

ITM-05: PENGARUH TEMPERATUR PENGERINGAN PADA AKTIVASI ARANG TEMPURUNG KELAPA DENGAN ASAM KLORIDA DAN ASAM FOSFAT UNTUK PENYARINGAN AIR KERUH

Futri Wulandari^{1*)}, Erlina¹, Ridho Akbar Bintoro¹
Esmar Budi¹, Umiatin¹, Hadi Nasbey¹

¹*Material Physics Laboratory, Department of Physics
Faculty of Mathematic and Science, State University of Jakarta
Jl. Pemuda No. 10, Jakarta 13220, Indonesia*

^{*)}*E-mail : futriwulandari@gmail.com*

Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengenai pembentukan arang aktif berbahan arang tempurung kelapa sebagai adsorben. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh temperatur pengeringan pada aktivasi arang tempurung kelapa dengan asam klorida dan asam fosfat untuk penyaringan air keruh yaitu air tanah. Dalam penelitian ini, arang tempurung kelapa hasil pirolisis di gerus hingga mencapai ukuran granul mikrometer kemudian dibersihkan dalam larutan alkohol 96% dan dipanaskan diatas hot plate selama 30 menit pada suhu ruang. Proses aktivasi arang tempurung kelapa dilakukan dengan merendam arang tempurung kelapa dalam asam klorida dan asam fosfat selama 24 jam. Kemudian campuran tersebut disaring dan dicuci dengan aquades lalu dikeringkan dalam oven dengan variasi temperatur 100 °C dan 150 °C selama 2 jam, setelah itu didinginkan dalam desikator. Semakin tinggi temperatur pengeringan maka semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam arang aktif sehingga dapat menghasilkan pori yang semakin besar maka arang aktif yang dihasilkan akan semakin baik. Arang aktif yang mempunyai karakteristik terbaik adalah arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan asam fosfat dengan kadar air 5.699% pada temperatur 100°C dan 5.322% pada temperatur 150°C.

Keywords: *activated carbon, coconut shell charcoal, sulfuric acid, phosphoric acid*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu Negara beriklim tropis. Oleh karena itu Indonesia juga merupakan Negara penghasil kelapa terbesar di dunia. Di Indonesia sendiri tanaman kelapa ini banyak sekali dimanfaatkan baik dari daunnya, buahnya, hingga batang pohonnya. Sedangkan buahnya sendiri pun dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal. Dimulai dari daging buahnya, serabut, hingga tempurung kelapa. Salah satu pemanfaatan dari tempurung kelapa adalah untuk pembuatan karbon aktif.

Karbon aktif merupakan arang padat yang telah diproses lebih lanjut, sehingga memiliki sifat daya serap. Kemampuan serap ditimbulkan karena terbentuknya pori-pori pada arang tersebut akibat proses karbonisasi yang dilanjutkan dengan proses aktivasi. Dalam pengolahan air, karbon aktif digunakan sebagai adsorben untuk menyisihkan rasa, bau, dan warna yang disebabkan oleh kandungan bahan organik dalam air. Selain itu karbon aktif

berfungsi sebagai filter untuk menjernihkan air, pemurnian gas, industri minuman, farmasi, katalisator, dan berbagai macam penggunaan lain. Tempurung kelapa adalah salah satu bahan karbon aktif yang kualitasnya cukup baik dijadikan karbon aktif.

Arang aktif dapat dibuat melalui dua tahap, yaitu tahap karbonisasi dan aktivasi (Kvech dan Tull, 1998). Karbonisasi merupakan proses pengurangan dalam ruangan tanpa adanya oksigen dan bahan kimia lainnya, sedangkan aktivasi diperlukan untuk mengubah hasil karbonisasi menjadi adsorben yang memiliki luas permukaan yang besar (Jankowska et al. 1991). Aktivasi adalah perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika atau kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Triyana dan Tuti, 2003).

