



Chemical Engineering  
Journal Storage (CEJS)

home page journal:  
<https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index>

Chemical  
Engineering  
Journal  
Storage

## PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR HCl DAN UKURAN PARTIKEL TERHADAP KEMAMPUAN DAYA SERAP KARBON AKTIF DARI AMPAS BUBUK KOPI

Juli Lestari, Zulfazri\*, Rizka Nurlaila, Faisal, Wiza Ulfa Fibarzi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

\*e-mail: zulfazri@unimal.ac.id

### Abstrak

Jenis aktivator memengaruhi luas permukaan pori dan volume karbon aktif yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, ampas kopi di karbonisasi selama 60 menit pada suhu 500 °C, dan kemudian proses aktivasi kimiawi menggunakan HCl berlangsung selama 48 jam. Dari penelitian sebelumnya maka penelitian ini dilakukan dengan aktivator HCl 0,5 M, 1 M, 1,5 M, dan 2 M digunakan untuk membandingkan tingkat serapan iodium terbaik. Pada sampel ini dilakukan uji kadar air, abu, zat mudah menguap, serapan iodium, dan SEM. Hasilnya menunjukkan kadar air 0,050 hingga 0,735%, kadar abu 0,539 hingga 1,436%, dan kadar zat mudah menguap 0,373 hingga 1,053%. Serapan iodium adalah 548,25 hingga 860,44 mg/g. Hasil uji SEM karbon aktif dengan aktivator asam klorida (HCl) menunjukkan permukaan berwarna gelap. Pada hasil uji SEM, objek yang lebih gelap mewakili kedalaman permukaan objek. Semakin gelap gambar permukaan, maka semakin dalam pula sasarannya, sehingga ketika terdapat sampah, masih ada ruang di pori-pori untuk menyerap lebih banyak sampah.

**Kata Kunci:** Aktivasi, Karbonasi, Karbon Aktif, Uji SEM

DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.4314.15184>

### 1. Pendahuluan

Kopi bubuk merupakan bahan yang murah, mudah diolah dan berguna untuk mendeteksi penyerapan karena mengandung karbon. Bahan bubuk kopi bubuk mengandung bahan organik yang dapat diolah menjadi zat efektif yang dapat digunakan sebagai bahan pembantu atau pengisi. Bahan karbon aktif dibuat dari bahan yang mengandung karbon dan diproses pada suhu rendah. (Irmanto dan Suyata, 2009).

Kandungan hidrokarbon yang tinggi pada biji kopi adalah berkisar (19,9%) memungkinkan karbon dihasilkan saat biji kopi dipanggang atau

dipanaskan. Akibatnya, ampas kopi bubuk yang diseduh dapat digunakan sebagai karbon aktif yang bertindak sebagai adsorben. (Sembiring, 2003). Aktivasi merupakan proses penting dalam produksi karbon aktif karena membantu memperluas luas permukaan partikel sehingga meningkatkan penyerapan karbon. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan aktivator kimia atau pemanasan pada suhu tinggi.

Karena karbon telah diaktivasi, karbon aktif memiliki daya serap yang lebih besar daripada arang biasa. Hal ini terjadi karena permukaan karbon dibersihkan dari hidrokarbon sehingga luas permukaan karbon meningkat, meningkatkan kapasitas penyerapan karbon. Selama bahan tersebut mengandung unsur karbon (C), banyak bahan organik dan anorganik berbeda yang bisa digunakan untuk menghasilkan karbon aktif. (Irmanto dan Suyata, 2009).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan konsentrasi HCl dan ukuran partikel pada saat pengaktifan karbon aktif ampas kopi bubuk. Dan pada penelitian ini juga dapat mengetahui jenis aktivator yang ideal untuk menghasilkan karbon aktif yang berkualitas tinggi dari ampas kopi bubuk, termasuk kandungan air, abu, dan bahan yang mudah menguap dan menyerap yodium. Ini karena ampas kopi bubuk mudah diperoleh dan efektif dalam mengurangi penggunaan bahan kimia.

## **2. Metode Penelitian**

Metodologi penelitian termasuk alat dan bahan serta alur kerjanya disajikan di bawah ini.

### **2.1 Bahan-bahan dan Alat-alat**

Beberapa bahan yang diperlukan adalah ampas bubuk kopi, HCl, 0,1 N natrium tiosulfat, indikator PP, 0,1 N larutan yodium, dan air suling. Sementara itu, perlengkapan yang diperlukan antara lain labu *Erlenmeyer*, *furnace*, oven, seperangkat alat titrasi, dan lainnya.

