Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 14%

Date: Friday, May 17, 2019
Statistics: 436 words Plagiarized / 3194 Total words
Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

_ _ __ _ _ _JURNAL IPTEK MEDIA KOMUNIKASI TEKNOLOGI _ _ _ _homepage URL : ejurnal.itats.ac.id/index.php/iptek _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _Pembuatan karbon aktif dari arang bakau menggunakan gabungan aktivasi kimia dan fisika dengan microwave _ _Kartika Udyani1 , Dian Yanuarita Purwaningsih 2, dan Rio Setiawan3, Khalida Yahya4 _ _1,2,3 Teknik Kimia Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya _ _INFORMASI ARTIKEL _ _ABSTRACT _ _Jurnal IPTEK – Volume xx Nomer xx, Mei 2018 Halaman: 1 – 10 Tanggal Terbit : 20 Mei 2018 DOI: 10.31284/j.iptek.2017.v21i2.91 _ _One effort to increase the selling value of mangrove charcoal is by processing it into activated charcoal or activated carbon.

The process of charcoal activation is carried out in several ways including chemical activation, physics activation and a combination of chemistry and physics. In this study, the activation of mangrove charcoal became activated charcoal using a combination of chemical and physical activation methods. Chemical activator used is H3PO4 while physical activation uses microwave with several time parameters so that the surface area of ??activated charcoal is known, iodine number, surface morphology of mangrove charcoal before and after activation using microwave.

At first a chemical activation was carried out by immersing it in 1 M H3PO4 solution and then heating it using a microwave with 560 watts of power for 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes. From the results of this study the highest iodine number was 1196.60 mg / g at 560 watts and 10 minutes activation time with a surface area of ??936.221 m2 / g.

Based on surface morphology analysis showed that the activated mangrove charcoal had a more porous surface than before activation. Keywords: Charcoal, activation, iodine, microwave _ _EMAIL _ _ABSTRAK _ _Email : raiya1904@gmail.com _ _Salah satu

upaya untuk meningkatkan nilai jual arang bakau adalah dengan mengolah menjadi arang aktif atau karbon aktif.

Proses aktivasi arang dilakukan dengan beberapa cara antara lain aktivasi kimia, aktivasi fisika dan gabungan kimia dan fisika. Pada penelitian kali ini dilakukan aktivasi arang bakau menjadi arang aktif menggunakan metode gabungan aktivasi kimia dan fisika. Aktivator kimia yang digunakan adalah H3PO4 sedangkan aktvasi fisika menggunakan microwave dengan beberapa parameter waktu sehingga diketahui luas permukaan dari arang aktif, nilai bilangan iodin, bentuk morfologi permukaan dari arang bakau sebelum dan sesudah diaktivasi menggunakan microwave.

Mula-mula dilakukan aktivasi kimia dengan merendam dalam larutan H3PO4 1 M kemudian dilanjutkan pemanasan menggunakan microwave dengan daya 560 watt selama 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 menit. Dari hasil penelitian ini didapatkan bilangan iodin tertinggi sebesar 1196,60 mg/g pada daya 560 watt dan waktu aktivasi 10 menit dengan luas permukaan sebesar 936,221 m2/g. Berdasarkan analisa morfologi permukaan menunjukkan bahwa arang bakau hasil aktivasi memiliki permukaan yang lebih porous dibandingkan sebelum aktivasi.

Kata kunci: Arang, aktivasi, iodin, microwave _ _PENERBIT _ _ _ _LPPM- Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya Alamat: Jl. Arief Rachman Hakim No.100,Surabaya 60117, Telp/Fax: 031-5997244 Jurnal IPTEK by LPPM-ITATS is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. _ _ _ _ _ _ _ _ PENDAHULUAN Arang bakau merupakan arang hasil proses karbonasi kayu bakau sebagai upaya masyarakat sekitar hutan Mangrove untuk memanfaatkan kayu pohon bakau yang tidak terpakai. Harga jual arang bakau berkisar Rp. 3000 sampai Rp. 5000.

