



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN  
ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654  
JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



## Adsorpsi Pb Menggunakan Karbon Aktif dari Bambu Kuning (*Bambusa vulgaris striata*) Teraktivasi KOH

Ida Hasmita<sup>1</sup>, Herlina S. Manap<sup>2</sup>, Eka Marya Mistar<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Serambi Meekah

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Ekonomi, Fakultas FKIP Universitas Serambi Meekah

Jl. T. Imum Lueng Bata Batoh – Banda Aceh

Email :eka.marya.mistar@serambimeekah.ac.id

### Abstrak

Karbon aktif berbahan baku bambu kuning (*Bambusa vulgaris striata*) dipreparasi dengan KOH aktivasi untuk menyerap timbal (Pb). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji daya adsorpsi Pb pada karbon aktif. Proses adsorpsi dilakukan dengan mengalirkan larutan Pb melewati unggun yang berisi karbon aktif. Variasi laju alir yang diaplikasikan adalah 5 mL/menit dan 10 mL/menit. Struktur mikro karbon aktif diamati dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan daya adsorpsi Pb tertinggi pada laju alir 5 mL/menit, yaitu pada menit ke 100 menghasilkan konsentrasi effluent 5,82 mg/L.

Kata kunci : Adsorpsi, karbon aktif, KOH, Pb, *bambusa vulgaris striata*

## Adsorption of Pb using activated carbon from Yellow Bamboo (*Bambusa vulgaris striata*) using KOH activation

Ida Hasmita<sup>1</sup>, Herlina S. Manap<sup>2</sup>, Eka Marya Mistar<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Serambi Meekah

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Ekonomi, Fakultas FKIP Universitas Serambi Meekah

Jl. T. Imum Lueng Bata Batoh – Banda Aceh

Email :eka.marya.mistar@serambimeekah.ac.id

### Abstract

Activated carbon was prepared from Yellow bamboo (*Bambusa vulgaris striata*) via KOH activation to adsorb Pb ions from aqueous solutions. This research aimed to determine Pb adsorption using activated carbon. The adsorption process was performed by flowing the Pb solution through the fixed-bed column filled with the prepared activated carbon. The applied flow rate varied between 5 mL/min and 10 mL/min. The microstructure of activated carbon was observed using *Scanning Electron Microscope* (SEM). The obtained results showed that the highest Pb concentration at 5 mL/min was 5.82 mg/L.

Keyword : Activated carbon, adsorption, KOH, Pb, *bambusa vulgaris striata*

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri di Indonesia berhasil meningkatkan perekonomian dalam negeri, tetapi di sisi lain, maraknya industri yang membuang limbah ke lingkungan dapat menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Pencemaran oleh logam dapat terjadi baik di tanah maupun air tanah sebagai akibat dari kegiatan industri seperti pertambangan, pelapisan logam, penyamakan kulit, dan penyulingan minyak bumi (Prasad et al, 2000). Salah satu zat pencemar yang berbahaya adalah timbal (Pb). Logam ini banyak terkandung dalam limbah yang dihasilkan dari industri batik, cat, baterai, bengkel motor, limbah oli dan sebagainya. Pencemaran lingkungan oleh Pb disebabkan oleh belum maksimalnya pengolahan limbah sebelum dialirkan ke badan air. Pb sangat berbahaya karena tidak dapat terurai, bersifat toksik dan terakumulasi dalam organisme hidup. Keracunan timbal menyebabkan kerusakan hati, ginjal dan penurunan pembentukan hemoglobin, keterbelakangan mental, infertilitas dan kelainan pada ibu hamil. Secara langsung atau tidak langsung, Pb dapat menyebabkan anemia, sakit kepala, menggigil, diare dan keracunan yang menyebabkan disfungsi ginjal, sistem saraf pusat, otak, hati, dan bahkan sistem reproduksi (Mouni et al, 2011; Kianoush et al, 2015).