### **2.2 Prosedur Penelitian**

Karbon aktif dibuat dari ampas kopi yang telah kering selama satu jam pada suhu karbonisasi 500°C. Setelah itu, arang diaktivasi dengan konsentrasi HCl 0,5, 1, 1,5, dan 2 M selama 48 jam. Karbon tersebut kemudian disaring, dinetralkan dengan air suling dan ditempatkan dalam tungku bersuhu 105°C hingga permanen. Produk karbon aktif yang diperoleh diuji dengan metode serapan iodium dan cap test (uji bahan mudah menguap, abu, dan air).

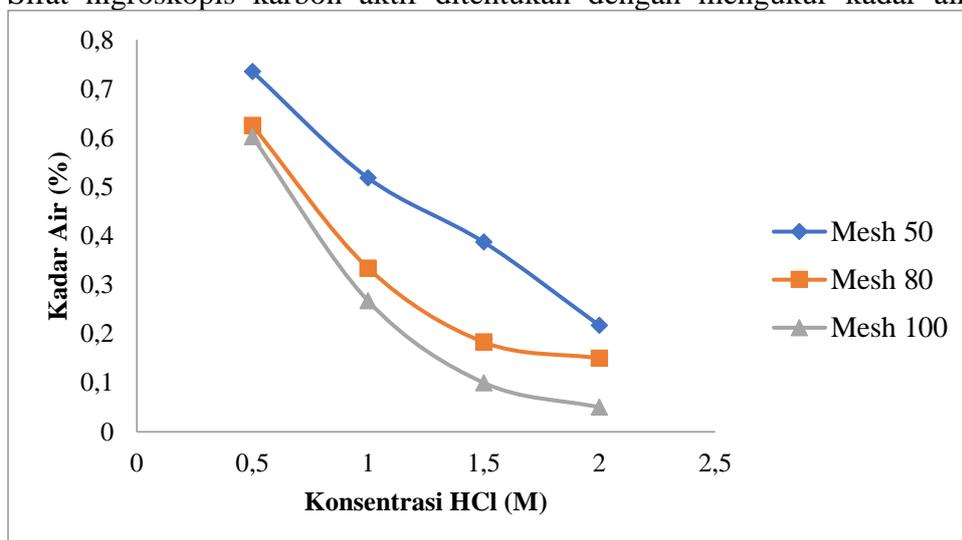
Larutan 0,1 N natrium tiosulfat digunakan untuk titrasi proses serapan iodium. Parameter yang disebut penyerapan iodium digunakan untuk mengukur kapasitas adsorpsi arang aktif terhadap molekul rendah dan tinggi. Kapasitas adsorpsi dipengaruhi oleh karakteristik karbon aktif seperti konsentrasi karbon terikat, kadar abu, kadar air, dan luas permukaan. Karena mekanisme adsorpsi bergantung pada jumlah pori, luas permukaan karbon aktif adalah faktor utama yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi. (Hartanto & Ratnawati, 2010).

### 3. Hasil Penelitian

Di bawah ini adalah beberapa hasil penelitian.

#### 3.1 Analisa Kadar Air

Sifat higroskopis karbon aktif ditentukan dengan mengukur kadar air.



**Gambar 1.** Hubungan Konsentrasi HCl dan Ukuran Partikel Terhadap Kadar Air Karbon Aktif Ampas Bubuk Bopi

Gambar 1 terlihat bahwa konsentrasi aktivator HCl pada karbon aktif meningkat seiring dengan kecenderungan kadar air menurun. Dalam penelitian

ini, kadar air karbon aktif berkisar antara 0,05 dan 0,735%. Kadar air karbon aktif tertinggi ditemukan pada ukuran partikel 50 mesh dengan konsentrasi 0,5 M yang setara dengan 0,735%. Sedangkan kadar air terendah adalah karbon aktif granular 100 Mesh dengan konsentrasi 2M sebesar 0,05%.

