

Karakteristik Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dengan Pengaktivasi H_2SO_4 Variasi Suhu dan Waktu

Siti Jamilatun¹, Siti Salamah¹, Intan Dwi Isparulita^{1,*}

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Jl.Prof. Dr.Soepomo, Janturan, Yogyakarta, Telp.(0274)379418/381523, Fax (0274) 381523
*email: intandwi321@gmail.com

Abstract

Activated charcoal is charcoal that has activated for increasing its surface area by opening the pores so that increase the adsorption power. The surface area of the activated charcoal is between 300 and 3500 m²/g. Adsorption power from activated charcoal is very large, i.e. ¼ to 10 times the weight of activated charcoal. Activated charcoal is a good adsorbent for the adsorption of gases, liquids, and solution.

Characteristics of activated charcoal which are moisture content, ash content, and absorption of the iodine. Manufacture of activated charcoal begins with soaking for 24 hours using 2N H₂SO₄ solution, after it was drained and then roasted to remove the remaining water. Moisture content test was doing by weighing 1 gram of activated charcoal and then put it in the oven at 105-110⁰C temperature for 120 minutes. Ash content test was by weighing 1 gram of activated charcoal and put in the furnace at a temperature of 500⁰C for 30 minutes, raise the temperature to 815⁰C for 90 minutes. Determination of the absorption of iodine is to weigh approximately 0.5 gram of activated charcoal and mix with 50 ml of iodine solution 0,1 N. Shake it for 15 minutes. Take 10 ml of the sample solution and titrate with natrim thio sulfate solution 0.1 N. Adding amylum solution of 1% as an indicator to the titration result becomes colorless.

Pada penelitian ini dihasilkan kondisi optimum pada suhu pengovenan 1000⁰C selama 60 menit. Arang aktif yang didapatkan pada kondisi ini memiliki kemampuan adsorpsi yang baik dengan kadar penyerapan iod yang tinggi sebesar 529,94 mg I₂/gram arang.

In this research produced the optimum conditions of oven temperature 1000⁰C for 60 minutes. Activated charcoal obtained under these conditions has a good adsorption capability with high levels of iodine absorption of 529.94 mg I₂/g charcoal.

Keywords: Coconut shell, activated carbon, activation, characteristic

Pendahuluan

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada suhu tinggi. Arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Arang yang ini disebut sebagai arang aktif [1].

Arang aktif merupakan senyawa karbon amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram. Aplikasi komersial arang aktif dapat digunakan sebagai penghilang bau dan resin, penyulingan bahan mentah, pemurnian air limbah, penjernih air dan sebagainya.

Arang aktif diperoleh dengan proses aktivasi. Proses aktivasi merupakan proses untuk menghilangkan hidrokarbon yang melapisi permukaan arang sehingga dapat meningkatkan porositas karbon [1,2]. Aktivasi arang aktif dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu proses aktivasi secara fisik dan proses aktivasi kimia. Prinsip aktivasi fisik adalah pemberian uap air atau gas CO₂ kepada arang yang telah dipanaskan. Prinsip aktivasi kimia ialah perendaman arang dalam senyawa kimia sebelum dipanaskan. Pada penelitian ini digunakan larutan H₂SO₄ sebagai aktivatornya. Hal ini dikarenakan asam sulfat lebih mudah didapatkan dan memiliki sifat kimia yang lebih stabil daripada larutan pengaktivasi yang lain.

Tinjauan Pustaka

Pembuatan Arang Tempurung Kelapa

Pembuatan arang dari tempurung kelapa dengan teknologi pirolisis. Teknologi pirolisis yaitu pembakaran biomassa pada kondisi tanpa oksigen. Tujuannya adalah melepaskan zat terbang (*volatile matter*) yang terkandung pada biomassa. Secara umum kandungan zat terbang dalam biomassa cukup tinggi. Produk proses pirolisis ini berbentuk cair, gas, dan padat. Produk padat dari proses ini berupa arang (*char*) yang kemudian disebut karbonisasi. Karbonisasi biomassa atau yang lebih dikenal dengan pengarangan adalah suatu proses untuk menaikkan nilai kalor biomassa dan dihasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap. Hasil karbonisasi adalah berupa arang yang tersusun atas karbon dan berwarna hitam.

