

## PENGARUH JENIS AKTIVATOR TERHADAP KARAKTERISTIK KARBON AKTIF BERBAHAN AMPAS TEBU

Annisa Zia Zazira<sup>1,\*</sup>, Fachraniah<sup>2</sup>, Ridwan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe

\*e-mail : nnisaziazazira20@gmail.com

### *Abstract*

*A study was done to determine the effect of activator type on the properties of activated carbon generated from sugarcane bagasse. The goal of this research is to examine the effect of activator type and activation period on the quality of activated carbon derived from sugarcane bagasse. This study's procedure began with the manufacture of activated carbon from sugarcane bagasse. The dried sugarcane bagasse was heated until it produced charcoal. In 150 cc of each activator solution, 10 g of charcoal were dissolved. It was then heated and left for the set activation time treatment. Three experiments on the properties of activated carbon were performed, namely moisture content, ash content, and iodine adsorption capacity ( $I_2$ ) for activation times of 6 hours, 9 hours, 12 hours, 15 hours, and 18 hours. According to the findings of this study, the kind of activator had little effect on the moisture and ash content of activated carbon, but it had a considerable effect on the iodine adsorption capacity of activated carbon. Furthermore, the activation duration influences the moisture level, ash content, and iodine adsorption capacity of activated carbon. The moisture material, ash content, and iodine adsorption ability ( $I_2$ ) of activated carbon (AC) from sugarcane bagasse satisfied the criteria of the Indonesian National Standard (SNI) in this study. Bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.) was the most effective activator in this investigation, with an engagement time of 6 hours.*

**Keywords:** *activator, activation time, bagasse sugarcane*

### PENDAHULUAN

Penggunaan bahan penyerap karbon aktif dalam pengolahan air semakin banyak digunakan untuk mengurangi kadar bahan pencemar dalam air karena mudah dalam penerapannya dan relatif lebih murah [1]. Pembuatan karbon aktif sebagai bahan penyerap telah banyak dikaji oleh para peneliti dari berbagai bahan organik maupun anorganik [2, 3].

Karbon aktif adalah bahan berpori dengan kandungan karbon sebesar 87% - 90 % dan komponen sisanya adalah  $H_2$ ,  $O_2$ , belerang dan bahan lainnya. Karbon yang diaktivasi adalah karbon aktif yang membentuk struktur berpori sehingga membatasi ukuran molekul yang

teradsorpsi. Struktur berpori menyebabkan pembatasan ukuran molekul yang teradsorpsi, jumlah adsorben dibatasi oleh permukaan karbon aktif [4].

Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben adalah ampas tebu. Ampas tebu sebagian besar terdiri dari lignoselulosa, yang terdiri dari serat selulosa yang banyak. Ampas tebu mengandung sekitar 45% selulosa, 48-52% air, 3,3% gula, dan 47,7% serat. Selulosa adalah zat yang bersifat hidrofilik karena adanya gugus hidroksil pada setiap unit polimer. Logam berat dapat berinteraksi secara fisik atau kimia dengan lapisan terluar dari gugus fungsi selulosa alami atau turunannya [5].

Adsorben ampas tebu yang digunakan adalah yang telah melalui proses karbonisasi

menjadi karbon aktif yang mempunyai permukaan yang tinggi dan kapasitas adsorpsi yang sangat baik [6].

Untuk mengaktivasi karbon aktif dari bahan-bahan organik yang dapat digunakan sebagai adsorben, umumnya digunakan aktivator kimia yang dapat berupa senyawa asam, basa atau garam, namun, bahan kimia tersebut berbahaya dan tidak baik untuk lingkungan sehingga penggunaannya menjadi terbatas [7].

Pengembangan aktivator yang tidak berbahaya dan ramah lingkungan menjadi kajian yang menarik para peneliti. Beberapa kajian menunjukkan bahwa bahan-bahan alami dapat digunakan sebagai aktivator dalam proses pembuatan adsorben [4].