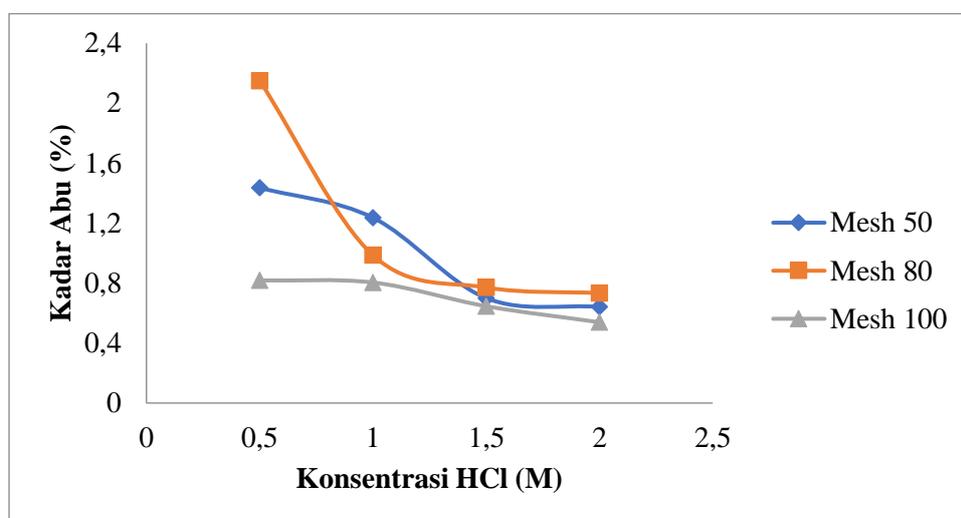
Hasilnya sejalan dengan teori dan penelitian (Haryati *et al.*, 2009) yang menyatakan bahwa kadar air karbon aktif berkurang dengan suhu karbonasi yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa ketika molekul air melebihi titik didih 100°C, molekul air yang terikat pada karbon akan terlepas, menyebabkan perubahan fasa molekul menjadi gas.

Karena sifat higroskopis aktivator HCl yang sangat tinggi, konsentrasi HCl yang digunakan sebanding dengan kadar air yang dihasilkan. Sifat higroskopis karbon aktif memungkinkannya berfungsi sebagai adsorben. Pori-pori karbon aktif melebar setelah aktivator mengikat molekul air pada karbon aktif; kadar air yang lebih rendah menunjukkan bahwa banyak air menutupi pori-pori karbon aktif. (Baryatik *et al.*, 2016)

Karena pori-pori karbon semakin rapat dan lebih dekat, kadar air turun seiring dengan ukuran mesh. (Purwanto, 2015). Jumlah pori-pori meningkatkan luas permukaan karbon aktif, yang meningkatkan kemampuan karbon aktif untuk adsorpsi. Kadar air yang ditemukan dalam penelitian ini kurang dari 15%, memenuhi SNI No. 06-3730-1995.

### **3.2 Kadar Abu**

Menentukan kadar abu untuk mengetahui kandungan oksida pada karbon aktif. Kadar abu sangat mempengaruhi kualitas karbon aktif karena abu dapat menutupi pori-pori karbon aktif, meningkatkan permukaannya. (Oko *et al.*, 2021).



**Gambar 2.** Hubungan Konsentrasi HCl dan ukuran partikel terhadap Kadar Abu pada karbon aktif ampas bubuk kopi

Gambar 2 menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan konsentrasi HCl, kadar abu karbon aktif turun. Ukuran partikel 80 mesh dengan konsentrasi 0,5M mencapai 2,15%. Faktanya, Semakin tinggi konsentrasi HCl, semakin sedikit kadar air. Akibatnya, mineral berubah menjadi garam mineral yang sebagian tidak larut dan menempel pada pori-pori karbon aktif seperti natrium klorida, kalium klorida, dan sebagainya. (Ambarwati *et al.*, 2019).

