



KARAKTERISASI KARBON AKTIF DARI LIMBAH PADAT NILAM DENGAN VARIASI KONSENTRASI AKTIVATOR

**Nurul Aulia Harahap, Eddy Kurniawan*, Zainuddin Ginting, Muhammad,
Rozanna Dewi**

Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Malikussaleh

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

Korespondensi: e-mail: eddy.kurniawan@unimal.ac.id

Abstrak

Meskipun tersedia secara luas, namun limbah penyulingan minyak nilam belum dimanfaatkan secara optimal dan mungkin dapat dijadikan sebagai bahan awal produksi karbon aktif. Zat amorf yang dikenal sebagai "karbon aktif" dibuat dari bahan yang mengandung karbon atau mengandung arang yang telah melalui proses tertentu untuk meningkatkan kemampuan adsorpsinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi aktivator KOH yang optimal berbahan baku limbah padat nilam. Meskipun penelitian ini telah dilakukan sebelumnya, namun belum pernah dilakukan dengan cara seperti ini: menggunakan bahan baku limbah padat nilam dengan konsentrasi aktivator KOH yang berbeda untuk mencari karbon aktif yang optimal pada konsentrasi aktivator 4M. Untuk meningkatkan luas permukaan karbon dan memiliki serapan yang baik, penelitian ini akan menerapkan teknik karbonisasi dan aktivasi. Pada penelitian ini, limbah padat nilam dikarbonisasi pada suhu 300°C. Produk karbonisasi selanjutnya diaktivasi menggunakan aktivator KOH, dengan ukuran karbon berbeda dan konsentrasi karbon 50 dan 100 mesh. Berdasarkan penelitian dan pengujian diperoleh persentase serapan terbesar sebesar 94,01% pada sampel 100 mesh, kadar abu terendah sebesar 1,78% pada sampel 100 mesh, dan hasil pengujian kadar air terendah sebesar 5,78% pada sampel 50 mesh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas karbon aktif meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan aktivator KOH.

Kata kunci: Karbon Aktif, KOH, Kadar Air, Kadar Abu, Limbah Padat Nilam

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i3.13414>

1. Pendahuluan

Pengekspor minyak atsiri terbesar di dunia, khususnya yang berasal dari Pogostemon cablin Benth, atau nilam, adalah Indonesia. Indonesia memiliki sekitar lima puluh jenis kekayaan hayati yang dimanfaatkan sebagai bahan baku minyak atsiri. Dalam industri kosmetik, parfum, sabun, dan industri lainnya,

minyak nilam, yang juga dikenal sebagai minyak nilam, sering digunakan (Pujianto dkk, 2012).

Tanaman penting yang memberikan pendapatan dan devisa bagi petani adalah tanaman nilam. Rata-rata lebih dari 10.000–12.000 hektar ditanami nilam di seluruh Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Jawa Barat, dan Jawa Tengah di Indonesia. Nilam Aceh yang memiliki kandungan minyak dan kualitas minyak lebih tinggi dibandingkan varietas nilam lainnya merupakan tanaman nilam yang paling banyak ditanam dan disebarluaskan. Daun nilam Aceh dan nilam Jawa memiliki ciri khas yang memungkinkan adanya diferensiasi visual. Nilam Jawa mempunyai permukaan daun yang kasar, tepi daun bergerigi tajam, dan ujung daun meruncing, sedangkan nilam Aceh mempunyai permukaan daun halus dengan ujung bergerigi tumpul (Nuryani, 1997).