Buah belimbing adalah salah satu dari banyak bahan alami yang berperan sebagai aktivator. Kandungan yang ada di dalam buah belimbing wuluh berupa asam heksadekanoat, asam besim asam alifatik dan asam sulfat. Senyawa tersebut diperlukan untuk dapat mengaktivasi karbon karena ia dapat bereaksi dengan oksigen. Konsentrasi aktivator dalam produksi karbon aktif memiliki peranan penting dalam kualitas dan sifat karbon aktif, tentunya sebagai penyerap karbon. Jadi, semakin tinggi konsentrasi aktivator yang dipakai, maka daya serapnya juga ikut tinggi [4].

Selain itu jeruk nipis juga mampu menjadi aktivator alami karena mengandung asam sitrat dengan range pH 2,48-2,5. Asam sitrat adalah asam organik yang terjadi secara alami dan terdapat pada daun tumbuhan. Keasaman asam sitrat berasal dari tiga gugus fungsi karboksil  $-COOH$  yang dapat melepaskan proton dalam larutan dan dengan demikian mampu menarik ion-ion logam berat untuk diadsorpsi [8]. Proses aktivasi dapat meningkatkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang terbentuk selama proses karbonisasi [9].

Proses aktivasi karbon aktif sangat dipengaruhi oleh waktu. Kualitas karbon aktif juga dipengaruhi oleh waktu, dimana kajian menunjukkan bahwa semakin lama

waktu pengontakan akan semakin meningkat efektivitas adsorben yang dihasilkan [10].

Dalam kajian ini dilakukan pembuatan adsorben dari ampas tebu dengan menggunakan variasi aktivator organik dan karakterisasinya.

## **METODE**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang dipakai pada studi penelitian ini antara lain yaitu magnetic stirrer, hot plate, kertas saring, timbangan analitik, gelas kimia 1000 mL, batang pengaduk, corong kaca, spatula, ayakan, oven, pipet tetes, erlenmeyer, dan furnace. Sementara itu bahan yang digunakan adalah ampas tebu, belimbing wuluh, jeruk nipis, asam sitrat 21%, dan aquadest.

### **Rancangan Perlakuan Percobaan**

Variabel tetap adalah suhu pengovenan  $110^{\circ}C$ , waktu oven 2 jam dan suhu aktivasi  $300^{\circ} - 350^{\circ}C$ . Untuk Variabel bebas adalah jenis aktivator berupa belimbing wuluh, jeruk nipis, dan asam sitrat serta waktu aktivasi selama 6; 9; 12; 15 ; 18 jam. Variabel terikat adalah uji kadar air, abu, dan pengujian pada daya serap terhadap Iod.

### **Prosedur Percobaan**

Ampas tebu dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang masih melekat pada ampas tebu.. Selanjutnya ampas tebu dikeringkan di bawah terik panas matahari dalam waktu 7 hari (7x12 jam) untuk mengurangi kadar air. Ampas tebu yang telah dikeringkan di potong berukuran 2-3 cm, lalu dihaluskan dengan menggunakan crusher. Selanjutnya, ampas tebu dimasukkan ke dalam oven pada kondisi operasi temperatur  $110^{\circ}C$  selama 2 jam untuk menghilangkan kadar air bahan. Kemudian ampas tebu dibakar dalam

furnace pada temperatur 300 °C dalam waktu 30 menit, dan dihasilkan arang dari ampas tebu.

### Aktivasi Adsorben Ampas Tebu

Sebanya 10 g arang ampas tebu yang dihasilkan diaktivasi dengan aktivator belimbing wuluh, jeruk nipis, dan asam sitrat masing-masing sebanyak 150 mL. Selanjutnya dipanaskan pada temperatur 100 °C selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dan ditutup dengan kertas aluminium foil sesuai dengan waktu yang divariasikan yaitu selama 6; 9 ; 12 ; 15; dan 18 jam. Selanjutnya, larutan aktivator tersebut disaring, jika larutan masih berwarna kuning, maka dicuci kembali dengan aquadest sampai menjadi netral. Kemudian dilakukan pengeringan dalam oven pada temperatur 110 °C dalam waktu 2 jam. Selanjutnya karbon aktif dianalisa karakteristiknya.