Berbagai teknologi telah diteliti untuk menghilangkan logam berat dari larutan berair, misalnya adsorpsi, filtrasi membran, pertukaran ion, osmosis balik, ekstraksi pelarut, pengendapan kimia, dan koagulasi (Cazetta et al, 2011 ; Shafiq et al. 2018). Sebagian besar metode ini memiliki beberapa kelemahan seperti modal yang tinggi, biaya operasi dan pembuangan lumpur logam sisa pengolahan yang tidak cocok untuk industri skala kecil. Proses adsorpsi digunakan secara eksklusif dalam pengolahan air dan telah banyak penelitian yang menemukan adsorben yang murah dan layak secara karakteristik kimia-fisika (Mahmoud et al, 2010). Karbon aktif dengan luas permukaan yang tinggi, pori mikro dan sifat kimia permukaannya telah menjadikannya sebagai adsorben potensial dalam penyerapan logam berat dari air buangan limbah industri (Mohammadi et al, 2010). Keuntungan lainnya yaitu karbon aktif yang berbentuk padat dapat digunakan berulang kali pada proses penyerapan limbah.

Secara umum diketahui bahwa ketersediaan prekursor merupakan salah satu faktor utama dalam produksi karbon aktif. Bambu dapat menjadi sumber potensial penyerap karbon (Nath et al, 2015). Bambu merupakan bahan lignoselulosa dan kelompok tanaman tahunan berkayu dalam famili rumput *Poaceae*, subfamili *bambusoideae* yang mencakup sekitar 1100-1500 spesies (González et al, 2014). *Bambusa vulgaris striata* adalah sumber daya terbarukan dan tersedia melimpah. Selain itu, ia memiliki masa panen yang relatif singkat yaitu 3-5 tahun (Mistar et al, 2020). Bambu memiliki pertumbuhannya yang cepat dan siklus rotasinya pendek, sehingga hutan bambu telah dilaporkan memiliki kepadatan karbon per hektar yang lebih tinggi dibandingkan dengan hutan tanaman berkayu (Yang et al., 2015 ; Amoah et al, 2020). Beberapa metode telah dilaporkan untuk memproduksi karbon dari biomassa dan limbah biomassa (Rizal et al, 2021). Pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan baku karbon menjadi pusat perhatian saat ini dikarenakan mempunyai keuntungan baik secara lingkungan, ekonomi, dan social (Tetra dkk, 2018). Penelitian tentang karakteristik dan produk biomassa yang berasal dari beberapa jenis bambu masih terbatas. Beberapa riset sebelumnya telah melaporkan bahwa *Bambusa vulgaris striata* berpotensi sebagai bahan aktif karbon yang berkualitas baik dan efektif digunakan untuk menyerap logam berat dan berpotensi untuk pengolahan air limbah (González and Cuervo, 2013; Mistar et al, 2018).

Proses adsorpsi dilakukan secara kontinyu. Dengan kompresi aliran fluida cair melalui kolom unggun yang telah diisi dengan karbon aktif. Berdasarkan penelitian – penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, masih sangat sedikit penelitian dengan

mengaplikasikan metode adsorpsi secara kontinyu. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji adsorpsi Pb menggunakan karbon aktif secara aliran kontinyu.

## **METODELOGI PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Peralatan utama dan pendukung yang diperlukan yaitu : timbangan analitik CP 224S (Sartorius), wadah plastik, gelas ukur, *hot plate*, kaca arloji, tangki plastik, spatula, botol gelas, *beaker glass*, selang, dan *magnetic stirrer*. Selanjutnya, bahan – bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah : karbon aktif, Pb, tisu, dan aquades.