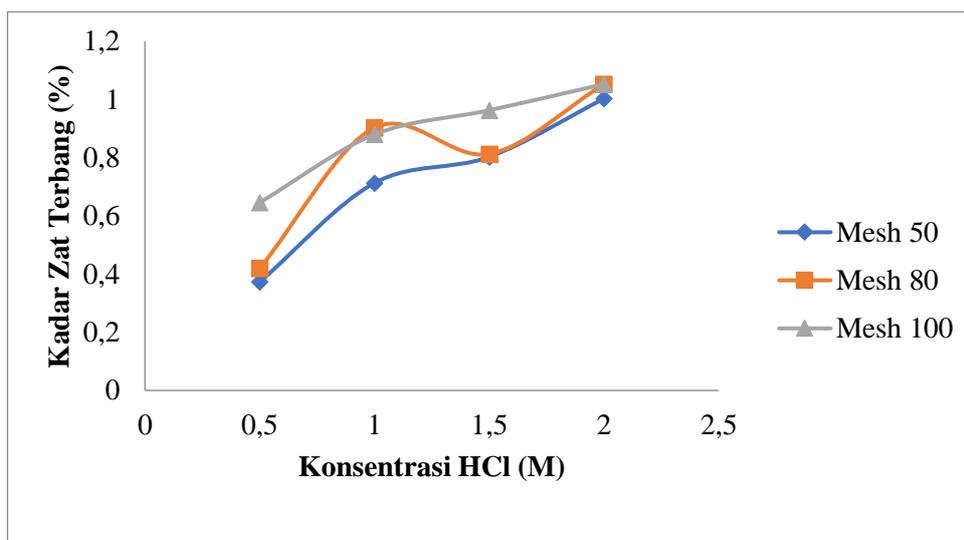
. Namun, kadar abu terendah adalah karbon aktif pada ukuran mesh 100 dengan konsentrasi 2M sebesar 0,539%. Ini dapat menjadi hasil dari larutan HCl dengan air atau karena semua perbandingan membentuk larutan homogen, yang memungkinkan zat sisa untuk larut. (Ambarwati *et al.*, 2019).

Nilai persentase kadar abu karbon aktif pada ampas kopi dipengaruhi oleh ukuran partikel, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Kadar abu karbon tertinggi adalah 1,436% pada 50 mesh, dan kadar abu karbon terendah adalah 0,539% pada 100 mesh. Data menunjukkan bahwa ukuran partikel karbon aktif tidak benar-benar memengaruhi jumlah abu yang dihasilkan. Sebaliknya, semakin besar ukuran partikel, semakin tinggi kandungan abu karbon aktif. Pada penelitian ini, kadar abu total sebesar 10% memenuhi SNI No. 06-3730-1995 (Maulinda *et al.*, 2017).

Kandungan abu merupakan sisa proses pembakaran. Residu yang masih ada berupa mineral logam seperti KCl, NaCl, MgCl. Pada karbon aktif, usahakan kadar abu serendah mungkin, karena kadar abu yang lebih tinggi akan menurunkan kemampuan karbon aktif untuk adsorpsi dalam bentuk gas dan larutan. Dalam pembakaran, garam mineral yang halus terbentuk saat pembakaran, menutup dan menyumbat pori-pori karbon aktif, meningkatkan kadar abu. Kandungan abu ini dapat berupa kalsium, kalium, magnesium, dan natrium (Aryani, 2019).

### 3.3 Kadar Zat Terbang

Tujuan penentuan kandungan bahan mudah menguap adalah untuk mengetahui berapa banyak senyawa yang tidak mudah menguap yang terlibat dalam proses karbonasi dan aktivasi menguap pada suhu 950°C.



**Gambar 3.** Hubungan Konsentrasi HCl dan ukuran partikel terhadap Kadar Zat Terbang Pada Karbon Aktif Ampas Bubuk Kopi

Air, abu, karbon terikat, nitrogen, dan belerang membentuk karbon aktif. Jika dipanaskan di atas 900°C, nitrogen dan sulfur akan menguap, sehingga membuatnya mudah menguap. (Maulinda *et al.*, 2017). Gambar 3 menunjukkan nilai kandungan volatil yang diperoleh dari penelitian ini, yang berkisar antara 0,420 dan 1,053%. Konsentrasi HCl mempengaruhi volatil: semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, semakin besar volatil yang diperoleh. Faktanya, HCl yang ditambahkan ke karbon menembus, menutupi, dan melindungi material dari

panas. Semakin tinggi konsentrasi HCl, konsentrasi zat yang mudah menguap atau jumlah sulfur dan nitrogen yang terkandung dalam bahan yang terbakar dan mudah menguap meningkat. Selain itu, kadar zat volatil yang tinggi akan menyebabkan kemampuan karbon aktif untuk menyerap gas dan larutan berkurang.