### Analisa Kadar Air

Dalam penelitian ini, teknik oven digunakan untuk menentukan jumlah air. Satu gram karbon aktif ditimbang dan dipanaskan dalam oven pada suhu 110°C selama dua jam. Pengukuran berat akhir dilakukan setelah didinginkan dalam desikator. Proses pengukuran dan pengeringan dilakukan beberapa kali hingga mencapai berat yang konstan.

Persamaan berikut digunakan untuk menentukan kadar air karbon aktif :

$$\text{Kadar air} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100 \% \quad (1)$$

Dimana :

M1 = berat sampel awal (g)

M2= berat sampel akhir sesudah pengeringan (g)

### Analisa Kadar Abu

Satu gram karbon aktif ditimbang dan dimasukkan ke dalam furnace pada suhu 600 °C selama tiga jam hingga karbon hilang dan

menjadi abu. Setelah itu, didinginkan dalam desikator, dan diukur berat akhirnya. Proses pengukuran dan pengeringan dilakukan beberapa kali hingga mencapai berat yang konstan. Kadar abu dari karbon aktif dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kadar abu} = \frac{N_2}{N_1} \times 100 \% \quad (2)$$

Dimana :

N1 = berat sampel awal (g)

N2 = berat sampel akhir sesudah pengabuan (g)

### Analisa Daya Serap Iodium (I<sub>2</sub>)

Sebanyak 0,5 gram karbon aktif ditimbang dan dicampurkan dengan 10 ml larutan iodium 0,1 N kemudian dikocok selama 15 menit dalam erlenmeyer. Setelah itu, sampel diputar cepat hingga mengendap. Cairan percobaan kemudian dititrasikan dengan larutan Natrium Thiosulfat 0,1 N dalam penambahan 10 ml. Jika warna kuning dalam campuran mulai memudar, ditambahkan 2-3 tetes larutan amilum 1% sebagai indikator hingga berubah menjadi biru tua. Kemudian dilakukan penitrasi lagi hingga warna biru tua menjadi bening. Estimasi kemampuan penyerapan iodium (mg/g):

$$\frac{10 - \frac{V \times N}{0,1} \times 12,69 \times 5}{W} \quad (3)$$

Dimana :

V = Larutan Natrium Thiosulfat yang diperlukan (ml)

N = Normalitas Larutan natrium tiosulfat (N)

12, 69 = Jumlah Iod sesuai dengan 1 mL larutan natrium tiosulfat 0,1 N

W = Berat sampel (g)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pengaruh jenis aktivator terhadap karakteristik karbon aktif dari ampas tebu ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data karakteristik karbonisasi

Jenis Aktivator	Waktu Aktivasi (jam)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Daya Serap I2 (mg/gram)
1	2	3	4	5
Belimbing Wuluh	6	1	2,81	876,53
	9	1	2,80	851,05
	12	1,03	3,03	820,21
	15	1,13	4,10	815,12
Jeruk Nipis	6	1	2,76	865,61
	9	1	2,75	840,16
	12	1,04	3,07	810,09
	15	1,10	4,12	796,61
Asam Sitrat	6	1	2,80	845,16
	9	1	2,78	826,01
	12	1,08	3,05	806,31
	15	1,16	4,08	770,42
Asam Sitrat	18	1,20	4,11	750,2

### Kadar Air Karbon Aktif

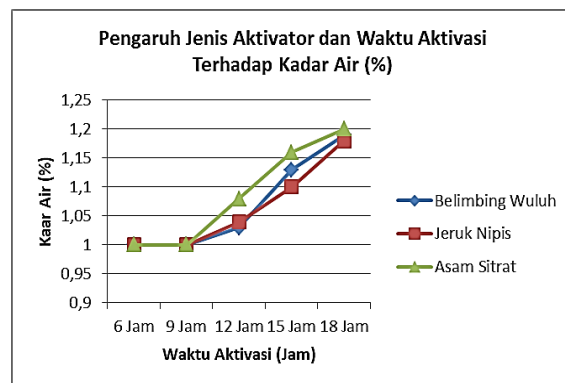
Kadar air adalah proporsi kandungan air dalam suatu zat yang dapat dijelaskan baik dalam keadaan basah atau kering. Semakin kecil konsentrasi air, semakin tinggi kualitas karbon aktif. Sebaliknya, semakin tinggi konsentrasi kelembaban, semakin banyak pori pada karbon aktif yang telah dilapisi oleh air. Hal ini mengurangi permukaan penyerapan pada lapisan luar karbon aktif, sehingga mengakibatkan penurunan kemampuannya dalam menyerap air [11].

