

Adsorpsi Air Gambut Menggunakan Karbon Aktif Dari Buah Bintaro

Rahmawati, Aji Wilaksono, Nafisah Amri, Kevin Naoki Davidson, Bagas Rimawan, Heriyanti*

³Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi
e-mail: *heriyanti@unja.ac.id

ABSTRAK

Kabupaten Tanjung Jabung Timur Provinsi Jambi merupakan daerah dataran rendah yang banyak mengandung air gambut. Air gambut dapat diadsorpsi menjadi air bersih yaitu dengan menggunakan karbon aktif dari buah bintaro (Cerbera odollam). Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh aktivasi terhadap karbon aktif yang dihasilkan. Aktivasi kimia menggunakan tiga activator (KOH, ZnCl₂, dan H₃PO₄) dan aktivasi secara fisika pada suhu 600°C. Karbon aktif dikarakterisasi menggunakan SEM-EDX sebelum dan sesudah adsorpsi. Air gambut hasil adsorpsi dianalisis kadar warna, pH, COD, TDS, KMnO₄, dan Fe.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi aktivator berpengaruh terhadap karbon aktif yang diperoleh. Hal ini dapat dilihat dari rendemen yang dihasilkan, dimana rendemen tertinggi terdapat pada karbon aktif dengan aktivator H₃PO₄ yaitu sebesar 85,25%. Hasil analisis adsorpsi dapat diketahui bahwa karbon aktif buah bintaro dapat menaikkan pH air gambut dari 4,80 menjadi 6,50, menurunkan kadar logam Fe pada air gambut sebesar 75% yakni dari 0,080 mg/L menjadi <0,02 mg/L dan dapat menurunkan nilai kandungan zat organik (KMnO₄) pada air gambut dari 184 mg/L menjadi 151 mg/L. Hasil karakterisasi SEM-EDX menunjukkan adanya perbedaan morfologi permukaan karbon aktif sebelum dan sesudah adsorpsi.

Kata kunci: Air Gambut, Buah Bintaro (Cerbera odollam), Karbon Aktif, Aktivasi

PENDAHULUAN

Penggunaan air bersih setiap tahunnya terus meningkat seiring dengan bertambahnya populasi makhluk hidup didunia. Air bersih merupakan suatu kebutuhan terpenting bagi manusia, disamping untuk diminum air bersih juga dibutuhkan untuk mandi, mencuci, memasak dan kegiatan lainnya. Air bersih di Provinsi Jambi khususnya di wilayah Kabupaten Tanjung Jabung Timur menjadi barang yang langka. Hal ini dikarenakan daerah tersebut merupakan daerah dataran rendah yang banyak mengandung air gambut. Air gambut mengandung senyawa organik terlarut yang menyebabkan air menjadi berwarna coklat dan bersifat asam sehingga bila terkonsumsi secara terus-menerus dapat menyebabkan gigi keropos, gangguan pada usus dan dapat menyebabkan kanker.

Banyaknya air gambut di daerah Kabupaten Tanjung Jabung Timur belum bisa dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat karena efeknya yang

berbahaya bagi kesehatan dan masyarakat juga belum mampu mengolah air gambut menjadi air bersih yang layak untuk digunakan sehari-hari. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, masyarakat di daerah tersebut umumnya menggunakan air tadahan hujan atau air sumur galian yang masih belum memenuhi standar air minum yang sehat. Pada saat musim kemarau tiba, terjadi krisis air sehingga masyarakat terpaksa membeli air minum isi ulang untuk mengatasi kekurangan air bersih mereka.

Air gambut dapat ditreatment menjadi air bersih dengan melihat kadar maksimum parameter yang diperbolehkan yaitu pada Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990. Beberapa metode tentang pengolahan air gambut ini telah banyak dilakukan, di antaranya dengan menggunakan protein biji kelor sebagai koagulan, membran ultrafiltrasi dengan sistim aliran dead-end, membran ultrafiltrasi dengan sistem aliran cross flow, dan melalui proses elektrokoagulasi. Namun penggunaan metode-metode tersebut masih memiliki kelemahan salah satunya adalah biaya operasi yang mahal.

