

DOI: doi.org/10.21009/0305020227

## PENGARUH KONSENTRASI KARBON AKTIF KULIT KEMIRI DAN APLIKASINYA TERHADAP PENJERNIHAN LIMBAH CAIR METHYLENE BLUE

Landiana Etni Laos<sup>1,\*</sup>, Mahardika Prasetya Aji<sup>2</sup>, Sulhadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Pendidikan Fisika PPs Unnes, Gunungpati, Kota Semarang 50229

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

### Abstrak

Karbon 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. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Arang aktif dapat dibuat dari arang kemiri yang dimanfaatkan untuk menjernihkan limbah cair *methylene blue*. Tempurung kemiri dikarbonisasi menggunakan tungku drum untuk menghasilkan arang, selanjutnya arang diaktivasi secara kimia dengan larutan asam fosfat. Proses aktivasi kimia arang kemiri dilakukan dengan merendam arang kemiri dalam larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> pada variasi konsentrasi 2%, 3%, 4%, dan 5% selama 24 jam. Karbon aktif yang dihasilkan memenuhi standar (SNI) 06-3730-1995 dengan hasil pengujian kadar air antara 13%-4,5% dimana standar SNI maksimum 15% dan kadar abu antara 1,5%-7,5% dimana standar SNI maksimum 10%. Pengujian karbon aktif pada penjernihan limbah *methylene blue* menunjukkan hasil yang maksimal ketika menggunakan karbon aktif dari konsentrasi 5% dengan variasi waktu kontak 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, dan 150 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak antara karbon aktif dengan larutan zat *methylene blue* maka tingkat kejernihan air semakin tinggi.

**Kata kunci:** Kulit kemiri, Karbon aktif, Limbah *methylene blue*.

### 1. Pendahuluan

Tumbuhan kemiri hidup di daerah tropis dan subtropis sehingga dapat ditanam di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi, baik di tanah yang subur maupun tanah yang kurang subur. Selama ini tanaman kemiri sebagian besar diambil bijinya saja, kayunya untuk perkakas rumah tangga, sedangkan air dan kulit serta daun mudanya bila diolah lebih lanjut bisa untuk obat-obatan. Nusa Tenggara Timur khususnya kabupaten Timor Tengah Selatan merupakan salah satu daerah penghasil kemiri di Indonesia. Masyarakat sudah terbiasa menjual biji kemiri dengan mengupas (memecah) biji kemiri sehingga daging biji terpisah dari kulitnya yang hanya terbuang begitu saja sehingga menjadi limbah yang sangat meresahkan masyarakat.

Kulit kemiri menjadi limbah organik yang dapat diuraikan namun dengan teksturnya yang cukup keras membutuhkan waktu untuk menguraikannya secara alamiah, sehingga dilakukan berbagai upaya untuk memanfaatkan limbah kulit kemiri. Pemanfaatan limbah kulit kemiri ini dimaksudkan selain untuk menanggulangi penumpukan 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].

Karbon aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon, baik karbon organik maupun anorganik dengan syarat bahan tersebut mempunyai struktur berpori. Bahan-bahan tersebut antara lain kayu, batu bara muda, tulang, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, tandan kelapa sawit, limbah pertanian seperti kulit buah kopi, sabut buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol, dan pelepah jagung.

Karbon aktif merupakan suatu bahan berupa karbon amorf yang sebahagian besar terdiri atas atom karbon bebas dan mempunyai permukaan dalam sehingga mempunyai kemampuan daya serap yang baik. Bahan ini mampu mengadsorpsi anion, kation dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik berupa larutan maupun gas. Arang aktif dapat dibedakan dari arang berdasarkan sifat pada permukaannya. Permukaan pada arang masih ditutupi oleh deposit hidrokarbon yang dapat menghambat keaktifannya, sedangkan pada arang aktif permukaannya relatif telah bebas dari deposit sehingga mampu mengadsorpsi karena permukaannya luas dan pori-porinya telah terbuka [2].

Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Struktur pori ini erat kaitannya dengan daya serap karbon, dimana semakin banyak pori-pori pada permukaan karbon aktif maka daya

adsorpsinya juga semakin meningkat. Dengan demikian kecepatan adsorpsinya akan bertambah [3].

Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 600–2000 m<sup>2</sup>/g. Umumnya zat ini banyak digunakan sebagai zat penyerap (*adsorben*) zat-zat pengotor yang terkandung di dalam air dan bahkan telah digunakan secara komersial dalam dunia industri [4]. Kualitas karbon aktif dapat dinilai berdasarkan persyaratan (SNI) 06–3730-1995 pada Tabel 1[5].

**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

Adsorpsi merupakan proses pemisahan secara selektif terhadap suatu komponen atau zat pengotor (*impurity*) yang terkandung dalam fluida dengan cara mengkontakkan fluida tersebut dengan adsorben padatan.

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya pH sistem, rasio massa adsorben dengan adsorbat, suhu adsorpsi, waktu adsorpsi, konsentrasi adsorbat. Agar diperoleh daya adsorpsi yang tinggi, maka perlu ditentukan kondisi optimum proses adsorpsi terlebih dahulu, misalnya menentukan pH optimum, waktu adsorpsi [6]. Pada proses adsorpsi terjadi perpindahan massa dari fluida (dapat berupa fasa gas atau cairan) ke fasa padatan. Solut yang terserap pada permukaan padatan disebut dengan adsorbat sedangkan padatan penyerap disebut dengan adsorben. *Methylene blue* merupakan senyawa kimia aromatik heterosiklik yang memiliki rumus molekul C<sub>16</sub>H<sub>18</sub>N<sub>3</sub>S [7]. Pada temperatur ruang, *methylene blue* berwujud padatan, tidak berbau, berwarna hijau tua yang akan menghasilkan larutan berwarna biru jika dilarutkan dalam air. Dalam bidang kimia, *methylene blue* umumnya digunakan sebagai indikator redoks pada kimia analitik. Larutan *methylene blue* akan berwarna biru pada kondisi dimana terjadi proses oksidasi dan akan berubah menjadi tidak berwarna pada kondisi dimana terjadi proses reduksi [8]. Penelitian ini bermaksud melihat pengaruh variasi waktu kontak antara karbon aktif dengan larutan warna *methylene blue* yang digunakan dalam proses adsorpsi terhadap tingkat kejernihan air.

## 2. Metode Penelitian

### Penyiapan alat dan bahan pembuatan karbon aktif

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tungku drum, oven, tanur, lumpang porselen, pipet tetes, batang pengaduk, erlenmeyer, labu ukur, seperangkat alat gelas, neraca analitik, desikator, ayakan ukuran 90 mesh.

Bahan-bahan yang digunakan diantaranya: kulit kemiri yang di ambil dari kabupaten Timor Tengah Selatan propinsi Nusa Tenggara Timur, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, kertas saring, dan aquades, dan *methylene blue*.

### Proses Karbonisasi

Preparasi kulit kemiri dilakukan dengan cara mencuci kulit kemiri untuk membersihkan kotoran-kotoran (sisa-sisa daging buah kemiri, kerikil, tanah) dan dikeringkan dengan cara di jemur. Selanjutnya pembuatan arang kulit kemiri dilakukan secara tradisional yaitu dengan menggunakan tungku drum. Sebanyak 2 kg kulit kemiri dimasukkan kedalam drum kemudian dilakukan pembakaran dengan suhu bertahap dalam waktu sekitar 8 jam. Setelah semua tempurung kemiri terbakar sempurna (dicirikan oleh asap yang keluar dari dalam tungku telah berkurang dan berwarna kebiruan), maka pembakaran dihentikan dengan cara menutup rapat semua jalan yang dilalui udara ke dalam drum. Setelah dingin, arang dalam drum dikeluarkan untuk digunakan.

### Proses penghalusan arang kulit kemiri

Arang kulit kemiri digerus menggunakan lumpang porselin sampai dihasilkan arang yang benar-benar halus. Kemudian arang disaring menggunakan ayakan 90 mesh.

### Proses Aktivasi

Proses Aktivasi dilakukan dengan cara kimia yaitu dibuat empat perlakuan dengan masing-masing arang kemiri sebanyak 10 gram direndam dalam larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan variasi konsentrasi 2%, 3%, 4%, 5% selama 24 jam. Karbon aktif yang dihasilkan dicuci dengan *aquadest* sampai filtrat mempunyai pH netral (pH 6 sampai 7) yang diukur menggunakan kertas pH universal kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring. Sampel yang diperoleh dikeringkan di dalam oven pada suhu 100°C selama 1 jam.

