

DOI: doi.org/10.21009/0305020226

## PENGARUH SUHU AKTIVASI TERHADAP DAYA SERAP KARBON AKTIF KULIT KEMIRI

Landiana Etni Laos<sup>1\*)</sup>, Masturi<sup>2</sup>, Ian Yulianti<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Prodi Pendidikan Fisika PPs Unnes, Gunungpati, Kota Semarang 50229

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Soe 85511

<sup>\*)</sup>Email: etni.laos@yahoo.com

### Abstrak

Karbon aktif adalah produk dari proses aktivasi arang yang kemampuan penyerapannya lebih tinggi dan memiliki kegunaan lebih banyak daripada arang biasa. Beberapa bahan yang banyak digunakan sebagai sumber bahan baku pembuatan arang aktif adalah batubara, kayu dan limbah pertanian seperti tempurung dan kulit biji. Serbuk arang kulit kemiri diaktivasi dengan menggunakan larutan  $H_3PO_4$  dengan konsentrasi 2,5% selama 24 jam dan disintering pada suhu 200°C, 250°C, 300°C, 350°C dan 400°C. Berdasarkan hasil penelitian, Suhu aktivasi mempengaruhi kualitas karbon aktif yang terbentuk. Dari uji kualitas karbon aktif yang dilakukan, kualitas karbon aktif yang terbaik diperoleh pada suhu 400 °C dengan kadar air 14,35 %, kadar abu 8,5%, daya serap terhadap kadar iod sebesar 252,97 mg/g yang memenuhi standar SNI 06-3730. Penelitian ini memperlihatkan bahwa semakin tinggi suhu aktivasi maka semakin tinggi daya serap karbon aktif.

**KataKunci:** Kulit kemiri, Arang aktif, Daya Serap

### 1. Pendahuluan

Kulit kemiri merupakan limbah organik yang dapat diuraikan namun dengan teksturnya yang cukup keras sehingga membutuhkan waktu untuk menguraikannya secara alamiah, sehingga kulit kemiri menjadi limbah yang sangat meresahkan masyarakat sehingga dilakukan berbagai upaya untuk memanfaatkan limbah kulit kemiri. Pemanfaatan limbah kulit kemiri ini dimaksudkan selain untuk menanggulangi penumpukkan limbah kulit kemiri juga diharapkan dapat menghasilkan produk yang aman dan ramah lingkungan. Dengan memperhatikan faktor lingkungan tersebut, maka kulit kemiri dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif [1].

Arang dikenal sebagai material karbon berpori yang merupakan hasil pirolisis bahan yang mengandung 85%-95% karbon dan memiliki luas permukaan internal spesifik. Selain dimanfaatkan sebagai bahan bakar, arang juga dapat dijadikan sebagai adsorben (penyerap) dalam proses pemisahan gas, penyerapan kontaminan dalam air, *recovery solvent*, katalis dan penyangga katalis. Pada penggunaan sebagai adsorben, daya serap arang ditentukan oleh luas permukaan pori. Selain itu, kemampuan serap arang dapat menjadi lebih tinggi jika arang diaktivasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur

tinggi. Arang yang telah diaktivasi akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia yang biasa juga disebut dengan arang aktif [1].

Karbon aktif merupakan padatan berpori yang dibuat dari bahan baku yang mengandung karbon dengan proses khusus sehingga memiliki permukaan yang aktif dan bersifat selektif pada penggunaannya. Proses khusus dalam pembuatan karbon aktif meliputi proses aktivasi fisika dan aktivasi kimia yang dapat membuat pori-pori dari bahan baku terbuka sehingga daya serapnya lebih besar dari karbon biasa. Karbon aktif merupakan karbon amorf dengan luas permukaan sekitar 300 sampai 2000 m<sup>2</sup>/gr. Luas permukaan yang sangat besar ini karena mempunyai struktur pori-pori, pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap [2].

Karbon aktif dapat dibuat melalui dua tahap, yaitu tahap karbonisasi dan aktivasi. 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. 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 [3].