Daun dan ranting kering disuling untuk menghasilkan minyak atsiri. Merebus atau mengukus digunakan dalam proses penyulingan untuk mengekstraksi minyak esensial. Ampas merupakan produk limbah dari proses penyulingan. Biasanya umpan pembakaran pertama tungku dibuat dari ampas ini. Jumlah limbah atau ampas penyulingan sama dengan jumlah bahan mentah yang diumpangkan (hasil minyak adalah 1,5 persen; sisanya adalah ampas). Bahan bakar langsung saat ini merupakan satu-satunya penggunaan sampah dalam jumlah yang relatif besar ini. Banyak penelitian telah dilakukan mengenai penerapan ampas distilasi, khususnya untuk pembuatan kompos dan biobriket. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan karbon aktif dengan menggunakan bahan baku sisa penyulingan minyak nilam. Hal ini dapat meningkatkan nilai tambah limbah pengolahan (Mulyadi, 2004).

Dengan permukaan bagian dalam dan kandungan karbon amorf, karbon aktif memiliki daya serap yang tinggi. Arang aktif memiliki luas permukaan yang luas sehingga mampu mengadsorpsi zat kimia dan gas tertentu secara selektif. Luas permukaan dan volume pori arang aktif menentukan sifat adsorpsi ini.

Uraian penelitian tersebut di atas bertujuan untuk melakukan kajian terhadap “Karakterisasi Karbon Aktif Limbah Padat Nilam dengan Konsentrasi Aktivator yang Bervariasi” dengan mempelajari ciri-ciri limbah padat nilam yang

berpotensi memberikan nilai tambah yang nyata dan ekonomis. **Meskipun penelitian ini telah dilakukan sebelumnya, namun belum pernah dilakukan menggunakan bahan baku limbah padat nilam dengan konsentrasi aktivator KOH yang berbeda untuk menghasilkan karbon aktif terbaik pada konsentrasi aktivator 4M.**

2. Bahan dan Metode

2.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan berbagai alat antara lain reaktor pirolisis, ayakan dengan ukuran mesh 50 dan 100, mortar, gelas beaker, labu takar, kertas saring, oven, timbangan analitik, cawan porselen, pengaduk, dan pengatur waktu. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini antara lain limbah padat nilam, kalium hidroksida (KOH), air suling, dan metil biru.

2.2 Metode Penelitian

Studi ini mencakup tiga fase berbeda: pengeringan awal bahan mentah, karbonisasi berikutnya, dan aktivasi akhir. Limbah padat yang berasal dari nilam ini mengalami proses pengeringan, yaitu dijemur di bawah sinar matahari selama kurang lebih 24 jam hingga mencapai keadaan kering. Limbah padat nilam kering mengalami karbonisasi melalui reaktor pirolisis yang beroperasi pada suhu 300°C dan tekanan 4 bar dengan durasi sekitar 2 jam. Limbah padat arang nilam dihaluskan menggunakan mortar dan selanjutnya disaring menggunakan ayakan 50 mesh dan 100 mesh. Limbah padat arang sisa ayakan nilam dicampur dengan larutan kalium hidroksida (KOH) dan dibiarkan terendam selama 24 jam. Konsentrasi larutan KOH yang digunakan adalah 2M, 3M, dan 4M, sedangkan perbandingan berat KOH terhadap arang dipertahankan sebesar 2:1. Karbon aktif tersebut mengalami proses pencucian dengan menggunakan larutan asam klorida (HCl) hingga mencapai nilai pH mendekati 7. Selanjutnya dibilas dengan aquades hingga tercapai nilai pH 7. Karbon aktif tersebut mengalami proses pengeringan dalam oven dengan suhu 120 derajat Celsius dengan durasi 3 jam..

2.3 Analisa

Kadar Air

Awalnya, spesimen karbon aktif ditimbang, diikuti dengan paparan pada oven yang diatur pada suhu 105°C selama sekitar dua jam. Prosedur ini dilakukan untuk mengukur kadar air yang ada dalam sampel. Setelah sampel menyelesaikan proses pemanasannya di dalam oven, sampel dibiarkan menjalani periode pendinginan kira-kira satu jam. Selanjutnya sampel ditimbang kembali untuk memastikan kadar airnya.