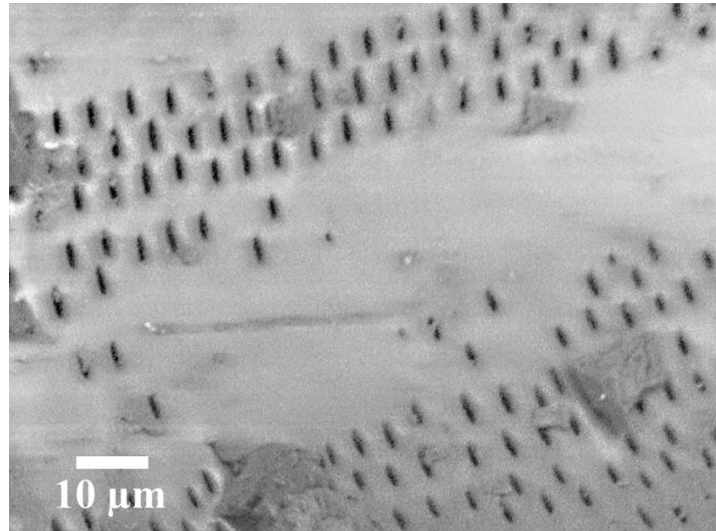
### **Rancangan Penelitian**

Karbon aktif yang diaktivasi dengan KOH pada temperatur pirolisis 800 °C dengan waktu 1 jam, konsentrasi awal Pb 10,0 mg/L, dan massa karbon aktif 2,0 gram adalah variabel tetap yang digunakan dalam penelitian. Pada penelitian ini, proses adsorpsi Pb dilakukan dengan memompakan larutan Pb 10 mg/L dengan variasi *flow rate* 5 mL/menit dan 10 mL/menit menggunakan pompa peristaltik, sehingga terjadi proses adsorpsi dengan 2 gram karbon aktif yang telah diisi pada kolom unggun. Selanjutnya, analisa Pb dilakukan dengan mencuplik sampel pada *effluent* pada menit ke : 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100. Parameter yang diuji adalah kandungan Pb pada sampel *effluent* dan analisa morfologi karbon aktif yang telah dihasilkan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

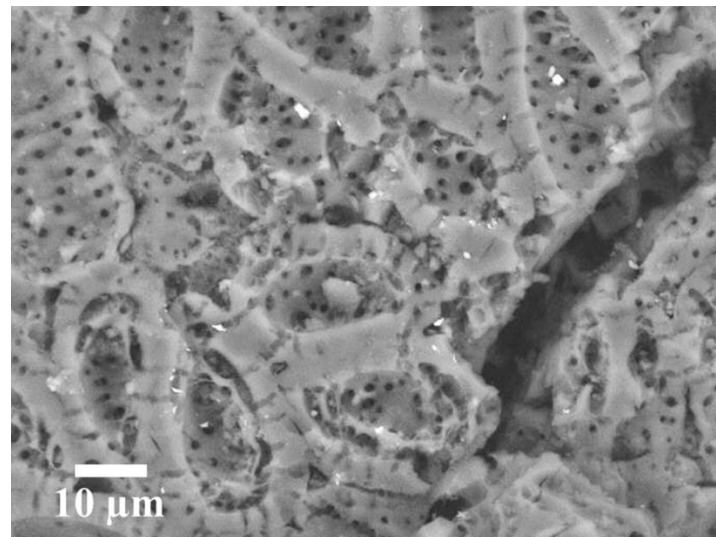
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Struktur morfologi karbon aktif**

Meningkatkan luas permukaan karbon aktif dengan membuka dan memperbesar pori merupakan tujuan dari proses aktivasi kimia dengan KOH, dimana kapasitas adsorpsi semakin maksimal. Karbon aktif yang dihasilkan dengan aktivasi dua tahap memiliki kapasitas adsorpsi dan luas permukaan yang lebih tinggi karena pori-pori tidak terhalang oleh abu (Mistar et al, 2020). Karbon aktif kemudian diamati dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat Struktur morfologi. Sebagai pembanding, struktur morfologi *Bambusa vulgaris striata* sebelum diaktivasi dengan KOH ditampilkan pada Gambar 1. Sedangkan struktur morfologi karbon aktif yang dihasilkan setelah aktivasi kimia ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Struktur morfologi *Bambusa vulgaris striata*

