUTAN ASAM FOSFAT

Abdul Azis^{1,*}, Lasire², Dinda Puspita^{3,**}, Sri Devi⁴

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

^{3,4} Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

Research on the manufacture of activated charcoal from mahogany wood waste was carried out to support the PNUP Research RENSTRA for 2021-2025, especially on the theme of Exploration Technology for Potential New Materials. This study aims to determine the optimum sonication time and temperature based on the characteristics of the activated charcoal produced and determine the optimum surface area of activated charcoal. Activation of mahogany charcoal was carried out by sonication process in 5% H₃PO₄ solution. Sonication was carried out with variations in sonication time (25, 35, 45, 55, and 65 minutes), and variations in sonication temperature (30, 40, 50, 60, and 70°C). Characterization of activated charcoal based on SNI 06-3730-1995 includes water content, ash content, volatile content, carbon content, and iodine absorption. Determination of the surface area of activated charcoal under optimum conditions was carried out using the BET method. The optimum time and temperature for deep sonication in the manufacture of activated charcoal is 65 minutes and 60°C where the best activated charcoal produced has the characteristics: water content 1.28%, ash content 2.2%, volatile content 3.11%, carbon content 93.41 %, iodine absorption 127.95 mg/g, and a surface area of 105.492 cm²/g.

Keywords: Mahogany, Activated Charcoal, Sonication, 5% H₃PO₄ Solution, Characteristics

ABSTRAK

Penelitian tentang pembuatan arang aktif dari limbah kayu pohon mahoni dilakukan untuk mendukung RENSTRA Penelitian PNUP tahun 2021-2025 khususnya pada tema Teknologi Eksplorasi Potensi Material Baru. Penelitian ini bertujuan menentukan waktu dan suhu sonikasi optimum berdasarkan karakteristik arang aktif yang dihasilkan dan menentukan luas permukaan arang aktif optimum. Aktivasi arang kayu mahoni dilakukan dengan proses sonikasi dalam larutan H₃PO₄ 5%. Sonikasi dilakukan dengan variasi waktu sonikasi (25, 35, 45, 55, dan 65 menit), dan variasi suhu sonikasi (30, 40, 50, 60, dan 70°C). Karakterisasi arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 meliputi kadar air, kadar abu, kadar volatil, kadar karbon, dan daya serap Iod. Penentuan luas permukaan arang aktif hasil konsidi optimum dilakukan dengan metode BET. Waktu dan suhu optimum sonikasi dalam pada pembuatan arang aktif adalah 65 menit dan 60°C dimana arang aktif terbaik yang dihasilkan memiliki karakteristik: kadar air 1,28%, kadar abu 2,2%, kadar volatil 3,11%, kadar karbon 93,41%, daya serap Iod 127,95 mg/g, dan luas permukaan 105,492 cm²/g.

Kata Kunci: Kulit buah mahoni, Arang aktif, Sonikasi, Larutan H₃PO₄ 5%, Karakteristik.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan berkelanjutan atau *sustainable development* adalah proses pembangunan yang memaksimalkan sumber daya alam yang tersedia dan diolah manusia dengan pembangunan. TPB/SDGs merupakan komitmen global dan nasional dalam upaya untuk menyejahterakan masyarakat mencakup 17 tujuan, salah satu diantaranya adalah pengelolaan limbah dan pengurangan sampah. Hal tersebut menuntut berbagai inovasi seperti pembuatan material yang efektif untuk pengolahan limbah sebagai suatu material maju. Material maju merupakan salah satu bidang yang menjadi fokus riset pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang sebagaimana tercantum dalam RENSTRA Penelitian PNUP tahun 2021-2025 [1]. Penelitian tentang pembuatan arang aktif dari limbah kayu pohon mahoni dilakukan untuk mendukung Renstra tersebut khususnya pada tema Teknologi Eksplorasi Potensi Material Baru. Salah satu material yang dapat digolongkan sebagai material maju adalah arang aktif, karena arang aktif digunakan untuk menyelesaikan masalah lingkungan, baik yang timbul secara alamiah maupun oleh berbagai aktivitas manusia, antara lain dari sektor industri. Menurut Direktorat Perdagangan Departemen Perdagangan RI saat ini Indonesia masih mengimport arang aktif sebesar 12.250 ton/th [2]. Sehingga

* Korespondensi penulis: Abdul Azis, email abdul_azis@poliupg.ac.id

** Mahasiswa Program Diploma Tiga (D3)

pembuatan arang aktif dari kayu mahoni mempunyai prospek yang sangat cerah bagi perkembangan industri yang dalam prosesnya menggunakan arang aktif.