Kadar Abu

Tahap awal dilakukan pengukuran berat sampel karbon aktif, selanjutnya dilakukan suhu 750oC dalam tungku selama dua jam. Prosedur ini dilakukan untuk memastikan kadar abu sampel. Setelah proses pemanasan dalam tungku selesai, sampel didinginkan selama dua jam, kemudian ditimbang kembali untuk memastikan kadar abunya.

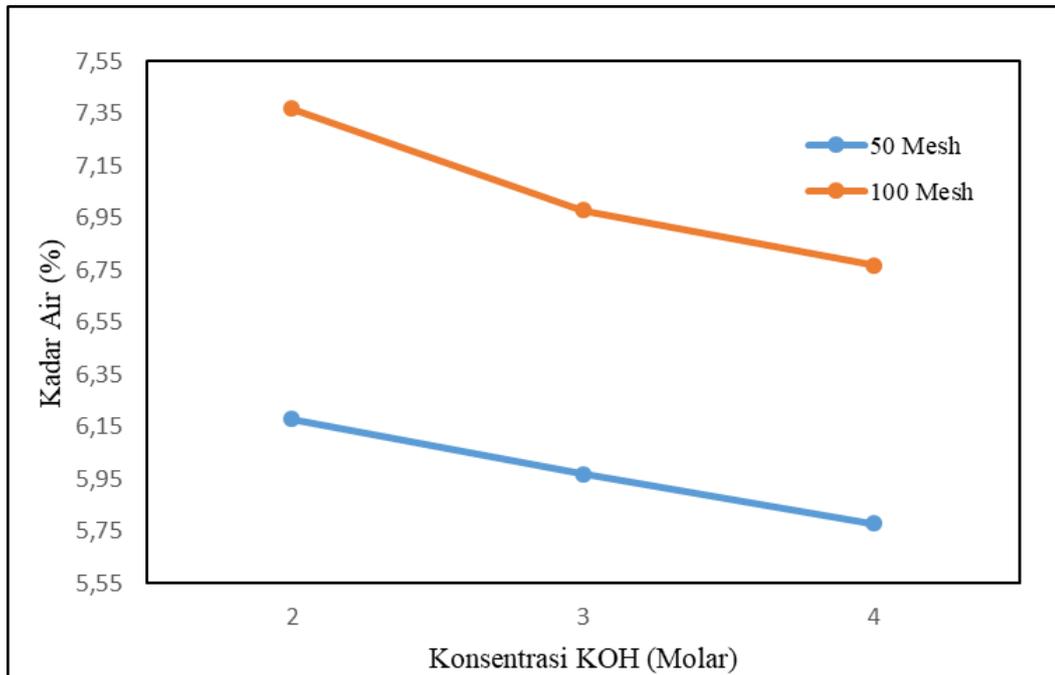
Uji Adsorpsi Metil Biru

Sampel karbon aktif seberat 0,1 gram dicampur dengan 20 mL larutan metil biru dan selanjutnya diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 15 menit. Konsentrasi filtrat yang dihasilkan ditentukan dengan menggunakan spektroskopi UV-VIS.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengaruh Konsentrasi KOH terhadap Kadar Air

Jumlah air yang ada dalam suatu bahan adalah kadar airnya. Tujuan pengukuran kadar air adalah untuk mengetahui sifat hidroskopis arang aktif. Hubungan antara kadar air dengan konsentrasi KOH berbanding terbalik, artinya semakin tinggi konsentrasi KOH maka kadar airnya semakin rendah.