Pengaruh waktu aktivasi kepada *water content* untuk setiap jenis aktivator yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1. Dari Gambar 1 terlihat bahwa pada aktivator belimbing wuluh, jeruk nipis, dan asam sitrat didapatkan kadar air terendah yaitu 1% pada waktu aktivasi 6 jam. Pada aktivator belimbing wuluh dan jeruk nipis didapatkan kadar air paling tinggi pada waktu aktivasi 18 jam sebesar 1,18% dan 1,19%. Dan kadar air tertinggi didapatkan pada aktivator asam sitrat sebesar 1,2% pada waktu aktivasi 18 jam.

Hal ini menunjukkan jika semakin lama waktu aktivasi, maka *water content* yang dihasilkan semakin besar. Ini

dikarenakan semakin lama waktu aktivasi maka semakin banyak kandungan air yang terserap dalam proses karbonisasi. Dan untuk jenis aktivator yang digunakan tidak terlalu berpengaruh terhadap kadar air carbon dikarenakan aktivator hanya membuka pori pada karbon aktif namun tidak mengurangi ataupun menambah kadar air yang disebabkan semakin besarnya konsentrasi aktivator tersebut.

Hasil studi ini sesuai dengan persyaratan pada Standar Industri Indonesia (SNI 06-3730-1995) untuk jenis serbuk, kadar air yang didapatkan telah berada dibawah batas maksimal 15 %. Oleh karena itu untuk karbon aktif yang menggunakan aktivator belimbing wuluh, jeruk nipis, dan asam sitrat, dengan waktu aktivasi 6 hingga 18 jam sudah sesuai kadar air dalam karakteristik karbon aktif. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Kurniasih, Pratiwi, & Amin dimana peningkatan kadar air sejalan dengan lama waktu aktivasi yang digunakan [11].

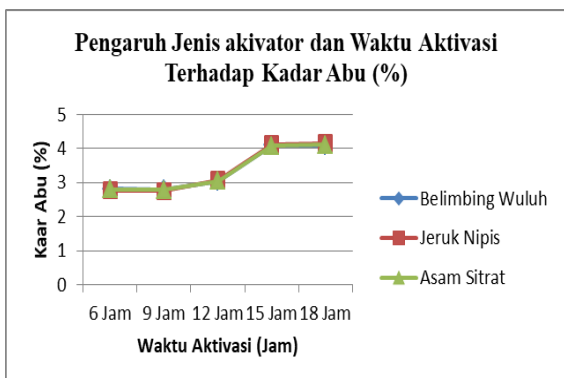


Gambar 1. Pengaruh aktivator dan waktu aktivasi terhadap kadar air

### Kadar Abu Karbon Aktif

Abu terdiri dari komponen biologis dan anorganik yang tidak dapat terbakar atau tinggal setelah pembakaran. Persentase abu dihitung untuk mengukur jumlah oksida yang terkandung dalam karbon aktif. Jumlah abu yang berlebihan dapat menyebabkan pori-pori pada karbon aktif tersumbat, mengurangi luas permukaan karbon aktif

yang telah diaktifkan. Pengaruh waktu aktivasi terhadap kadar abu ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh aktivator dan waktu aktivasi terhadap kadar abu

