

Sintesis Adsorben dari Kulit Kolang-Kaling (*Arenga pinnata*) pada Limbah

Elfandra Pramudita Laksono, Sunardi, Herawati Oktavianty^{*)}

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, INSTIPER Yogyakarta
Jl. Nangka II, Maguwoharjo (Ringroad Utara), Yogyakarta

^{*)}Correspondence email: hera.oktavianty@instiperjogja.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan arang aktif dari kulit kolang-kaling (*Arenga pinnata*). Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan arang aktif dari kulit kolang-kaling yang akan digunakan sebagai adsorben pada limbah buatan. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan blok lengkap dengan dua faktor yaitu rasio berat arang aktif dan jumlah pelarut H_3PO_4 (1:1%w/v; 1:1.5%w/v; 1:2%w/v), dan variasi konsentrasi pelarut H_3PO_4 (20%; 40%; 60%). Analisis BET dilakukan pada adsorben untuk mengetahui luas permukaan adsorben serta dilakukan analisis kadar abu pada arang aktif yang dihasilkan. Adsorben sebanyak 1 gr dimasukkan ke dalam 100 ml limbah buatan yang mengandung ion logam Pb dan Mn. Kemudian diaduk dan didiamkan selama 3 jam, kemudian dilakukan analisis logam ion Pb dan Mn. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorpsi ion logam Pb dan Mn masing-masing adalah 92,95% dan 22,63% dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa aktivasi asam yang digunakan pada karbon aktif dapat meningkatkan luas permukaan adsorben yang dihasilkan sehingga mampu mengadsorbsi pengotor dengan baik. Luas permukaan adsorben yang digunakan yang menghasilkan adsorpsi terbaik adalah 11,272 m^2/g , dengan kadar abu sebesar 7,891%.

Kata Kunci: kulit kolang-kaling, karbon aktif, limbah buatan

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan, air merupakan kebutuhan pokok oleh kehidupan manusia, tumbuhan dan hewan untuk hidup. Terutama untuk air untuk konsumsi harus memenuhi baku mutu air minum dengan standard yang paling baik dari segi fisik, kimia, maupun mikrobiologi. Air bersih untuk air minum semakin langka di perkotaan. Peraturan pemerintah yang kurang jelas mengenai fungsi dan kegunaan sungai dan masih kurangnya kesadaran masyarakat terhadap kelestarian lingkungan perairan sungai sehingga sungai sering dimanfaatkan sebagai tempat pembuangan akhir limbah rumah tangga atau kegiatan industri. Kreteria lingkungan sungai yang sehat harus memenuhi baku mutu air yang

ditetapkan oleh pemerintah. Salah satu jenis logam berat yang ada pada air sungai yaitu ion Pb dan Mn.

Di kecamatan Limbangan, kabupaten Kendal komoditas pohon aren cukup melimpah dan banyak dimanfaatkan untuk dijadikan gula aren dan buah kolang kaling (Hartati et.al, 2016). Menurut Dinas Pertanian Kabupaten Kendal, komoditas aren naik 225,25% dari produksi 182,89 ton pada tahun 2009, meningkat menjadi 594,85 ton pada tahun 2010, dimana untuk per 100 kg buah kolang kaling akan menghasilkan limbah kulit sebesar 50 kg. Namun, limbah kulit kolang kaling belum bisa dimanfaatkan dan hanya dibakar sehingga menimbulkan banyak polusi. Proses adsorpsi logam berat dalam air secara alami dapat dilakukan menggunakan arang aktif dari kulit kolang kaling. Kulit kolang-kaling merupakan bagian buah aren yang sudah tidak dipakai lagi pada waktu pengupasan buah kolang-kaling tersebut. Menurut (Supriyadi et.al., 2014), kulit ini memiliki sifat yang agak kuat dan tersusun atas lignin, selulosa dan hemiselulosa. Selain itu, kulit kolang kaling mengandung serat dan merupakan bahan yang memiliki pori-pori, maka berpotensi dijadikan karbon aktif (Clinton & Herlina, 2015).