Berdasarkan kondisi tersebut maka diperlukan metode lain yang dinilai lebih efektif, preparasi mudah dan pembiayaan yang relatif murah yaitu dengan memanfaatkan teknik adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif sangat efektif digunakan sebagai adsorben karena dapat mengadsorpsi logam-logam seperti besi, tembaga dan nikel dan dapat digunakan untuk menghilangkan bau, warna dan rasa yang terdapat dalam larutan atau air buangan.

Berbagai bahan biomaterial yang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif yaitu yang memiliki kadar selulosa yang tinggi. Secara kimiawi buah bintaro (*Cerbera odollam*) memiliki potensi menjadi karbon aktif karena pada buah bintaro terdapat daging buah yang berbentuk seperti sabut kelapa mengandung serat lignoselulosa. Menurut Yun Yu *et.al* (2008) kandungan karbon pada komponen lignoselulosa yakni 38% hemiselulosa, 41,8% selulosa dan 58,5 % lignin.

Penggunaan buah bintaro menjadi karbon aktif dapat meningkatkan nilai ekonomisnya karena selama ini tanaman bintaro hanya dikenal sebagai tanaman peneduh kota dan belum banyak dimanfaatkan. Selain itu, bintaro merupakan kategori non pangan karena sifatnya yang beracun sehingga tidak menimbulkan persaingan dengan pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat jika buah bintaro dijadikan sebagai bahan biomaterial untuk karbon aktif.

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan karbon aktif dari buah bintaro (*Cerbera odollam*) dengan variasi aktivator (KOH, $ZnCl_2$ dan H_3PO_4) dan aktivasi secara fisika. Untuk melihat kualitas karbon aktif yang diperoleh dan dilakukan treatment air gambut dengan metode adsorpsi, dan karakterisasi SEM-EDX karbon aktif sebelum dan sesudah adsorpsi.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah buah bintaro (*Cerbera odollam*), aquades, aquabides, KOH, $ZnCl_2$, H_3PO_4 85%, etanol, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, dan air gambut dari Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi.

Peralatan yang digunakan antara lain Gelas Beaker, Gelas Ukur, Erlenmeyer, Labu ukur, Mortar, Stirer, Sudip, Cawan, Hot Plate, Ayakan Ukuran 150 Mesh, Neraca analitik, pH meter digital, Pipet Mikro, Corong, Statif, Pengaduk, Jerigen, Botol vial, Stopwatch, Grinder, Furnace, Oven, Scanning Electron Microscopy (SEM-EDX).

Preparasi Sampel

Buah bintaro sebanyak 5 kg diambil di daerah Mendalo, Kab. Jaluko dan sekitarnya, lalu dipisahkan dari kulit dan bijinya kemudian dikeringkan. Buah bintaro selanjutnya ditimbang dan dihitung rendemen sebelum dan sesudah dikeringkan.

Sampel air gambut diperoleh dari Desa Catur Rahayu, Kab. Tanjung Jabung Timur, Provinsi Jambi pada titik koordinat 1015'28.369" LS dan 103033'41.760 BT. Sampel air gambut disimpan kedalam jerigen yang telah disterilkan dengan etanol dan aquades, kemudian dibawa ke Laboratorium Energi Rekayasa dan Material Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi untuk diadsorpsi menggunakan karbon aktif.

Pembuatan Karbon Aktif dari Buah Bintaro (*Cerbera odollam*)