Prinsip proses karbonisasi adalah pembakaran biomassa tanpa adanya kehadiran oksigen. Sehingga yang terlepas hanya bagian *volatile matter*, sedangkan karbonnya tetap tinggal di dalamnya. Temperatur karbonisasi akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang.

Sedikit banyaknya arang yang dihasilkan bergantung pada komposisi awal biomassa. Semakin banyak kandungan *volatile matter* maka semakin sedikit arang yang dihasilkan karena banyak bagian yang terlepas ke udara. Penentuan komposisi awal biomassa dilakukan dengan uji analisis pendekatan (*proximate analysis*).

Pembuatan Arang Aktif

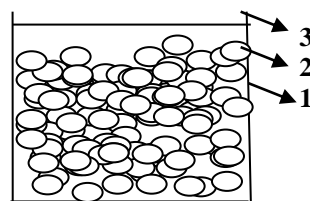
Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon. Tulang, kulit biji, kayu keras dan lunak, kulit kayu, tongkol jagung, serbuk gergaji, sekam padi, dan tempurung kelapa ialah beberapa contoh yang umum digunakan [3]. Pembuatan arang aktif mencakup dua tahapan utama, yaitu proses karbonisasi bahan baku dan proses aktivasi bahan terkarbonisasi tersebut pada suhu lebih tinggi. Karbonisasi merupakan proses penguraian selulosa organik menjadi unsur karbon dengan disertai pengeluaran unsurunsur non-karbon, yang berlangsung pada suhu sekitar 600-700°C [4].

Proses aktivasi merupakan proses untuk menghilangkan hidrokarbon yang melapisi permukaan arang sehingga dapat meningkatkan porositas karbon [2]. Aktivasi arang aktif dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu proses aktivasi secara fisik dan proses aktivasi kimia. Prinsip aktivasi fisik adalah pemberian uap air atau gas CO₂ kepada arang yang telah dipanaskan. Prinsip aktivasi kimia ialah perendaman arang dalam senyawa kimia sebelum dipanaskan, diharapkan bahan pengaktif masuk di antara sela-sela lapisan heksagonal arang aktif dan selanjutnya membuka permukaan yang tertutup. Bahan-bahan kimia yang dapat digunakan antara lain H₃PO₄, ZnCl₂, NH₄Cl, AlCl₃, HNO₃, KOH, NaOH, H₃BO₃, KMnO₄, SO₂, H₂SO₄, K₂S, CaCl₂, dan MgCl₂ [4,5].

Metode Penelitian

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Tempurung kelapa, H₂SO₄, K₂Cr₂O₇, Na₂S₂O₃, Aquadest, KI, I₂, Amylum, Kertas saring, Air



Keterangan:

1. Gelas beaker
2. Arang
3. Larutan H₂SO₄

Gambar 1. Rangkaian alat aktivasi arang aktif

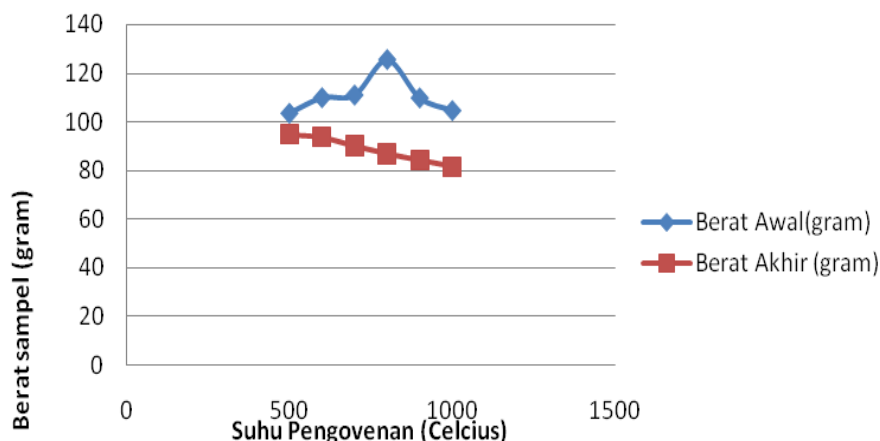
Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hubungan suhu pengovenan, waktu pengovenan dengan kadar air, kadar abu dan kadar iod

