

## AKTIVASI KIMIA MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK DAN VARIASI JENIS AKTIVATOR PADA PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI TEMPURUNG KLUWAK

Sirajuddin<sup>1)</sup>, Harjanto<sup>1)</sup>, Royantha Aderson Allagan<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

### ABSTRACT

Kluwak production in Indonesia in 2017 reached 40.49 tons/year with a potential for kluwak shells of 30.327 tons/year. Kluwak shell contains 70.52% cellulose so it can be processed into activated charcoal. This study aims to determine the effect of the type of activator on the characteristics of activated charcoal from kluwak shell with ultrasonic waves. The carbonization process uses a furnace at a temperature of 700°C for 2 hours, chemical activation by immersion using the type of activator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and KOH with a concentration of 25% for 4 hours using waves and without ultrasonic waves. Physical activation using a furnace with a temperature of 800 °C for 1 hour. The best results were obtained on the H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> activator using ultrasonic waves which produced an Iod absorption of 784.5924 mg/g, a water content of 2.6785%, an ash content of 1.1142%, and volatile matter content of 6.8814%.

*Keywords: activator, activated charcoal, carbonization, kluwak shell, ultrasonic waves*

### 1. PENDAHULUAN

Tumbuhan kluwak (*Pangium Edule*) menjadi salah satu tumbuhan khas asal Indonesia. Masyarakat Indonesia biasa menyebut tumbuhan ini dengan sebutan kluwak, kepayang, dan pucung. Produksi buah kluwak di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 40.490 kg/tahun [1]. Setiap 1 kg kluwak mengandung 74,9% tempurung, dari massa total, sehingga diperkirakan potensi tempurung kluwak sebesar 30,327 ton/tahun. Tempurung kluwak mengandung selulosa 70,52%, sehingga berpotensi sebagai bahan baku pembuatan arang aktif dengan metode dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi [2,3].

Arang aktif yang memiliki luas permukaan yang besar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pemucatan dan penghilangan bau, penyerap logam dan senyawa heterogen yang menghasilkan warna serta sebagai katalis dalam pembuatan sulfur dioksida, klorin dan sulfur klorida [4-6].

Kualitas dan syarat mutu arang aktif memiliki parameter kadar air maksimal 15%, kadar abu maksimal 10%, volatile matter minimal 25%, fixed karbon minimal 65% dan. bilangan iod minimal 750 mg/g [7].

Penelitian tentang karakteristik arang aktif dari tempurung kluwak yang telah dilakukan bervariasi konsentrasi aktivator dan waktu aktivasi fisika [8]. Penelitian menggunakan proses karbonisasi menggunakan furnace pada suhu 500°C dalam waktu 5 jam selanjutnya bervariasi konsentrasi aktivator NaOH 0%, 1%, dan 2% dan waktu aktivasi fisika dengan waktu 60, 80, 120, 150, dan 180 menit pada suhu 800°C. Dari keseluruhan variabel yang telah diuji tersebut diperoleh hasil terbaik pada waktu pemanasan di atas 120 menit pada semua konsentrasi aktivator dalam hal kapasitas adsorpsi terhadap benzena, kloroform, formaldehida, dan karbon tetraklorida namun parameter uji ini tidak terdapat dalam mutu Standar SNI 06-3730-1995 dan pada parameter uji kadar abu tidak memenuhi Standar SNI 06-3730-1995. Penelitian kedua adsorpsi karbon arang aktif dari tempurung kluwak menggunakan variasi jenis aktivator asam pospat, natrium karbonat, dan kalium hidroksida dengan konsentrasi 5% [9]. Penelitian menggunakan proses karbonisasi menggunakan kiln drum tanpa mengukur suhu karbonisasinya. Hasil terbaik diperoleh yaitu jenis aktivator kalium hidroksida 5%.

Pada penelitian ini dilakukan variasi jenis aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan KOH dengan konsentrasi 25% selama 4 jam dengan menggunakan gelombang ultrasonik dan tanpa gelombang ultrasonik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis aktivator terhadap karakteristik arang aktif dari tempurung kluwak dengan bantuan gelombang ultrasonik.