Pembuatan karbon aktif dari buah bintaro merujuk pada penelitian Rosalina, *et.al* (2016) yakni buah bintaro kemudian dijemur selama 4 hari, buah bintaro yang telah keringkan kemudian difurnace pada temperatur 500°C selama 1 jam. Setelah proses furnace selesai, karbon buah bintaro didinginkan selama 15 menit menggunakan desikator. Kemudian dioven kembali untuk mengurangi kadar air dengan tujuan untuk menyempurnakan proses karbonisasi. Setelah dingin, karbon digerus sampai halus lalu diayak menggunakan saringan berukuran 150 mesh. Karbon buah bintaro dalam

bentuk serbuk di aktivasi kimia dan fisika. Aktivasi kimia menggunakan perbandingan 1:2 karbon dan aktivator (KOH, H₃PO₄, dan ZnCl₂). Karbon buah bintaro diaktivasi dan dihomogenkan dengan stirer selama 60 menit pada suhu 110°C. Setelah diaktivasi, karbon aktif disaring lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C, lalu didinginkan dan diaktivasi fisika pada suhu 600°C. Karbon aktif selanjutnya dicuci dengan aquades sampai pH netral. Karbon aktif yang diperoleh dikarakterisasi dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM-EDX) untuk mengetahui kandungan dan morfologinya.

Adsorpsi Air Gambut

Adsorpsi air gambut mengacu pada penelitian Naswir, *et.al* (2014) yaitu menggunakan 3 gr adsorben/500 mL air gambut. Selanjutnya, air gambut yang telah ditambahkan karbon aktif kemudian dishaker selama 1 jam dengan kecepatan 150 rpm, lalu disaring menggunakan kertas saring. Residu yang berupa karbon aktif selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C dan dianalisis menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM-EDX).

Pengujian Parameter Air Gambut

Pengujian parameter air gambut dilakukan pada parameter pH, warna, KMnO₄, COD, TDS dan Fe pada air gambut berturut-turut mengacu pada prosedur SNI 06-6989.11-2004, SNI 06-2413-1991, SNI 06.6989.22-2004, APHA 5220 D-2012, APHA 2540 C-2005 dan APHA 3111 B-2005. Analisis air gambut dilakukan di Badan Lingkungan Hidup Daerah (BLHD) Provinsi Jambi.

PEMBAHASAN

Karbonisasi Buah Bintaro menjadi Karbon Aktif

Buah bintaro diproses menjadi karbon melalui tahapan karbonisasi yakni pemanasan sampel tanpa udara pada suhu 500°C menggunakan furnace. Tahap karbonisasi dilakukan pada rentang 300-500°C karena pada rentang temperatur tersebut kandungan air dan zat-zat volatil pada buah bintaro akan hilang sehingga menjadi dasar terbentuknya porositas pada karbon atau terbukanya pori-pori karbon (Marsh, *et al.* 2006). Proses karbonisasi juga bertujuan untuk dekomposisi material dan menghasilkan material yang memiliki daya serap yang tinggi. Adapun rendemen yang dihasilkan setelah proses karbonisasi berkisar 20,18% - 26,26%.

Setelah proses karbonisasi, karbon buah bintaro digerus menggunakan mortar kemudian diayak dengan saringan berukuran 150 mesh yang bertujuan untuk mengecilkan ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel karbon maka akan memperbesar luas permukaan karbon. Selanjutnya karbon buah bintaro diaktivasi kimia-fisika dengan perbandingan massa karbon : aktivator adalah 1:2. Fungsi proses aktivasi, baik fisika maupun kimia adalah untuk memecahkan ikatan hidrokarbon pada arang atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga pori arang akan bertambah luas (Faradina dan Setiawati, 2010). Pada proses ini, aktivator akan diserap oleh karbon dan akan menghilangkan zat-zat pengotor yang menutupi pori-pori karbon. Hilangnya pengotor pada permukaan karbon aktif akan menyebabkan semakin besar pori-pori karbon aktif yang dihasilkan (Heijman and Hopman, 1998). Selanjutnya dilakukan aktivasi fisika pada suhu 600°C, tujuannya untuk membuka pori-pori menjadi lebih besar. Pori-pori yang lebih besar pada karbon aktif akan meningkatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif.

