



# Review Karakterisasi Karbon Aktif Dari Berbagai Jenis Serbuk Kayu

**Axo Syamboga<sup>1</sup>, Agus Budianto<sup>2</sup>**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Email: axosyamboga@gmail.com<sup>1</sup>, budichemical@itats.ac.id<sup>2</sup>

## Abstrak

Karbon aktif merupakan bahan yang sering digunakan sebagai adsorben karena memiliki luas permukaan yang lebih besar daripada jenis adsorben lainnya. Karbon aktif dapat diproduksi dari berbagai macam bahan dasar organik maupun anorganik yang mempunyai kandungan karbon dan berpori salah satunya yaitu serbuk kayu. Proses utama pembuatan karbon aktif berupa proses karbonasi dan aktivasi secara fisika atau kimia. Dari hasil studi literatur, diperoleh hasil karakterisasi karbon aktif terbaik berupa BET *Surface Area* sebesar 2435 m<sup>2</sup>/g dari bahan dasar serbuk kayu Paulownia dengan aktivasi kimia, Bilangan iodin sebesar 1019 mg/g dari serbuk kayu Bakau dengan aktivasi kimia, dan Karbon aktif dari serbuk kayu dapat menyerap limbah logam berat berupa Fosfat, Pb (II), Fe, Mn, Cr(VI), Nitrat dan juga Uranium. Karbon aktif juga dapat menyerap zat warna berupa Metilen Biru dan DB2B (*Direct Blue 2B*).

**Kata kunci:** Karbon Aktif, Serbuk Kayu, Adsorpsi

## Abstract

*Activated carbon belongs to a sort of material frequently used as adsorbent as it has larger surface area than other type of absorbent. Activated carbon can be produced from numerous kinds of organic and inorganic basic materials which contain carbon and are porous such as wood powder. Basically, wood powder refers to the waste resulted from wood industry which can be used for the basic material of activated*

*carbon as it contains carbon and is easy to get commercially. This research used diverse wood powder types as the main materials to produce activated carbon. Thus, it intended for investigating the method applied for making activated carbon, characterization, and application. The characterizations of activated carbon were carried out by analyzing the contents of water, ash, steamed substance, bound carbon, iodine number, BET, and so on. Meanwhile, the parameters of activated carbon quality could be noticed from surface area, absorption capacity, and iodine number. The results of literature study demonstrated that the best characterizations of activated carbon consisted of BET Surface Area 2435 m<sup>2</sup>/g made of Paulownia wood powder as the basic material within chemical activation, iodine number 1019 mg/g made of mangrove powder within chemical activation, and activated carbon derived from wood powder could adsorb heavy metal waste such as phosphate, Pb (II), Fe, Mn, Cr (VI), Nitrate, as well as Uranium. Furthermore, activated carbon also could adsorb coloured substances like Blue Methylene and DB2B (Direct Blue 2B).*

*Keywords: activated carbon, wood powder, adsorption.*

## **A. PENDAHULUAN**

Semakin pesatnya perkembangan industri di Indonesia dari tahun ke tahun juga semakin memperparah pencemaran limbah pada lingkungan. Selain memberikan dampak positif pada bangsa seperti menaikkan perekonomian negara, limbah yang dihasilkan dari proses industri mengandung berbagai senyawa berbahaya dan beracun bagi makhluk hidup di lingkungan. Banyak dari industri tersebut tidak mengelola limbah terlebih dahulu demi menghemat biaya operasional produksi. Pembuangan limbah secara langsung pada lingkungan akan merusak ekosistem, estetika dan menurunkan kualitas lingkungan terutama air dan air. Maka dari itu perlunya penanganan proses terlebih dahulu sebelum limbah dilepas ke lingkungan (Utomo, 2014). Limbah organik yang sering dihasilkan pada industri pengrajinan kayu adalah serbuk kayu atau yang biasa disebut gergaji kayu. Umumnya gergaji kayu hanya diolah dengan proses pembakaran langsung dimana akan menimbulkan asap

akibat proses pembakaran yang tidak sempurna dan menghasilkan emisi CO<sub>2</sub>. (Kusuma Wardani, Astuti et al., 2017).