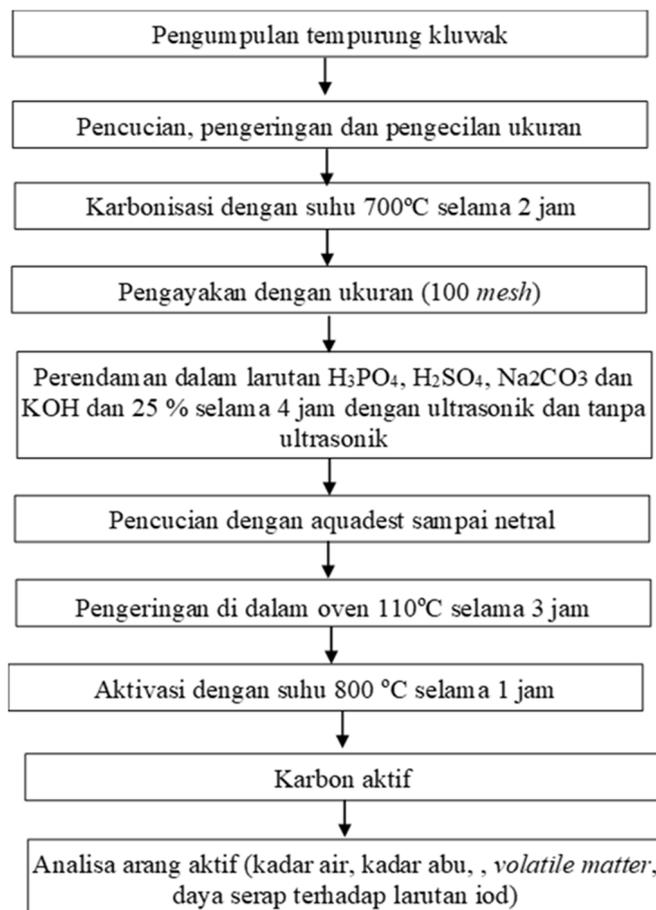
### 2. METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi *furnace*, *ultrasonik cleaner*, oven, desikator, neraca analitik, *hot plate* dan *magnetic stirrer*, *screening 100 mesh*, *120 mesh*, *crusher*, cawan porselin, mortar dan lumpang alu, gegep, spatula, corong, bulp, statif dan klem, botol aquades, buret 25 mL, pipet tetes, pipet ukur 5 mL, dan

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Sirajuddin, Telp 081350456987, [sirajuddin@polnes.ac.id](mailto:sirajuddin@polnes.ac.id)

10 mL, pipet volume 10 mL, dan 50 mL, erlenmeyer 100 mL dan 250 mL, labu ukur 100 mL dan 1000 mL, sedangkan bahan yang digunakan tempurung kluwak, aquades, larutan ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{KOH}$ ) 10%, larutan Iod 0,1021 N, larutan Natrium Thiosulfat 0,1033 N, indikator *amylum* (kanji) 1%, kertas saring Whatman No.42, indikator universal.

Penelitian dimulai dari tahap pengumpulan bahan baku tempurung kluwak. Tempurung kluwak dibersihkan dan dikarbonisasi pada temperatur  $700^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Selanjutnya arang aktif discearning dan diaktivasi dengan  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{KOH}$  dengan konsentrasi masing-masing 25% dengan bantuan gelombang ultrasonik selama 4 jam serta menambahkan proses aktivasi fisika pada suhu  $800^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Tahap analisa dilakukan berdasarkan standar SNI 06-3730-1995 meliputi kadar air, kadar abu, volatile matter, dan. bilangan iod. Tahap analisa dilakukan berdasarkan standar SNI 06-3730-1995 meliputi kadar air, kadar abu, volatile matter, dan. bilangan iod. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini

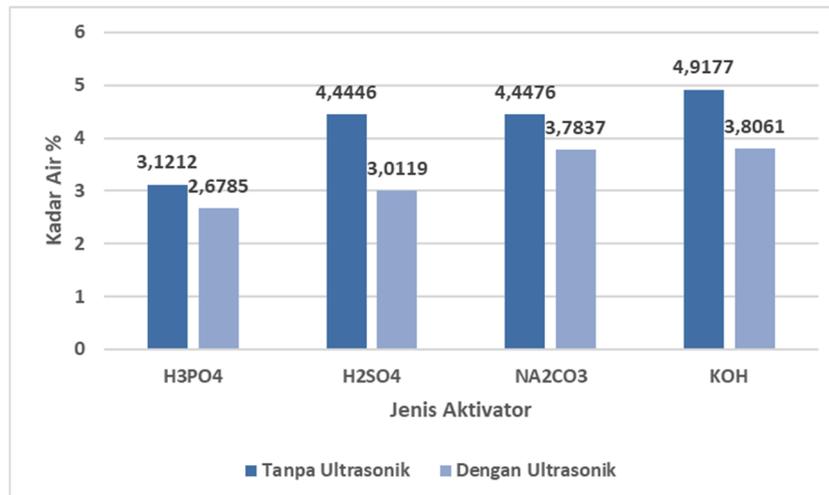


Gambar 1. DiagramAlir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Kadar air (moisture)

Penentuan kadar air bertujuan mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif dan untuk mengetahui kandungan air yang berada didalam rongga atau menutupi pori-pori pada arang aktif tempurung kluwak yang ditunjukkan dengan tinggi rendah kadar air pada arang. Kadar air yang rendah menunjukkan banyak rongga atau celah yang dapat ditempati oleh adsorbat sehingga proses *absorbs* akan berlangsung dengan baik.



Gambar 2 Jenis Aktivator Vs % Kadar Air

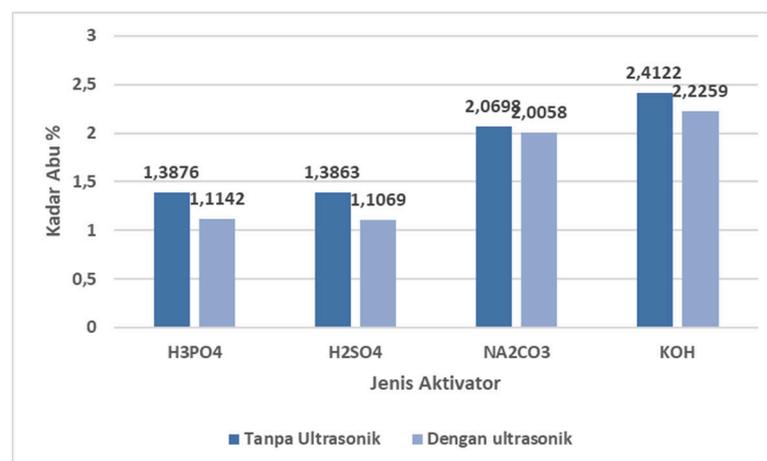
Berdasarkan Gambar 2 terlihat jenis aktivator mempengaruhi kadar air arang aktif. Kadar air yang dihasilkan merupakan ukuran kemampuan zat aktivator sebagai zat pendehidrasi. Terikatnya molekul air yang ada pada arang aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori pada arang aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan arang aktif semakin bertambah. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi dari arang aktif. Meningkatnya kemampuan adsorpsi dari arang aktif maka semakin baik kualitas dari arang aktif tersebut [10].

Berdasarkan data analisa untuk mengetahui adanya pengaruh penambahan bantuan gelombang ultrasonik pada analisa kadar air maka dilakukan aktivasi kimia dengan perlakuan yang sama tanpa bantuan gelombang ultrasonik. Berdasarkan gambar diketahui kadar air lebih baik diperoleh dari aktivasi dengan bantuan ultrasonik untuk setiap jenis aktivator.