No.	Suhu Pengovenan (°C)	Waktu (menit)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Iod (mg I ₂ /g arang)
1.	500	45	5,7905	1,435	189,32
2.	600	45	5,6594	1,6577	194,92
3.	700	45	4,2348	2,5785	201,57
4.	800	45	4,0908	3,2821	223,84
5.	900	45	6,2727	3,5414	253,89
6.	1000	45	6,5169	4,7523	291,11
7.	500	60	4,3103	4,918	329,53
8.	600	60	5,6036	9,2593	334,56
9.	700	60	6,8252	10,989	377,66
10.	800	60	8,0818	17,6471	415,73
11.	900	60	8,6725	20,7879	447,25
12.	1000	60	8,7861	28,7921	529,94

Hubungan antara Berat Awal Arang Aktif Sebelum dan Sesudah Pengovenan dengan Variasi Suhu Pengovenan.

Pada waktu 45 menit.



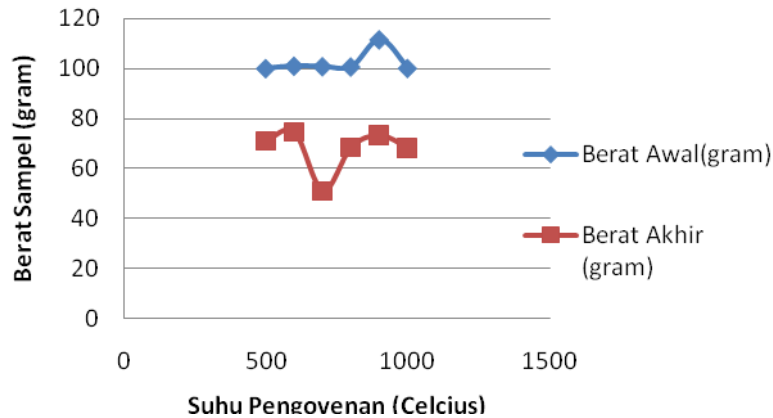
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Berat Awal dan Berat Akhir dengan Waktu 45 Menit.

Penetapan kadar zat mudah menguap bertujuan mengetahui jumlah zat atau senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi dan aktivasi. Besarnya kadar zat mudah menguap mengarah kepada kemampuan daya serap arang aktif. Kadar zat mudah menguap yang tinggi akan mengurangi daya jerap arang aktif tersebut. Kadar zat mudah menguap arang aktif yang dibuat berkisar antara 14,2%-26,5%. Hampir semua nilai tersebut telah memenuhi Standar Indonesia [6] yaitu kurang dari 25%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bahan baku, bentuk bahan baku (serbuk atau granulat), konsentrasi H₂SO₄ dan lamanya aktivasi berpengaruh terhadap kadar zat mudah menguap. Hampir semua data menurun setelah peningkatan suhu dan waktu. Teori kinetika menyebutkan bahwa semakin tinggi suhu reaksi maka laju reaksi akan bertambah cepat. Peningkatan suhu akan mempercepat laju reaksi antara karbon dan uap air sehingga banyak karbon yang terkonversi menjadi H₂O dan CO₂ dan semakin sedikit karbon yang tersisa. Hal ini mengakibatkan randemen rendah [7].

Sehingga waktu pengovenan cenderung lebih singkat karena disebabkan oleh proses pembakaran yang dilakukan didalam furnace dengan suhu yang relatif tinggi. Semakin lama waktu pengovenan dan suhu pengovenan berbanding lurus dengan berat akhir sampel arang yang dihasilkan. Bahwa semakin tinggi suhunya maka banyak sampel arang yang berubah menjadi abu

Pada waktu 60 menit

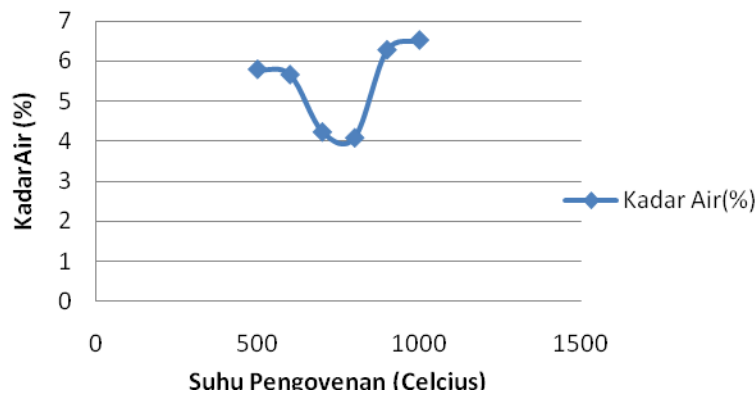


Gambar 3. Grafik Hubungan antara Berat Awal dan Berat Akhir dengan Waktu 60 Menit.