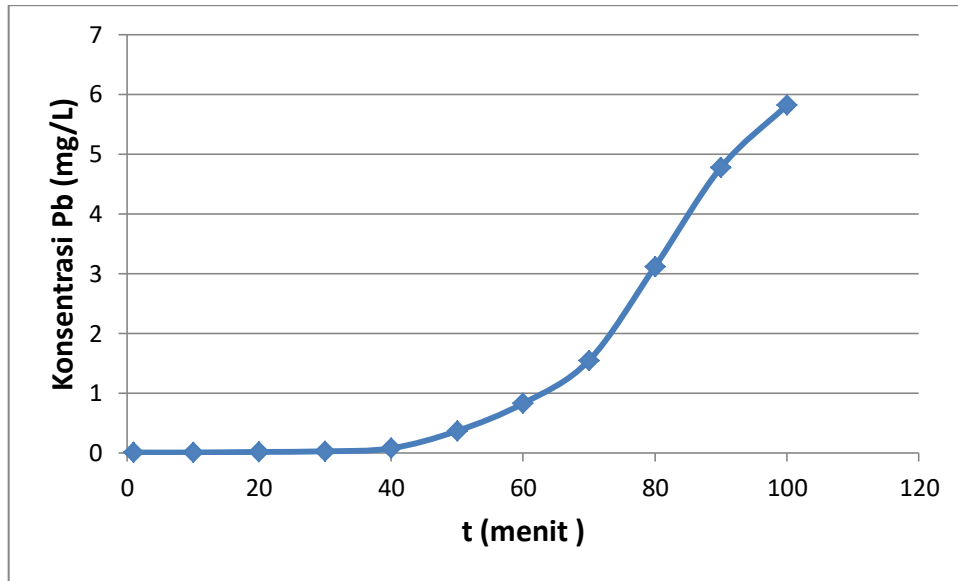


Gambar 2. Struktur morfologi karbon aktif teraktivasi KOH

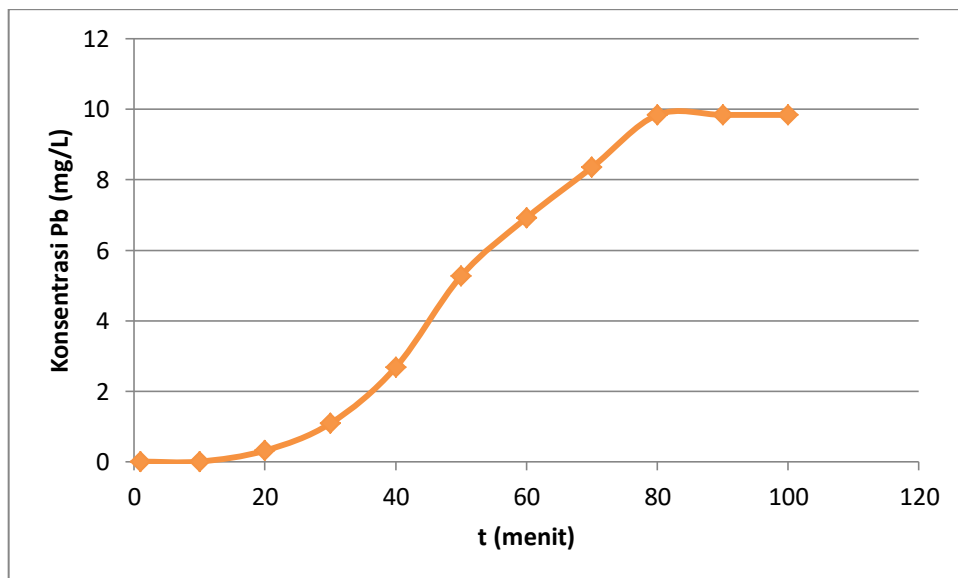
Pada Gambar 1 dengan pembesaran 1000 x terlihat bahwa bambu kuning memiliki sedikit pori pada permukaannya. Penggunaan KOH sebagai aktivator terlihat jelas bahwa pembentukan pori dan subpori semakin meningkat dan merata seperti yang ditampilkan pada Gambar 2 dengan pembesaran 1000 x, hal ini disebabkan karena pada aktivasi dengan KOH dan kenaikan suhu aktivasi akan meningkatkan reaksi antara karbon dengan aktivator (Zhou et al, 2014; Sethia and Sayari, 2016). KOH adalah salah satu aktivator yang banyak digunakan untuk memproduksi karbon aktif berkualitas tinggi dan telah dikaji sebagai garam alkali yang paling penting untuk memproduksi karbon aktif (Mistar et al, 2020; Ahmed and Theydan, 2014).