Daya serap karbon aktif merupakan suatu akumulasi atau terkonsentrasinya komponen di permukaan/antar muka dalam dua fasa. Bila ke dua fasa saling berinteraksi, maka akan terbentuk suatu fasa baru yang berbeda dengan masing-masing fasa sebelumnya. Hal ini disebabkan karena adanya gaya tarik-menarik antar molekul, ion atau atom dalam ke dua fasa tersebut. Gaya tarik-menarik ini dikenal sebagai gaya Van der Waals. Pada kondisi tertentu, atom, ion atau molekul dalam daerah antar muka mengalami ketidak seimbangan gaya, sehingga mampu menarik molekul lain sampai keseimbangan gaya tercapai [4].

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya serap karbon aktif, yaitu sifat arang aktif, sifat komponen yang diserapnya, sifat larutan dan sistem kontak. Daya serap karbon aktif terhadap komponen-komponen yang berada dalam larutan atau gas disebabkan oleh kondisi permukaan dan struktur porinya [5]. Sifat karbon aktif sendiri selain dipengaruhi oleh jenis bahan baku, luas permukaan, penyebaran pori dan sifat kimia permukaan arang aktif, namun juga dipengaruhi oleh cara aktivasi yang digunakan. Pada tahap aktivasi, terlebih dahulu arang direndam menggunakan bahan pengaktif antara lain  $ZnCl_2$ ,  $KOH$ ,  $NaCl$ ,  $H_2SO_4$  dan  $H_3PO_4$ , dimana peneliti sebelumnya mengemukakan bahwa  $H_3PO_4$  sebagai agen aktivasi akan memberikan hasil terbaik jika dibandingkan dengan  $ZnCl_2$  dan  $KOH$  [6]. Bahan-bahan pengaktif tersebut bersifat sebagai dehidrator yang dapat mereduksi  $OH$  dan  $CO$  yang masih tersisa dari karbon hasil karbonisasi.

Kualitas karbon aktif dapat dinilai berdasarkan persyaratan (SNI) 06-3730-1995 pada Tabel 1[7].

**Tabel 1.** Standar kualitas Karbon Aktif

Uraian	Prasyarat kualitas	
	butiran	serbuk
Kadar air %	Maks. 4,5	Maks. 15
Kadar abu %	Maks. 2,5	Maks. 10
Daya serap terhadap yodium mg/g	Min. 750	Min. 750
Daya serap biru metylen mg/g	Min. 60	Min. 120

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu aktivasi terhadap daya serap arang aktif kulit kemiri.

## 2. Metode Penelitian

### Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tungku drum, oven, tanur, lumpang porselen, pipet tetes, batang pengaduk, erlenmeyer, seperangkat

alat gelas, neraca analitik, desikator, ayakan ukuran 90 mesh.

Bahan utama yang digunakan untuk memperoleh data meliputi kulit kemiri yang di ambil dari kabupaten Timor Tengah Selatan propinsi Nusa Tenggara Timur,  $H_3PO_4$ , kertas saring, aquades dan metilen blue.

### Prosedur kerja

Pembuatan arang tempurung kemiri menggunakan tungku drum dilaksanakan di tempat tinggal peneliti, sedangkan aktivasi arang untuk menghasilkan arang aktif dan pengujian dilakukan di laboratorium Universitas Negeri Semarang.

Pembuatan karbon aktif diawali dengan kulit kemiri di karbonisasi hingga memperoleh arang, kemudian hasil arang diaktivasi dengan larutan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Proses aktivasi kimia arang kemiri dilakukan dengan merendam arang kemiri dalam larutan  $H_3PO_4$  konsentrasi 2,5% selama 24 jam dan disintering dengan variasi suhu  $200^\circ C$ ,  $250^\circ C$ ,  $300^\circ C$ ,  $350^\circ C$  dan  $400^\circ C$ . Karbon aktif kemudian dicuci dengan *aquadest* sampai pHnya netral lalu disaring dengan menggunakan kertas saring. Sampel yang telah diperoleh dikeringkan di dalam oven pada suhu  $200^\circ C$  selama 1 jam.

### Cara Pengujian karbon aktif

Ada beberapa pengujian yang dilakukan dalam pembuatan karbon aktif, meliputi:

#### a. Uji Kadar Air

Prosedur penetapan kadar air mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 tentang syarat mutu dan pengujian arang aktif.

