

## KARAKTERISTIK KARBON AKTIF DARI CANGKANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*) DENGAN VARIASI JENIS AKTIVATOR PADA PROSES AKTIVASI KIMIA MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK

Sirajuddin<sup>1)</sup>, Harjanto<sup>1)</sup>, Vivi Adriana<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

Palm oil production in East Kalimantan Province in 2019 was 18,343,852 tons/year. Oil palm shells contain lignin 53.4%, cellulose 29.7% and holo cellulose 47.7%. The content of lignin and cellulose are organic compounds that can be used as activated carbon. This study aims to determine the effect of the type of activator on the characteristics of activated charcoal from oil palm shells with ultrasonic waves. The carbonization process uses a furnace at a temperature of 600°C for 1 hour, chemical activation by immersion using the type of activator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCl, KOH, NaOH and NaCl with a concentration of 10% for 4 hours using waves and without ultrasonic waves. Physical activation using a furnace with a temperature of 750°C for 1 hour. The best results were obtained on the H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> activator using ultrasonic waves with a water content value of 0.3696%, ash content 0.4094%, volatile matter 7.897% and Iod absorption of 778.6781 mg/g.

Keywords: activated carbon, palm oil shell, type of activator, activation and ultrasonic waves.

### ABSTRAK

Produksi kelapa sawit Provinsi Kalimantan Timur tahun 2019 sebesar 18.343.852 ton/tahun. Cangkang kelapa sawit mengandung lignin 53,4%, selulosa 29,7% dan holoselulosa 47,7%. Kandungan lignin dan selulosa merupakan senyawa organik yang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis aktivator terhadap karakteristik arang aktif dari cangkang kelapa sawit dengan gelombang ultrasonik. Proses karbonisasi menggunakan tungku pada suhu 600°C selama 1 jam, aktivasi kimia dengan perendaman menggunakan jenis aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCl, KOH, NaOH dan NaCl dengan konsentrasi 10% selama 4 jam menggunakan gelombang dan tanpa gelombang ultrasonik. Aktivasi fisik menggunakan tanur dengan suhu 750°C selama 1 jam. Hasil terbaik diperoleh pada aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> menggunakan gelombang ultrasonik dengan nilai kadar air 0,3696%, kadar abu 0,4094%, zat terbang 7,897% dan daya serap Iod 778,6781 mg/g.

Keywords: karbon aktif, cangkang sawit, jenis aktivator, aktivasi dan gelombang ultrasonik.

### 1. PENDAHULUAN

Provinsi Kalimantan Timur memiliki luas areal perkebunan kelapa sawit sebesar 1.228.138 Ha dengan produksi 18.343.852 ton dan produksi rata-rata 20.776 kg/ha [1]. Setiap 1 ton kelapa sawit mampu menghasilkan limbah berupa tandan kosong kelapa sawit sebanyak 23%, limbah cangkang (*shell*) sebanyak 6,5%, lumpur sawit (*wet decanter solid*) 4%, serabut (*fiber*) 13% serta limbah cair sebanyak 50% [2]. Cangkang kelapa sawit mengandung 29,7% selulosa, 47,7% holoselulosa, dan 53,4% lignin sehingga berpotensi sebagai bahan baku pembuatan arang aktif dengan metode dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi [3].

Karbon aktif merupakan salah satu bahan organik yang cakupan pemakaiannya cukup luas, baik di industri besar maupun kecil. Karbon aktif biasanya digunakan sebagai penghilang warna dan bau pada industri minuman, penyulingan minyak, pembersih warna dan bau pada pengolahan air, penghilangan zat warna pada industri gula, pengambilan kembali pelarut, penghilangan sulfur, gas beracun dan bau busuk gas pada pemurnian gas serta sebagai katalisator [4]. Kualitas dan syarat mutu arang aktif memiliki parameter kadar

---

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Sirajuddin, Telp 081350456987, sirajuddin@polnes.ac.id

air maksimal 15%, kadar abu maksimal 10%, volatile matter minimal 25%, fixed karbon minimal 65% dan. bilangan iod minimal 750 mg/g [5].