Secara garis besar, aktivasi arang aktif dapat dilakukan dengan cara fisika dan kimia. Pengaktifan secara fisika pada dasarnya dilakukan dengan cara memanaskan bahan baku pada suhu yang cukup tinggi (600-900°C) pada kondisi oksigen terbatas, kemudian pada suhu tinggi tersebut dialirkan media pengaktif seperti uap air dan CO₂. Sedangkan pada pengaktifan secara kimiawi, bahan baku sebelum dipanaskan dicampur dengan bahan kimia tertentu seperti H₃PO₄, NaOH, K₂CO₃, KOH dan lain sebagainya. Biasanya pengaktifan secara kimiawi tidak membutuhkan suhu tinggi tapi memerlukan tahap pencucian setelah pengaktifan untuk menghilangkan sisa-sisa bahan kimia yang dipakai.

Metode Sonikasi merupakan metode dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik dimana generator listrik ultrasonik akan membuat sinyal listrik kemudian diubah menjadi getaran fisik sehingga memiliki efek sangat kuat yang disebut dengan efek kavitasi pada larutan yang menyebabkan pecahnya molekul-molekul larutan tersebut [3]. Beberapa keunggulan sonikasi yaitu dapat digunakan untuk mempercepat pembubaran dengan cara memecah interaksi antar molekul serta menganalisis dinamika molekular dan kinetika reaksi pada pembelahan molekul, ini sangat berguna ketika tidak memungkinkan untuk mengaduk sampel. Selain itu sonikasi juga dapat digunakan untuk menghilangkan gas-gas terlarut dari cairan (*degassing*) dengan cara *sonicating* cairan saat berada di bawah ruang yang hampa. Penelitian ini bertujuan 1) menentukan waktu dan suhu optimum sonikasi dalam larutan asam fosfat pada proses aktivasi arang kayu mahoni berdasarkan SNI 06-3730-1995 tentang Baku Mutu Arang Aktif Teknis yang meliputi uji kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, kadar karbon, dan daya serap iodin, dan 2) menentukan luas permukaan arang aktif kayu mahoni hasil aktivasi sonikasi dengan metode BET (Brunaur Emmett and Teller). Adapun kualitas arang aktif berdasarkan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730- 1995 tentang arang aktif teknis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik Arang Aktif Teknis Berdasarkan SNI 06-3730-1995

No.	Uraian	Satuan	Persyaratan
1.	Kadar Air	%	Max 4,4
2.	Kadar Abu	%	Max 2,5
3.	Kadar Zat Terbang	%	Max 15
4.	Kadar Karbon Murni	%	Min 80
5.	Daya Serap terhadap <i>Iodine</i>	mg/g	Min 750
6.	Daya Serap terhadap Benzena	%	Min 25
7.	Daya Serap <i>Methyle Blue</i>	ml/g	Min 60
8.	Kerapatan Jenis Cura	ml/g	Min 0,45-0,55
9.	Lolos Ukuran Mesh 325%	%	-
10.	Jarak Mesh %	-	90
11.	Kekerasan %	-	80

Sumber: Rosdelima, 2014 [4]

Penelitian ini merupakan inovasi terhadap penelitian yang telah dilakukan beberapa peneliti sebelumnya, antara lain oleh Sahara dkk. 2017, tentang optimasi waktu aktivasi dan karakterisasi arang aktif dari batang tanaman gunitir menggunakan aktivator NaOH, dimana proses aktivasi dilakukan dengan perendaman pada variasi waktu 12-36 jam. Waktu optimum yang diperoleh pada penelitian tersebut adalah 24 jam [5]. Penelitian mengenai pengaruh ukuran partikel arang sekam padi dan waktu refluks terhadap kadar abu dan daya serap terhadap *Methylene blue* menyimpulkan bahwa ukuran partikel yang optimum adalah 200 mesh [6]. Penelitian mengenai pembuatan arang aktif dari kulit buah mahoni dengan perendaman H₃PO₄ dengan konsentrasi optimum adalah 2,5% selama 10 jam [7].