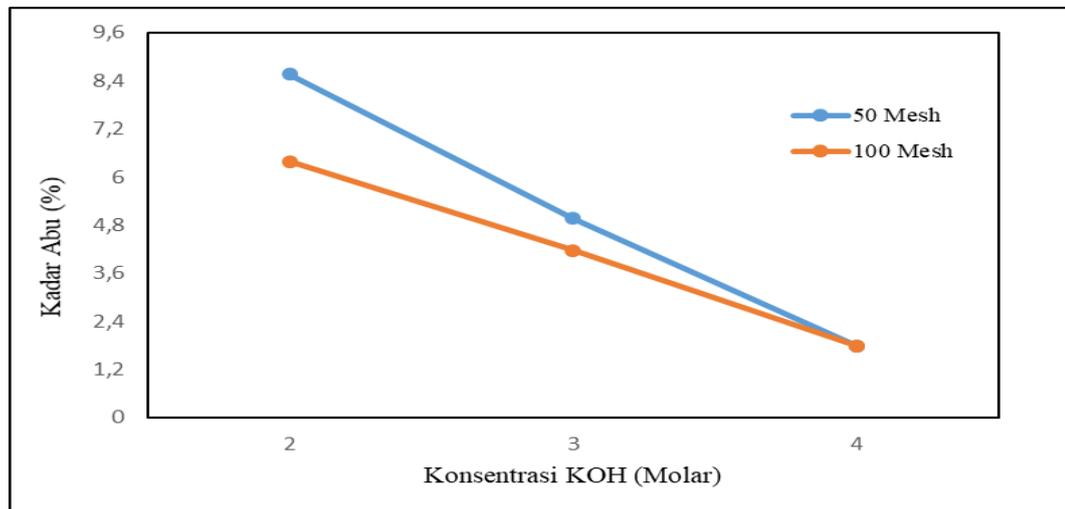
Gambar 3.1 Hubungan konsentrasi KOH terhadap kadar air

Berdasarkan temuan pengujian yang ditampilkan pada Gambar 4.1, kadar air yang dihasilkan pada sampel 50 mesh paling rendah yaitu 5,78% dengan konsentrasi 4M, dan tertinggi 7,37% dengan konsentrasi 2M pada sampel 100 mesh. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi yang lebih tinggi akan menghasilkan lebih sedikit air dalam karbon aktif. Hal ini karena konsentrasi yang lebih besar mempengaruhi pH aktivator, melepaskan air selama proses aktivasi dan netralisasi pH. Seluruh variabel secara bersama-sama memenuhi persyaratan SNI 06-3703-1995 maksimal 15%.

Zat dehidrasi adalah zat yang keberadaannya sebanding dengan kandungan airnya (Siti, 2012). Fungsinya dengan mengikat molekul air yang terdapat pada bahan mentah sehingga menyebabkan pori-pori karbon aktif membesar dan permukaan serapannya membesar (Yhogi, 2013). Karbon aktif yang rendah merupakan tanda bahwa bahan kimia aktivator berhasil mengikat molekul air baik pada bahan baku maupun air bebas pada saat proses karbonisasi (Pari, 2003).

3.2 Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Kadar Abu

Abu merupakan sisa hasil pembakaran yang bersifat anorganik dan berbentuk logam atau mineral. Kualitas karbon aktif yang dihasilkan meningkat seiring dengan menurunnya kadar abu. Tujuan penentuan kadar abu adalah untuk mengetahui jumlah oksida logam yang terdapat pada karbon aktif. Abu terdiri dari mineral yang tidak mudah menguap (tidak dapat menguap) ketika dikarbonisasi dan pada dasarnya merupakan oksida logam dalam karbon. Jumlah abu pada karbon aktif sangat mempengaruhi kualitasnya. Luas permukaan karbon aktif dapat berkurang karena tersumbatnya pori-pori oleh jumlah abu yang berlebihan (Scroder, 2006).