Kadar air ditentukan dengan cara pengeringan di dalam oven. Sebanyak 2 gram contoh ditimbang dengan teliti dan ditempatkan di dalam cawan aluminium yang telah diketahui bobotnya, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^\circ C$  hingga bobot konstan. Selanjutnya contoh didinginkan di dalam desikator selama 15 menit sebelum ditimbang beratnya. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Kadar\ air\ \% = \frac{a-b}{a} \times 100\ \% \quad (1)$$

Dimana : a = massa awal karbon aktif (g)

b = massa akhir karbon aktif (g)

#### b. Uji kadar abu

Sebanyak 2 gram arang aktif dimasukkan dalam cawan yang telah diketahui bobotnya, kemudian di *furnace* hingga seluruh sampel menjadi abu, kemudian didinginkan dalam desikator hingga suhu konstan lalu ditimbang. Kadar abu karbon dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Kadar\ abu\ \% = \frac{b}{a} \times 100\ \% \quad (2)$$

Dimana : a = massa awal karbon aktif (g)

b = massa akhir karbon aktif (g)

**c. Uji daya serap terhadap iodium**

Pengujian terhadap daya serap iodium dilakukan dengan menimbang karbon aktif 5 gram dan campurkan dengan 10 ml larutan Iodium 0,1 N. Kocok dengan alat pengocok selama 15 menit. Setelah itu pindahkan ke dalam tabung sentrifugal sampai karbon aktif turun, kemudian mengambil 10 ml cairan itu dan titrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N. Jika warna kuning pada larutan mulai samar, tambahkan larutan amilum 1 % sebagai indikator. Titrasi kembali warna biru tua hingga menjadi warna bening. Rumus perhitungan daya serap Iodium yaitu sebagai berikut:

$$\text{Daya serap iod} = \frac{A - \frac{B \times N(Na_2S_2O_3)}{N(\text{iodin})} 126,93 \text{ fp}}{a} \quad (3)$$

- Dimana : A = Volume larutan iodin (mL)
- B = Volume  $Na_2S_2O_3$  yang terpakai (mL)
- fp = faktor pengenceran
- a = bobot karbon aktif (g)
- $N(Na_2S_2O_3)$  = konsentrasi  $Na_2S_2O_3$  (N)
- $N(\text{iodin})$  = konsentrasi iodin (N)
- 126,93 = jumlah iodin sesuai 1 mL larutan  $Na_2S_2O_3$

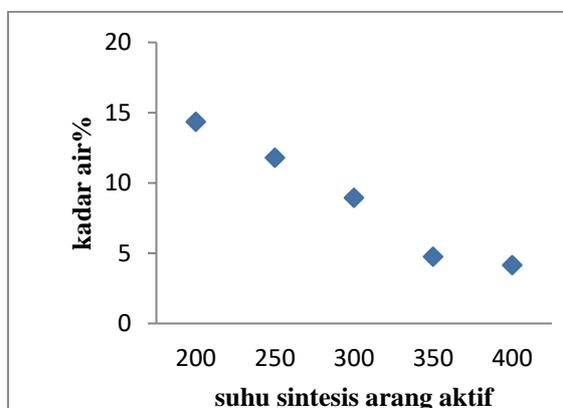
**d. Uji daya serap terhadap metilen blue**

Arang aktif ditimbang masing-masing sebanyak 5 g kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berbeda selanjutnya tambahkan metilen blue 50 ppm ke dalam masing-masing tabung reaksi sebanyak 100 ml dan didiamkan selama 1 jam kemudian dilakukan penyaringan dan metilen blue yang dihasilkan diukur konsentrasinya dengan spektroskopi UV-Vis.

**3. Hasil dan Pembahasan**

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

**a. Kadar Air**

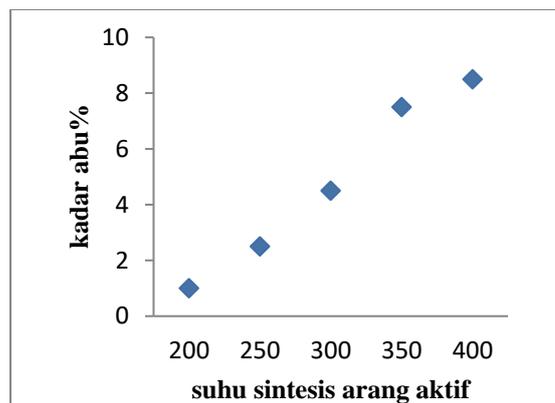


Gambar 1. Hubungan antara suhu pengovenan dengan kadar air.

Penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan temperatur. Semakin tinggi temperatur pengeringan maka semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam arang aktif sehingga dapat menghasilkan pori yang semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. sehingga mengakibatkan meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif. Dengan meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif maka semakin baik kualitas dari karbon aktif tersebut. Pada gambar tersebut diketahui bahwa kadar air karbon aktif maksimal terdapat pada karbon aktif yang disintesis pada suhu 400°C yaitu sebesar 14,35%. Sedangkan kadar air minimal terdapat pada karbon aktif yang disintesis pada suhu 200°C yaitu sebesar 4,15%. Hal ini menunjukkan kualitas karbon aktif yang dihasilkan dalam penelitian ini cukup baik. kadar air yang terkandung sesuai persyaratan menurut SNI 06-3703-1995 yaitu maksimum 15%.

**b. Kadar Abu**

Kadar abu merupakan banyaknya kandungan oksida logam yang terdiri dari mineral-mineral dalam suatu bahan yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan [8].



Gambar 2. Hubungan antara suhu pengovenan dengan kadar abu.

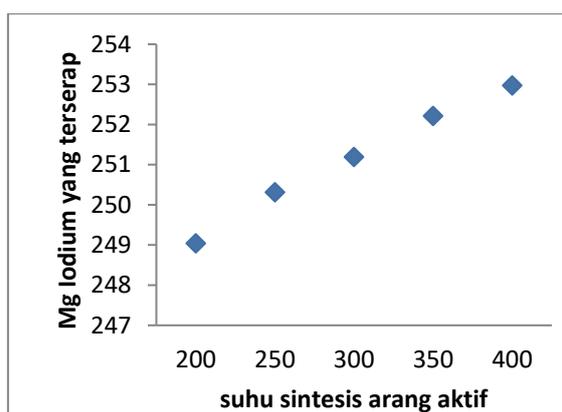
Dari gambar terlihat bahwa kadar abu karbon aktif meningkat dengan semakin tingginya suhu sintesis. kadar abu karbon aktif maksimal terdapat pada karbon aktif yang disintesis pada suhu 400°C yaitu sebesar 8,5%. Sedangkan kadar abu minimal terdapat pada karbon aktif yang disintesis pada suhu 200°C yaitu sebesar 1%. Keseluruhan kadar abu yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi SNI 06-3703-1995 yaitu dibawah 10%.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya kecenderungan semakin tinggi suhu sintesis maka kadar abu semakin meningkat. Pada arang aktif, kadar abu diupayakan sekecil mungkin karena akan menurunkan kemampuan daya serapnya baik dalam bentuk gas maupun larutan. Kandungan abu dapat berupa kalsium, kalium, magnesium dan natrium

yang dapat menutup dan menghalangi pori-pori arang aktif [4].

Peningkatan kadar abu dapat terjadi akibat terbentuknya garam-garam mineral pada saat proses pengarang yang bila dilanjutkan akan membentuk partikel-partikel halus dari garam mineral tersebut. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan bahan mineral yang terdapat di dalam bahan awal biomassa pembuat karbon [9].

### c. Daya Serap Iodium



Gambar 3. Hubungan antara suhu pengovenan dengan bilangan iodium

Daya adsorpsi karbon aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari karbon aktif. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut Untuk bilangan Iodin akan semakin bertambah, daya serap terhadap Iod semakin besar dengan kenaikan suhu, ini berarti bahwa kualitas arang aktif akan semakin baik dalam penyerapan. Luas area permukaan pori merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu karbon aktif sebagai adsorben. Hal ini disebabkan karena luas area permukaan pori merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben.

Kereaktifan dari karbon aktif dapat dilihat dari kemampuannya mengadsorpsi substrat. Daya adsorpsi tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya angka iod yaitu angka yang menunjukkan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iod. Semakin besar nilai angka iod maka semakin besar pula daya adsorpsi dari adsorben. Penambahan larutan iod berfungsi sebagai adsorbat yang akan diserap oleh karbon aktif sebagai adsorbennya. Terserapnya larutan iod ditunjukkan dengan adanya pengurangan konsentrasi larutan iod.