Tingginya permintaan produk berbahan dasar kayu terutama pada sektor alat rumah tangga menyebabkan perkembangan industri yang pesat pada bidang industri pengrajin kayu dan menjadikan limbah sebagai masalah utama pada lingkungan. Limbah merupakan sisa hasil produksi industri atau rumah tangga (limbah domestik). Limbah menimbulkan kerugian bagi masyarakat salah satunya adalah pencemaran lingkungan. Jenis limbah dibagi menjadi dua yaitu limbah organik dan anorganik. Limbah organik adalah limbah yang dapat mengalami pembusukan alami, sedangkan limbah anorganik tidak dapat mengalami pembusukan secara alami dan memerlukan penanganan tertentu. Semakin banyak bahan baku kayu yang tersedia, maka semakin meningkat pula limbah kayu yang dihasilkan. Terdapat juga faktor lain yang mempengaruhi jumlah limbah kayu antara lain kualitas pekerja dan tingkat teknologi yang digunakan (Ramadhanti et al., 2019).

Karbon aktif merupakan suatu material yang mengandung karbon dan berbentuk padatan yang berpori. Karbon aktif diperoleh dari bahan yang memiliki kandungan unsur karbon baik tumbuhan, hewan maupun barang yang dipanaskan pada suhu tinggi namun tidak teroksidasi. Karbon aktif memiliki kemampuan sebagai adsorben atau zat penyerap. Hal ini dikarenakan karbon aktif memiliki pori dan luas permukaan sebagai tempat menangkap atau menyerap partikel. Karbon aktif juga merupakan bahan penting untuk pemurnian, penghilangan warna, adsorben dan katalis dalam industri kimia. Karbon aktif dapat diproduksi dari berbagai bahan atau material yang mengandung unsur karbon dengan proses pirolisis. Karbon aktif merupakan adsorben yang sangat

dibutuhkan dalam proses industri yaitu industri makanan dan minuman, obat-obatan dan pengolahan air (Budianto et al., 2019). Pembuatan karbon aktif dari serbuk kayu umumnya sama dengan pembuatan karbon aktif dari berbagai bahan baku. Proses utama terdiri dari pirolisis, Karbonisasi, dan Aktivasi baik secara fisik maupun kimia. Karbon aktif dinyatakan layak dipakai jika telah memenuhi standar yang telah ditetapkan (Danish & Ahmad, 2018). Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan karbon aktif untuk menyerap yaitu : Ukuran pori karbon aktif, Nilai konsentrasi awal sampel, Luas permukaan adsorben, dan Waktu setimbang adsorpsi. Karbon aktif terbuat dari bahan organik maupun anorganik yang mempunyai kandungan karbon dan memiliki permukaan berpori. Karbon aktif dari berbagai jenis serbuk kayu dapat diaplikasikan pada penyerapan zat berbahaya seperti zat warna maupun logam berat pada limbah cair.

Penelitian (Gad et al., 2013) menunjukkan bahwa karbon aktif yang terbuat dari serbuk kayu *Pine* dan diaktivasi secara fisika dapat mengurangi kandungan Pb(II) sebesar 84,46%. Penelitian (Doke & Khan, 2017) menggunakan karbon aktif dari serbuk kayu pohon Apel dan menggunakan aktivasi secara kimia dengan  $H_2SO_4$  dapat mengurangi kadar Cr(VI) 95%. Adapun penelitian yang dilakukan oleh (Eletta et al., 2018) menggunakan karbon aktif berbahan dasar campuran dari berbagai jenis serbuk kayu dan diaktivasi secara kimia dengan  $Al_2SO_4$  dapat mengurangi kandungan *Copper* sebesar 66,7%. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Kamarehie et al., 2018) menggunakan bahan dasar dari serbuk kayu anggur hijau yang diaktivasi secara kimia dengan  $H_2SO_4$  dapat mengurangi kadar Nitrat sebesar 97,76%. (El-Magied et al., 2017)