Dari grafik pada gambar 3 diatas dapat diketahui hubungan antara waktu pengovenan dengan suhu pengovenan. Waktu pirolisis cenderung lebih singkat karena disebabkan oleh proses pengovenan yang dilakukan di dalam *furnace*. Semakin lama waktu pengovenan dan suhu pengovenan maka sebanding dengan banyaknya sampel arang yang menjadi abu.

Hubungan antara Kadar Air Pada Arang Aktif Dengan Variasi Suhu Pengovenan

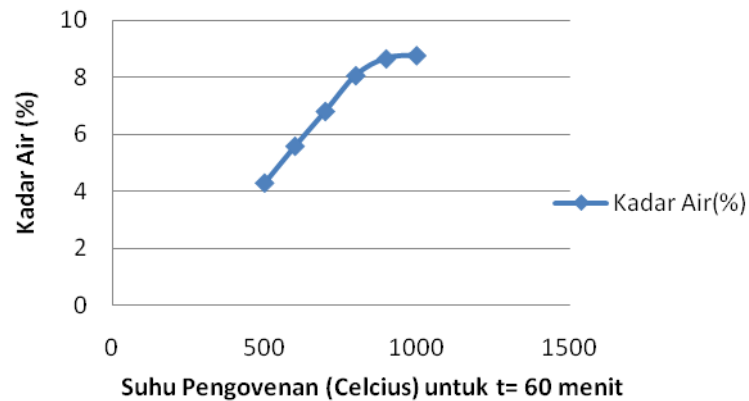
Pada waktu 45 menit



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Kadar Air pada Arang Aktif dan Suhu Pengovenan dengan Waktu 45 menit.

Penetapan kadar air arang aktif bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif. Perhitungan kadar air arang aktif ini didasarkan pada bobot kering oven arang aktif. Kadar air arang aktif yang diperoleh berkisar antara 4%-6%. Nilai ini memenuhi persyaratan Standar Indonesia [6], yaitu kurang dari 15%. Menurut Pari [3] bahwa bahan pengaktif yang bersifat higroskopis dapat menurunkan kadar air. Hal ini berarti semakin tinggi suhu pengovenan maka kadar air yang didapatkan semakin tinggi dan akan konstan apabila seluruh airnya sudah teruapkan.

Pada waktu 60 menit

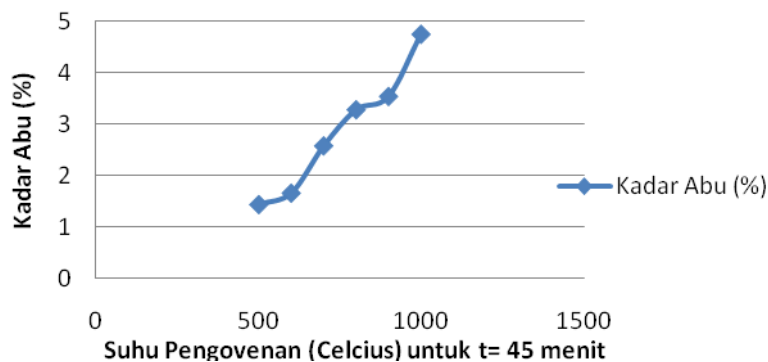


Gambar 5. Grafik Hubungan antara Kadar Air Pada Arang Aktif dan Suhu Pengovenan dengan Waktu 60 menit.

Dari grafik pada gambar 5 diatas dapat diketahui bahwa kadar air sampel dipengaruhi oleh suhu pengovenan sampel dan waktu pengovenan sampel. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu pengovenan maka kadar air yang didapatkan semakin tinggi dan akan konstan apabila seluruh airnya sudah teruapkan.

Hubungan antara Kadar Abu Pada Arang Aktif Dengan Variasi Suhu Pengovenan.

Pada waktu 45 menit.