Rendemen yang diperoleh setelah proses aktivasi kimia-fisika berkisar 71,05% - 85,28%. Rendemen karbon aktif tertinggi diperoleh dari karbon aktif yang diaktivasi H_3PO_4 dan $ZnCl_2$ (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase Rendemen Karbon Dan Karbon Aktif

Sampel Arang	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Rendemen (%)
500°C	50	13,1291	26,26
Aktivasi KOH-Fisika	50	35,6972	71,39
Aktivasi H_3PO_4 -Fisika	50	42,6398	85,28
Aktivasi $ZnCl_2$ -Fisika	50	41,3144	82,63
Aktivasi Fisika	15	10,6580	71,05

Hasil karbonisasi yang diperoleh sesuai dengan teori yang dikemukakan Hsu dan Teng (2000) dalam pembuatan karbon aktif dengan aktivasi kimia, aktivator yang lebih baik digunakan untuk material lignoselulosa, seperti buah bintaro adalah aktivator yang bersifat asam seperti H_3PO_4 dan $ZnCl_2$, dibandingkan dengan aktivator yang bersifat basa, seperti KOH. Hal ini karena material lignoselulosa memiliki kandungan oksigen yang tinggi dan aktivator yang bersifat asam tersebut bereaksi dengan gugus fungsi yang mengandung oksigen, sedangkan untuk aktivator KOH lebih dapat bereaksi dengan karbon sehingga bahan baku yang memiliki kandungan karbon yang tinggi lebih baik menggunakan aktivator KOH.

Adsorpsi Air Gambut

Hasil analisis sampel air gambut untuk parameter TDS, warna, pH, COD, Fe dan zat organik setelah diadsorpsi menggunakan karbon aktif buah bintaro dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Sampel Air Gambut Sebelum dan Setelah Adsorpsi

Parameter	Satuan	Hasil Uji					Standar	
		1	2	3	4	5		
TDS	mg/L	128	208	136	140	160	1500*	
Warna*	Pt Co	10,6	13,4	10,6	15,9	11,7	50*	
pH	-	4,80	6,50	3,20	5,36	6,20	6,5-9*	
COD	mg/L	83	127	182	235	121	300**	
Besi (Fe)	mg/L	0,08	0,224	0,690	< 0,02	< 0,02	0,3*	
Zat Organik (KMnO ₄)	mg/L	0	184	151	158	153	165	10*

*Permenkes RI Nomor:416/MENKES/PER/IX/1990 tentang daftar persyaratan kualitas air bersih.

** Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 15 Tahun 2008

Ket: 1) Sampel Air Gambut sebelum diadsorpsi, 2) Sampel Air Gambut setelah diadsorpsi menggunakan aktivator KOH, 3) Sampel Air Gambut setelah diadsorpsi menggunakan aktivator H₃PO₄, 4) Sampel Air Gambut setelah diadsorpsi menggunakan aktivator ZnCl₂, 5) Sampel Air Gambut setelah diadsorpsi menggunakan aktivator karbon aktif aktivasi fisika.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa sampel air gambut masih memenuhi standar maksimum yang diperbolehkan. Nilai TDS menggambarkan jumlah zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganik) yang terdapat pada sebuah larutan. Peningkatan TDS didalam air gambut setelah penambahan karbon aktif yang disebabkan oleh partikel karbon aktif yang sebagian larut dalam air untuk membentuk gambut koloid dan tidak mengendap sehingga zat terlarut di dalam air gambut akan naik.

Konsentrasi warna air gambut diukur berdasarkan konsentrasi Pt-Co yakni larutan yang diukur adalah larutan dengan warna yang mendekati warna larutan standar skala warna Pt-Co. Dari Tabel 2 diatas terlihat bahwa terjadi kenaikan konsentrasi air gambut setelah adsorpsi, hal ini dikarenakan faktor penambahan karbon aktif saat proses adsorpsi. Dimana, semakin tinggi massa maka akan semakin banyak adsorben berukuran halus sehingga larutan lebih keruh dan hal inilah yang mempengaruhi hasil pengujian warna pada air gambut.

Nilai pH digunakan untuk menggambarkan konsentrasi ion hidrogen dalam air gambut. pH air gambut setelah diadsorpsi dengan aktivator KOH yaitu sebesar 6,50, lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Naswir et al. (2014) yang hanya sebesar 4,50. Namun nilai tersebut telah memenuhi nilai

baku mutu yang ditetapkan oleh Permenkes RI Nomor: 416/MENKES/PER/IX/1990.