melakukan penelitian pengurangan kadar Uranium dan didapatkan persen removal sebesar 89,72% dengan menggunakan karbon aktif berbahan dasar campuran berbagai jenis serbuk kayu dan diaktivasi secara kimia dengan  $\text{HNO}_3$ . Penelitian (Eddyanto Winoto, Surya Hatina, 2020) menggunakan karbon aktif dengan bahan dasar serbuk kayu merbau, mampu mengurangi kadar Fe sebesar 62,25%. Namun, (Busyairi et al., 2019) menunjukkan hasil pengurangan kadar Fe lebih baik yaitu sebesar 99% dengan menggunakan karbon aktif dari serbuk kayu meranti yang diaktivasi secara kimia dengan KOH. Penelitian yang dilakukan oleh (Nur Permata et al., 2019) menggunakan karbon aktif berbahan dasar serbuk kayu halaban yang diaktivasi secara kimia dengan  $\text{ZnCl}_2$  dan KOH mampu mengurangi kadar zat warna metilen biru secara berurut sebesar 95,1% dan 93,3%. Adapula penelitian yang dilakukan oleh (Nirmaladevi & Palanisamy, 2019) menggunakan karbon aktif berbahan dasar kayu *acacia leucophloea* mampu mengurangi kadar zat warna DB2B sebesar 89%. Parameter karbon aktif dapat dilihat pada ukuran permukaan pori dan juga bilangan iodin. Penelitian yang dilakukan oleh (Zhu et al., 2014) memiliki ukuran BET *Surface Area* pada karbon aktif sebesar  $2435 \text{ m}^2/\text{g}$ . Karbon aktif dari (Budianto et al., 2019) memiliki karakterisasi BET *Surface Area* sebesar  $136,345 \text{ m}^2/\text{g}$  dan bilangan iodin sebesar  $1019 \text{ mg/g}$ .

Pada studi literatur ini, kami ingin membandingkan karakterisasi karbon aktif dari berbagai jenis kayu yang diaktivasi secara fisika maupun kimia. Serta pengaplikasiannya pada limbah terutama pada zat logam dan zat warna.

## B. METODE

### Metode Aktivasi Karbon Aktif Secara Fisika

Penelitian yang dilakukan oleh (Mazlan et al., 2016), karbon aktif berbahan dasar dari serbuk kayu karet. Bahan penelitian berupa serbuk kayu karet, gas CO<sub>2</sub>, Gas Nitrogen dan Larutan *Trichloroethylene*. Tahap persiapan bahan berupa pengeringan serbuk kayu dengan menggunakan oven pada suhu 110° C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar air. Kemudian disaring hingga didapatkan ukuran 0,15 mm sampai 0,5 mm. Kemudian di *press* dengan menggunakan alat *press* pada tekanan 40 Mpa. Selanjutnya dikarbonasi pada suhu 700, 720 dan 760° C selama 1 jam. Kemudian diaktivasi dengan menggunakan gas CO<sub>2</sub> selama 60, 90 dan 120 menit. Karbon aktif kemudian didinginkan pada suhu ruang dan disaring sampai mendapatkan ukuran 0,3 mm sampai 0,45 mm. Setelah itu dilakukan analisa menggunakan metode GC-FID.

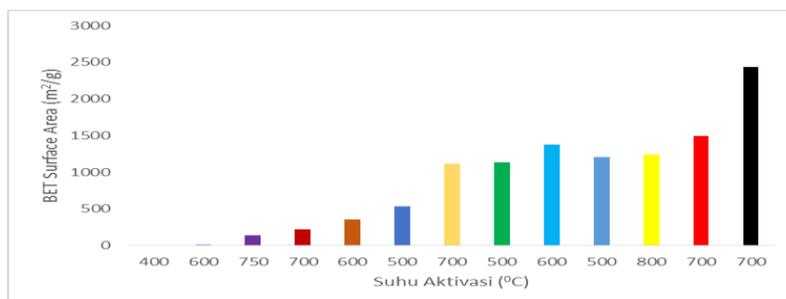
### Metode Aktivasi Karbon Aktif Secara Kimia