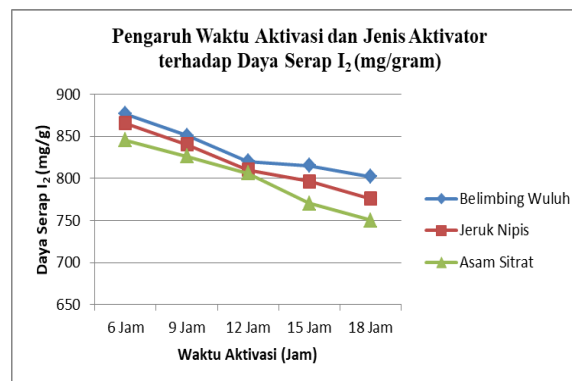
Gambar 2 menunjukkan bahwa waktu aktivasi berpengaruh terhadap kadar abu arang aktif ampas tebu. Semakin lama waktu aktivasi maka kadar abu semakin meningkat. Kadar abu terendah rata-rata untuk semua jenis aktivator adalah 2,5% setelah waktu aktivasi selama 6 jam, sementara kadar abu tertinggi rata-rata adalah 4% setelah waktu aktivasi selama 18 jam. Hal ini disebabkan oleh semakin lama waktu aktivasi, maka semakin banyak mineral yang tersisa dalam karbon aktif. Semakin banyak mineral yang tertangkap dalam pori-pori karbon aktif, semakin tinggi tingkat oksidasinya, sehingga menyebabkan peningkatan kadar abu.

Sedangkan kadar abu tidak dipengaruhi oleh jenis aktivator yang digunakan. Kadar abu yang dihasilkan dengan menggunakan aktivator belimbing wuluh, jeruk nipis, dan asam sitrat dengan waktu aktivasi selama 6 hingga 18 jam sesuai dengan Persyaratan Mutu Karbon Aktif SNI 06-3730-1995.

### Daya Serap Iodium (I<sub>2</sub>) terhadap Karbon Aktif

Kemampuan karbon aktif untuk menyerap senyawa dengan dimensi molekul yang kecil dapat ditentukan oleh kapasitas penyerapan iodinnya. Penyerapan iodin

dapat menunjukkan jumlah pori berukuran mikro pada permukaan karbon aktif. Semakin tinggi bilangan iodin, semakin banyak pori mikro yang terbuka pada karbon aktif. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas karbon aktif semakin baik. Pengaruh waktu aktivasi dan jenis aktivator terhadap kapasitas penyerapan iodin (I<sub>2</sub>) ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh aktivator dan waktu aktivasi terhadap daya serap I<sub>2</sub>

Gambar 3 menunjukkan bahwa daya serap iodin maksimum diperoleh pada waktu aktivasi selama 6 jam dengan menggunakan belimbing wuluh sebagai aktivator, sedangkan kapasitas penyerapan iodin terendah diperoleh pada waktu aktivasi selama 18 jam dengan menggunakan asam sitrat sebagai aktivator. Hal ini menunjukkan bahwa waktu aktivasi dan jenis aktivator mempengaruhi kapasitas penyerapan iodin. Semakin cepat waktu aktivasi, semakin tinggi kapasitas penyerapan I<sub>2</sub> yang diperoleh. Hal ini disebabkan karena pada waktu aktivasi yang cepat dan konsentrasi asam yang tinggi dari belimbing wuluh, asam tersebut terdistribusi merata dengan dispersi tinggi di seluruh partikel. Semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan sebagai aktivator, semakin besar kapasitas penyerapan I<sub>2</sub> yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena semakin tinggi konsentrasi asam, semakin banyak mineral yang diserap, sehingga menyebabkan volume pori karbon aktif cenderung bertambah besar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati, dkk yang menyatakan

karbon aktif terbaik memiliki kapasitas penyerapan  $I_2$  tertinggi [10].

Laju penyerapan iodida karbon aktif berkisar antara 750 mg/g dan 880 mg/g. Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 menetapkan kemampuan penyerapan iodin minimum sebesar 750 mg/g untuk karbon aktif serbuk. Hal ini mengimplikasikan bahwa kemampuan penyerapan iodin yang diperoleh dengan menggunakan belimbing, jeruk nipis, dan asam sitrat sebagai pengaktif, dengan durasi aktivasi berkisar antara 6 hingga 18 jam, memenuhi karakteristik kualitas karbon aktif.