Nilai COD merupakan kebutuhan oksigen dalam proses oksidasi secara kimia. Meningkatnya nilai COD diduga karena karbon aktif yang telah jenuh dalam menyerap bahan organik dalam air gambut, sehingga karbon ikut terdegradasi selama periode kontak sehingga menambah bahan organik dalam air gambut. Hal ini sejalan dengan Suwilin (2007) yang menyatakan bahwa arang aktif yang terbuat dari selulosa cenderung lunak dan mudah hancur.

Besi (Fe) merupakan zat yang menyebabkan warna air gambut menjadi merah kecoklatan, dan apabila dikonsumsi secara terus menerus dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Dari tabel diatas terlihat bahwa karbon aktif buah bintaro yang diaktivasi dengan $ZnCl_2$ dapat menurunkan kadar logam Fe pada air gambut sebanyak 75%, lebih besar dari pada penelitian Fatriani (2009) yang menggunakan karbon aktif dari tempurung kelapa dengan aktivator Na_2CO_3 hanya mengadsorpsi logam Fe pada air gambut sebesar 29,21%, sedangkan pada penelitian Riza (2009) menggunakan adsorben serbuk tulang ayam kasar hanya dapat menurunkan kadar Fe pada air gambut sebesar 32,72%.

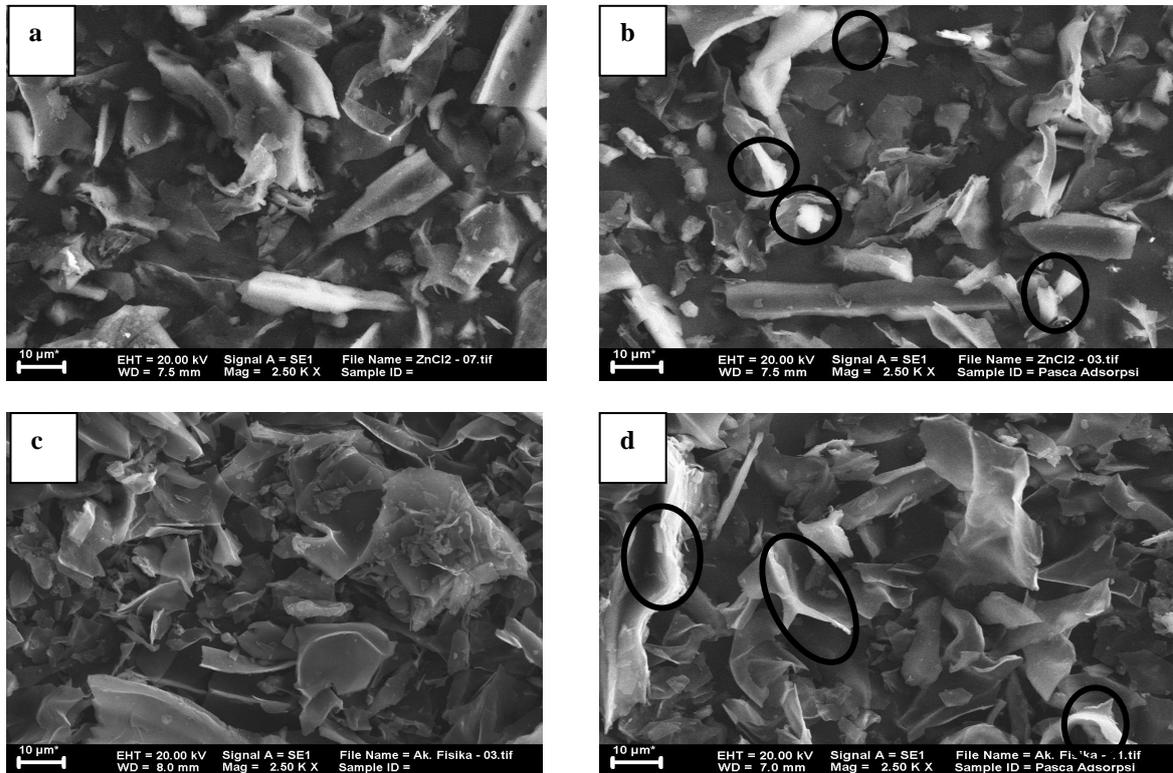
Komposisi zat organik pada air gambut didominasi oleh senyawa humat yang menyebabkan kadar warna yang tinggi. Dari hasil analisis belum memenuhi baku mutu yang ada, namun dari hasil adsorpsi memberikan hasil yang baik yaitu dapat menurunkan kadar zat organik dari 184 mg/L menjadi 151 mg/L. Kandungan organik pada air berpotensi membentuk senyawa karsinogenik antara lain THM (Trihalomethane) pada proses desinfeksi dengan khlor, sehingga hal ini perlu diperhatikan.