Penelitian yang dilakukan (Erawati & Ardiansyah, 2018), menggunakan bahan dasar dari kayu sengon. Adapun bahan penelitian yang digunakan berupa H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NaOH, dan NaCl sebagai aktivator. Serbuk kayu sengon diayak menggunakan ayakan berukuran -20 hingga +100 mesh. Kemudian dikarbonasi pada suhu 500° C selama 30 menit. Setelah dikarbonasi, diaktivasi dengan menggunakan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NaOH, dan NaCl dengan konsentrasi masing-masing 0,1 M 100 ml. Karbon aktif direndam pada zat aktivator selama 24 jam. Kemudian karbon aktif dicuci dengan aquades hingga pH netral. Karbon aktif dikeringkan dengan *oven*

pada suhu 150° C selama 3 jam. Karbon aktif kemudian dianalisa BET, Daya serap iodin, Kadar air, dan Kadar abu.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, parameter kualitas karbon aktif dari serbuk kayu dapat dilihat pada karakterisasi *Surface area* dan bilangan Iodin. Parameter dapat dinilai pada luas permukaan area karbon aktif dan bilangan iodin karbon aktif yang didapat saat uji analisa. Pengaruh suhu aktivasi karbon aktif terhadap luas permukaan karbon aktif ditampilkan pada **Gambar 3.1**

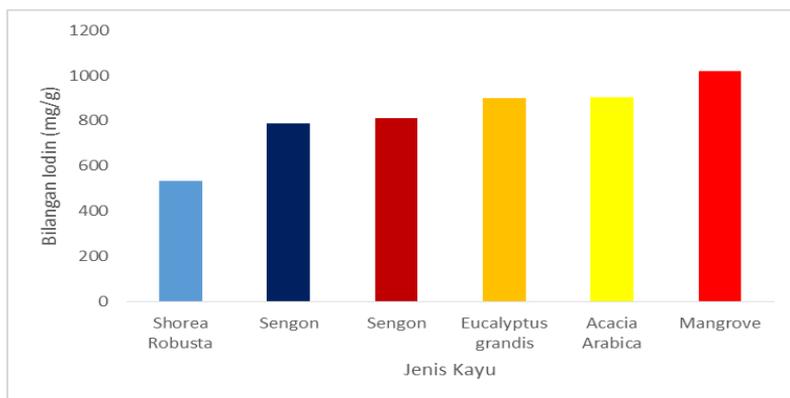


**Gambar 3.1** Suhu aktivasi terhadap BET *Surface Area*

Berdasarkan Gambar 3.1 didapatkan data kondisi optimum dan karakterisasi karbon aktif yang diaktivasi secara kimia. BET *Surface Area* karbon aktif diperoleh ukuran antara 10,01 sampai 2435 m<sup>2</sup>/g. Surface area karbon aktif dengan hasil terbaik 2435 m<sup>2</sup>/g diperoleh pada penelitian yang dilakukan (Zhu et al., 2014) dengan bahan dasar dari serbuk kayu Paulownia. Kondisi proses pembuatan karbon aktif dilakukan metode aktivasi kimia menggunakan larutan KOH. Waktu perendaman selama 12 jam dengan rasio KOH 6:1. Kayu dikarbonasi pada suhu 250 °C selama 2 jam lalu diaktivasi pada suhu 700 °C selama 1 jam.

Pada Gambar 3.1 Hasil karbon aktif dengan BET surface area terbaik diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Grima-Olmedo C. et al. (2016) menggunakan bahan baku kayu *Eucalyptus* spp. Kondisi proses pembuatan karbon aktif menggunakan suhu karbonasi 400° C selama 2 jam dan suhu aktivasi pada 800 °C selama 4 jam. Proses aktivasi dengan dialirkan gas CO<sub>2</sub> dengan *flow rate* 200 ml/menit STP. Karbon aktif dari serbuk kayu paulownia aktivasi secara kimia memiliki ukuran surface area lebih besar dari karbon aktif kayu *eucalyptus spp* yang diaktivasi secara fisika.

Menurut (Laos et al., 2016), semakin tinggi suhu pengeringan pada karbon aktif maka semakin sedikit kadar air yang terkandung pada karbon aktif, sehingga luda as pori-pori pada karbon aktif akan membesar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin besar pula sehingga kemampuan adsorpsi karbon aktif meningkat. Data bilangan iodin karbon aktif dari berbagai jenis kayu dapat dilihat pada Gambar 3.2