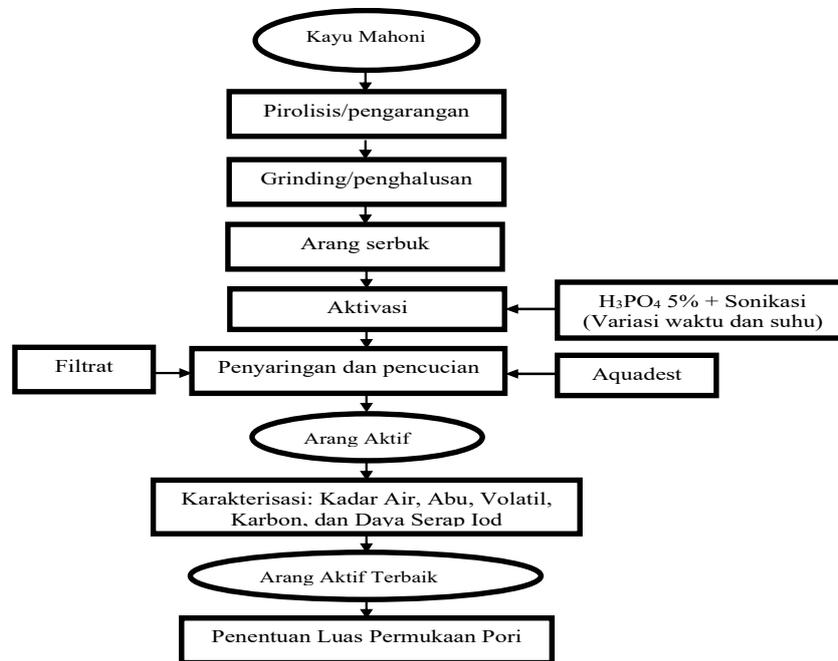
2. METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit kelapa muda, aquadest, aquabidest, H₂SO₄ 98%, NaOH 2.5%, HgSO₄, Ag₂SO₄, Na₂S₂O₃ 0.1N, I₂ 0,1N, K₂Cr₂O₇ 0.25N, (NH₄)₂Fe(SO₄)₂ 0,25N, indikator ferroin dan indikator amilum 1%, larutan MnSO₄, larutan buffer fosfat, larutan MgSO₄, benih, larutan CaCl₂, larutan FeCl₃, larutan alkali iodida azida, kertas saring biasa, kertas saring *whatman* no.41.

Alat-alat yang digunakan yaitu alat pengkarbonan, ayakan 12 *mesh*, cawan porselin, gelas kimia, pipet volume, pipet ukur, buret, labu takar, erlenmeyer, spatula, corong kaca, gegep, talang, bulb, oven, tanur, desikator, neraca analitik, rangkaian alat refluks, dan multimedia filter, rangkaian alat BET.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yakni: 1) pembuatan karbon ranting kayu mahoni

melalui proses karbonisasi/pirolisis; 2) aktivasi karbon dengan proses sonikasi-asam fosfat 5% dengan variasi waktu 25, 35, 45, 55 dan 65 menit; 3) karakterisasi karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 (kadar air, kadar abu, kadar volatil, kadar karbon, daya serap iod); dan 4) penentuan luas permukaan karbon aktif terbaik dari tahap ketiga dengan metode BET (Breauer Emmet Teller). Diagram alir prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Pembuatan Arang Aktif Kayu Mahoni

