

KARAKTERISTIK ARANG AKTIF DARI TEMPURUNG KELAPA DENGAN PENGAKTIVASI H₂SO₄ VARIASI SUHU DAN WAKTU

Siti Jamilatun, Intan Dwi Isparulita, Elza Novita Putri

Program 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

Abstrak

Arang aktif adalah arang yang telah mengalami proses aktivasi untuk meningkatkan luas permukaannya dengan jalan membuka pori-porinya sehingga daya adsorpsinya meningkat. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300 dan 3500 m²/g. Daya jerap arang aktif sangat besar, yaitu ¼ sampai 10 kali terhadap bobot arang aktif. Arang aktif merupakan adsorben yang baik untuk adsorpsi gas, cairan, maupun larutan. Adsorpsi terjadi jika gaya tarik Van der Waals oleh molekul-molekul di permukaan lebih kuat daripada gaya tarik yang menjaga adsorbat tetap berada dalam fluida. Larutan pengaktivasi yang digunakan adalah asam sulfat. Asam sulfat digunakan untuk merendam arang bertujuan untuk meningkatkan volume dan memperbesar diameter pori setelah mengalami proses karbonisasi dan meningkatkan penyerapan. Asam sulfat memiliki tingkat kestabilan yang tinggi dibandingkan dengan pengaktivasi yang lain.(Kienle,1986). Tahap pengaktivasian menghasilkan arang aktif dengan karakteristik tertentu. Karakteristik arang aktif diantaranya adalah uji kadar air, kadar abu, dan penyerapan terhadap iod. Pembuatan arang aktif diawali dengan aktivasi perendaman selama 24 jam dengan menggunakan larutan H₂SO₄ 2N, setelah itu ditiriskan lalu dioven untuk menghilangkan air yang masih tersisa. Pengujian terhadap kadar air dilakukan dengan menimbang 1 gram arang aktif lalu mengovenya pada suhu 105-110°C selama 120 menit. Pengujian kadar abu dengan menimbang arang aktif sebanyak 1 gram lalu memasukkan pada furnace dengan suhu 500°C selama 30 menit, menaikkan suhu ke 815 °C selama 90 menit. Penentuan daya serap terhadap Iodium yaitu dengan menimbang arang aktif sebanyak 0,5 gram dan mencampur dengan 50 ml larutan iodium 0,1 N. Menggojoknya selama 15 menit. Mengambil 10 ml larutan sampel dan menitrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N. Menambahkan larutan amylum 1% sebagai indikator hingga hasil titrasi menjadi tak berwarna. Pada penelitian ini dihasilkan kondisi optimum pada suhu pengovenan 1000°C 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.

Kata kunci: tempurung kelapa, arang aktif, aktivasi, karakteristik

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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. (Cooney,1980)

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, penjernihan 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.(Cooney,1980 dan Guerrero et al,1970). 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.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 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).

1.2.2 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.(Pari 1996). 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. (Kienle 1986).

Proses aktivasi merupakan proses untuk menghilangkan hidrokarbon yang melapisi permukaan arang sehingga dapat meningkatkan porositas karbon (Cooney 1980 dan Guerrero *et al.* 1970). 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 .(Kienle 1986, Sudradjat & Soleh 1994).

1.3 Tujuan Penelitian

1. Membuat arang aktif dari arang hasil pirolisis tempurung kelapa.
2. Mengetahui kondisi optimum untuk mendapatkan arang aktif dengan kualitas yang baik.
3. Menguji karakteristik dari arang aktif yang dihasilkan

1.4 Kontribusi Penelitian

1. Mendapatkan metode aktivasi yang efektif sebagai cara untuk mendapatkan arang aktif dengan kualitas yang baik.
2. Memberikan solusi terhadap melimpahnya limbah tempurung kelapa dan meningkatkan nilai ekonomis dari tempurung kelapa.
3. Melakukan pengembangan atau inovasi terhadap penentuan variasi suhu dan waktu untuk mendapatkan kondisi yang optimal.