Salah satu upaya untuk meningkatkan nilai jual arang bakau adalah dengan mengolah menjadi arang aktif. Harga jual arang aktif dengan bilangan iodin sekitar 1000 mg/g berkisar Rp 45.000,-. Arang aktif merupakan adsorben yang unik dan serba guna. Beberapa kegunaan arang aktif antara lain untuk menghilangkan bau, warna, rasa dan pengotor organik dan anorganik lain yang tidak diinginkan dari air limbah domestik dan industri, pemurnian udara, pengolahan makanan dan industri kimia.

Arang aktif juga digunakan dalam berbagai sektor ekonomis dan bidang tertentu seperti industri makanan, farmasi, kimia, petroleum, nuklir, otomotif dan dalam hal pengolahan air minum, pengolahan limbah dan industri cerobong gas. Penggunaan arang aktif untuk pengolahan limbah merupakan pilihan yang banyak diminati, sehingga produksi arang aktif selalu meningkat.

Proses aktivasi arang dilakukan dengan beberapa cara antara lain aktivasi kimia, aktivasi fisika dan gabungan kimia dan fisika. Beberapa penelitian aktivasi karbon menjadi karbon aktif telah dilakukan antara lain: Hasibuan dan Syahputri (2017) melakukan pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa menggunakan metode aktivasi kimia dengan pengaktifan H3PO4 dan dilanjutkan aktivasi fisika menggunakan microwave.

Hasil karbon aktif terbaik diperoleh pada konsentrasi H3PO4 60% dengan daya microwave 400 watt selama 20 menit menghasilkan karbon aktif dengan bilangan iodin sebesar 767,745 mg/g. Penelitian lain dilakukan oleh Uludag (2016) yaitu pembuatan karbon aktif dari Chesnut cell dengan bantuan aktivasi microwave didapatkan hasil terbaik pada daya 380 W selama 3 menit, memliki luas permukaan sebesar 1088 m2/g.

Sedangkan Aziz dan Efendi (2016) juga melakukan penelitian pembuatan karbon aktif yang berasal dari arang bakau dengan aktivasi pemanasan konvensioal. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan konsentrasi aktivator H3PO4 yang paling baik pada 1 M, dengan pemanasan suhu 725°C dimana didapat luas permukaan sebesar 354,977 m2/g.

Pada penelitian ini dilakukan aktivasi arang bakau dengan aktivator kimia H3PO4 dilanjutkan dengan pemanasan menggunakan microwave menggunakan beberapa parameter daya dan waktu aktivasi untuk mengetahu pengaruhnya terhadap bilangan iodin dan luas permukaan. Arang bakau digunakan sebagai bahan baku karena termasuk arang yang keras dan memiliki kualitas bagus, serta microwave digunakan karena lebih hemat energi dan waktu.

TINJAUAN PUSTAKA Arang bakau Kayu bakau biasanya digunakan sebagai kayu bakar. Disamping itu kayu bakau bisa diolah menjadi arang dan merupakan arang yang berkualitas baik karena memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu sekitar 4.400 kkal/kg-7.300 kkal/kg.

Selain itu struktur kayu bakau yang keras dan padat membuat arang kayu bakau akan bertahan lebih lama jika digunakan untuk untuk pembakaran jika dibandingkan arang dari jenis kayu lain. Kayu bakau yang akan dijadikan bahan baku arang umumnya tidak diperhitungkan bentuk dan ukuran kayu akan tetapi diperhatikan jenis kayu. Kayu bakau yang digunakan sebagai bahan baku arang berasal dari famili Rhizophoraceae terutama Rhizophora apiculata (bakau putih) (Miswadi dkk, 2017).

Arang bakau selama ini lebih sering dikenal sebagai bahan bakar pada pemanggangan ikan atau makanan lain. Pembuatan arang bakau dilakukan melalui proses karbonisasi kayu bakau. Produk ini utamanya banyak digunakan sebagai sumber energi dan merupakan salah satu sumber energi biomassa yang memiliki sifat lebih baik daripada

kayu bakar.