Aktivasi dibagi menjadi dua yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Aktivasi fisika dapat didefinisikan

sebagai proses memperluas pori dari arang aktif dengan bantuan panas, uap dan gas CO₂. Sedangkan aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan pemakaian bahan kimia yang dinamakan aktivator. Aktivator yang sering digunakan adalah hidroksida logam alkali, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya ZnCl₂, asam-asam anorganik seperti H₂SO₄ dan H₃PO₄ (Triyana dan Tuti, 2003).

Proses aktivasi secara kimia adalah dengan merendam arang selama 12-24 jam. Arang yang telah direndam, ditiriskan lalu sampel tersebut dicuci dengan aquades untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang masih tersisa. Setelah dicuci, sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu tertentu. Arang yang telah dipanaskan, didinginkan dalam desikator. Pada penelitian ini akan dilakukan aktivasi arang tempurung kelapa dengan aktivator asam. Adapun asam yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam fosfat (H₃PO₄), dan asam klorida (HCl). Penggunaan dua jenis asam berbeda-beda ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan asam dalam memperluas pori dari arang tempurung yang akan berpengaruh terhadap daya adsorpsi dari arang tersebut.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui temperatur pengeringan optimum pada aktivasi arang aktif tempurung kelapa dengan menggunakan asam klorida dan asam fosfat. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah memahami pengaruh temperatur pengeringan arang yang telah diaktivasi terhadap pembuatan arang aktif dan sebagai salah satu bahan acuan dalam mensintesis arang aktif dan diharapkan penelitian ini dapat dijadikan bahan pembelajaran berbasis riset sebagai penjernihan air tanah yang dapat digunakan masyarakat.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Tempurung Kelapa FMIPA UNJ untuk proses pembakaran (pirolisis) tempurung kelapa, Laboratorium Fisika Material FMIPA UNJ untuk proses preparasi sampel, aktivasi dan pengujian.

2.1 Alat dan Bahan Penelitian

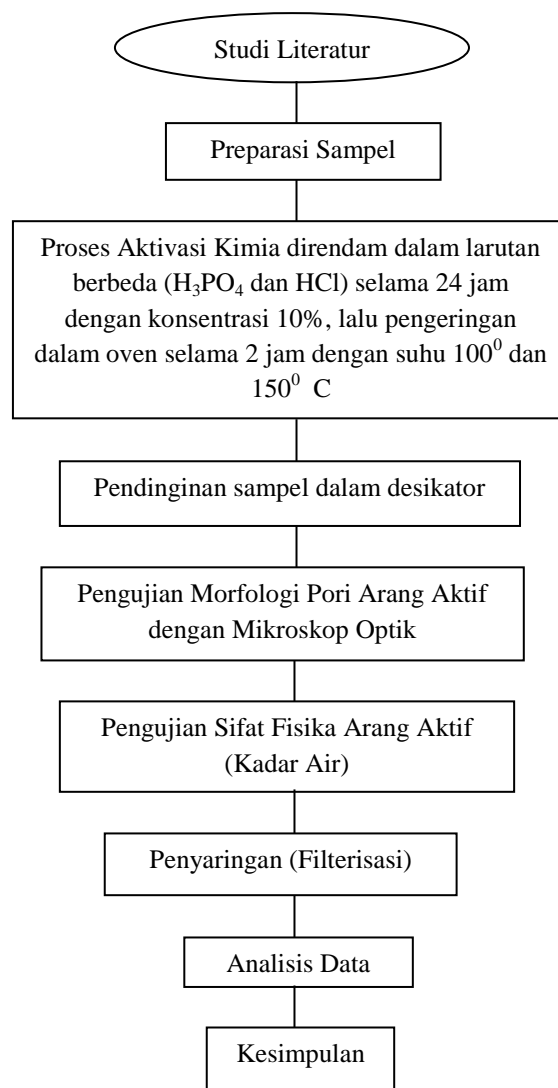
Bahan Utama

1. Arang Tempurung Kelapa
2. Larutan Asam Fosfat 10% dan Asam Klorida 10%
3. Anti Jamur/Silica
4. Alkohol 96% dan aquades