### Aktivator dan Waktu Aktivasi Terbaik

Berdasarkan kajian, belimbing merupakan pengaktif paling bermanfaat karena memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi dibandingkan dua agen pengaktif lainnya. Sebagai hasilnya, belimbing menjadi lebih efisien dalam penyerapan iodin ( $I_2$ ). Penelitian ini menemukan bahwa periode aktivasi optimal adalah 6 jam karena menghasilkan kadar kelembaban dan abu yang lebih rendah dibandingkan dengan periode aktivasi lainnya. Periode aktivasi yang lebih singkat menghasilkan kapasitas penyerapan  $I_2$  yang lebih tinggi. Hal ini memenuhi persyaratan kualitas Standar Nasional Indonesia (SNI).

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Jenis activator tidak memiliki pengaruh terhadap jumlah kandungan air dan tingkat abu dalam karbon aktif.
2. Jenis aktivator berpengaruh yang signifikan pada karakteristik fisik kemampuan penyerapan iodium ( $I_2$ ).
3. Waktu aktivasi berpengaruh pada kadar air. Semakin lama waktu aktivasi, semakin besar kadar abu dalam bahan yang diaktifkan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Laboratorium Jurusan Teknik Kimia di Politeknik Negeri Lhokseumawe atas bantuannya dalam menyelesaikan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramadhani, L. F. *et al.*, 2020. *teknologi aktivasi fisika pada pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa*. Jurnal Teknik Kimia, Vol. 26, No. 2, pp. 42-53.
- [2] Masthura, M. and Putra, Z., 2018. *Karakterisasi mikrostruktur karbon aktif tempurung kelapa dan kayu bakau*. Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology, Vol. 4, No. 1, pp. 45-54.
- [3] Hakim, A., Subekti, S., and Sugijanto, N. E. N., 2016. *Studi penurunan logam berat  $Cu^{2+}$  dan  $Cd^{2+}$  dengan menggunakan limbah kulit pisang kepok (*musa acuminata*)*. Jurnal Biosains Pascasarjana, Vol. 18, No. 1, pp. 24-34.
- [4] Hatibie, R. W., Aladin, A., and Ifa, L., 2022. *Pembuatan karbon aktif hasil pirolisis tongkol jagung (*zea mays var. ceratina l.*) menggunakan aktivator asam dari buah belimbing wuluh*. Journal of Technology Process, Vol. 2, No. 1, pp. 38-49.
- [5] Haryanto, B., Sinaga, W. K., and Saragih, F. T., 2019. *Kajian model interaksi pada adsorpsi logam berat kadmium ( $Cd^{2+}$ ) dengan menggunakan adsorben dari pasir hitam*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 8, No. 2, pp. 79-84.
- [6] Hayuwardini, A. and Mulyani, B., 2022. *Pemanfaatan arang ampas tebu (Bagasse) sebagai adsorben larutan campuran ion  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$* . in *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia (SN-KPK)*, Vol. 13, No. 1, pp. 110-120.

- [7] Fitria, N. and Kiranaresti, R. D., 2018. *Penggunaan aktivator nacl 5% pada karbon kulit singkong (manihot esculenta) untuk menurunkan kadar besi (Fe) dengan metode kolom kromatografi*. Jurnal Analis Kimia, Vol. 2, No. 01.
- [8] Wulandari, F. and Harismah, K., 2023. *Pemurnian minyak daun cengkeh dengan metode adsorpsi menggunakan adsorben lempung bentonit dengan aktivasi asam sitrat dari lemon*. Universitas Muhammadiyah Surakarta,
- [9] Mulana, F. *et al.*, 2018. *Pengaktifan kulit asam jawa dengan campuran asam sitrat dan asam tartarat untuk penyerapan ion logam Cd (II)*. Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan, Vol. 13, No. 2, pp. 135-143.
- [10] Nurhayati, I., Sutrisno, J., and Zainudin, M. S., 2018. *Pengaruh konsentrasi dan waktu aktivasi terhadap karakteristik karbon aktif ampas tebu dan fungsinya sebagai adsorben pada limbah cair laboratorium*. WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA, Vol. 16, No. 1, pp. 62-71.
- [11] Kurniasih, A., Pratiwi, D. A., and Amin, M., 2020. *Pemanfaatan ampas tebu sebagai arang aktif dengan aktivator larutan belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi L.)*. Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol. 14, No. 2, pp. 56-63.