**Gambar 3.2 Data Bilangan Iodin Karbon Aktif dari Serbuk Kayu**

Berdasarkan Gambar 3.2 menunjukkan data bilangan iodin karbon aktif antara 534,6 sampai 1019 mg/g. Hasil bilangan iodin terbaik

diperoleh 1019 pada penelitian yang dilakukan oleh (Budianto et al., 2019) berbahan dasar dari kayu *mangrove* atau Bakau. Penelitian menghasilkan karbon aktif sesuai dengan SNI 06-3730-1995. Kondisi optimum proses pembuatan karbon aktif dilakukan aktivasi fisika dan kimia menggunakan  $H_3PO_4$  konsentrasi 1 M. Kayu dikarbonasi pada suhu  $650\text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam lalu direndam pada larutan  $H_3PO_4$  selama 8 jam. Karbon aktif diaktifkan pada suhu (Nirmaladevi & Palanisamy, 2019)  $750\text{ }^\circ\text{C}$  selama 2 jam lalu dikeringkan pada suhu  $105\text{ }^\circ\text{C}$  selama 6 jam.

Karbon aktif dari berbagai jenis serbuk kayu juga dapat diaplikasikan pada limbah cair untuk mengurangi kadar zat berbahaya seperti logam berat dan zat warna. Tabel 3.1 menunjukkan persen *removal* limbah yang dihasilkan oleh karbon aktif dari berbagai jenis kayu.

**Tabel 3.1 Persen *Removal* Limbah**

Peneliti	Jenis Kayu	Jenis Limbah	Persen <i>Removal</i> (%)
(Gad et al., 2013)	<i>Pine</i>	Pb(II)	84,46
(Doke & Khan, 2017)	Apel	Cr(VI)	95
(Nur Permata et al., 2019)	Halaban	Metilen Biru	95,1
(Kamarehie et al., 2018)	Anggur Hijau	Nitrat	97,76
(El-Magied et al., 2017)	<i>Mix Wood Sawdust</i>	Uranium	99,55
(Busyairi et al., 2019)	Meranti	Fe	99
(Nirmaladevi & Palanisamy, 2019)	<i>acacia l.</i>	DB2B	89

Berdasarkan Tabel 3.1 menunjukkan bahwa karbon aktif dengan aktivasi secara fisika dapat menyerap logam berat Pb(II) yang dilakukan oleh (Gad et al., 2013). Bahan yang digunakan berupa serbuk kayu Pine (Pinus) dan diaktivasi secara fisika dengan suhu tinggi. Kondisi proses pembuatan karbon aktif menggunakan suhu karbonasi pada  $500\text{ }^\circ\text{C}$

selama 3 jam dan diaktivasi pada suhu 800 °C selama 1,5 jam. Karbon aktif dapat menyerap Pb (II) dengan persen *removal* 84,46%.

## D. PENUTUP

### Simpulan dan Saran

Dari studi literatur ini didapatkan hasil parameter terbaik karbon aktif BET *Surface Area* 2435 m<sup>2</sup>/g dan Bilangan iodin 1019 mg/g. Karbon aktif karbon aktif dapat menyerap logam berat seperti Cr(VI) 95% (Aktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Nitrat 97,76% (Aktivasi KOH), Uranium 99,55% (Aktivasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), Fosfat 89% (Aktivasi ZnCl<sub>2</sub>), Fe 99,2% (Aktivasi KOH), Mn 92,9% (Aktivasi KOH), dan Pb(II) 43,41% (Aktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Karbon aktif dapat menyerap zat warna metilen biru dengan persen *removal* 95,1%, limbah tekstil 98,5%, dan DB2B 89%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budianto, A., Kusdarini, E., Effendi, S. S. W., & Aziz, M. (2019). The Production of Activated Carbon from Indonesian Mangrove Charcoal. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 462(1). <https://doi.org/10.1088/1757899X/462/1/012006>
- Budianto, A., Kusdarini, E., Effendi, S. S. W., & Aziz, M. (2019). The Production of Activated Carbon from Indonesian Mangrove Charcoal. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 462(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/462/1/012006>
- Busyairi, M., Firlina, F., Sarwono, E., & Saryadi, S. (2019). Pemanfaatan Serbuk Kayu Meranti Menjadi Karbon Aktif Untuk Penurunan Kadar Besi (Fe), Mangan (Mn) Dan Kondisi Ph Pada Air Asam Tambang. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 11(2), 87–101. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol11.iss2.art1>