### Adsorpsi Pb

Proses adsorpsi dilakukan dengan cara mengalirkan larutan Pb dengan konsentrasi 10mg/L melewati unggun karbon aktif sebanyak 2 gram dengan flow rate 5 mL/menit dan 10 mL/menit. Penyerapan Pb oleh karbon aktif ditampilkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Perlakuan karbon aktif terhadap daya serap Pb pada laju alir 5 mL/menit



Gambar 4. Perlakuan karbon aktif terhadap daya serap Pb pada laju alir 10 mL/menit

Gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa konsentrasi efluen pada setiap menit mengalami kenaikan. Pada laju alir Pb 5 mL/menit terlihat bahwa pada menit ke 1-30 konsentrasi Pb pada efluen hampir tidak ada dan dengan kata lain kandungan Pb dalam larutan terserap semuanya oleh karbon aktif, sementara pada menit ke 40 konsentrasi Pb pada efluen mulai meningkat. Sedangkan pada laju alir 10 mL/menit, dapat dilihat peningkatan konsentrasi Pb dalam efluen sudah terjadi pada menit ke 20. Hal ini terjadi karena jika laju alir yang diaplikasikan lebih lambat maka waktu kontak antara larutan Pb dengan penyerap akan semakin lama. Hal ini berkontribusi pada proses penyerapan yang akan semakin optimal. Laju alir yang tinggi menyebabkan ion Pb yang masuk ke dalam unggun juga semakin banyak pada menit yang sama (Astuti dan Kurniawan, 2015). Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, laju alir yang optimal dalam penyerapan Pb pada penelitian ini adalah 5 mL/menit daripada laju alir 10 mL/menit, dimana pada menit ke 100 menunjukkan konsentrasi Pb sebesar 5,82 mg/L.

## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik adalah :

1. Laju alir 5 mL/menit lebih maksimal dalam menyerap Pb dibandingkan laju alir 10 mL/menit, yaitu pada menit ke 100 menghasilkan konsentrasi effluen 5,82 mg/L
2. Laju alir yang lebih lambat pada proses adsorpsi secara kontinyu maka waktu kontak antara larutan Pb dengan karbon aktif akan semakin lama. Hal ini dapat mengoptimalkan proses adsorpsi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi dan yang sudah mendukung penelitian ini melalui dana hibah Penelitian Dosen Pemula, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M.J., Theydan, S.K. (2014). Fluoroquinolones antibiotics adsorption onto microporous activated carbon from lignocellulosic biomass by microwave pyrolysis. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*:45: 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2013.05.014>.
- Amoah, M., Assan, F., & Dadzie, P.D. (2020). Aboveground biomass, carbon storage and fuel values of *Bambusa vulgaris*, *Oxyantheria abyssinica* and *Bambusa vulgaris var.vitata* plantations in the Bobiri forest reserve of Ghana. *Journal of Sustainable Forestry*: 39. <https://doi.org/10.1080/10549811.2019.1608452>.
- Astuti, W., Kurniawan, B. (2015). Adsorpsi Pb<sup>2+</sup> Dalam Limbah Cair Artifisial Menggunakan Sistem Adsorpsi Kolom Dengan Bahan Isian Abu Layang Batubara Serbuk dan Granular. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan, JBAT* 4 (1) ; 27- 33. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jbat>.
- Cazetta, A.L., Vargas, A.M.M., Nogami, E.M., Kunita, M.H., Guilherme, M.R., Martins, A.C., Silva, T.L., Moraes, J.C.G. & Almeida, V.C. (2011). NaOH-activated carbon of high surface area produced from coconut shell: Kinetics and equilibrium studies from the methylene blue adsorption. *Chemical Engineering Journal* 174: 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.08.058>.
- González PG, Cuervo YBP. (2013). Physico chemical and microtextural characterization of activated carbons produced from water steam activation of three bamboo species. *J Anal Appl Pyrolysis* ;99:32–39. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2012.11.004>.
- González PG, Quiroz TH, Gonzáles LG. (2014). The use of experimental design and response surface methodologies for the synthesis of chemically activated carbons produced from bamboo. *Fuel Process Technol*;127:133–139. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2014.05.035>.
- Kianoush, S., Sadeghi, M., Mood, M.B. (2015). Recent Advances in the Clinical Management of Lead Poisoning. *Acta Medica Iranica*. <https://acta.tums.ac.ir/index.php/acta/article/view/4881>.
- Mahmoud, M.E., Kenawy, I.M.M., Hafez, M.M.A.H., Lashein. R.R. (2010). Removal, preconcentration and determination of trace heavy metal ions in water samples by AAS via chemically modified silica gel N-(1-carboxy-6-hydroxy) benzylidenepropylamine ion exchanger, *Desalination* 250;62–70. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2009.09.009>.