Arang Aktif Arang aktif dalam arti luas mencakup berbagai bahan amorf berbasis karbon yang menunjukkan derajat porositas tinggi dan luas permukaan interpartikel yang diperbesar. Menurut SNI 06-3730-1995 arang aktif teknis adalah arang yang telah diaktifkan sehingga mempunyai daya serap yang tinggi terhadap warna, bau, zat-zat beracun dan zat-zat kimia lainnya yang tidak digunakan untuk bahan baku obat.

Arang aktif diperoleh melalui pembakaran, pembakaran sebagian, atau dekomposisi termal pada berbagai bahan karbon. Arang aktif tersedia dalam bentuk granul dan powder. Saat ini arang aktif juga dipersiapkan dalam bentuk bulat, fiber, dan lembaran untuk beberapa aplikasi khusus. Bentuk granular memiliki luas permukaan internal yang besar dan pori-pori kecil, bentuk powder memiliki diameter pori lebih besar dan luas permukaan internal lebih kecil. Lembaran dan serat arang aktif memiliki luas area yang besar dan mengandung jumlah pori besar lebih banyak.

Pori-pori pada arang aktif dibagi menjadi tiga kelompok: mikropori dengan diameter kurang dari 2 nm, mesopori dengan diameter antara 2 nm sampai 50 nm, dan makropori dengan diameter lebih dari 50 nm. Mikropori menentukan sampai tingkat tertentu kapasitas adsorbsi dari arang aktif (Bansal dan Goyal, 2005). Arang aktif merupakan adsorben serbaguna. Sifat adsorptif arang aktif karena luas permukaan yang besar, struktur mikropori dan reaktifitas permukaan yang tinggi.

Arang aktif digunakan untuk penjernihan, dekolorisasi, penghilang bau, deklorinasi, pemisahan, recovery, penyaringan, pembersihan atau modifikasi konsituen berbahaya dalam senyawa gas dan cair. Oleh sebab itu, adsorpsi arang aktif diminati dalam banyak sektor ekonomis dan bidang tertentu seperti industri makanan, farmasi, kimia, petroleum, nuklir, otomotif dan vacuum industri dalam hal pengolahan air minum, pengolahan limbah dan industri cerobong gas.

Arang aktif digunakan dalam pengontrol polusi udara dari pembuangan industri dan mobil, pemurnian dari banyak bahan kimia, farmasi dan produk makanan serta digunakan dalam berbagai aplikasi fase gas. Arang aktif semakin banyak digunakan dibidang hidrometalurgi dalam recovery emas, perak dan logam lain dan sebagai katalis dan pendukung katalis.

Dalam bidang pengobatan, arang aktif dikenal untuk menghilangkan racun dan infeksi bakteri pada penyakit tertentu. Sekitar 80% (±300,000 ton/ tahun) dari total arang aktif digunakan untuk aplikasi fase cair dan aplikasi fase gas menggunakan 20% arang aktif dari total produksi (Bansal & Goyal, 2005).

Proses Aktivasi Karbon Preparasi arang aktif sebagian besar dan hampir secara ekslusif menggunakan metode pirolisis dari bahan baku karbon pada suhu kurang dari 1000°C. Preparasi arang aktif meliputi dua langkah utama: karbonisasi bahan baku karbon pada suhu dibawah 800°C pada atmosfer inert dan aktivasi produk yang telah terkarbonasi pada suhu antara 950°C dan 1000°C.

Semua bahan karbon dapat dikonversi menjadi karbon aktif, meskipun sifat/ karakter dari hasil akhir yang diperoleh dapat berbeda, tergantung dari sifat/ karakteristik alami bahan baku yang di gunakan, sifat bahan pengaktifasi, dan kondisi proses karbonisasi dan aktivasi. Arang hasil karbonisasi tidak memiliki kapasitas adsopsi yang besar karena struktur pori tidak berkembang, struktur pori akan ditingkatkan selama proses aktivasi.

Proses aktivasi mengubah arang hasil karbonisasi menjadi arang aktif yang memiliki jumlah pori yang besar yang terdistribusi secara acak dengan berbagai bentuk dan ukuran, dan menghasilkan produk dengan luas permukaan yang luas. Metoda aktivasi yang umum digunakan dalam pembuatan arang aktif adalah: Aktivasi kimia: proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia.