### Pembuatan Larutan *Methylene Blue*

Pembuatan larutan *methylene blue* 100 ppm dilakukan dengan cara melarutkan kristal *methylene blue* sebanyak 0,1 gram dengan aquades kemudian diencerkan sampai 1000 mL menggunakan labu ukur 1000 mL.

### Pengujian arang 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 karbon aktif ditempatkan di dalam cawan aluminium yang telah diketahui bobotnya, kemudian dikeringkan

dalam oven pada suhu 105<sup>0</sup>C hingga bobot konstan. Selanjutnya contoh didinginkan di dalam desikator selama 15 menit sebelum ditimbang beratnya.

Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

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 pada suhu 400<sup>0</sup>C hingga seluruh sampel menjadi abu, kemudian didinginkan dalam desikator hingga suhu konstan lalu ditimbang. Kadar abu karbon dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

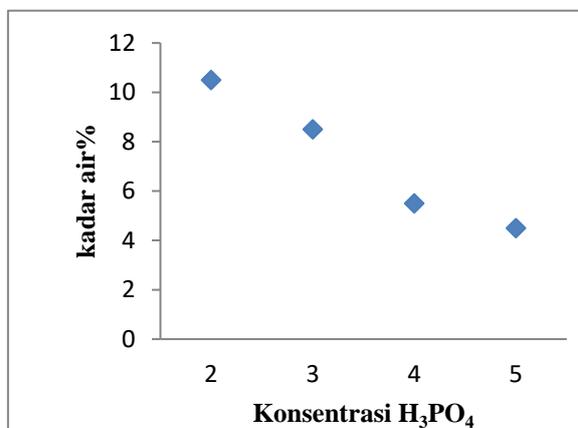
Dimana : a = massa awal karbon aktif (g)  
b = massa akhir karbon aktif (g)

c. Pengujian pada limbah *methylene blue*

Pengujian pada limbah *methylene blue* dilakukan dengan menggunakan *methylene blue* 100 ppm. Perlakuan diberikan dengan memvariasi waktu kontak antara karbon aktif kulit kemiri dengan limbah *methylene blue* sebanyak (100 mL), dengan kisaran waktu kontak 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 150 menit sedangkan massa karbon aktif kulit kemiri yang berfungsi sebagai adsorben dibuat konstan yaitu sebanyak (5 gram).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### a. Pengujian Kadar Air



Gambar 1. Hubungan antara konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan kadar air.

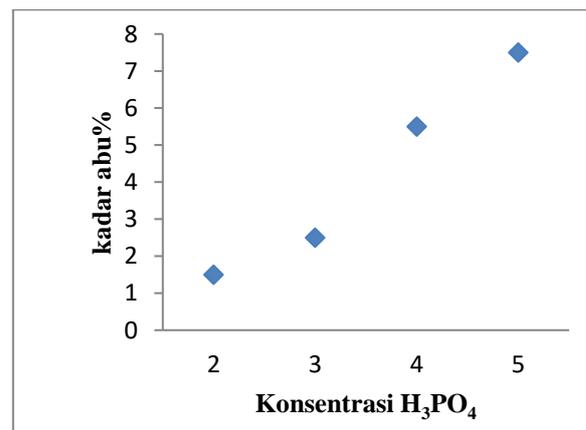
Pada gambar tersebut diketahui bahwa kadar air karbon aktif maksimal terdapat pada konsentrasi 2% yaitu sebesar 13%. Sedangkan kadar air minimal terdapat pada karbon aktif dengan konsentrasi 5% yaitu sebesar 4,5%. Hal ini menunjukkan kualitas karbon aktif yang dihasilkan dalam penelitian ini cukup baik. kadar air yang terkandung sesuai persyaratan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3703-1995 yaitu maksimum 15%.

Penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan sifat higroskopis dari aktivator H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dimana arang aktif mempunyai sifat afinitas yang besar terhadap air. Sifat yang sangat higroskopis inilah yang menyebabkan arang aktif digunakan sebagai adsorben.

Terikatnya molekul air yang ada pada karbon aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori pada karbon aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Hal ini mengakibatkan meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif.

#### b. Pengujian Kadar Abu

Kadar abu merupakan banyaknya kandungan oksida logam yang terdiri dari mineral-mineral dalam suatu bahan yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan [9].



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan kadar abu.