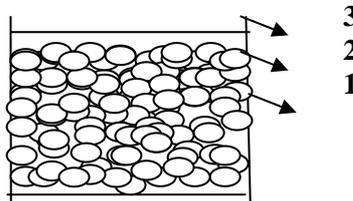
2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

- | | |
|--|-------------------|
| a. Tempurung kelapa | f. KI |
| b. H ₂ SO ₄ | g. I ₂ |
| c. K ₂ Cr ₂ O ₇ | h. Amylum |
| d. Na ₂ S ₂ O ₃ | i. Kertas saring |
| e. Aquadest | j. Air |

Keterangan:

1. Gelas Beaker
2. Arang
3. Larutan H₂SO₄



Gambar 1. Rangkaian Alat Aktivasi Arang Aktif

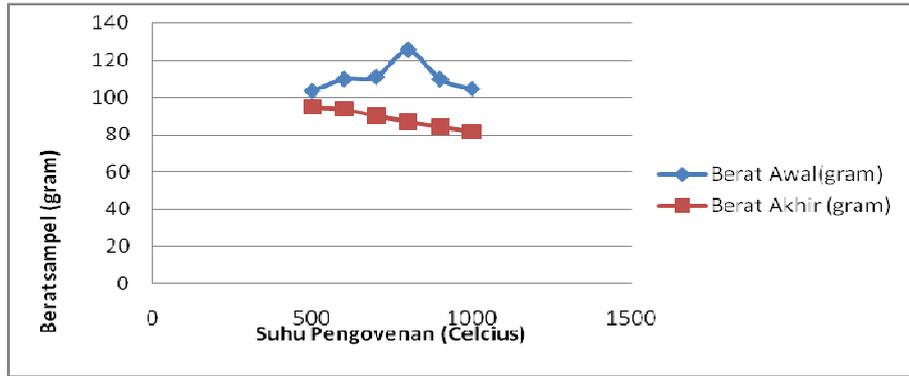
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Tabel Hasil Penelitian

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

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

- a. Pada waktu 45 menit.



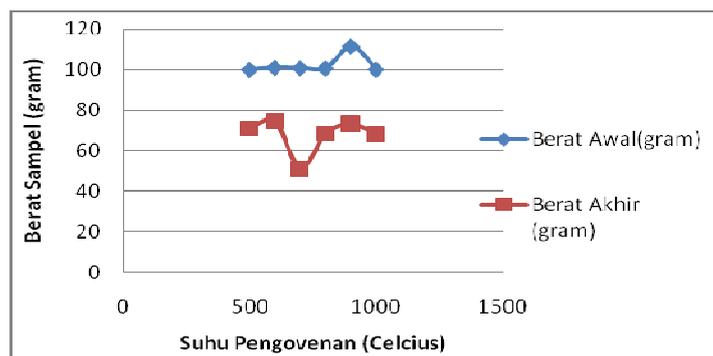
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Berat Awal dan Berat Akhir dengan Waktu 45 Menit.

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(SNI,1995) 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.(Hudaya dan Hartoyo 1990).

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

b. Pada waktu 60 menit

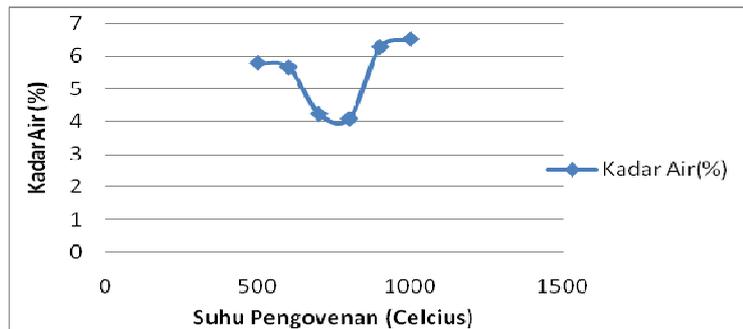


Gambar 3. Grafik Hubungan antara Berat Awal dan Berat Akhir dengan Waktu 60 Menit.