Aktivator yang digunakan adalah bahan-bahan kimia seperti hidroksida logam alkali, garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah khususnya $ZnCl_2$, asam-asam anorganik seperti H_2SO_4 dan H_3PO_4. Aktivasi fisika: proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO_2. Umumnya arang dipanaskan dalam tanur pada temperatur 800°C-900°C.

Oksidasi dengan dengan udara pada temperatur rendah merupakan reaksi isotherm sehingga sulit untuk mengontrolnya. Sedangkan pemanasan dengan uap atau CO_2 pada temperatur tinggi merupakan reaksi endotherm sehingga lebih mudah dikontrol dan paling umum digunakan (Putra, 2013). Aktivasi menggunakan Microwave Gelombang mikro (microwave) terletak antara radiasi inframerah dan gelombang radio pada wilayah spektrum elektromagnetik.

Microwave didefinisikan sebagai gelombang dengan panjang gelombang antara 0,001 dan 1 m dengan frekuensi antara 300 dan 0,3 GHz. Microwave secara luas digunakan dalam telekomunikasi. Microwave secara teori dapat diubah menjadi panas melalui interaksi dengan bahan dielektrik. Bahan karbon secara umum merupakan absorben microwave yang baik, bahan karbon dengan mudah dipanaskan menggunakan radiasi microwave.

Karakter tersebut membuat bahan karbon dapat bertransformasi disebabkan oleh

pemanasan microwave, sehingga menghasilkan karbon baru dengan sifat atau karakteristik yang diinginkan (Menéndez dkk, 2010). Kemampuan bahan karbon untuk dipanaskan menggunakan microwave dikarenakan karbon merupakan dielektrik material karena adanya elektron p terdelokalisasi yang bebas bergerak (Zaini dan Kamaruddin, 2013).

Pemanasan dielektrik mengacu pada pemanasan oleh radiasi elektromagnetik frekuensi tinggi, yaitu gelobang frekuensi radio dan microwave. Interaksi partikel bermuatan dalam beberapa bahan dengan komponen medan listrik radiasi elektromagnetik menyebabkan bahan-bahan ini memanas. Dalam molekul polar, komponen medan listrik dari gelombang mikro menyebabkan dipol permanen dan induksi berputar ketika mereka mencoba untuk menyesuaikan diri dengan medan bolak balik. Gerakan molekuler ini menghasilkan gesekan antara molekul-molekul yang berputar dan kemudian energi diubah sebagai panas (Dipolar polarisasi).

Dalam hal bahan padat dielektrik dengan partikel bermuatan yang bebas bergerak seperti elektron p, arus bergerak dalam fase dengan medan elektromagnetik yang diinduksi. Karena elektron tidak dapat berpasangan dengan perubahan fase medan listrik, energi dihamburkan dalam bentuk panas karena efek Maxwell-Wagner (interfacial atau Maxwell-Wagner polarisasi) (Menéndez dkk, 2010). Studi mengenai preparasi arang aktif menggunakan microwave secara umum dapat digolongkan menjadi dua kategori.

Kategori pertama menekankan pada aktivasi microwave pada arang terimpregnasi, dengan kata lain, bahan baku karbon mengalami karbonisasi menjadi arang melalui pemanasan konvensional (dibawah aliran N2) dan diikuti impregnasi kimia untuk aktivasi dalam microwave pada keadaan bebas oksigen. Kategori kedua menekankan penggunaan aktivasi microwave secara langsung pada impregnasi kimia tanpa melalui tahap karbonisasi (Zaini dan Kamaruddin, 2013).

METODE Penelitian aktivasi arang baku dilakukan di laboratorium Energi Terbarukan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya Bahan Penelitian Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang bakau yang dibeli di penjual arang dan H3PO4 Alat Penelitian _ Gambar 1 Rangkaian Alat Aktivasi Arang menggunakan Microwave Prosedur Penelitian Preparasi bahan Tahap preparasi bahan dimaksudkan untuk mempersiapkan bahan agar tdapat diproses pada ahap aktivasi kimia maupun fisika.