Data analisa menunjukkan kadar air tertinggi sampel arang aktif dihasilkan dengan menggunakan aktivasi KOH sebesar 4.92% tanpa menggunakan ultrasonik, sedangkan kadar air terendah dihasilkan sampel dengan menggunakan aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> menggunakan gelombang ultrasonik sebesar 2.67%. Hal ini dikarenakan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> merupakan dehydrating agent yang sangat kuat pada sampel tempurung kluwak dari pada H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan KOH sehingga daya terikatnya air oleh H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> lebih kuat [10].

## 2. Kadar abu (Ash Content)

Kadar abu merupakan banyaknya kandungan oksida Kadar Abu (*Ash Content*). Kadar abu merupakan banyaknya kandungan oksida logam yang terdiri dari mineral-mineral dalam suatu bahan yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan [11]. Kandungan abu pada arang aktif akan berpengaruh pada kualitas arang aktif, dimana jika kandungan abu tinggi maka akan terjadi penyumbatan pada arang aktif sehingga luas permukaan menjadi berkurang.

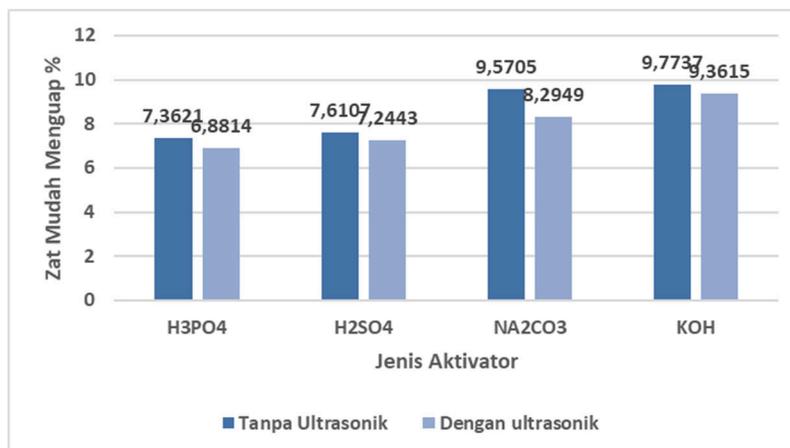


Gambar 3 Jenis Aktivator Vs % Kadar Abu

Pada Gambar 3 terlihat bahwa jenis aktivator mempengaruhi kadar abu dari arang aktif. Pada pori-pori arang biasanya terdapat pengotor berupa mineral anorganik dan oksida logam yang menutupi pori. Selama proses aktivasi, pengotor tersebut larut dalam aktivator sehingga menyebabkan luas permukaan pori-pori semakin besar karena adanya pori-pori baru yang terbentuk [11]. Kadar abu dapat terjadi akibat terbentuknya garam-garam mineral pada saat proses pengarangan yang bila dilanjutkan akan membentuk partikel-partikel halus dari garam mineral tersebut. Ini dapat disebabkan karena adanya kandungan bahan mineral yang terdapat di dalam bahan awal biomassa pembuat arang. Bahan mineral inilah yang kemudian akan membentuk menjadi senyawa abu apabila dilakukan proses oksidasi. Penggunaan bahan aktivator dapat melarutkan zat-zat yang masih terdapat di dalam arang seperti hidrokarbon, abu, nitrogen dan sulfur. Proses pencucian pada aktivasi kimia dapat melarutkan logam atau mineral yang ada pada arang aktif sehingga kadar abunya menjadi relatif lebih rendah [11]. Kadar abu tertinggi dihasilkan oleh aktivator KOH sebesar 2,4122% tanpa menggunakan gelombang ultrasonik. Kadar abu terendah pada aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan menggunakan gelombang ultrasonik didapat kadar abu sebesar 1.1142%, hal ini di sebabkan karena H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dapat bereaksi dengan logam dan oksida logam sehingga dan saat dilakukan pencucian mampu melarutkan logam dan oksidan logam seperti Na, K dan Ca yang terkandung didalam arang aktif [10]. Berdasarkan hasil analisa pada penelitian yang telah dilakukan diperoleh persen kadar abu yang telah memenuhi rentang standar (SNI 06-3730-1995) dimana batas maksimum kadar abu pada arang aktif sebesar 10%.