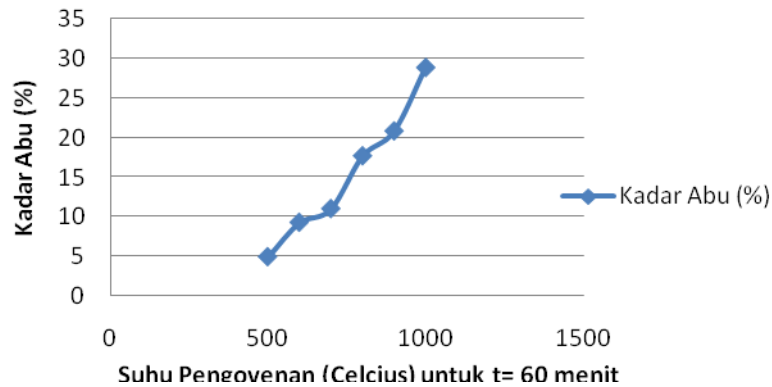


Gambar 6. Grafik Hubungan antara Kadar Abu Pada Arang Aktif dan Suhu Pengovenan dengan Waktu 45 menit.

Penetapan kadar abu bertujuan menentukan kandungan oksida logam dalam arang aktif. Bahan kimia pengaktivasi berpengaruh terhadap kadar abu dari arang aktif. Pernyataan ini berdasarkan analisis ragam yang menunjukkan bahwa suhu, konsentrasi, dan waktu aktivasi serta interaksi antara suhu, waktu aktivasi, dan konsentrasi berpengaruh nyata terhadap kadar abu arang aktif. Menurut Pari [3] penyebab tingginya kadar abu arang aktif adalah karena terjadi proses oksidasi. Besarnya nilai kadar abu dapat mempengaruhi daya jerap arang aktif tersebut, baik pada gas maupun larutan karena kandungan mineral yang terapat dalam abu seperti kalsium, kalium, magnesium, dan natrium akan menyebar dalam kisi-kisi arang aktif.

Hal ini berarti semakin tinggi suhu pengovenan maka kadar abu yang didapatkan semakin tinggi, karena pengovenan dilakukan didalam *furnace* dengan suhu dan tekanan yang terjaga.

Pada waktu 60 menit.

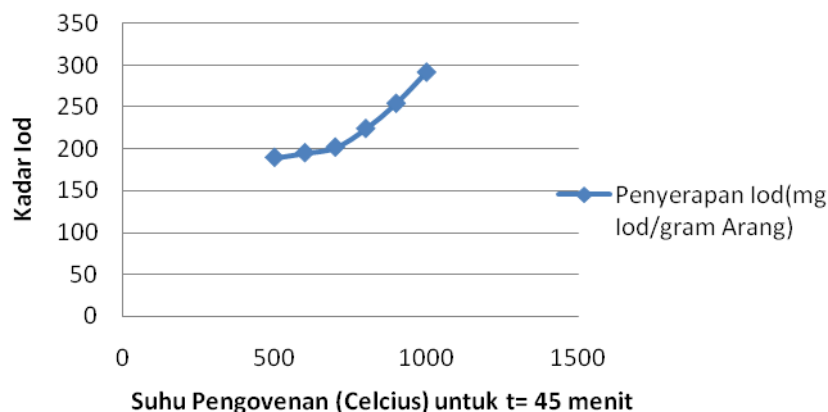


Gambar 7. Grafik Hubungan antara Kadar Abu Pada Arang Aktif Dan Suhu Pengovenan dengan Waktu 60 menit.

Dari grafik pada gambar 7 di atas dapat diketahui bahwa kadar abu sampel dipengaruhi oleh suhu pengovenan sampel dan waktu pengovenan sampel. Hal ini dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi suhu pengovenan maka kadar abu yang didapatkan semakin tinggi, karena pengovenan dilakukan didalam furnace dengan suhu dan tekanan yang terjaga.

Hubungan antara Suhu Pengovenan dan Kadar Iod dalam Arang Aktif.