Beberapa rumus perhitungan digunakan dalam karakterisasi arang aktif kayu mahoni yakni rumus perhitungan kadar air (persamaan 1), rumus perhitungan kadar abu (persamaan 2), rumus perhitungan kadar volatil (persamaan 3), rumus perhitungan kadar karbon (persamaan 4), dan rumus perhitungan daya serap Iod (persamaan 5).

$$\text{Kadar Air} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Kadar Abu} = \frac{w2-w0}{w1-w0} \times 100\dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Kadar Volatil} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Kadar Karbon} = 100\% - (\text{kadar air} + \text{kadar Volatil} + \text{kadar abu}) \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Daya Serap Iod} = \frac{(vb-vs) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 126,93}{a} \text{ fp} \dots\dots\dots(5)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

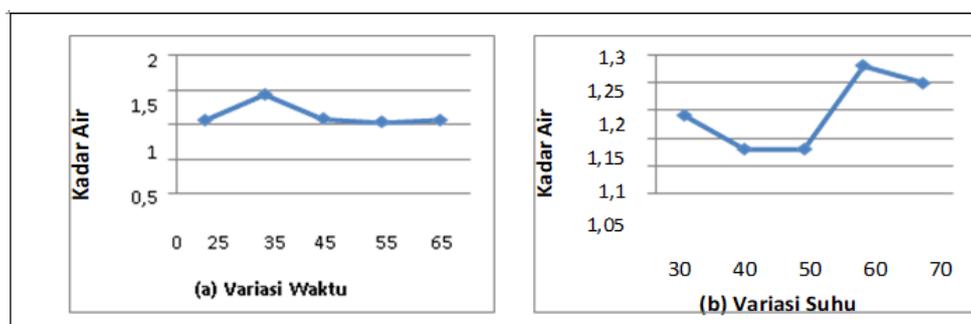
Hasil karakterisasi arang aktif kayu mahoni yang dibuat pada variasi suhu dan waktu proses sonikasi-asam fosfat 5% dengan parameter uji kadar air, kadar abu, kadar volatil, kadar karbon, dan daya serap Iod disajikan dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Karakteristik Arang Aktif Hasil Sonikasi dan Tanpa Sonikasi dalam Larutan Asam Fosfat

Variabel	Variasi	Karakteristik arang aktif yang dihasilkan				
		Kadar Air (max 4,4%)	Kadar Abu (max 2,5%)	Kadar Volatil (max 15%)	Kadar Karbon (min 80%)	Daya Serap Iod (min 750 mg/g)
Waktu Sonikasi (suhu tetap 50°C), menit.	25	1.06	2.35	4.56	92.03	115.84
	35	1.43	2.23	4.48	91.86	121.19
	45	1.07	2.35	3.95	92.63	115.97
	55	1.02	2.01	3.13	93.84	112.65
	65	1.06	2.28	3.46	93.2	121.97
Suhu sonikasi (waktu tetap 65menit), °C.	30	1.19	2.31	3.22	93.28	83.91
	40	1.13	2.31	2.54	94.02	88.71
	50	1.13	2.11	2.4	94.36	121.54
	60	1.28	2.2	3.11	93.41	127.95
	70	1.25	1.79	2.46	94.5	105.58
Perendaman 24 jam pada suhu ruang tanpa sonikasi	-	1.02	3.43	2.71	92,84	72.18

Dari Tabel 2 di atas, dapat dilihat bahwa arang aktif hasil aktivasi dengan larutan H₃PO₄ 5% baik tanpa sonikasi maupun dengan sonikasi telah memenuhi SNI 06-3730-1995 untuk parameter uji kadar air, kadar abu, kadar volatil dan kadar karbon, tetapi belum memenuhi SNI untuk parameter uji daya serap Iod.