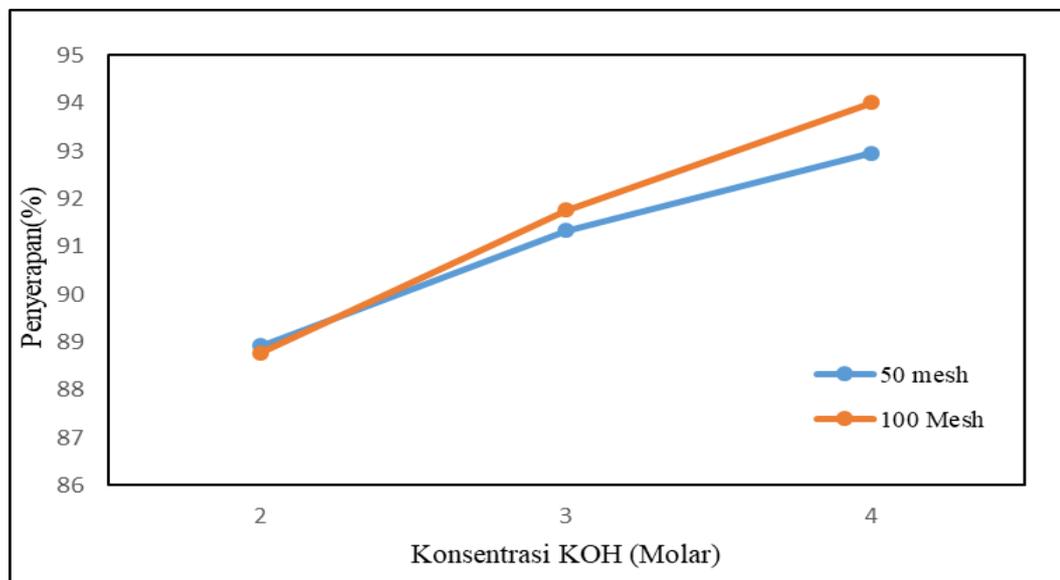
Gambar 3.2 Hubungan konsentrasi KOH terhadap kadar abu

Pada sampel berukuran 100 mesh, kadar abu karbon aktif terendah sebesar 1,78% dengan konsentrasi 4M, menurut hasil penelitian ditampilkan pada Gambar 4.2. Pada sampel berukuran 50 mesh, kadar abu maksimum yang dihasilkan sebesar 8,56% dengan konsentrasi 2M. Hal ini karena berdampak pada konsentrasi proses aktivator. Konsentrasi karbon yang lebih tinggi akan mengisi permukaan karbon dan melepaskan oksida logam yang terkandung dalam karbon aktif, sehingga jumlah abu yang terbentuk lebih sedikit dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih rendah. Dengan demikian, karbon aktif yang dihasilkan pada penelitian ini mempunyai kualitas yang tinggi. Batas kadar abu 10% yang

ditetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3703-1995 dipenuhi oleh kadar abu.

3.3 Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Daya Serap Metil Biru

Tujuan pengukuran kapasitas serapan metilen biru adalah untuk mengetahui luas permukaan arang aktif dan kemampuannya menyerap larutan berwarna (Jankowska et al., 1991). Pari (2009) menyatakan bahwa proses untuk mengetahui kapasitas serapan metilen biru arang aktif melibatkan penentuan seberapa baik arang dapat menyerap larutan berwarna yang molekulnya lebih kecil dari 15 Å atau 1,5 nm.