Pada tahap ini arang bakau yang diperoleh dari salah satu distributor arang bakau dibersihkan dari sisa-sisa pembakaran atau kotoran yang menempel,. Selanjutnya ditumbuk hingga ukuran 1-2 mm dan dicuci dengan air bersih. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 1100C selama 6 jam. Tahap aktivasi kimia Tahap aktivasi kimia

dilakukan dengan merendam arang bakau dengan larutan H3PO4 pada konsentrasi 1 M selama 8 jam.

Selanjutnya dilakukan penyaringan dan pengeringan dalam oven pada suhu 110°C sampai berat konstan. Tahap aktivasi microwave Tahap ini merupakan lanjutan dari tahap aktivasi kimia. Sebanyak 10 gram arang bakau yang telah diaktivasi secara kimia, diaktivasi kembali secara fisika menggunakan microwave selama 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 menit pada daya microwave 560 W. Selama aktivasi menggunakan microwave dilakukan pengaliran gas N2 untuk memastikan di dalam microwave terbebas dari O2.

Selanjutnya arang hasil aktivasi menggunakan microwave dikeluarkan dan disimpan dalam desikator hingga mencapai suhu ruangan lalu dilakukan penimbangan. Setelah penimbangan selanjutnya arang dicuci menggunakan akuades sebanyak 2 kali dengan pengadukan. Pencucian bertujuan untuk menetralkan H3PO4. Sampel arang dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C hingga berat konstan. HASIL DAN PEMBAHASAN Pengaruh Lama aktivasi terhadap bilangan Iodin _ Gambar 2.

Pengaruh lama aktivasi dan daya terhadap bilangan iodin Bilangan Iodin arang bakau sebelum aktivasi sebesar 261,22 mg/g, sedang setelah aktivasi disajikan pada Gambar 2. Bilangan Iodin menggambarkan kemampuan arang aktif dalam menyerap Iodium dalam larutan. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada daya 80 dan 560 watt bilangan iodin naik pada waktu aktivasi 0 sampai 10 menit namun mengalami penurunan bilangan iodin pada lama aktivasi 15 sampai 30 menit.

Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu aktivasi 5 sampai 10 menit terjadi kenaikan luas permukaan aktif arang bakau yang ditunjukkan dengan kenaikan kemampuan menyerap Iodium dalam larutan. Sedangkan pada waktu aktivasi 15 sampai 30 menit terjadi penurunan luas permukaan aktif ditunjukkan dengan menurunnya kemampuan penyerapan. Luas permukaan aktif terjadi karena permukaan arang menjadi lebih porous.

Penelitian lain yang dilakukan Liu dkk (2010), waktu aktivasi memiliki pengaruh besar pada pengembangan struktur pori. Pada tahap awal mikropori akan meningkat secara signifikan, namun seiring bertambahnya waktu aktivasi peningkatan mikropori secara bertahap menjadi lambat bahkan terjadi penurunan. Penurunan mikropori disebabkan terlalu lama terpapar dengan radiasi microwave, sehingga mikropori menjadi hancur.

Berdasarkan penelitian Aziz dan Efendi, (2016) menunjukkan Nilai bilangan iodin karbon aktif dari kayu bakau yang dimpregnasi dengan H3PO4 1 M dan diaktivasi pada suhu 725°C sebesar 1019,087 mg/g. Hal ini menunjukkan proses aktivasi menggunakan

microwave dapat meningkatkan bilangan iodin arang bakau yaitu 1196,60 mg/g pada waktu aktivasi 10 menit.

Pengaruh aktivasi terhadap luas permukaan Luas permukaan karbon aktif dapat diukur menggunakan alat surface area analizer dengan persamaan BET. Pengujian luas permukaan dilakukan pada arang bakau sebelum aktivasi dan pada karbon aktif hasil aktivasi dengan nilai bilangan iodin tertinggi yaitu pada parameter waktu aktivasi 10 menit.