Penelitian tentang karakteristik karbon aktif dari cangkang kelapa sawit telah dilakukan dengan variasi suhu karbonisasi 400°C, 500°C, dan 600°C, waktu karbonisasi 20, 40, dan 60 menit. Aktivasi fisika dilakukan pada suhu 900°C dengan mengalirkan uap air sebagai agen pengaktif. Hasil terbaik pada proses karbonisasi adalah pada suhu karbonisasi 600°C selama 60 menit dengan kadar proksimat seperti kadar air 4,5% dan kadar abu 9,7%. Bilangan iodine pada suhu aktivasi 900°C selama 60 menit diperoleh sebesar 353 mg/gr dan rendemen 48%. [6]. Pada penelitian pemanfaatan arang aktif dari cangkang kelapa sawit teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, proses karbonisasi 650°C selama dua jam dan aktivasi menggunakan aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 5% dengan waktu perendaman 24 jam. Aktivasi fisika dilakukan pada suhu 750°C selama satu jam dengan kadar air 10,51%, kadar zat terbang 14,31%, kadar abu 4.76%, karbon terikat 80.93% dan daya serap iod 830,66 mg/g [7].

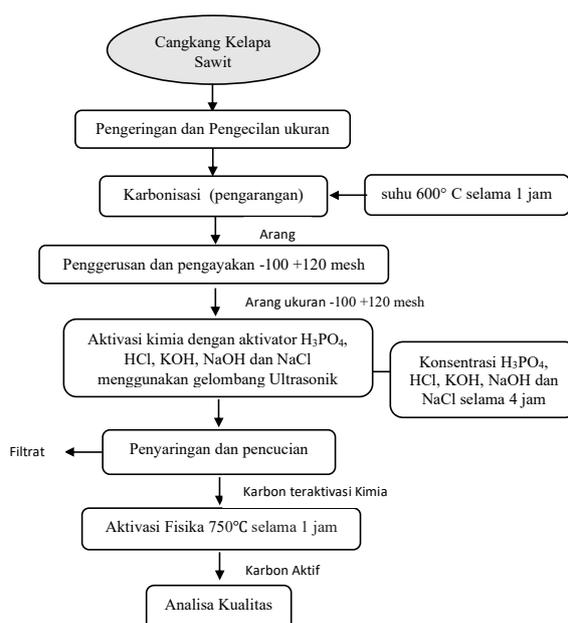
Pada penelitian ini proses karbonisasi pada suhu 600°C selama satu jam dan aktivasi kimia dengan menggunakan bantuan gelombang ultrasonik selama empat jam dengan variasi jenis aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCl, KOH, NaOH dan NaCl pada konsentrasi masing-masing 10%. Proses aktivasi fisika pada suhu 750°C selama satu jam. Sehingga dengan adanya kebaharuan variasi diharapkan hasil karbon aktif memiliki kualitas yang sesuai standar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis aktivator terhadap karakteristik arang aktif dari cangkang kelapa sawit 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 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 cangkang kelapa sawit, aquades, larutan (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCl, KOH, NaOH dan NaCl) 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 cangkang kelapa sawit. Cangkang kelapa sawit dibersihkan dan dikarbonisasi pada temperatur 600°C selama satu jam. Selanjutnya karbon aktif di-*scearning* dan diaktivasi dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCl, KOH, NaOH, dan NaCl dengan konsentrasi masing-masing 10% dengan bantuan gelombang ultrasonik selama empat jam serta menambahkan proses aktivasi fisika pada suhu 750°C selama satu jam. 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 1.

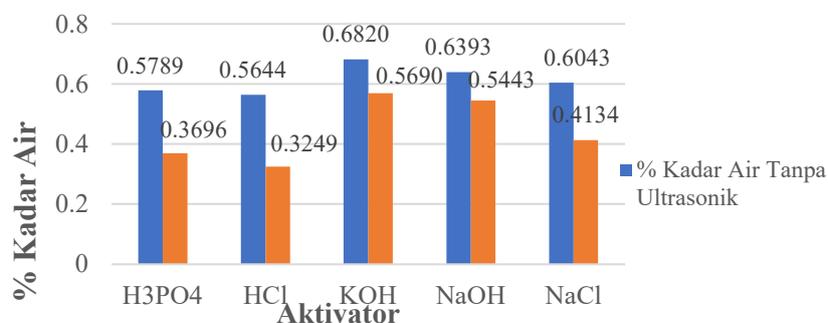


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kadar air (*moisture*)