Karbon adalah suatu material padat yang memiliki pori mengandung kurang lebih 90-99% senyawa karbon (Mutiara dkk, 2016; Gultom & Lubis, 2014). Karbon aktif banyak digunakan di dalam proses pemisahan, pemurnian gas, pendinginan, elektrokatalis dan perangkat elektrokimia serta industri makanan, minuman, obat-obatan dan pemurnian atau penjernihan air (Erawati & Fernando, 2018; Zhu et al., 2017). Adsorben dari karbon aktif memiliki perbedaan unsur karbon dengan oksidasi dari atom karbon yang ditemukan pada permukaan luar dan dalam, sedangkan karbon aktif tersebut banyak digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan berbagai jenis logam berat yang beracun, polusi yang disebabkan oleh zat organik dan zat warna yang mencemari lingkungan dari limbah industri (Doke & Khan, 2017). Karbon aktif biasanya dibuat dari bahan berbasis karbon, seperti batubara, lignin, bahan lignoselulosa, polimer sintesis dan limbah karbon (Rizhikovs et al., 2012).

Pembuatan arang aktif memerlukan aktivator untuk menambah kekuatan daya serap dan menambah luas permukaan karbon. Pori-pori karbon aktif perlu dilakukan aktivasi agar kinerja dalam adsorbs lebih optimal. Tujuan proses aktivasi untuk menambah atau memperbesar diameter pori karbon dan mengembangkan volume yang terserap dalam pori serta untuk membuka pori-pori baru. Aktivasi merupakan suatu proses pembentukan karbon aktif yang berfungsi untuk menambah, membuka dan mengembangkan volume pori karbon serta dapat menambah diameter pori-pori karbon yang sudah terbentuk dari proses karbonisasi melalui metode kimia atau fisika (Erawati & Fernando, 2018). H_3PO_4 banyak digunakan karena tidak korosif, tidak toksik, aman digunakan dan harganya murah dibandingkan asam anorganik lain (Alexandridis et al., 2018). Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengkonversi kulit kolang-kaling menjadi arang aktif melalui proses kimia yaitu dengan penggunaan pelarut asam, untuk menjadi adsorben pada limbah buatan yang mengandung logam Pb dan Mn.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian INSTIPER Yogyakarta selama 5 bulan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain limbah kulit kolang-kaling yang didapatkan di desa Tercel, Kecamatan Limbangan Kabupaten Kendal, air limbah buatan ion logam Mn dan Pb, minyak tanah, kertas pH, kertas saring, larutan H_3PO_4 1M dan akuades yang didapatkan dari Chem- Mix Pratama Yogyakarta. Alat yang digunakan yaitu ayakan tyler, pisau, golok, gelas beker, gelas ukur, tisu, pipet tetes,

corong, neraca analitik, *muffle furnace thermo scientific*, mortar, alu, cawan porselin, desikator dan spektrofotometer AAS.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Blok lengkap (RBL) dengan dua faktor yaitu:

1. Faktor rasio berat arang dengan volume pelarut H_3PO_4 dengan 3 taraf
 - M1: 1:1%w/v
 - M2: 1:1,5%w/v
 - M3: 1:2%w/v
2. Konsentrasi H_3PO_4 dengan 3 taraf
 - P1: 20%
 - P2: 40%
 - P3: 60%

Percobaan dilakukan 2 kali pengulangan sehingga dihasilkan 16 perlakuan. Hasil pengamatan yang didapat dilanjutkan dengan analisis keragaman (ANAKA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati. Jika terjadi pengaruh yang beda nyata, maka dilakukan uji jarak berganda (JBD) pada jenjang nyata 5%.

Pretreatment Kulit Kolang-Kaling

Kulit kolang kaling dikeringkan dan dihaluskan, lalu dilakukan semi-karbonisasi dengan suhu $110^\circ C$. Kemudian, dilakukan pengecilan ukuran dan diayak menggunakan ayakan *tyler* dengan ukuran 60 mesh (Marina Olivia Esterlita & Netti Herlina, 2015). Ayakan di gunakan ukuran 60 mesh karena apabila digunakan ukuran diatasnya maka akan mengakibatkan arang akan terikut dengan aquades saat proses pencucian (Erawati & Fernando, 2018).

Aktivasi Karbon Aktif

Aktivasi arang dilakukan dengan cara penambahan pelarut H_3PO_4 sesuai dengan variasi yang telah ditentukan pada arang yang dihasilkan, kemudian diaduk dan direndam selama 1 jam. Selanjutnya saring, dan cuci hingga pH netral. Masukkan ke dalam oven dengan suhu $110^\circ C$ selama 2 jam. Lalu masukkan ke dalam *muffle furnace* dengan suhu $500^\circ C$ selama 3 jam.