Hasil pengujian luas permukaan arang bakau adalah sebesar 90,470 m2/g, sedangkan dari karbon aktif hasil aktivasi arang bakau dengan parameter daya serap iodium tertinggi pada waktu aktivasi 10 menit didapat luas permukaan sebesar 936,221 m2/g. Hal ini menunjukkan bahwa proses aktivasi arang bakau dengan metode gabungan aktivasi kimia dan fisika menggunakan microwave berhasil membentuk pori-pori pada permukaan arang bakau yang ditunjukkan dengan kenaikkan luas permukaan arang aktif.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Budianto dkk (2019) tentang pembuatan karbon aktif dari arang bakau bakau aktivasi dilakukan dengan metode aktivasi pemanasan konvensional diperoleh luas permukaan sebesar 354,977 m2/g. Berdasarkan hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa aktivasi menggunakan microwave dapat menghasilkan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan aktvasi menggunakan pemanasan konvnsional.

Pengaruh aktivasi terhadap morfologi permukaan Uji morfologi permukaan ditujukan untuk mengetahui perbedaan morfologi permukaan arang sebelum aktivasi dengan setelah aktivasi. Pengujian morfologi permukaan dilakukan menggunakan instrumen microscope electron dengan perbesaran 2000x magnifition . Arang aktif yang diuji adalah arang aktif dengan luas permukaan terbesar. Hasil uji morfologi disajikan pada Gambar 3. A B Gambar 3.

Morfologi Permukaan arang sebelum dan sesudah aktivasi Gambar 3A menunjukkan morfologi permukaan arang sebelum aktivasi sedangkan Gambar 3B adalah morfologi arang setelah aktivasi. Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa proses aktivasi dapat meningkatkan pori-pori pada arang. Hal ini disebabkan karena proses aktivasi kimia yang dilanjutkan aktivasi fisika menggunakan microwave menyebabkan permukaan arang menjadi lebih porous.

Proses aktivasi kimia dan fisika menggunakan microwave dapat membuka pori pada permukaan arang. KESIMPULAN Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat

disimpulan bahwa: Pada rentang waktu aktivasi fisika 5 sampai 10 menit semakin lama kativasi bilangan iodin semakin besar tetapi setelah 10 menit mengalami penurunan bilangan iodin.

Bilangan iodin tertinggi adalah 1196,6 mg/g pada waktu aktivasi menggunakan microwave 10 menit dengan daya 560 watt. Luas permukaan arang bakau sebelum aktivasi 90,470 m2/g, sedangkan dari karbon aktif hasil aktivasi arang bakau pada waktu aktivasi 10 menit didapat luas permukaan sebesar 936,221 m2/g. Berdasarkan uji morfologi permukaan menunjukkan bahwa arang bakau hasil aktivasi lebih porous disbanding arang bakau sebelum aktivasi.

DAFTAR PUSTAKA Aziz, M dan Efendi, S.2016. Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Kayu Bakau. Institut Adhi Tama Surabaya: Surabaya Budianto, A., Romiarto, dan Fitrianingtyas. 2016. Pemanfaatan Limbah Kakao (Theobroma Cacao L) sebagai Karbon Aktif dengan Aktifator Termal dan Kimia, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IV, hal.

208-213. Budianto, A., Kusdarini, E., Effendi, S. dan Aziz, M. 2019. The Production of Activated Carbon from Indonesian Mangrove Charcoal. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 462 (2019) 012006 Hasibuan dan Syahputri, M. 2017. Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (Coconut Shell) Dengan Proses Pengaktifan Kimia H3PO4 Menggunakan Microwave. Fakultas MIPA. Universitas Sumatra Utara.

Kusdarini E, Budianto A, dan Ghafarunnisa D.(2017).Produksi Karbon Aktif dari Batubara Bituminus dengan Aktivasi Tunggal H3PO4, Kombinasi H3PO4-NH4HCO3, dan Termal. Jurnal Reaktor. Vol. 17 No. 2, Juni Tahun 2017, Hal. 74-80 Liu, Q., Zheng, T., Wang, P. dan Guo, L. 2010. Preparation and characterization of activated carbon from bamboo by microwave-induced phosphoric acid activation.