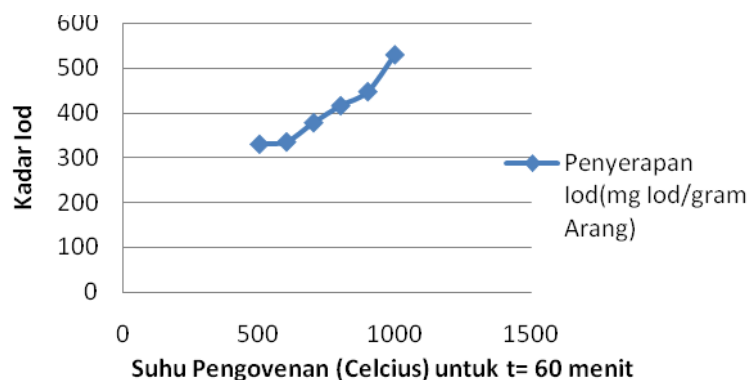
Pada waktu 45 menit



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Suhu Pengovenan dan Kadar Iod dalam Arang Aktif dengan Suhu Pengovenan 45 Menit.

Penetapan daya jerap arang aktif terhadap iodin merupakan persyaratan umum untuk menilai kualitas arang aktif. Daya jerap iodin arang aktif berkisar antara 359,5%-1050,5%, nilai ini telah memenuhi Standar Indonesia [6]. Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan bahwa perlakuan suhu, lama aktivasi, dan konsentrasi serta interaksi berpengaruh nyata terhadap daya jerap iodin arang aktif. Hal ini berarti semakin tinggi suhu pengovenan maka kadar penyerapan iod (mg Iod/gram arang) yang didapatkan semakin tinggi. Dengan semakin tinggi kadar penyerapan iod sampel arang maka arang aktif semakin baik digunakan untuk mengadsorpsi (adsorben) [8].

Pada waktu 60 menit.



Gambar 9. Grafik Hubungan antara Suhu Pengovenan dan Kadar Iod dalam Arang Aktif dengan Suhu Pengovenan 60 Menit.

Dari grafik pada gambar 9 diatas dapat diketahui bahwa kadar penyerapan iod sampel dipengaruhi oleh suhu pengovenan sampel dan waktu pengovenan sampel. Hal ini berarti semakin tinggi suhu pengovenan maka kadar penyerapan iod (mg Iod/ gram arang) yang didapatkan semakin tinggi. Dengan semakin tinggi kadar penyerapan iod sampel arang maka arang aktif semakin baik digunakan untuk mengadsorpsi [8].

Kesimpulan

1. Pada waktu 60 menit dan suhu pengovenan 1000 °C banyak sampel yang menjadi abu hampir 1/3 bagian berat sampel arang .
2. Dari hasil data yang diperoleh didapatkan suhu pengovenan yang optimal pada kisaran 900-1000 °C karena memperoleh kadar penyerapan iod sekitar 447,25 mg I²/gram arang sampai dengan 529,94 mg I²/gram arang.
3. Dari hasil data yang diperoleh didapatkan waktu pengovenan optimal pada waktu 60 menit dengan kadar penyerapan iod sebesar 529,94 I²/gram arang walaupun banyak sampel arang yang berubah menjadi abu.

Daftar Pustaka

- [1] Cooney DO. 1980. *Activated Charcoal, Antidotal, and Other Medical Uses*. New York: Marcel Dekker, Ann Arbor, Michigan.
- [2] Guerrero, A.E., M.F. Colla Mates, dan L.A. Reyes. 1970. Preparation of Activated Carbon from Coconut Car Dust dalam: Coconut Research and Development, Volume 3. United Coconut Association of The Philippines Inc. Manila.
- [3] Pari G. 1996. Pembuatan arang aktif dari serbuk gergajian sengon dengan cara kimia. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 14:308-320.
- [4] Kienle HV. 1986. Carbon. Di dalam Campbell, PT Prefferkorn R., dan Roundsaville JF. Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Completely Revised Ed. Vol A5: Cancer Chemotherapy to Ceramics Colorants. Weinheim: VHC.
- [5] Sudrajat, R. dan Soleh, S. 1994. *Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif*. Badan peneliti dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- [6] Standar Nasional Indonesia. 1995. SNI 06-3730-1995: *Arang Aktif Teknis*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- [7] Hudaya N, Hartoyo. 1990. *Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Biji-Bijian Asal Tanaman Hutan dan Perkebunan*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 8(4):146-149.
- [8] Pari G. 2004. *Kajian struktur arang aktif dari serbuk gergajian kayu sebagai adsorben emisi formaldehida kayu lapis [disertasi]*. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.