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 didalam furnace. Semakin lama waktu pengovenan dan suhu pengovenan maka sebanding dengan banyaknya sampel arang yang menjadi abu.

3.2 Hubungan antara Kadar Air Pada Arang Aktif Dengan Variasi Suhu Pengovenan

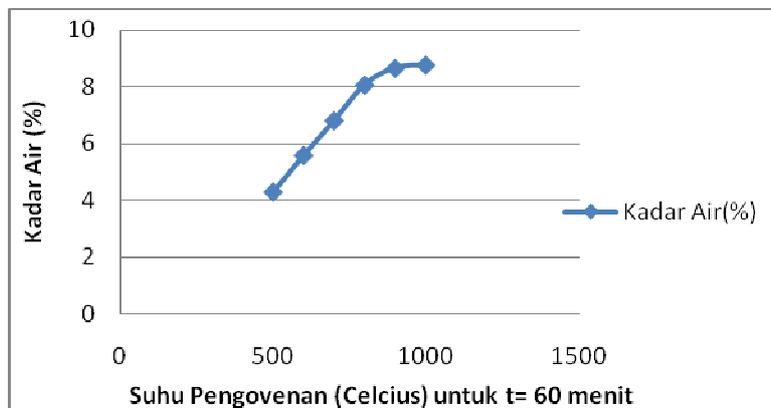
a. Pada Waktu 45 menit



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(SNI,1995), yaitu kurang dari 15%. Menurut (Pari, 2004) 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.

b. Pada Waktu 60 menit

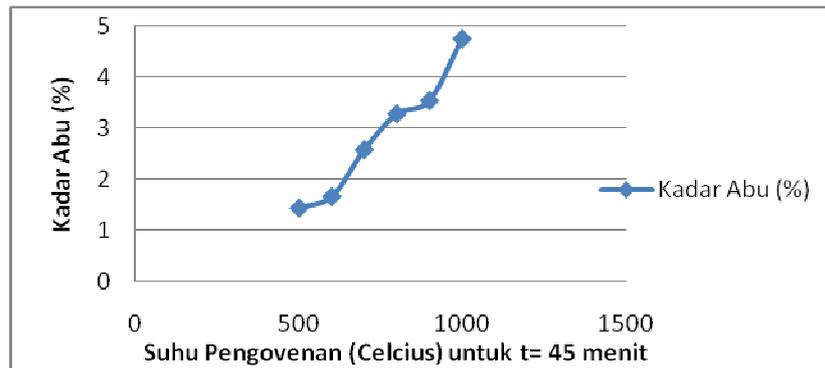


Gambar 5. Grafik Hubungan antara Kadar Air Pada Arang Aktif dan Suhu Pengovenan dengan Waktu 60 menit.

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.

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

a. Pada Waktu 45 Menit.

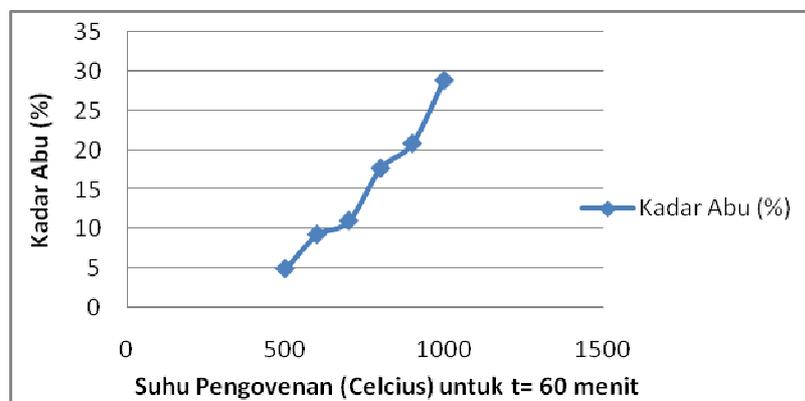


Gambar 6. Grafik Hubungan antara Kadar Abu Pada Arang Aktif dan Suhu Pengovenan dengan Waktu 45 menit.