Selanjutnya, diketahui dari hasil yang dicapai dapat dilihat bahwa karbon aktif buah bintaro dapat mengadsorpsi kandungan pada air gambut. Hal ini dilihat dari hasil analisis parameter pH, Fe, dan zat organik yang memberikan hasil adsorpsi yang baik, berbeda dengan hasil analisis TDS, warna dan COD.

Karakterisasi Karbon Aktif Menggunakan SEM-EDX)

Morfologi permukaan dan unsur-unsur yang terkandung dalam karbon aktif dapat diidentifikasi menggunakan SEM-EDX. SEM dilakukan untuk mengamati bentuk morfologi karbon aktif, sedangkan EDX dilakukan untuk mengamati unsur apa saja yang terdapat pada karbon aktif. Karakterisasi SEM-EDX dilakukan pada 4 sampel yakni karbon aktif yang diaktivasi dengan $ZnCl_2$ dan pasca adsorpsi air gambut dengan karbon aktif yang diaktivasi dengan

ZnCl₂ dan aktivasi dengan aktivasi fisika dan pasca adsorpsi air gambut dengan aktivasi dengan aktivasi fisika. Gambar morfologi perbandingan sesudah dan setelah adsorpsi.



Gambar 1. Morfologi dari (a) Karbon Aktif ZnCl₂, (b) Karbon Aktif Pasca Adsorpsi Air Gambut dengan Karbon Aktif ZnCl₂, (c) Karbon Aktif dengan Aktivasi Fisika, dan (d) Karbon Aktif Pasca Adsorpsi Air Gambut Dengan Karbon Aktif Aktivasi Fisika.

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa terdapat partikel pada permukaan karbon aktif setelah adsorpsi yang tidak ditemukan pada karbon aktif sebelum adsorpsi. Partikel tersebut diduga merupakan senyawa pada air gambut yang terserap ke permukaan karbon aktif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Variasi aktivator berpengaruh terhadap karbon aktif buah bintaro yang diperoleh, dimana dari rendemen yang dihasilkan diperoleh hasil tertinggi pada karbon aktif dengan aktivator H₃PO₄ dan ZnCl₂ yaitu sebesar 85,25% dan 82,63%.
2. Hasil analisis adsorpsi karbon aktif buah bintaro terhadap air gambut dapat diketahui bahwa karbon aktif buah bintaro dapat menaikkan pH air gambut

dari 4,80 menjadi 6,50, menurunkan kadar logam Fe pada air gambut sebesar 75% yakni dari 0,080 mg/L menjadi <0,02 mg/L dan dapat menurunkan nilai kandungan zat organik (KMnO₄) pada air gambut dari 184 mg/L menjadi 151 mg/L.