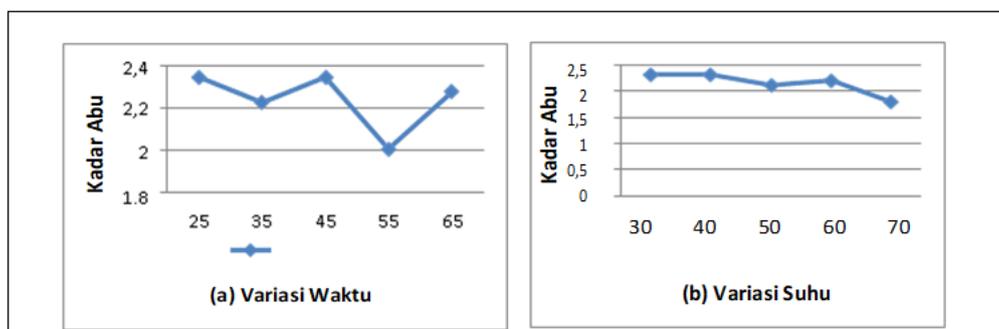
Kadar air dapat menggambarkan sifat higroskopis dari arang aktif. Hasil karakterisasi kadar air berdasarkan Tabel 2 dapat dibuat grafik yang menunjukkan pengaruh waktu dan suhu sonikasi secara terpisah terhadap kadar air dalam larutan H₃PO₄ 5% yang dapat dilihat pada Gambar 2a dan 2b.



Gambar 2 Kadar Air Arang Aktif pada Variasi Waktu dan Suhu Sonikasi

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa kadar air arang aktif hasil aktivasi sonikasi dengan larutan H₃PO₄ 5% pada variasi waktu dan suhu sonikasi telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995 karena tidak ada yang melebihi 4,4%. Berdasarkan nilai kadar air, maka arang aktif tersebut telah memiliki kualitas yang baik karena semakin rendah kadar air yang terkandung di dalamnya maka makin tinggi pula daya jerap arang aktif terhadap pencemar limbah cair yang diolah.

Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan logam oksida dalam arang aktif. Hasil karakterisasi kadar abu berdasarkan Tabel 2 dapat dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu sonikasi dan suhu sonikasi aktivasi dengan larutan H₃PO₄ 5% menggunakan sonikasi didapatkan kadar abu seperti pada Gambar 3.

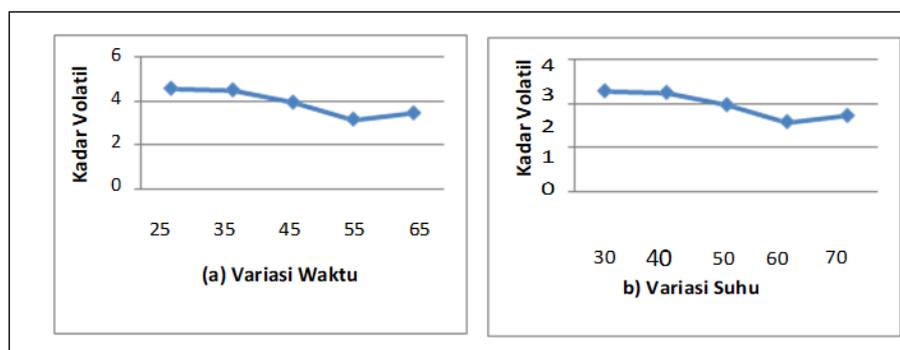


Gambar 3 Kadar Abu Arang Aktif pada Variasi Waktu dan Suhu Sonikasi

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa kadar abu arang aktif hasil aktivasi sonikasi dengan larutan H₃PO₄ 5% pada variasi waktu dan suhu sonikasi telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995 karena tidak ada

yang melebihi 2,5%. Berdasarkan nilai kadar abu, maka arang aktif tersebut telah memiliki kualitas yang baik karena semakin rendah kadar abu yang terkandung di dalamnya maka semakin sedikit kandungan logam oksida yang dapat menghambat proses terbukanya pori-pori pada arang aktif dalam aplikasinya sebagai adsorben.