Pada Gambar 3, derajat penguapan juga dipengaruhi oleh ukuran partikel. Faktanya, nitrogen dan belerang dapat menembus lapisan heksagonal dan membuka permukaan yang tertutup (Lempang, 2014). Selama aktivasi fisik, arang dipanaskan hingga suhu 500°C, membuka pori-porinya saat panas menembus. Namun, jika arang dipanaskan hingga suhu ini, zat volatil yang dihasilkan masih tinggi dan suhu ini masih dianggap rendah karena tidak dapat menguraikan atau menguapkan senyawa kompleks pengotor arang seperti karbon, nitrogen, dan belerang (Polii, 2019).

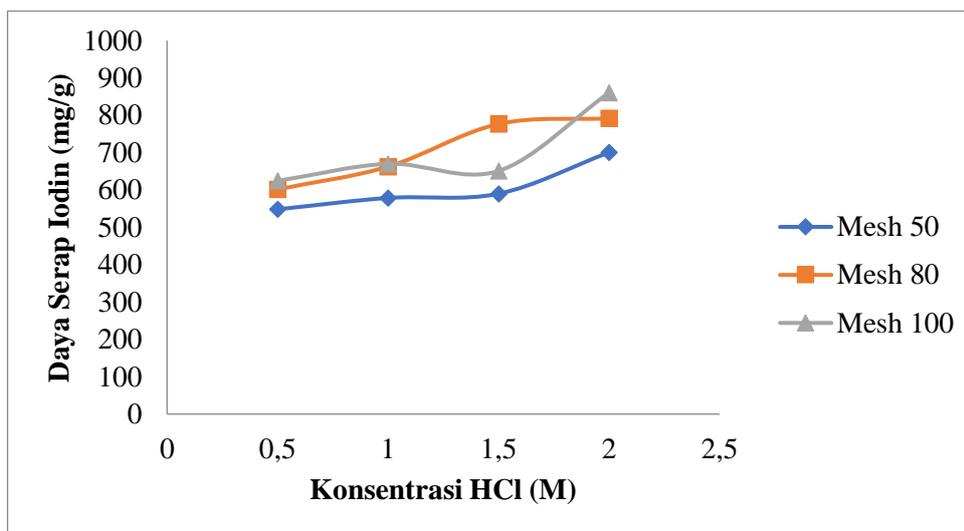
Dengan ukuran mesh 80 dan konsentrasi 1,5 M, volatilitas menjadi lebih rendah. Ini karena senyawa non-karbon tidak dapat diuraikan dengan benar selama karbonisasi. Selain itu, waktu dan suhu karbonisasi mempengaruhi jumlah zat yang mudah menguap. Semakin lama proses karbonisasi berlangsung dan suhunya lebih tinggi, semakin banyak zat volatil yang dihilangkan. Hal ini karena senyawa non-karbon seperti CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub> dapat sepenuhnya diuraikan pada suhu tinggi (Aryani, 2019).

Kandungan zat volatil memenuhi standar karbon aktif bubuk sesuai SNI 06-3730-95, yaitu maksimal 25%. Salah satu cara untuk mengetahui seberapa banyak permukaan karbon aktif mengandung zat selain karbon yang mempengaruhi kapasitas adsorpsinya adalah dengan menentukan kandungan zat mudah menguap.

### **3.4 Daya Serap iodin**

Penentuan kapasitas serapan iodium merupakan parameter untuk mengetahui kapasitas serapan karbon aktif dengan molekul yang berat molekulnya kecil. Kandungan karbon terikat, kadar abu, kadar air, luas permukaan spesifik, dan efisiensi adalah semua faktor yang memengaruhi kapasitas adsorpsi. Karena mekanisme adsorpsi berhubungan dengan jumlah pori,

luas permukaan karbon aktif adalah faktor utama yang sangat mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Kapasitas adsorpsi karbon aktif terhadap iodium diukur dalam larutan berwarna atau kotor. Gambar 4 menunjukkan grafik yang menunjukkan bagaimana ukuran partikel dan konsentrasi HCl memengaruhi penyerapan yodium.



**Gambar 4.** Pengaruh antara Konsentrasi HCl dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Iodium

Gambar 4 menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi karbon aktif dalam larutan iodium meningkat dengan konsentrasi HCl. Ini terjadi pada konsentrasi 2 M dengan ukuran partikel 100 mesh. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa tingkat ikatan karbon yang terbentuk meningkat seiring dengan konsentrasi, yang menghasilkan luas permukaan karbon aktif yang lebih besar, sehingga meningkatkan kemampuan untuk adsorpsi zat yang teradsorpsi atau terlarut. Semakin banyak HCl dalam pori-pori, semakin banyak larutan mineral yang terlarut di dalamnya. Dengan ukuran pori yang lebih besar, kapasitas adsorpsi juga meningkat (Alfiany *et al.*, 2013).