Industrial Crops and Products 31 (2010) 233–238 Menéndez, A. Arennillas, B. Fidalgo, Y. Fernandez, L. Zubizaretta, 2010. Microwave Heating Processes Involving Carbon Materials. Journal Fuel Processing Technology, Vol. 91 (1), 1-8 Miswadi, Firdaus, R. dan Jhonnerie, R. 2017, Pemanfaatan Kayu Mangrove oleh Masyarakat Suku Asli Sungai Liong Pulau Bengkalis.Jurnal Dinamika Maritim. Vol. 6 (1).(35-39) Putra, Z. 2013.

Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif Kayu Bakau Dengan Aktivasi Fisika Sebagai Filter Penjernih Air Sungai Tamiang Melalui Proses Elektrokoagulasi.Fakultas MIPA.Universitas Sumatera Utara. Sulastini, D. 2011. Seri Buku Informasi dan Potensi Mangrove Taman Nasional Alas Purwo.Balai Taman Nasional Alas Purwo: Banyuwangi.

Susilawati dan Nasution, T. 2014. Karakterisasi Karbon Aktif Kayu Bakau Dengan Aktivasi Termal Sebagai Filter Penjernih Air Sungai Tamiang.

Prosiding Semirata 2014 Bidang MIPA BKS·PTN·Barat.Fakultas MIPA. Institut Pertanian Bogor. ISBN:978·602·70491-0-9 Uludag, O .2016. Preparation Of Activated Carbon From Chestnut Shell By Microwave Assistance And Analysis On Its Surface. Proceedings of Academics World 29 International Conference, San Francisco, ISBN: 978-93-85973-73-4 Yang, D., Jiang, L., Yang, S. dan Wei, W. 2017.

Experimental Study on Preparation of Straw Activated Carbon by Microwave Heating.Science Direct Procedia Engineering vol.205. 3538–3544. Zaini, A dan Kamaruddin, J. 2013. Critical Issue In Microwave-Assisted Activated Carbon Preparation. Journal Of Analytical and Applied Pyrolysis, Vol. 2931; (4) Center for History and New Media, "Zotero Quick Start Guide." [Online]. Available: http://zotero.org/support/quick_start_guide. E. J. Marmel, Word 2016.

Indianapolis, IN: Visual, an imprint of Wiley, John Wiley & Sons, Inc, 2016.

INTERNET SOURCES:

<1% - https://www.nature.com/articles/am201388
<1% - https://www.researchgate.net/publication/7509575_Adsorption_properties_of_activated_carbon_from_waste_newspaper_prepared_by_chemical_and_physical_activation
<1% - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118300236
<1% - http://repository.usu.ac.id/feed/rss_2.0/123456789/453
<1% - http://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT3-4(2019)/p.387-394.pdf
<1% - https://docplayer.info/38879231-Kata-kunci-arang-aktif-tempurung-kelapa-kayu-meranti-cod.html
1% - https://www.powtoon.com/online-presentation/e8t0ucYE7Ex/5-tips/
1% - https://ejurnal.itats.ac.id/iptek/article/download/252/298
<1% - http://openjurnal.unmuhpnk.ac.id/index.php/AL-R/article/download/1328/pdf
<1% - https://poncowae.blogspot.com/2009/04/oxidation-ditch-dan-adsorpsi-karbon.html
<1% - http://repository.usu.ac.id/feed/atom_1.0/123456789/83
<1% - https://matoaz.blogspot.com/2008/
<1% - https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/61013/BAB%20II%20Tinjauan%20Pustaka.pdf?sequence=3