Pengukuran konsentrasi iod sisa dapat dilakukan dengan menitrasi larutan iod dengan natrium triosulfat 0,1 N dan indikator yang digunakan yaitu amilum. Peningkatan bilangan Iod terjadi sebagai

akibat semakin banyaknya pengotor yang terlepas dari permukaan karbon aktif. Seiring dengan peningkatan suhu, pengotor-pengotor yang mulanya terdapat pada bagian pori dan menutupi pori, ikut terlepas atau teruapkan sehingga memperluas permukaan karbon aktif. Semakin besar luas permukaan karbon aktif maka semakin besar kemampuan adsorpsi karbon aktif.

Dari hasil penelitian bilangan iodium karbon aktif meningkat dengan semakin tingginya suhu sintesis. daya serap iodium karbon aktif maksimal terdapat pada karbon aktif yang disintesis pada suhu 400°C yaitu sebesar 3170,3941 mg/g. Sedangkan daya serap iodium minimal terdapat pada karbon aktif yang disintesis pada suhu 200°C yaitu sebesar 3161,1916 mg/g. daya serap iodium yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi SNI 06-3703-1995 yaitu minimal 750 mg/g.

### d. Daya serap terhadap metilen blue



Gambar 4. Hasil rendaman karbon aktif dengan metilen blue

Pada gambar terlihat bahwa makin tinggi suhu aktivasi maka daya serapnya semakin baik sehingga limbah metilen blue semakin jernih. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa makin tinggi suhu aktivasi maka daya serap arang aktif terhadap metilen blue makin tinggi. Meningkatnya suhu aktivasi menyebabkan semakin terbukanya pori. Perubahan struktur tersebut terjadi karena adanya dekomposisi senyawa hidrokarbon dan terbentuknya senyawa aromatik yang merupakan dasar penyusun struktur kristalin heksagonal arang aktif. Arang aktif yang terbaik dihasilkan pada arang yang disintering pada suhu 400°C.

## 4. Simpulan

Karbon aktif dapat diperoleh dari kulit kemiri yang diaktifkan dengan menggunakan zat aktivator berupa  $H_3PO_4$  dengan konsentrasi 2,5% selama 24 jam dan disintering pada suhu 200°C, 250°C, 300°C, 350°C dan 400°C. Karbon aktif yang dihasilkan cukup baik dan memenuhi standar SNI dengan hasil pengujian kadar air yaitu antara 4,15%-14,35% dimana standar SNI maksimum 15%, hasil pengujian kadar abu maksimal yaitu 8,5% dengan standar SNI minimum 10%. daya serap iodium 252,97 mg/g dengan standar SNI minimum 750 mg/g, dan semakin tinggi suhu

sintesis maka semakin baik daya serap karbon aktif terhadap metilen blue sehingga limbahnya semakin jernih.

### Daftar Acuan

- [1] Meilita, T.S. dan Tuti, S.S., 2003, Arang Aktif (Pengenalan Dan Proses Pembuatannya), Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [2] Surest, dkk. 2008. Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator Dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri. *Jurnal teknik kimia*, No.2 volume 15.
- [3] Wulandari, dkk. 2012. *Pengaruh Temperatur Pengeringan Pada Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Asam Klorida dan Asam Fosfat Untuk Penyaringan Air Keruh*. ITM-05, halaman 289-293.
- [4] Manocha. S. 2003. Porous carbon. *Sadhana* 28(1-2): 335-348.
- [5] Guo J, et al. 2007. Adsorption of hydrogen sulphide (H<sub>2</sub>S) by activated carbons derived from oil-palm shell. *Carbon* 45:330-336
- [6] Girgis, B.S. Samya, S.Y. Ashraf, M.S., 2002, Characteristic Of Activated Carbon From Peanut Hulls In Relation To Condition Of Preparation, *Materials Letters*, hal 57(1).
- [7] Anonim, 1995. *Mutu dan Cara Uji Arang Aktif Teknis*. Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995. Dewan Standarisasi Jakarta. Sekretariat Jenderal Kehutanan. Biro Perencanaan. Jakarta.
- [8] Budiono, dkk. 2005. Pengaruh aktivasi arang tempurung kelapa dengan asam sulfat dan asam fosfat untuk adsorpsi fenol. Universitas Diponegoro, Yogyakarta. 51-56.
- [9] Fauziah, N. 2009. "*Pembuatan Arang Aktif Secara Lagsung dari Kulit Acasia mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben*". Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: IPB.