Gambar 4 juga menunjukkan peningkatan kapasitas serapan dari jaringan partikel kecil ke jaringan partikel besar. Jaring kecil artinya jumlah partikelnya sedikit sehingga luas permukaannya kecil. Jumlah partikel dan luas permukaan meningkat seiring dengan ukuran mesh, sehingga daya serapnya meningkat. Namun pada konsentrasi 1,5 M dengan ukuran partikel 100 terjadi penurunan

daya serap. Ada kemungkinan tingkat kepadatannya sangat tinggi sehingga setiap partikel menggumpal. dan akhirnya adsorben tidak teradsorpsi dengan benar. Derajat serapan iodium juga dipengaruhi oleh hasil analisis kadar abu. Meningkatnya serapan iodium menyebabkan lebih banyak abu yang dapat menyumbat pori-pori karbon aktif. Akibatnya, luas permukaan karbon aktif berkurang.

#### **4. Kesimpulan dan Saran**

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ampas kopi dapat digunakan untuk membuat karbon aktif..
2. Kualitas karbon aktif yang dibuat dari ampas kopi dipengaruhi oleh konsentrasi aktivator.
3. Konsentrasi aktivator dan ukuran partikel mempengaruhi kemampuan daya serap karbon aktif.
4. Daya serap tertinggi terdapat pada konsentrasi HCl 2 M dengan ukuran mesh 100 yaitu sebesar 860,44 mg/g. Daya serap terendah terdapat pada konsentrasi HCl 0,5 M dengan ukuran mesh 50 yaitu sebesar 548,25 mg/g.

Proses pembuatan karbon aktif pada saat karbonisasi dapat dilakukan dengan memvariasikan temperatur. Tujuannya adalah untuk mengetahui kualitas karbon terbaik. Pada penelitian ini harus lebih teliti lagi dalam pengaktifan karbon dan lebih hati-hati lagi dalam memakai alat laboratorium.

#### **5. Daftar Pustaka**

- Alfiany, H., Bahri, S. & Nurakhirawati, N. 2013. Kajian Penggunaan Karbon Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam. *Natural Science: Journal Of Science And Technology*, 2(3):75-86
- Ambarwati, Y., Syarifah, N.P. & Widodo, L.U. 2019. Utilization Of Cassava Rods Waste As Active Charcoal And The Effect Of Hcl Activator And Activation Time On Active Charcoal. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering And Management*, 14(2):77-81.
- Aryani, F. (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.  
<https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.44743>

- Baryatik, P., Pujiati, R. S., & Ellyke. (2016). Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Logam Kromium (Cr) pada Limbah Cair Batik (Studi Kasus Industri Batik UD. Pakem Sari Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*, 58.
- Hartanto, S., & Ratnawati. (2010). Making activated carbon from palm oil shells using the chemical activation method. (*Indonesian Journal) Sains Materi Indonesia*, 12(1), 12–16.  
<https://jurnal.batan.go.id/index.php/jsmi/article/view/4588>
- Irmanto, I., & Suyata, S. (2009). Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, Dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi. *Molekul*, 4(2), 105. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2009.4.2.68>
- Lempang, M. (2014). Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Info Teknis Eboni*, 11(2), 60-85
- Maulinda, L., ZA, N., & Sari, D. N. (2017). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11.  
<https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.69>
- Oko, S., Mustafa, Kurniawan, A., & Palulun, E. S. B. (2021). Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Aktivator HCl terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Kopi. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses Dan Teknologi Tepat Guna*, 17(1), 15–21.
- Polii, F. F. (2017). Pengaruh suhu dan lama aktivasi terhadap mutu arang aktif dari kayu kelapa. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 12(2): 21-28.
- Purwanto, D. (2015). Pengaruh Ukuran Partikel Tempurung Sawit Dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Biobriket. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(4), 303–313. <https://doi.org/10.20886/jphh.v33i4.931.303-313>
- Sembiring, M.T. dan Sinaga. 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). USU Press. Medan.
- Sri Haryati, D. 2017. Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Kayu Gelam (Melalueca leucadendron) yang Berasal dari Tanjung Api- Api Sumatera Selatan. Palembang: Jurnal Teknik Kimia.