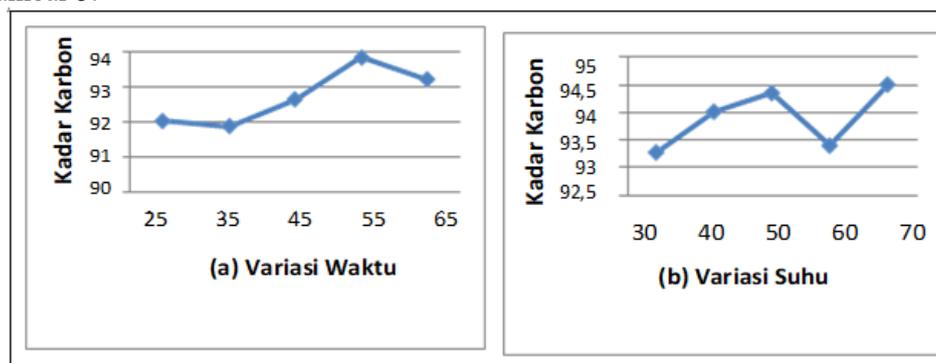
Pengujian kadar volatil bertujuan untuk mengetahui banyaknya zat yang hilang apabila sampel dipanaskan pada suhu dan waktu yang telah ditentukan yaitu pada suhu 950°C selama 7 menit. Hasil karakterisasi kadar volatil berdasarkan Tabel 2 dapat dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu sonikasi dan suhu sonikasi aktivasi dengan larutan H₃PO₄ 5% menggunakan sonikasi didapatkan kadar volatil seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Kadar Volatil Arang Aktif pada Variasi Waktu dan Suhu Sonikasi

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa kadar volatil arang aktif hasil aktivasi sonikasi dengan larutan H₃PO₄ 5% pada variasi waktu dan suhu sonikasi telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995 karena tidak ada yang melebihi 15%. Berdasarkan nilai kadar volatil, maka arang aktif tersebut telah memiliki kualitas yang baik karena semakin rendah kadar volatil yang terkandung di dalamnya menunjukkan adanya reaksi antara atom dengan uap air membentuk senyawa atom nonkarbon yang mudah menguap seperti CO, CO₂ dan H₂ pada proses aktivasi.

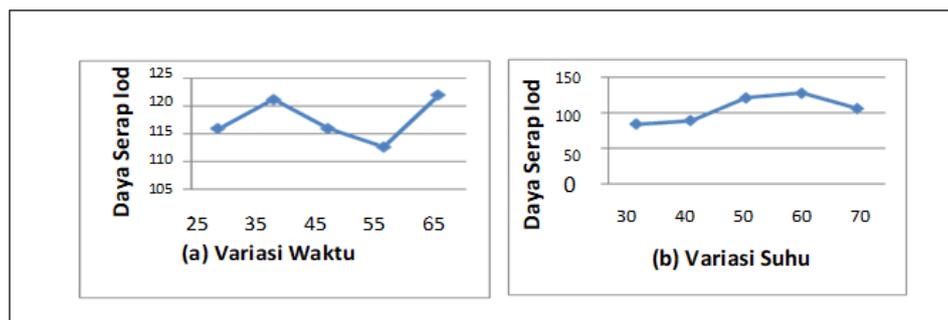
Pengujian kadar karbon bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi. Hasil karakterisasi kadar karbon berdasarkan Tabel 4.1 dapat dibuat grafik yang menunjukkan antara waktu sonikasi dan suhu sonikasi aktivasi dengan larutan H₃PO₄ 5% menggunakan sonikasi didapatkan kadar karbon seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Kadar Karbon Arang Aktif pada Variasi Waktu dan Suhu Sonikasi

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa kadar karbon arang aktif hasil aktivasi sonikasi dengan larutan H₃PO₄ 5% pada variasi waktu dan suhu sonikasi telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995 yaitu minimum 91,8%. Semakin tinggi nilai kadar karbon yang terikat pada arang aktif maka semakin meningkat kemurnian karbon. Hal ini dikarenakan senyawa nonkarbon telah banyak hilang pada proses aktivasi.