Alat Penelitian

1. Neraca Digital dan Kertas Timbang
2. Spatula dan Plastik Klip
3. *Electric Stove*
4. Mortar dan Alu
5. Oven Laboratorium
6. Desikator
7. Gelas kimia
8. Kertas saring dan corong

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Prosedur Penelitian

1. Preparasi Sampel

Arang tempurung kelapa dijemur hingga kering selama kurang lebih 2 – 3 hari. Kemudian dilakukan proses pirolisis. Arang tempurung kelapa yang telah terbentuk kemudian dicuci dan dibersihkan dengan aquades kemudian dikeringkan.

2. Aktivasi

Aktivasi bertujuan untuk membuka atau menciptakan pori yang dapat dilalui oleh adsorbat, memperbesar distribusi dan ukuran pori, serta memperluas permukaan arang aktif. Aktivasi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu aktivasi kimia. Melakukan aktivasi kimia, arang tempurung kelapa direndam dalam H₃PO₄ dan HCl dengan konsentrasi 10% selama 24 jam.

Setelah direndam, arang tempurung kelapa disaring dan dicuci menggunakan aquades kemudian dikeringkan didalam oven selama 2 jam dengan

temperatur 100⁰ dan 150⁰ C lalu didinginkan dalam desikator.

3. Pengujian Morfologi Pori Arang Aktif dengan Mikroskop Optik

Mikroskop optik yang berada di Laboratorium Fisika Material Universitas Negeri Jakarta terdiri dari mikroskop optik biasa yang didalamnya terdapat kamera digital. Mikroskop ini dapat dihubungkan ke komputer dengan sebuah *software* “Mikroskop Multimedia” sehingga hasil foto – foto dari sampel dapat disimpan dalam komputer tersebut.

4. Pengujian Sifat Fisika Arang Aktif Penetapan kadar air

Prosedur penetapan kadar air mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06–3730-1995

tentang syarat mutu dan pengujian arang aktif. Contoh uji arang sebanyak 1 g dikeringkan dalam oven pada suhu sekitar 100⁰ hingga 150⁰ C sampai beratnya konstan. Kemudian dimasukkan ke dalam desikator sampai bobotnya tetap dan ditentukan kadar airnya dalam persen (%). Kadar air arang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

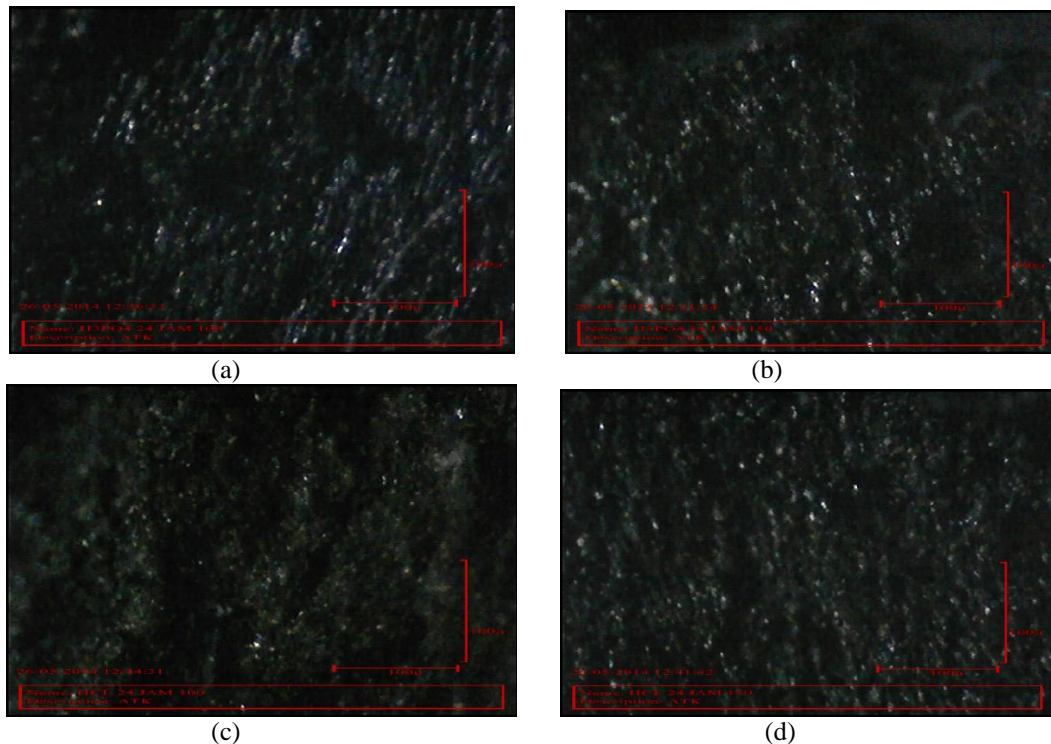
$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{BeratC ont ohAwal(g)} - \text{BeratKeringT amur(g)}}{\text{BeratKeringT amur}} \times 100\% \quad (1)$$