Adsorpsi Logam Pb dan Mn

Sebanyak 1 gr arang aktif dimasukkan ke dalam 100 ml limbah buatan yang mengandung ion logam Pb dan Mn. Aduk, lalu diamkan selama 3 jam. Kadar logam Pb dan Mn dianalisis sebelum dan sesuai air limbah buatan diadsorpsi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dan interaksi antar perlakuan terhadap kadar ion logam Pb dan Mn ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Rerata analisis kadar ion logam Pb dan Mn

| Perlakuan | Kadar Abu (%) | Logam Pb (ppm) | Logam Mn (ppm) |
|--|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Perbandingan berat arang aktif dengan H ₃ PO ₄ | | | |
| M1 (1:1) | 8,8344 ^f | 165,3865 ^s | 729,2935 ^k |
| M2 (1:1,5) | 6,6507 ^g | 261,4600 ^t | 827,1055 ^l |
| M3 (1:2) | 13,1025 ^h | 332,6263 ^u | 822,0570 ^m |
| Konsentrasi H ₃ PO ₄ | | | |
| P1 (20%) | 5,8061 ⁱ | 157,3550 ^v | 749,4870 ⁿ |
| P2 (40%) | 7,8992 ^j | 288,5668 ^w | 788,6117 ^o |
| P3 (60%) | 14,8823 ^l | 313,5510 ^x | 840,3573 ^p |

Tabel 2. Interaksi antar perlakuan terhadap kadar ion logam Pb dan Mn

| Perlakuan | Kada Abu (%) | Logam Pb (ppm) | Logam Mn (ppm) |
|-----------|----------------------|-----------------------|----------------|
| M1P1 | 7,8910 ^c | 57,4580 ^e | 679,441 d |
| M1P2 | 9,4467 ^c | 153,2615 ^d | 681,334 d |
| M1P3 | 9,1656 ^c | 285,4400 ^c | 827,1055 b |
| M2P1 | 2,3601 ^d | 126,1550 ^e | 785,4565 c |
| M2P2 | 2,9464 ^d | 366,7610 ^a | 849,823 a |
| M2P3 | 14,6457 ^b | 291,4610 ^c | 846,037 a |
| M3P1 | 7,1673 ^d | 288,4520 ^c | 783,5635 c |
| M3P2 | 11,3046 ^b | 345,6780 ^b | 834,678 a |
| M3P3 | 20,8355 ^a | 363,6263 ^a | 847,9295 a |
| Blanko | 7,8910 ^c | 815,531 | 878,2200 |

Keterangan: rerata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan beda nyata uji jarak bergandai Duncan (JBD) jenjang 5%

Kadar abu

Perbandingan berat arang dengan banyaknya H₃PO₄ berpengaruh terhadap kadar abu arang aktif yang dihasilkan. Karena semakin banyak bahan yang digunakan maka akan mengakibatkan bahan mineral pada bahan juga banyak, sebagian akan hilang keluar karena poses karbonisasi sebagian akan tertinggal di arang aktif (Verayana et al., 2018). Banyaknya sisa mineral yang ada pada arang aktif, ini mengakibatkan pori pori arang aktif dapat tersumbat. Banyaknya kadar abu pada arang aktif dipengaruhi oleh konsentrasi aktivator. Aktivator yang pekat akan mengakibatkan kemungkinan penyumbatan pori lebih besar dari hasil pyrolisis sehingga terjadi kenaikan pada kadar abu pada arang aktif. Aktivator yang tersumbat akan menahan abu di dalam pori pori, meskipun sudah dilakukan proses pencucian. Kadar abu akan turun apabila saat proses aktivasi ada proses terjadinya difusi gas karbon sehingga akan mendorong keluar aktivator yang menutupi pori karbon aktif (Siti, 2010). Hasil penelitian ini menunjukkan nilai interaksi terkecil untuk kadar abu dalam hal ini terjadi pada sampel urutan eksperimental dengan kode sampel M2P1 dan yang terbesar M3P3 yang merupakan interaksi antara perbandingan berat arang dengan banyaknya H₃PO₄ sebesar

1:2%w/v dengan konsentrasi H_3PO_4 sebesar 60%. Semakin tinggi kadar abu pada arang aktif maka akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori (Maulinda et al., 2015). Apabila pori-pori arang aktif tersumbat maka akan mempengaruhi daya adsorpsi arang aktif untuk menyerap kotoran maupun ion logam.