Karakterisasi dengan pengujian daya serap terhadap iodin bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap larutan berwarna atau kotoran. Hasil karakterisasi daya serap Iod berdasarkan Tabel 2 di atas dapat dibuat grafik yang menunjukkan antara waktu sonikasi dan suhu sonikasi aktivasi dengan larutan H₃PO₄ 5% menggunakan sonikasi didapatkan daya serap Iod seperti pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6 Daya Serap Iod pada Variasi Waktu dan Suhu Sonikasi

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa daya serap Iod arang aktif hasil aktivasi sonikasi dengan larutan H_3PO_4 5% pada variasi waktu dan suhu sonikasi tidak memenuhi standar SNI 06-3730-1995 yaitu minimum 750 mg/g. Dimana daya serap Iod arang yang didapatkan pada variasi waktu sonikasi yang terbaik pada waktu 65 menit yaitu sebesar 121.97 mg/g. Sedangkan daya serap Iod arang yang didapatkan pada variasi waktu sonikasi yang terbaik pada waktu 60°C yaitu sebesar 127.95 mg/g. Daya serap Iod pada penelitian ini tidak memenuhi SNI hal ini menunjukkan bahwa arang aktif ini tidak efektif untuk digunakan sebagai penyerap kesadahan.

Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m^2 /gram [8]. Sedangkan karbon aktif hasil penelitian ini memiliki luas permukaan sebesar 105,492 m^2 /g. Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan BET (Brunauer-Emmett-Teller).

4. KESIMPULAN

Waktu dan suhu optimum untuk aktivasi arang ranting kayu mahoni dengan proses sonikasi dalam larutan H_3PO_4 5% adalah 65 menit pada 60°C dimana arang aktif yang dihasilkan memiliki karakteristik: kadar air 1,28%, kadar abu 2,2%, kadar volatil 3,11%, kadar karbon 93,41%, daya serap Iod 327,95 mg/g, dan luas permukaan hasil uji analisis BET adalah 105,492 m^2 /g.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (P3M) PNUP atas dana yang telah disediakan melalui Anggaran Rutin PNUP Tahun 2022, serta kepada Ketua Jurusan Teknik Kimia atas dukungan dan bantuannya sehingga penelitian ini bisa terlaksana sebagaimana mestinya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Politeknik Negeri Ujung Pandang, "RENSTRA Penelitian PNUP Tahun 2021-2025". Makassar. 2022.
- [2] Salamah, Siti. Pembuatan Arang Aktif dari Kayu Mahoni dengan perlakuan perendaman dalam larutan KOH. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin ISBN 978-979-3980-15-7*. Yogyakarta: Bidang Teknik. 2008.
- [3] Hasan, Barlian, dan Abdul Azis, Optimization Of Sonication Temperature and Time for the Pretreatment of seaweed as raw material for Bioethanol Production, *Prosiding 4th SNP2N Politeknik Negeri Ujung Pandang 978-602-60766-9-4*. 2020.
- [4] Rosdelima. Pembuatan Karbon Arang dari Campuran Arang Cangkang Sawit dan Cangkang Biji Karet dengan Aktivator HCL., NaOH dan NaCl. *Skripsi*. Politeknik Negeri Sriwijaya. 2014.
- [5] Sahara, Emmy dkk. Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gunitir (*Tagetes Erecta*) yang Diaktivasi dengan H_3PO_4 . *Jurnal Kimia ISSN 1907-9850*. 11(1). 1-9. 2017.
- [6] Solihuddin, dkk, Pengaruh Ukuran Partikel Arang Sekam Padi dan Waktu Refluks Terhadap Kadar Abu dan Daya serap Karbon Sekam Padi, *Jurnal Natur Indonesia*, 33-41. 2016.
- [7] Murdiningsih, Hastami, dkk. Effectiveness on Processing Of Chicken Slaughterhouse Liquid Waste by the use of active carbon from Mahogany fruit skin. *Prosiding 5th SNP2N Politeknik Negeri Ujung Pandang 978-623-98762-1-0*. Tahun 2021.
- [8] Jamilatun, dkk. Karakteristik Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Pengaktivasi H_2SO_4 Variasi Suhu dan Waktu. *Simposium Nasional Teknologi Terapan*, 2, 31-38. Tahun 2014.