3. Buah bintaro (*Cerbera odollam*) sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai karbon aktif, hal ini didukung dari hasil karakterisasi SEM-EDX sebelum dan sesudah adsorpsi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai Program Kreativitas Mahasiswa tahun pendanaan 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Ben-Ghedalia, Daniel., and Joshua Miron. 1981. The Effect of Combined Chemical and Enzyme Treatments on the Saccharification and in vitro Digestion Rate of Wheat Straw. *Biotechnology and Bioengineering.*, Vol. XXIII, 823-831.
- Cheremisinoff & Morresi, A.C. 1978. *Carbon Adsorption Applications, Carbon Adsorption Handbook.* Michigan : Ann Arbor Science Publishers, Inc, 7-8.
- Departemen Kesehatan, Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/Per/IX/1990 tentang Persyaratan kualitas air minum dan air bersih, www.depkes.go.id.
- Djatmiko, B. S. Ketaren dan S. Setyahartini. 1985. *Pengolahan Arang dan Kegunaannya.* Bogor : Agro Industri Press.
- Faradina, E. dan Setiawati, N., 2010, "Regenerasi Minyak Jelantah Dengan Proses Bleaching Menggunakan Adsorben Arang Aktif", Laporan Penelitian Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Fatriani, 2009, Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman arang aktif tempurung kelapa terhadap kadar Fe dan pH air gambut. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Heijman, SGJ, and Hopman, R., 1998. Activated Carbon Filtration in Drinking Water Production: Prediction Models and New Concepts. *Colloids and Surfaces physicochemical and Engineering Aspects.* 151: 303-310.
- Hsu, L. Y. dan Teng, H., 2000, "Influence of different chemical reagents on the preparation of activated carbons from bituminous coal", *Fuel Processing Technology*, Vol.64(1-3), hal.155-166.
- Kusnaedi. 2006. *Mengolah Air Gambut dan Kotor untuk Air Minum.* Jakarta : Penebar Swadaya, Hal. 17-20.

- Marsh, Harry dan Francisco Rodriguez-Reinoso, *Activated Carbon*, Elsevier Science & Technology Books, ISBN: 0080444636, 2006.
- Muh Riza, Pahlevi, 2009, Tesis : Analisis Kadar Besi(Fe) dari Air Gambut Setelah Dijernihkan Dengan Penambahan Tulang Ayam. Medan : USU
- Naswir, Susila, Marsi, dan Salni. 2013. Activation of bentonite and application for reduction pH, color, organic substance, and Iron (Fe) in the peat water. *Science Journal of Chemistry*, Vol. 1, No. 5.
- Naswir, M., Intan L., 2014. Characterization Active Carbon and Clum Shell In Reducing pH, Color, COD, Fe and Organic Matter On Peat Water. FKIP Jambi University. Research Report.
- Patricia, Akmal dan Halida Sophia. 2015. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Adsorben Untuk Peningkatan Kualitas Air Gambut. Pekanbaru : FMIPA Bina Wadya.
- Rosalina, T.Tedja, E.Riani dan S.Sugiarti. 2016. Pengaruh Aktivasi Fisika Dan Kimia Arang Aktif Buah Bintaro Terhadap Daya Serap Logam Berat Krom. Bogor : AKA Politeknik.
- Rosen, M. J. (1989). *Surfactants and Interfacial Phenomena*. New York : John Willey&Sons.
- Ririn, Irfana dan Dwiria. 2013. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) terhadap Kualitas Karbon Aktif Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Fe pada Air Gambut. *Prisma Fisika*, Vol. I, No. 2, Hal. 82 – 86.
- Sawyer, C. N. , McCarty, P. L. , and Parkin, G. F. 2003. *Chemistry for Environmental Engineering and Science*. Fifth ed. New York : Mc. Graw Hill.
- Suwilin. 2007. Efektifitas arang aktif kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) dan tempurung kelapa (*Coconus nucifera* L.) untuk pemurnian minyak goreng bekas [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Yun Yu, Xia Lou, and Hongwei Wu. 2008. Some Recent Advances in Hydrolysis of Biomass in Hot- Compressed Water and Its Comparisons with Other Hydrolysis Methods . *Energy Fuels*, 22(1), 50.
- Zouboulis, A.I., Chai, X.L., dan Katsoyiannis, I.A. 2004. The Application of Biofloculant for The Removal of Humic Acids rom Stabilized Landfill Leachates. *Environmental Management Journal*, 70, 35-41.