Kadar ion logam Pb

Tabel 1 dan 2 menunjukkan perbandingan arang aktif dengan banyaknya H_3PO_4 dan konsentrasi H_3PO_4 berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan kadar ion logam Pb pada air. Perbandingan yang sesuai antara berat arang dengan pelarut, akan menghasilkan arang aktif dengan daya serap yang tinggi. Semakin banyak arang yang digunakan akan menyebabkan tumpukan kotoran pada pori-pori sehingga meningkatkan kadar abu yang berakibat pada penyumbatan pori-pori. Semakin tinggi konsentrasi H_3PO_4 yang digunakan, juga dapat menghambat pori-pori yang berakibat pada tingginya kadar abu (Maulinda et al., 2015). Hal ini akan berpengaruh terhadap kontak permukaan yang kecil karena luas permukaan arang aktif yang dihasilkan juga kecil. Eksperimental dengan kode sampel M3P3 yang merupakan interaksi antara perbandingan berat arang aktif dengan banyaknya H_3PO_4 yaitu 1:2%w/v dengan konsentrasi H_3PO_4 sebesar 60% dengan penyerapan ion logam Pb terkecil yaitu 451,9047 ppm atau 55,41%. Penyerapan ion logam Pb tertinggi sebesar 758,073 ppm atau 92,95% dihasilkan oleh sampel M1P1 yang merupakan interaksi antara perbandingan berat arang aktif dengan banyaknya H_3PO_4 yaitu 1:1%w/v dengan konsentrasi H_3PO_4 sebesar 20%.

Kadar ion logam Mn

Perbandingan berat arang dengan jumlah H_3PO_4 yang digunakan pada pembuatan arang aktif berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan ion logam Mn, seperti ditunjukkan pada tabel 1 dan 2. Penurunan ion logam Mn disebabkan karena daya serap arang yang tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai interaksi terkecil untuk penurunan ion logam Mn dihasilkan pada sampel M3P3, yang merupakan interaksi antara perbandingan berat arang dengan banyaknya H_3PO_4 yaitu 1:2%w/v dengan konsentrasi H_3PO_4 sebesar 60%. Penurunan ion Mn terbesar dihasilkan oleh sampel M1P1 yang merupakan interaksi antara perbandingan berat arang dengan banyaknya H_3PO_4 yaitu 1:1%w/v dengan konsentrasi H_3PO_4 sebesar 20%. Hal ini menunjukkan penggunaan konsentrasi H_3PO_4 yang tinggi justru mengakibatkan penyumbatan pori-pori arang aktif yang dihasilkan, sehingga mengakibatkan proses penyerapan ion logam Mn tidak sempurna (Maulinda et al., 2015). Penggunaan konsentrasi H_3PO_4 20% menghasilkan arang aktif dengan daya serap tertinggi yaitu sebesar 199,279 ppm atau 22,69%.