<1% - https://putribamboo.blogspot.com/2010/
<1% -
https://makalah-elektrical-enginering.blogspot.com/2017/08/pemakaian-energi-terbaru-dan-pemakaian.html
<1% - https://edoc.site/arang-aktif-4-pdf-free.html
<1% -
https://lordbroken.wordpress.com/category/ilmu-dan-teknlogi-pangan/pengemasan-dan-pengawetan/page/3/
<1% - https://veranixonhasugiancool.blogspot.com/2013/
<1% -
https://toba-geoscience.blogspot.com/2011/03/batuan-karbonat-sebagai-reservoir_22.html
<1% -
https://www.academia.edu/35211580/PENGOLAHAN_AIR_LIMBAH_PENCELUPAN_INDUSTRI_TEKSTIL_DENGAN_PENGOLAHAN_BIOLOGI_MENGGUNAKAN_LUMPUR_AKTIF_DAN_PENAMBAHAN_KARBON_AKTIF
1% - https://lukmansains.blogspot.com/2012/01/proposal-penelitian.html
1% - http://ejournal.kemenperin.go.id/jrihh/article/download/1146/965
1% - https://hedihastriawan.wordpress.com/kimia-fisika/adsorbsi/
<1% - https://inginmencariilmu.blogspot.com/2010/11/waveguided-aplikasi.html
<1% - https://adoc.tips/prosiding-seminar-nasional151739096316743.html
<1% - https://syahriartato.wordpress.com/2013/10/
<1% -
https://adoc.tips/pengaruh-suhu-aktivasi-terhadap-daya-serap-karbon-aktif-kuli.html
<1% -
http://www.authorstream.com/Presentation/sahilasaa-2260289-hidrolisa-onggok-dengan-menggunakan-katalis-arang-aktif-tersulfonasi/
<1% - https://bierpinter.com/pengetahuan/contoh-application-software-dan-fiturnya/
<1% -
http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/16708/artikel%20sitti%20rahmah.pdf?sequence=1
<1% - https://docobook.com/volume-4-nomor-2-mei-2015.html
<1% - https://id.wikihow.com/Memasak-Buntut-Sapi
<1% -
https://bibliografibiologi.blogspot.com/2018/01/suhu-air-dan-pengaruhnya-terhadap.html
<1% - https://anzdoc.com/zeolit-yd85bf5bbf6ba94a55d60346c49403f9571004.html
<1% -
https://docplayer.info/47678369-Simposium-fisika-nasional-2016-sfn-xxix-september-2016-makassar-indonesia.html

<1% -
http://www.forda-mof.org/files/Pengaruh%20Lama%20Aktivasi%20Terhadap%20Struktur%20Kimia%20dan%20Mutu%20Arang%20Aktif%20Serbuk%20Gergaji%20Sengon.pdf
<1% - http://eprints.undip.ac.id/view/year/2010.html
<1% -
http://www.academia.edu/8743020/PEMBUATAN_KATALIS_H-ZEOLIT_DENGAN_IMPREGNASI_KI_KIO_3_DAN_UJI_KINERJA_KATALIS_UNTUK_PRODUKSI_BIODIESEL
<1% -
http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/2761/Skripsi%20Widya%20Ayu%20Lestari.doc?sequence=1
<1% - http://jurnal.unsyiah.ac.id/TIPI/article/download/10577/9958
<1% - http://nanosmartfilter.com/media-filter/
<1% - https://yustikaforict.files.wordpress.com/2012/12/isoterm-adsorbsi.pdf
<1% - http://lingkungan.itats.ac.id/riset-abdimas/seminar/
<1% - https://iopscience.iop.org/issue/1757-899X/180/1
<1% - http://ejournal.undip.ac.id/index.php/reaktor/article/view/13570
1% - https://jurnalteknologi.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/7249
<1% -
http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/52154/Cover.pdf;sequence=7
<1% -
https://id.123dok.com/document/4zppmkoz-pengembangan-ekowisata-di-kawasan-trianggulasi-taman-nasional-alas-purwo.html
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/295460859_UJI_SIFAT_TERMAL_POHON_ACACIA_MANGIUM
<1% - http://fmipa.unj.ac.id/biologi/profil/sdm/
<1% -
https://www.researchgate.net/publication/273960855_Preparation_and_Characterization_of_Activated_Carbon_from_Chestnut_Shell_and_its_Adsorption_Characteristics_for_Lead
<1% - https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817344818
<1% - https://www.hindawi.com/journals/jchem/2015/651651/
1% - https://www.worldcat.org/title/word-2016/oclc/907205246