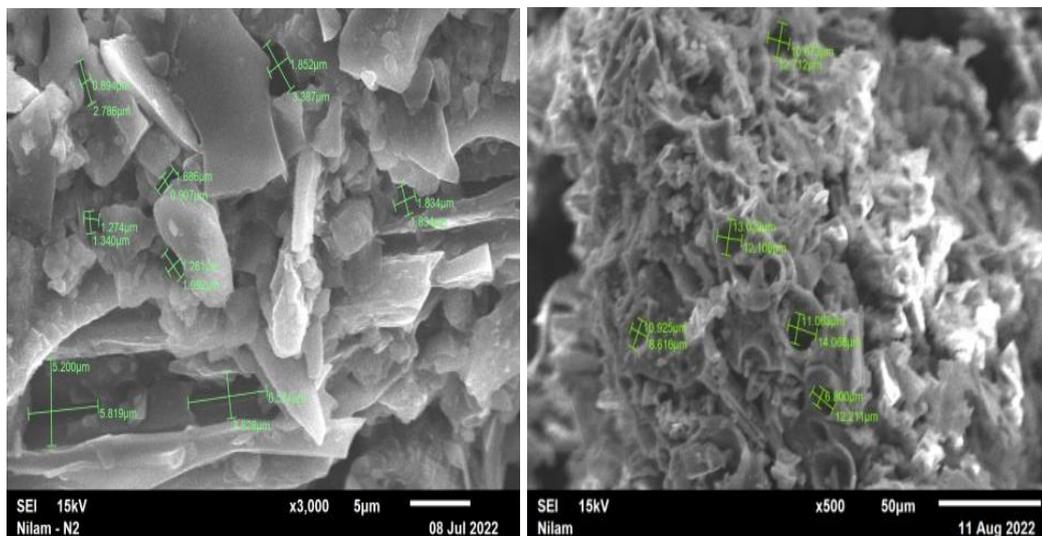


Gambar 3.3 Hubungan Konsentrasi Aktivator Terhadap Daya Serap Metil Biru

Terlihat dari Gambar 4.3 bahwa pada sampel berukuran 100 mesh, serapan karbon aktif terendah sebesar 88,78% pada konsentrasi 2M, sedangkan serapan karbon aktif tertinggi yang dihasilkan sebesar 94,01% pada konsentrasi 4M. Variasi konsentrasi KOH yang mempunyai dampak signifikan terhadap % serapan adalah penyebabnya. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan variasi konsentrasi aktivator menunjukkan bahwa persen serapan metil biru meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi aktivator. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar pori-pori karbon aktif maka semakin besar pula kapasitas adsorpsinya.

3.4 Analisis Morfologi Menggunakan SEM

Dengan menggunakan mikroskop elektron scanning, studi morfologi arang limbah padat nilam dilakukan dengan dan tanpa aktivasi KOH. Menentukan perubahan struktur permukaan karbon aktif adalah tujuan studi SEM. Tujuan dari pemindaian mikroskop elektron (SEM) adalah untuk memeriksa secara langsung permukaan benda padat. SEM memiliki resolusi 1–10 nm, kedalaman bidang 4–0,4 mm, dan pembesaran 10–3.000.000 kali.



Gambar a (sebelum)

Gambar b (sesudah)

Gambar 3.4 Analisis Morfologi Menggunakan SEM

Perbedaan bentuk pori permukaan arang limbah padat nilam yang diaktifkan secara kimia dan tidak diaktifkan dapat dilihat pada Gambar 3.4. Dampak aktivasi kimia terlihat pada gambar, dimana arang yang diolah dengan KOH (gambar a) memiliki bentuk pori yang lebih besar dibandingkan arang yang belum diaktifasi. Hal ini disebabkan sebagian besar pori-pori arang tetap tertutup hidrogen, tar, dan senyawa organik lainnya yang terdiri dari belerang, air, nitrogen, dan abu meskipun tidak ada aktivasi (Sudrajat dan Soleh, 2006).

Konsentrasi aktivator yang lebih tinggi menyebabkan sampel karbon aktif menjadi lebih tipis atau lebih transparan, meningkatkan gaya kontak karbon dan menunjukkan pelepasan tar dan zat-zat yang mudah menguap dari karbon sebagai akibat dari adanya aktivator. Akibatnya, luas permukaan aktif karbon aktif meningkat. Secara keseluruhan struktur pori makro (> 5) meliputi diameter pori

yang terdapat pada permukaan limbah padat nilam hasil penelitian SEM. Karena pori-pori pada karbon aktif merupakan celah yang memperbesar luas permukaan material sehingga akan meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap adsorbat (La Hasan, 2014).