Analisis BET

Analisis BET dilakukan terhadap sampel dengan hasil penyerapan tertinggi yaitu sampel M1P1. Hasil analisis BET terhadap sampel didapatkan luas permukaan arang aktif sebesar 11,272m²/g. Luas permukaan memiliki peranan yang penting terhadap seberapa banyak zat yang dapat diserap oleh arang aktif. Semakin luas permukaan arang aktif maka semakin besar juga daya serapnya. Hal ini disebabkan karena aktivator yang digunakan dapat melarutkan kotoran-kotoran yang ada pada pori-pori arang aktif. Kotoran ini dapat menyumbat pori-pori sehingga menghambat daya serap. Maka perlu dihilangkan agar pori-pori terbuka semakin besar dan sehingga harus diimbangi oleh perbandingan yang sesuai. Pori-pori karbon aktif akan mengalami akhirnya daya serap tinggi. Selain itu penggunaan aktivator dapat membuat pori-pori dari arang aktif menjadi homogen (Sahara et al., 2019).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan penyerapan ion logam Pb dan Mn tertinggi sebesar 92,95% dan 22,69% dihasilkan oleh sampel M1P1 yaitu penggunaan rasio berat arang dan volume H₃PO₄ 1:1%w/v. Semakin tinggi konsentrasi H₃PO₄ yang digunakan malah merusak struktur pori maupun menghambat pori-pori arang aktif yang dihasilkan sehingga menurunkan daya serap adsorben terhadap penyerapan ion logam Pb dan Mn. Adapun luas permukaan adsorben untuk sampel M1PI adalah 11,272 m²/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah Program Kreativitas Mahasiswa Tahun Pendanaan 2019-2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexandridis, P., Ghasemi, M., Furlani, E. P., & Tsianou, M. (2018). Solvent processing of cellulose for effective bioresource utilization. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 14, 40–52. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.05.008>
- Clinton, D., & Herlina, N. (2015). PENGARUH WAKTU FERMENTASI DAN KOMPOSISI LIMBAH KULIT BUAH AREN (Arenga pinnata) DENGAN STARTER KOTORAN SAPI TERHADAP. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(3), 46–51.
- 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>
- Erawati, E., & Fernando, A. (2018). Pengaruh Jenis Aktivator Dan Ukuran Karbon Aktif Terhadap Pembuatan Adsorbent Dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon (Paraserianthes Falcataria). *Jurnal Integrasi Proses*, 7(2), 58. <https://doi.org/10.36055/jip.v7i2.3808>
- Gultom, E. M., & Lubis, T. M. (2014). Aplikasi Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivator H₃PO₄ Untuk Penyerapan Logam Berat Cd Dan Pb. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(4), 5–10.
- Hartati, I., Widiasmadi, N., Subantoro, R., Kurniasari, L. & Darmanto. (2016). Penguatan Usaha Pengolah Kolang Kaling di Desa Ngesrepbalong Kecamatan Limbangan Kabupaten Kendal. *Momentum*, 12(2), 17–22.
- Marina Olivia Esterlita, & Netti Herlina. (2015). PENGARUH PENAMBAHAN AKTIVATOR ZnCl₂, KOH, DAN H₃PO₄ DALAM PEMBUATAN KARBON AKTIF DARI PELEPAH AREN (Arenga Pinnata). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1), 47–52. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i1.1460>
- Maulinda, L., Za, N., Sari, D. N., Kimia, J. T., Teknik, F., & Malikussaleh, U. (2015). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11–19.
- Mutiara, T., Fajri, R. & Nurjannah, I. (2016). Karakterisasi Karbon Aktif Dari Serbuk Kayu Nangka Limbah Industri Penggergajian Dan Evaluasi Kapasitas Penyerapan Dengan Methylene Blue Number. *Teknoin*, 22(6), 452–460. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol22.iss6.art7>
- Rizhikovs, J., Zandersons, J., Spince, B., Dobeles, G., & Jakab, E. (2012). Preparation of granular activated carbon from hydrothermally treated and pelletized deciduous wood. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 93, 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2011.09.009>

- Sahara, E., Permatasaari, D. E., & Suarsa, I. W. (2019). PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI BATANG LIMBAH TANAMAN GUMITIR DENGAN AKTIVATOR $ZnCl_2$. *Jurnal Kimia*, 13(1), 95. <https://doi.org/10.24843/jchem.2019.v13.i01.p15>
- Siti. (2010). Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (*Moringa oleifera. Lamk*) dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Supriyadi, Masturi, Mahardika, P. A., & Pratiwi, D. J. (2014). Kolang-Kaling Di Desa Jatirejo Gungpati Semarang. *Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Rekayasa V*(Kulit Koaling kalig untuk Briket), 25–31.
- Verayana, Paputungan, M., & Iyabu, H. (2018). Pengaruh aktivator HCl dan H_3PO_4 terhadap karakteristik (morfologi pori) arang aktif tempurung kelapa serta uji adsorpsi pada logam timbal (Pb). *Jurnal Entropi*, 13(1), 67–75.
- Zhu, M. Q., Wang, Z. W., Wen, J. L., Qiu, L., Zhu, Y. H., Su, Y. Q., Wei, Q., & Sun, R. C. (2017). The effects of autohydrolysis pretreatment on the structural characteristics, adsorptive and catalytic properties of the activated carbon prepared from *Eucommia ulmoides* Oliver based on a biorefinery process. *Bioresource Technology*, 232, 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.02.033>