5. Penyaringan atau Filterisasi

Setelah mendapatkan arang aktif yang telah diaktivasi, selanjutnya membuktikan bahwa aplikasi arang aktif tempurung kelapa sebagai filter air keruh seperti air tanah dapat bekerja dengan baik.



Gambar 2. (a) aktivasi kimia dengan merendam granul arang tempurung kelapa; (b) proses penyaringan arang yang sudah diaktivasi; (c) arang yang sedang dioven; (d) sampel arang hasil aktivasi.



Gambar 3. Permukaan sampel arang aktif; (a) Direndam H₃PO₄ 24 jam, suhu 100⁰C; (b) Direndam H₃PO₄ 24 jam, suhu 150⁰C; (c) Direndam HCl 24 jam, suhu 100⁰C; (d) Direndam HCl 24 jam, suhu 150⁰C

3. Pembahasan

Arang aktif merupakan bahan yang memiliki suatu sifat fisika dan kimia tersendiri. Sifat fisika dan kimia arang aktif dapat dilihat pada Tabel 1.

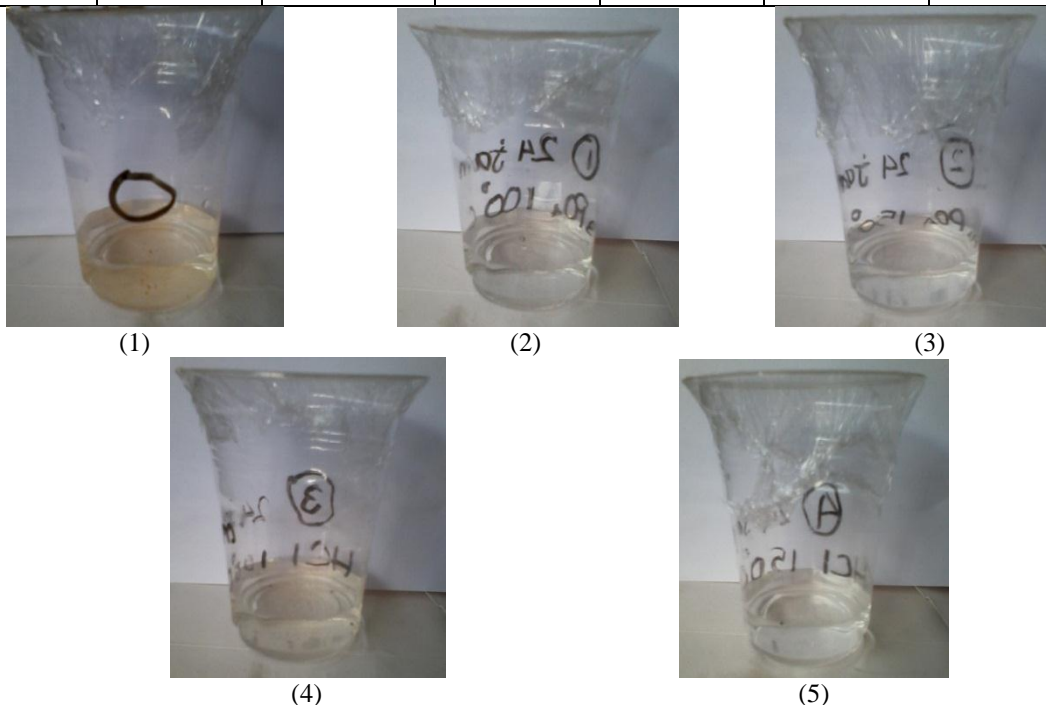
Tabel 1. Persyaratan Arang Aktif Menurut SII No.0258-79