4. Kesimpulan dan Saran

Temuan-temuan diskusi memungkinkan kita menarik kesimpulan kesimpulan berikut. Penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi aktivator mempengaruhi sifat karbon aktif berbahan dasar limbah padat nilam, yaitu jumlah air, abu, dan morfologi permukaan. Dengan menggunakan konsentrasi 4M pada sampel berukuran 50 mesh diperoleh hasil kadar air terendah sebesar 5,78%, dan dengan menggunakan konsentrasi 2M pada sampel berukuran 100 mesh diperoleh hasil kadar air tertinggi sebesar 7,37%. Pada sampel dengan ukuran 100 mesh, kadar abu karbon aktif terendah sebesar 1,78% pada konsentrasi 4M, namun pada sampel dengan ukuran 50 mesh, kadar abu maksimum yang dihasilkan sebesar 8,56% pada konsentrasi 2M. Penyerapan metil biru dipengaruhi oleh konsentrasi aktivator; dengan meningkatnya konsentrasi KOH, serapan metil biru meningkat dari 88,92% menjadi 92,95%. Oleh karena itu kita dapat menyimpulkan bahwa konsentrasi metil biru 4 molar memberikan kinerja penyerapan terbaik. Setiap pengujian yang dilakukan terhadap karbon aktif memenuhi standar (SNI) 06-3703-1995.

Kajian ini dapat dilanjutkan dengan bereksperimen dengan aktivator alternatif, suhu dan konsentrasi karbonisasi, serta menguji karbon aktif dengan limbah lain seperti jingga metil atau produk limbah lainnya.

5. Daftar Pustaka

1. Auta, M. dan B. H. Hameed. 2011. *Preparation of Waste Tea Activated Carbon Using Potassium Acetate as An Activating Agent for Adsorption of Acid Blue 25 Dye*. Chemical Engineering Journal Vol. 171 Hal. 502 – 509. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.04.017>
2. Ayu Anggraini P. *Kajian Kapasitas Adsorben Arang Kulit Kopi Robusta Teraktivasi ZnCl₂ Terhadap Ion Pb (II)*. Journal of Chemical Information

and Modeling, 53(9), pp. 1689-1699.

<https://doi.org/10.1017/cbo9781107415324.004>

3. Bansal, R. C., & Meenakshi, G. 2005. *Activated Carbon Adsorption*. New York: Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781420028812>
4. Bhatnagar, A., William H., Marcia M., dan Mika S. 2013. *An Overview of The Modification Methods of Activated Carbon of Water Treatment Applications*. Chemical Engineering Journal Vol. 219, Hal. 499-511. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.12.038>
5. Hwang, Y. J. et al. 2007, *Pyrolytic Carbon Derived From Coffee Shells As Anode Materials For Lithium Batteries*. Journal of Physics and Chemistry of Solids, 68(2), pp. 182-188. <https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2006.10.007>
6. Nurfitria, N., et al., 2019, *Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) pada Karbon Aktif dan Waktu Kontak Terhadap Daya Adsorpsi Logam Pb dalam Sampel Air Kawasan Mangrove Wonorejo*, Surabaya, Akta Kimia Indonesia. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v4i1.5071>
7. Nurhayati dan Zikri. (2020). Efektifitas karbon aktif cangkang buah kluwek (*Pangium edule*) dan cangkang biji kopi (*Coffea arabica* l) terhadap daya serap gas CO dan partikel Pb dari emisi kendaraan bermotor. Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, 5 (1), hal. 43-49. ISSN. 2541-4275. <https://doi.org/10.25105/pdk.v5i1.6425>
8. Riwayanti, et al. *Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Abu Alang-Alang (Imerata Cylendrica) Teraktivitas Asam Sulfat*. Inovasi Teknik Kimia, Vol. 4, No. 2, Oktober 2019, Hal 6-11, Semarang. <https://doi.org/10.31942/inteka.v4i2.3016>
9. Sumardiyono., Herawati, D., A. dan Supriyono. (2017). Pengaruh konsentrasi aktivator asam sulfat pada arang aktif kulit kelapa muda untuk menurunkan BOD dan COD. Jurnal Biomedika, 10 (2), hal. 73-78. ISSN: 2302 – 1306. <https://doi.org/10.31001/biomedika.v10i2.278>