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, 2004) 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.

b. Pada Waktu 60 Menit.

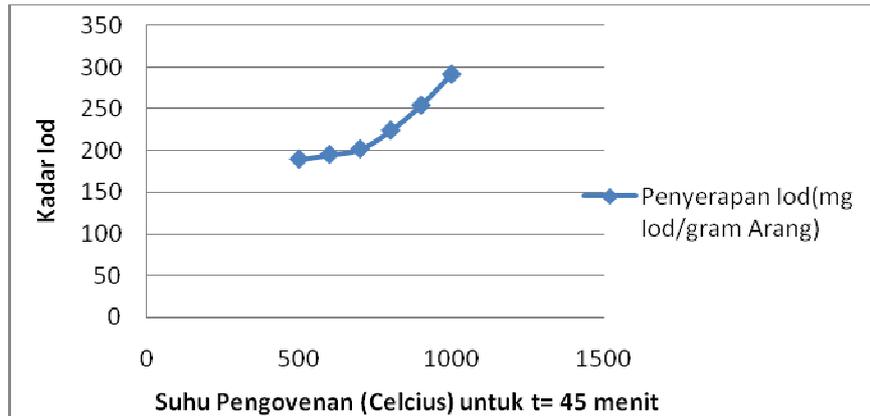


Gambar 7. Grafik Hubungan antara Kadar Abu Pada Arang Aktif Dan Suhu Pengovenan dengan Waktu 60 menit.

Dari grafik pada gambar 7 diatas 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.

3.4. Hubungan antara Suhu Pengovenan dan Kadar Iod dalam Arang Aktif.

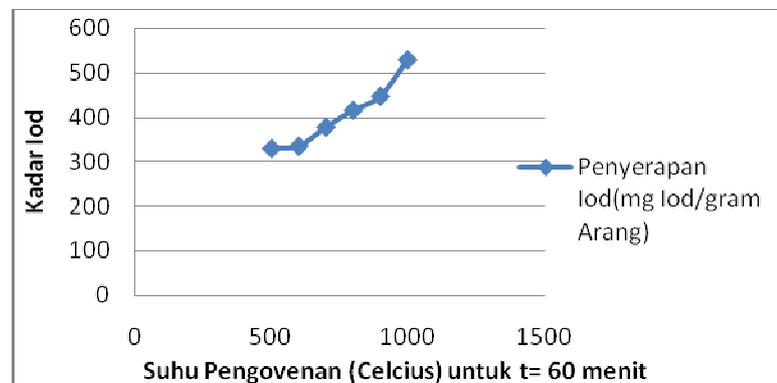
a. Pada Waktu 45 Menit



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 (SNI, 1995). 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). (Pari, 2004)

b. 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 (Pari, 2004).

4. 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

- Cooney DO. 1980. *Activated Charcoal, Antidotal, and Other Medical Uses*. New York: Marcel Dekker, Ann Arbor, Michigan.
- Hudaya N, Hartoyo. 1990. *Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Biji-Bijian Asal Tanaman Hutan dan Perkebunan*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 8(4):146-149.
- 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
- Pari G. 1996. Pembuatan arang aktif dari serbuk gergajian sengon dengan cara kimia. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 14:308-320.
- Pari G. 2004. *Kajian struktur arang aktif dari serbuk gergajian kayu sebagai adsorben emisi formaldehida kayu lapis [disertasi]*. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1995. SNI 06-3730-1995: *Arang Aktif Teknis*. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.