Jenis	Persyaratan
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C	Maksimum 15%
Air	Maksimum 10 %
Abu	Maksimum 2,5 %
Bagian yang tidak diperarang	Tidak nyata
Daya serap terhadap larutan	Minimum 20%

Karakterisasi bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat dasar arang hasil aktivasi. Salah satu karakterisasi tersebut yaitu analisa kadar air. Tabel 2 berikut merupakan hasil penelitian yang menunjukkan karakterisasi arang tempurung kelapa yang sudah diaktivasi.

Tabel 2. Hasil Analisis Arang Aktif

Lama Perendaman (Jam)	Larutan Aktivator	Temperatur Pengeringan (°C)	Massa Sebelum Aktivasi (gr)	Massa Setelah Aktivasi (gr)	Perubahan Massa (Δm) (gr)	Kadar Air yang Terkandung (%)
24	H ₃ PO ₄	100	26.502	25.073	1.429	5.699 %
24	H ₃ PO ₄	150	9.994	9.489	0.505	5.322 %
24	HCl	100	9.940	9.416	0.524	5.565 %
24	HCl	150	10	9.279	0.721	7.77 %



Gambar 4. (1) air tanah sebelum di filter; (2) hasil penyaringan dengan H₃PO₄ 100°C; (3) hasil penyaringan dengan H₃PO₄ 150°C; (4) hasil penyaringan dengan HCl 100°C; (5) hasil penyaringan dengan HCl 150°C.

Arang aktif dapat digunakan dalam proses penjernihan air tanah. Semakin baik arang aktif yang digunakan maka akan semakin baik juga hasil penjernihan air tersebut. Menurut beberapa sumber referensi menyatakan, semakin banyak jumlah pori yang terbentuk maka arang aktif yang dihasilkan akan semakin baik (Frilla,2008). Karena semakin banyak pori maka penyerapannya pun semakin baik.

Penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari aktivator HCl dan H₃PO₄. Terikatnya molekul air yang ada pada arang aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori pada arang aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan arang aktif semakin bertambah. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi dari

arang aktif. Meningkatnya kemampuan adsorpsi dari arang aktif maka semakin baik kualitas dari arang aktif tersebut.

Dari Tabel 2. dapat dilihat bahwa kadar air yang terkandung masih sesuai persyaratan menurut SII No.0258-79 yaitu maksimum 10%. Hal ini berarti kualitas arang aktif yang dihasilkan dalam penelitian ini cukup baik. Semakin tinggi temperatur pengeringan maka semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam arang aktif sehingga dapat menghasilkan pori yang semakin besar. Walaupun pada larutan aktivator HCl terjadi kenaikan kadar air, akan tetapi secara keseluruhan kadar air yang terkandung masih sesuai syarat.