- Mistar EM, Ahmad S, Muslim A, Alfatah T, Supardan MD. (2018). Preparation and characterization of a high surface area of activated carbon from *Bambusa vulgaris*—Effect of NaOH activation and pyrolysis temperature. IOP Conf Ser Mater Sci Eng;334:012051. doi:10.1088/1757-899X/334/1/012051.
- Mistar, E.M., Alfatah, T., Supardan, M.D. (2020). Synthesis and characterization of activated carbon from *Bambusa vulgaris striata* using two-step KOH activation. Journal of Materials Research and Technology;9(3):6278–6286. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.03.041>.
- Mohammadi, S. Z., Karimi, M.A., Afzali, D., Mansouri, F. (2010). Removal of Pb(II) from aqueous solutions using activated carbon from Sea-buckthorn stones by chemical activation. Desalination 262 ; 86-93. <https://doi.org/10.1016/j.desal.05.048>.
- Mouni, L., Merabet, D., Bouzaza, A., Belkhiri, L. (2011). Adsorption of Pb(II) from aqueous solutions using activated carbon developed from Apricot stone. Desalination 276 (2011) 148–153. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.03.038>.
- Nath, A. J., Lal, R., & Das, O. K. (2015). Managing woody bamboos for carbon farming and carbon trading. *Blob Ecology and Conservation*, 3, 654–663. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2015.03.002>.
- Prasad, M., Saxena, S., Amritphale, S.S., Chandra, N. (2000). Kinetics and isotherms for aqueous lead adsorption by natural minerals, Ind. Eng. Chem. Res. 39; 3034. <https://doi.org/10.1021/ie9909082>.
- Rizal, S., Mistar, E.M., Rahman, A.A., Khalil, A.H.P.S., Oyekanmi, A.A., Olaiya, N.G., Abdullah, C.K., Alfatah, T. (2021). Bionanocarbon functional material characterisation and enhancement properties in nonwoven kenaf fibre nanocomposites. *Polymers*, 13, 2303. <https://doi.org/10.3390/polym13142303>.
- Sethia G, Sayari A. (2016). Activated carbon with optimum pore sizedistribution for hydrogen storage. Carbon ; 99:289–94. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2015.12.032>.
- Shafiq, M., Alazba, A.A. & Amin, M.T. (2018). Removal of heavy metals from wastewater using date palm as a biosorbent: A comparative review. *Sains Malaysiana* 47(1): 35-49. <http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2018-4701-05>.
- Tetra, O.N., Aziz, H., Emriadi, Ibrahim, S., Alif, A. (2018). Review ; superkapasitor berbahan dasar karbon aktif dan larutan ionic sebagai elektrolit. *Jurnal Zarah*, Vol. 6 No. 1 Halaman 39-46. <https://ojs.umrah.ac.id/index.php/zarah/article/view/293/309>.
- Yang, J., Wu, J., Jiang, P., Xu, Q., Zhao, P., & He, S. (2015). A study of Phytolith-occluded carbon stock in Monopodial Bamboo in China. <https://www.nature.com/articles/srep13292>.
- Zhao XY, Huang SS, Cao JP, Xi SC, Wei XY, Kamamoto J, et al. (2014). KOH activation of a HyperCoal to develop activated carbons for electric double-layer capacitors. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*;105:116–121. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2013.10.010>.