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif dan untuk mengetahui kandungan air yang berada di dalam rongga atau menutupi pori-pori pada arang aktif tempurung kluwak yang ditunjukkan dengan tinggi rendahnya 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

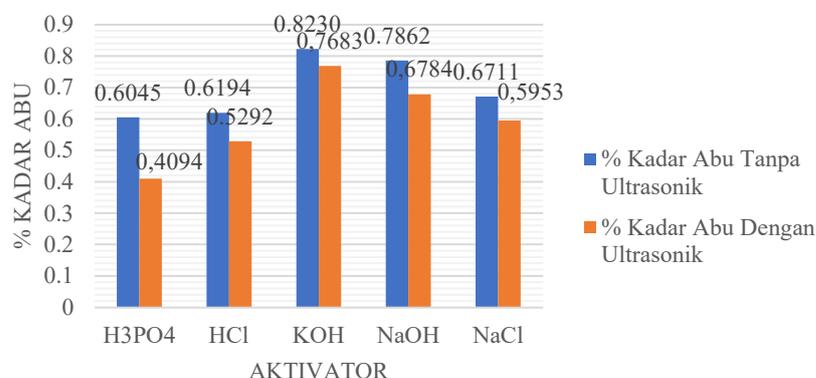
Berdasarkan gambar 2 terlihat jenis aktivator mempengaruhi kadar air karbon aktif. Kadar air yang dihasilkan merupakan ukuran kemampuan zat aktivator sebagai zat pendehidrasi. Terikatnya molekul air oleh aktivator menyebabkan pori-pori dan luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Bertambahnya luas permukaan meningkatkan kemampuan adsorpsi dari karbon aktif. Meningkatnya kemampuan adsorpsi dari arang aktif maka semakin baik kualitas dari arang aktif tersebut [8].

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 0.682% tanpa menggunakan ultrasonik, sedangkan kadar air terendah dihasilkan sampel dengan menggunakan aktivasi HCl menggunakan gelombang ultrasonik sebesar 0.3249%. Hal ini dikarenakan HCl merupakan *dehydrating agent* yang sangat kuat pada sampel cangkang kelapa sawit dari pada H3PO4, KOH, NaOH dan NaCl sehingga daya terikatnya air oleh HCl lebih kuat.

#### 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. 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.

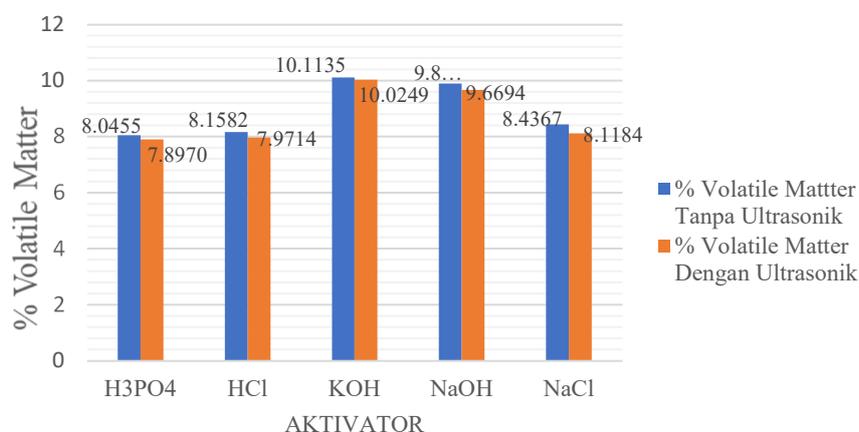


Gambar 3 Jenis Aktivator Vs % Kadar Abu

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. 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 [9]. Kadar abu tertinggi dihasilkan oleh aktivator KOH sebesar 0,823% 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 0,4094%. Hal ini disebabkan oleh 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 di dalam arang aktif. 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%.