Dari hasil pengamatan pada Gambar 3, permukaan pada keempat membran sampel masih

belum dapat memperkirakan seberapa besar pori yang terbentuk dari proses aktivasi yang telah dilakukan, tetapi secara kasat mata terlihat bahwa sampel (a) dan (b) pori yang terbentuk lebih besar dan rapat serta terdistribusi merata walaupun terdapat beberapa rekahan dibandingkan sampel (c) dan (d) pori yang terbentuk tidak terlalu rapat dan menjauh walaupun terdapat juga beberapa rekahan.

Terlihat pada Gambar 4. hasil penyaringan air tanah yang jernih terlihat pada no. (2) dan (3) yaitu dengan menggunakan aktivator H_3PO_4 $100^{\circ}C$ dan $150^{\circ}C$, sedangkan aktivator HCl $100^{\circ}C$ (no.3) terlihat air hasil penyaringan masih terlihat keruh dan untuk aktivator HCl $150^{\circ}C$ (no.4) terlihat air hasil penyaringan masih tidak terlalu jernih. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif yang mempunyai karakteristik terbaik adalah arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan asam fosfat dengan kadar air 5.699% pada temperatur $100^{\circ}C$ dan 5.322% pada temperatur $150^{\circ}C$.

4. Kesimpulan

1. Arang aktif dapat digunakan dalam proses penjernihan air tanah. Semakin baik arang aktif yang digunakan maka akan semakin baik juga hasil penjernihan air tersebut, dan semakin banyak jumlah pori yang terbentuk maka arang aktif yang dihasilkan akan semakin baik.
2. Penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari aktivator HCl dan H_3PO_4 . Terikatnya molekul air yang ada pada arang aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori pada arang aktif semakin besar.
3. Semakin tinggi temperatur pengeringan maka semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam arang aktif sehinggadapat menghasilkan pori yang semakin besar.
4. Arang aktif yang mempunyai karakteristik terbaik adalah arang tempurung kelapa yang diaktivasi dengan asam fosfat dengan kadar air 5.699% pada temperatur $100^{\circ}C$ dan 5.322% pada temperatur $150^{\circ}C$.

Ucapan Terimakasih

Disampaikan pada Laboratorium Fisika Material dan Laboratorium Pengolahan Tempurung Kelapa, Jurusan Fisika dan FMIPA Universitas Negeri Jakarta atas fasilitas penelitian yang diberikan.

Daftar Pustaka

- [1] Chodijah, S., *Pemanfaatan Arang Batok Kelapa dan Batubara sebagai Karbon Aktif untuk Material Penyimpan Hidrogen*, in *Fakultas Teknik Program Studi Metalurgi dan Material Kekhususan Korosi dan Perlindungan Logam*. 2011, Universitas Indonesia: Depok. p. 76.
- [2] Esmar Budi. 2011. *Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar*. Vol. 14, No. 4(B) 14406.
- [3] Frilla R. T.S, Erfan Handoko, Bambang Soegiono, Umiyatin, Linah, Rizky Agustriany. 2008. *Pengaruh Temperatur terhadap Pembentukan Pori pada Arang Bambu*. ISBN :978-979-1165-74-7.
- [4] Hartanto, Singgih dan Ratnawati, *Pembuatan Karbon aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia*, *Jurnal Sains Materi Indonesia* Vol. 12, No. 1, hal : 12 – 16. ISSN : 1411-1098. Program Studi Teknik Kimia, FTI-ITI. Tangerang, 2010.
- [5] Pari, G, *Kajian struktur arang aktif dari serbuk gergaji kayu sebagai adsorben formaldehida kayu lapis*, Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor, 2004.
- [6] Subadra, I., Bambang S., dan Iqmal T., 2005, *Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Aktivator $(NH_4)HCO_3$ sebagai Adsorben untuk Pemurnian Virgin Coconut Oil*, Skripsi jurusan Kimia FMIPA UGM, Yogyakarta.