Dari gambar terlihat bahwa kadar abu karbon aktif meningkat dengan semakin tingginya konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Kadar abu karbon aktif maksimal terdapat pada karbon aktif yang konsentrasinya 5% yaitu sebesar 7,5%. Sedangkan kadar abu minimal terdapat pada karbon aktif yang konsentrasinya 2% yaitu sebesar 1,5%. 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 konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 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 [10].

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 [11].

### c. Pengujian Pada Limbah *Methylene Blue*

Karbon aktif yang digunakan pada pengujian terhadap *methylene blue* adalah karbon aktif terbaik yaitu pada konsentrasi 5%. Meningkatnya konsentrasi 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.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa terjadi perubahan warna pada larutan *methylene blue*, yang menunjukkan bahwa karbon aktif yang dihasilkan mampu menjadi adsorben. Semakin lama waktu kontak antara karbon aktif dengan larutan warna *methylene blue* maka tingkat kejernihan air semakin tinggi.



Gambar 3. Hasil adsorpsi karbon aktif pada larutan *methylene blue*

Penurunan kadar zat warna *methylene blue* dikarenakan adanya reaksi karbon aktif yang mempunyai pori-pori untuk mengikat zat warna *methylene blue*. Semakin lama waktu kontak antara karbon aktif dengan limbah zat warna *methylene blue*, maka daya serap polutan *methylene blue* semakin banyak yang mengakibatkan pemutusan ikatan kimia *methylene blue* secara terus menerus yang mampu memudahkan warna *methylene blue* menjadi jernih.

## 4. Simpulan

Karbon aktif dapat diperoleh dari kulit kemiri yang diaktifkan dengan menggunakan zat aktivator berupa  $H_3PO_4$  dengan konsentrasi 2%, 3%, 4%, 5% selama 24 jam. Karbon aktif yang dihasilkan memenuhi standar SNI dengan hasil pengujian kadar air yaitu antara 13%-4,5% dimana standar SNI maksimum 15% dan kadar abu yaitu antara 1,5%-7,5% dimana standar SNI maksimum 10%. Penambahan konsentrasi bahan pengaktif  $H_3PO_4$  pada karbon kulit kemiri mempengaruhi kualitas karbon aktif. Perbedaan konsentrasi bahan pengaktif 5% menghasilkan

kandungan unsur karbon aktif yang lebih banyak dibandingkan dengan 2%  $H_3PO_4$ , hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi bahan pengaktif maka menghasilkan karbon semakin baik.

Karbon aktif dapat digunakan dalam proses penjernihan larutan warna *methylene blue*. Semakin baik karbon aktif yang digunakan maka akan semakin baik juga hasil penjernihan air dan semakin lama waktu kontak antara karbon aktif dengan larutan warna *methylene blue* maka tingkat kejernihan air semakin tinggi.

## Daftar Acuan

- [1] 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.
- [2] Lempang, dkk. 2011. *Struktur dan komponen arang serta arang aktif tempurung kemiri*. Pusat penelitian dan pengembangan keteknikan kehutanan dan pengolahan hasil hutan.
- [3] Vinsiah, dkk. pembuatan karbon aktif dari cangkang kulit buah karet (*hevea brasiliensis*).
- [4] Gunawan, E. R dan D. Suhendra. 2010. Pembuatan Arang Aktif dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat dan Penggunaannya pada Penjerapan Ion Tembaga (II). *Makara Sains*, 14 (1): 22--26.
- [5] 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.
- [6] Udyani Kartika. 2013. Adsorpsi Deterjen dalam Air Menggunakan Adsorben Karbon Aktif pada Kolom Fluidisasi. Fakultas Teknologi Industri ITATS Surabaya.
- [7] Widjajanti Endang, dkk. Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga. Pendidikan dan Penerapan MIPA, 14 Mei 2011.
- [8] <http://eprints.uny.ac.id/8424/3/bab%20%20-%2008307141032.pdf>. (Diakses 22 Maret 2016 pukul 20.00 WIB)
- [9] Budiono, dkk. 2005. Pengaruh aktivasi arang tempurung kelapa dengan asam sulfat dan asam fosfat untuk adsorpsi fenol. Universitas Diponegoro, Yogyakarta. 51-56.
- [10] Manocha. S. 2003. Porous carbon. *Sadhana* 28(1-2): 335-348.
- [11] Fauziah, N. 2009. "Pembuatan Arang Aktif Secara Lagsung dari Kulit *Acacia mangium Wild* dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben". Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: IPB.