- Danish, M., & Ahmad, T. (2018). A review on utilization of wood biomass as a sustainable precursor for activated carbon production and application. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 87 (October 2017), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.003>
- Doke, K. M., & Khan, E. M. (2017). Equilibrium, kinetic and diffusion mechanism of Cr(VI) adsorption onto activated carbon derived from wood apple shell. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S252–S260. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2012.07.031>
- Eddyanto Winoto, Surya Hatina, S. (2020). *Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Serbuk Kayu Merbau Dan Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Untuk Pengolahan Limbah Cair Aas*. 5(5), 32–46.
- El-Magied, M. O. A., Mohammed, T. F., El-Aassy, I. K., Gad, H. M. H., Hassan, A. M., & Mahmoud, M. A. (2017). Decontamination of Uranium-Polluted Groundwater by Chemically-Enhanced, Sawdust-Activated Carbon. *Colloids and Interfaces*, 1(1), 2. <https://doi.org/10.3390/colloids1010002>
- Eletta, O. A. A., Mustapha, S. I., Ajayi, O. A., & Ahmed, A. T. (2018). Optimization of dye removal from textile wastewater using activated carbon from sawdust. *Nigerian Journal of Technological Development*, 15(1), 26. <https://doi.org/10.4314/njtd.v15i1.5>
- Erawati, E., & Ardiansyah, F. (2018). Effect of Activator Types and Active Carbon Size on the Making of Adsorbents from Sengon Wood Sawdust (*Paraserianthes falcataria*). *Jurnal Integrasi Proses*, 7(2), 58–66.
- Gad, .H.M.H, Omar, H. ., Khalil, M. ., & Hassan, M. . (2013). Factors Affecting Sorption of Pb(II) from Aqueous Solutions Using Sawdust Based Activated Carbon. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(1), 2071–2079.
- Kamarehie, B., Aghaali, E., Musavi, S. A., Hashemi, S. Y., & Jafari, A. (2018). Nitrate removal from aqueous solutions using granular activated carbon modified with iron nanoparticles. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 31(4), 554–563. <https://doi.org/10.5829/ije.2018.31.04a.06>

- Kusuma Wardani, Astuti, R., Jumiati, & Puspita Sari, D. (2017). Pemanfaatan Limbah Gergaji Kayu sebagai Media Tanam Jamur dan Kain Perca untuk Bahan Baku dalam Packaging Fung – Cube. *Journal Proceeding Biology Education Conference*, 14(1), 83–87.
- Laos, L. E., Masturi, M., & Yulianti, I. (2016). Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri. *Prosiding Seminar Nasional Fisika SNF2016*, V, SNF2016-MPS-135-SNF2016-MPS-140. <https://doi.org/10.21009/0305020226>
- Mazlan, M. A. F., Uemura, Y., Yusup, S., Elhassan, F., Uddin, A., Hiwada, A., & Demiya, M. (2016). Activated Carbon from Rubber Wood Sawdust by Carbon Dioxide Activation. *Procedia Engineering*, 148, 530–537. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.549>
- Nirmaladevi, S., & Palanisamy, N. (2019). Preparation And Adsorptive Properties Of Activated Carbon From Acacia Leucophloea Wood Sawdust Hydrochar By Zinc Chloride Activation. *Cellulose Chemistry And Technology*, 53, 1029–1039.
- Nur Permata, A., Roro Adinda P.P, R., & Takwanto, A. (2019). Studi Awal Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Pada Proses Aktivasi Karbon Dari Kayu Halaban Menggunakan  $ZnCl_2$  Dan Koh. *Distilat*, 5(9), 141–146.
- Ramadhanti, F., Rahmadi, A., & Satriadi, T. (2019). The Study of Potential Industrial Wood Waste Plywood in PT Abadi Jaya Elbana Tanjung District Tabalong. *Jurnal Sylva Scienteeae*, 02(1), 18–25.
- Utomo, S. (2014). *Effect of Activation Time and Particle Size on Absorption of Active Carbon from Cassava Skin with NaOH Activator*. November, 1–4.
- Zhu, X. L., Wang, P. Y., Peng, C., Yang, J., & Yan, X. Bin. (2014). Activated carbon produced from paulownia sawdust for high-performance CO<sub>2</sub> sorbents. *Chinese Chemical Letters*, 25(6), 929–932. <https://doi.org/10.1016/j.cclet.2014.03.039>.