### 3. Kadar Zat Terbang (Volatile Matter)

Zat mudah menguap (Volatile matter) pada arang aktif terdiri dari gas-gas yang mudah menguap seperti air, oksida-oksida karbon, hidrogen dan metana. Tinggi rendahnya kadar zat terbang yang dihasilkan menunjukkan bahwa permukaan arang aktif masih ditutupi oleh senyawa non karbon sehingga mempengaruhi kemampuan daya serapnya [14].



Gambar 4 Jenis Aktivator Vs % Vm

Pada Gambar 4 terlihat bahwa jenis aktivator mempengaruhi kadar zat mudah menguap dari karbon aktif. Tinggi rendahnya kadar zat terbang yang dihasilkan menunjukkan bahwa permukaan arang aktif masih ditutupi oleh senyawa non karbon sehingga mempengaruhi daya serapnya [14].

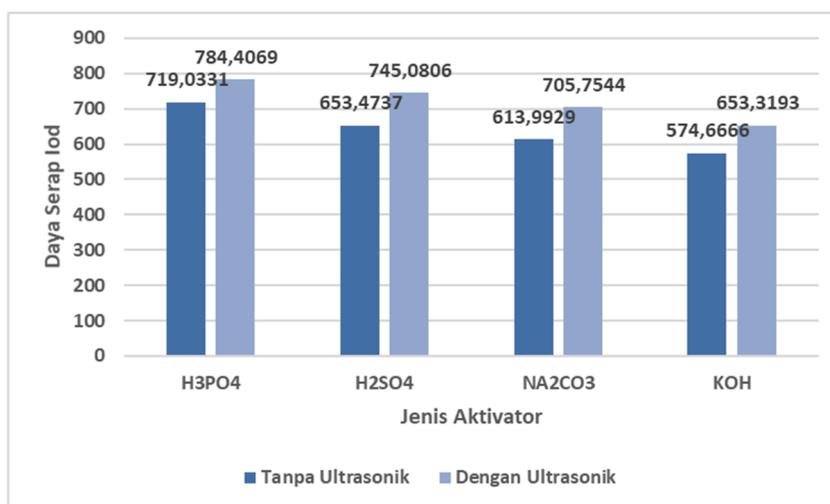
Pada grafik dapat dilihat kadar zat mudah menguap tertinggi dihasilkan pada aktivator KOH sebesar 9,7737% tanpa menggunakan gelombang ultrasonik dan kadar zat mudah menguap terendah menggunakan aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebesar 6,8814%, hal ini dikarenakan penggunaan asam fosfat mampu mengurangi senyawa non karbon yang menempel pada permukaan arang aktif, selain bersifat membersihkan senyawa non karbon pada permukaan arang aktif asam fosfat juga mampu masuk kedalam dasar arang melalui pori-pori pada arang dan melindungi bahan dari panas sehingga mengurangi senyawa non karbon yang mudah menguap.

Berdasarkan hasil analisa pada penelitian yang telah dilakukan diperoleh kadar volatile matter yang telah memenuhi rentang standar (SNI 06-3730-1995) dimana batas maksimum kadar volatile matter pada arang aktif yaitu 25%.

### 4. Daya Serap Iod

Penentuan daya serap iod terhadap daya adsorpsi arang aktif memiliki korelasi dengan luas permukaan dari

arang aktif. Luas permukaan merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu arang aktif sebagai adsorben. Faktor utama yang sangat berpengaruh terhadap daya serap tersebut adalah luas permukaan arang aktif karena mekanisme adsorpsi berkaitan dengan jumlah pori-porinya [15].