#### 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 [10].



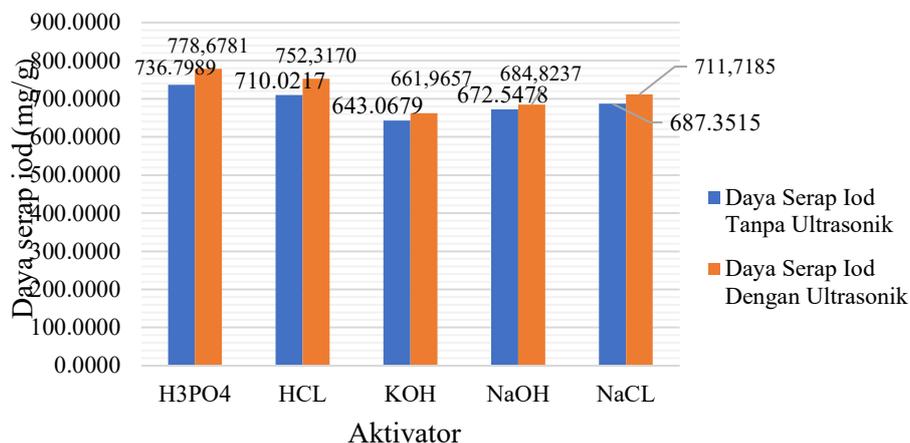
Gambar 4 Jenis Aktivator Vs % Vm

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 [10].

Pada grafik dapat dilihat kadar zat mudah menguap tertinggi dihasilkan pada aktivator KOH sebesar 10,1135% tanpa menggunakan gelombang ultrasonik dan kadar zat mudah menguap terendah menggunakan aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebesar 7,897%. 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 ke dalam 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%.

### 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.



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 778,6781 mg/g menggunakan gelombang ultrasonik dan hasil terendah yaitu KOH sebesar 643,0679 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 [8].

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan dua kesimpulan yaitu: 1) Aktivator yang paling baik pada proses aktivasi kimia pembuatan arang aktif dari cangkang kelapa sawit adalah aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan nilai kadar air 0,3696%, kadar abu (*ash content*) 0,4094%, kadar zat mudah menguap (*volatile matter*) 7,897%, dan daya serap iod sebesar 778,6781 mg/g; dan 2) Penggunaan gelombang ultrasonik pada proses aktivasi kimia dapat meningkatkan kualitas arang aktif.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Politeknik Negeri Samarinda yang telah membiayai penelitian ini yang berasal dari PNPB Politeknik Negeri Samarinda tahun 2022.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Perkebunan KalTim, Rekapitulasi Luas Areal dan Produksi Perkebunan di Provinsi Kalimantan Timur, Samarinda. <https://disbun.kaltimprov.go.id/>, 2019.
- [2] A. Haryanti, N. Norsamsi, P.S.F. Sholiha, dan N.P. Putri, Studi pemanfaatan limbah padat kelapa sawit. *konversi*, 3(2), 57-66, 2014.
- [3] A. Arami-Niya, W.M.A.W. Daud, F.S. Mjalli, "Comparative study of the textural characteristics of oil palm shell activated carbon produced by chemical and physical activation for methane adsorption", *Jurnal Chemical Engineering Research*, 89(6), 657-664, 2011.

- [4] S. Hartanto, dan Ratnawati, “Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia”, *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 12(1), 12-16, 2010.
- [5] Anonim, Arang Aktif Teknis SNI 06-3730-1995, Badan Standardisasi Nasional: Jakarta, 1995.
- [6] H.H. Harahap, U. Malik, dan R. Dewi, Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Menggunakan H<sub>2</sub>O sebagai Aktivator untuk Menganalisis Proksimat, Bilangan Iodine dan Rendemen, *Riau University*, 1(2), 2014.
- [7] H. Najmia, E.S. Mahreda, R.P. Mahyudin, dan K. Kissinger, “Pemanfaatan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Teraktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> untuk Penurunan Kadar Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kondisi pH pada Air Asam Tambang”, *Jurnal EnviroScienteeae*, 17(1), 30-37, 2021.
- [8] F.E. Pujiono, dan T.A. Mulyati, “Potensi Karbon Aktif Dari Limbah Pertanian Sebagai Material Pengolahan Air Limbah”, *Jurnal Wiyata*, Vol. 4 No. 1 Tahun 2017, 4, 37–45, 2017.
- [9] A. Selan, “Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif”, 32–36, 2016.
- [10] G. Pari, D. Hendra, dan R.A. Pasaribu, “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>, 2006.