Gambar 5 Jenis Aktivator Vs Daya Serap Iod

Daya adsorpsi tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya nilai iod yang menunjukkan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iod. Dari grafik pengaruh jenis aktivator terhadap daya serap iod, menunjukkan hasil tertinggi pada aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebesar 784.4069 mg/g menggunakan gelombang ultrasonik dan hasil terendah yaitu KOH sebesar 574,6666 mg/g tanpa gelombang ultrasonik. Hal ini membuktikan pengaruh penggunaan gelombang ultrasonik terhadap peningkatan daya serap iod dan aktivator asam fosfat memiliki 3H<sup>+</sup> yang mampu mendorong zat-zat yang tidak mudah menguap yang masih tertinggal sehingga pori-pori pada arang aktif semakin besar dan struktur dindingnya kuat. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan arang aktif semakin bertambah. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan dari arang aktif. Semakin besar nilai kadar iodium yang dihasilkan, maka semakin besar pula kemampuan arang aktif untuk mengadsorpsi suatu adsorbat [10].

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa; 1) Aktivator yang paling baik pada proses aktivasi kimia pembuatan arang aktif dari tempurung kluwak adalah aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan nilai kadar air 2,6785% , kadar abu (ash content) 1,1142%, kadar zat mudah menguap (*volatile matter*) 6,8814% dan daya serap iod sebesar 784,5924mg/g. 2) Penggunaan gelombang ultrasonik pada proses aktivasi kimia dapat meningkatkan kualitas arang aktif.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. (2017). *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku*. Badan Pusat Statistik: Indonesia.
- [2] Arif, A. R. (2014). *Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule) terhadap Penurunan Fenol*. Makassar.
- [3] Nurdiana, H., Rohmawati, L., & Setyarsih, W. (2016). Elektroda pada superkapasitor dari tempurung kluwak (Pangium edule). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 05(2012), 15–18.
- [4] Sudradjat, R., & Pari, G. (2011). *Arang Aktif: Teknologi Pengolahan dan Masa depannya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- [5] Maulinda, L., Za, N., Sari, D. N., Kimia, J. T., Teknik, F., & Malikussaleh, U. (2015). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11–19.
- [6] Chowdhury, Z. K., Summers, R. S., Westerhoff, G. P., Leto, B. J., Nowack, K. O., & Corwin, C. J. (2013).

- Activated Carbon: Solutions for Improving Water Quality*. America: American Water Works Association.
- [7] Anonim. (1995), Arang Aktif Teknis SNI 06-3730-1995. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- [8] Rachdiati, H., Suryati, & Pari, G. (2015). *Characterization of Activated Carbon From Kluwak Shell (Pangium edule Reinw)*. Biological and Chemical Research, 2015(3), 161–164.
- [9] Arif, A. R., Saleh, A., & Saokani, J. (2015). Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwek terhadap Penurunan Fenol. *UIN Alauddin*, 3(1), 34–47.
- [10] Pujiono, F. E., & Mulyati, T. A. (2017). Potensi Karbon Aktif Dari Limbah Pertanian Sebagai Material Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Wiyata*, Vol. 4 No. 1 Tahun 2017, 4, 37–45.
- [11] Selan, A. (2016). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif, 32–36.
- [12] Anggraeni, I. S., & Yuliana, L. E. (2015). *Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Siwalan (Borassus Flabellifer L.) dengan Menggunakan Aktivator Seng Klorida (ZnCl<sub>2</sub>) dan Natrium Karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)*. Faculty of Industrial Technology Sepuluh Nopember Institute of Technology Surabaya.
- [13] Aryani, F., Mardiana, F., & Wartomo. (2019). Aplikasi Metode Aktivasi Fisika dan Aktivasi Kimia pada Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa (Cocos nucifera L). *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 16–20.
- [14] Pari, G., Hendra, D., & Pasaribu, R. A. (2006). Pengaruh Lama Waktu Aktivasi Dan Konsentrasi Asam Fosfat Terhadap Mutu Arang Aktif Kulit Kayu Acacia Mangium. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(1), 33–45. <https://doi.org/10.20886/jphh.2006.24.1.33-45>
- [15] Hartanto, S., & Ratnawati. (2010). *Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia*. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 12(1), 12–16. <http://jurnal.batan.go.id/index.php/jsmi/article/view/4588/4002>

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Politeknik Negeri Samarinda yang telah membiayai penelitian ini yang berasal dari PNBPN Politeknik Negeri Samarinda tahun 2021.