



Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif

Leni Maulinda¹, Nasrul ZA², Dara Nurfika Sari³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Laboratorium Teknik Kimia, Jl. Batam No. 2, Bukit Indah, Lhokseumawe 24353
Korespondensi: HP: 085275538076, e-mail: l3ny_1977@yahoo.co.id

Abstrak

Kulit singkong merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan pada pembuatan keripik singkong hasil olahan industri rumah tangga. Limbah ini mengandung unsur karbon yang cukup tinggi sebesar 59,31%. Hal tersebut yang mendasar bahwa kulit singkong dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Salah satu pemanfaatan karbon aktif adalah sebagai adsorben pada pemurnian air sumur. Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan 2 tahap, yaitu proses aktivasi menggunakan bahan kimia NaOH dan proses karbonisasi. Proses pengarang(karbonisasi), karbon dilakukan dengan 2 variabel yaitu waktu karbonisasi selama 1, 2, 3, dan 4 jam, temperatur karbonisasi 300 °C, 400 °C, 500 °C, dan 600 °C. Ciri karbon aktif yang diteliti dalam penelitian ini adalah rendemen, kadar air, dan kadar abu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dikarbonisasi selama 2 jam pada temperatur 600 °C. Dimana karbon aktif mampu mengurangi kotoran maupun logam yang ada di dalam air sumur yaitu Fe = 87,75%, Cl = 63,67%, TDS = 67,6%, kekeruhan = 57,68%, dan pH = 4,73%. Spesifikasi tersebut sesuai dengan persyaratan kualitas air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 82/2001.

Kata kunci : adsorben, aktivasi, karbonisasi, karbon aktif

1. Pendahuluan

Pembangunan pada satu sisi akan meningkatkan kualitas kehidupan manusia yaitu peningkatan pendapatan masyarakat, namun disisi lain menyebabkan penurunan kesehatan masyarakat akibat adanya lingkungan yang rusak karena pencemaran. Hal ini disebabkan penanganan limbah yang sangat minim. Salah satu pencemaran yang terjadi pada badan air yaitu logam berat, akibat perkembangan industri besar yang menghasilkan limbah berbahaya.

Salah satu material biomassa dari residu hasil pertanian yang belum banyak dimanfaatkan dan mempunyai potensi yang cukup baik sebagai adsorben

logam berat adalah limbah kulit singkong. Karena mengandung selulosa non reduksi yang efektif mengikat ion logam. Selulosa merupakan komponen utama tumbuhan, bahan tumbuhan ini ditemukan di dalam dinding sel buah-buahan dan sayur-sayuran seperti kayu, dahan, dan daun, tidak dapat di cerna oleh manusia. Selulosa yang melewati sistem pencernaan makanan tidak diubah, namun digunakan sebagai serat makanan yang diterima sistem pencernaan manusia yang kurang baik. Limbah kulit singkong merupakan residu hasil pertanian yang terdapat dalam jumlah melimpah di berbagai daerah di Indonesia, termasuk Aceh. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu upaya untuk mengaktivasi selulosa non reduksi pada biomassa kulit singkong sehingga diperoleh biomassa yang lebih aktif menyerap logam berat.

Selama ini limbah kulit singkong ini belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat, padahal limbah ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku karbon aktif. Proses pembuatan karbon aktif mencakup dua tahapan utama, yakni proses karbonisasi bahan baku dan proses aktivasi bahan terkarbonisasi tersebut pada suhu lebih tinggi. Karbon aktif ini memiliki manfaat sangat banyak, misalnya sebagai penjernih air, pemurnian gas, pengolahan limbah cair dan sebagainya. Konsumsi karbon aktif dunia semakin meningkat setiap tahunnya. Dinegara- negara besar seperti Amerika kebutuhan perkapitanya mencapai 0,4 kg per tahun dan Jepang berkisar 0,2 kg pertahun. Hal ini dampak pada harga karbon aktif yang semakin kompetitif. Kulit singkong sebagai sumber karbon dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif dengan cara aktivasi kimia, dengan menggunakan NaOH guna meningkatkan nilai ekonomisnya.

Karbon aktif adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi, dengan menggunakan gas, uap air dan bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka. Karbon aktif merupakan adsorben yang sangat bagus dan banyak digunakan karena luas permukaan dan volume mikropori sangat besar, dan relatif mudah di regenerasi. Dengan demikian daya adsorbsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau.

Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif tergantung dari jumlah senyawa karbonnya. Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel. Dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi, jika karbon aktif tersebut telah dilakukan aktivasi dengan faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, karbon akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu memiliki luas antara 300 – 200 m²/gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada di dalam suatu larutan.

Sifat dari karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan yang digunakan misalnya kulit singkong menghasilkan karbon yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air. Karbon aktif dibagi 2 tipe, yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan sebagai penyerap uap. Karbon aktif sebagai pemucat, biasanya berbentuk bubuk (*powder*) ukuran diameter butirannya mencapai 1000 Å⁰. digunakan pada fase cair berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan. Sedangkan karbon aktif *granular* atau pellet yang sangat keras diament pori berkisar antara 10 - 200Å, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan, dan pemurnian gas (Djarmiko dan Prowiro, 1970)

Secara umum proses pembuatan karbon aktif dapat dibagi dua, yaitu: proses kimia dan proses fisika. Keuntungan dari pemakaian karbon aktif adalah: Pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon, proses berjalan cepat karena ukuran butiran karbonnya lebih besar, dan karbon tidak bercampur dengan lumpur sehingga dapat diregenerasi.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kondisi operasi yang paling baik pada suhu dan waktu pembakaran di proses karbonisasi pembuatan

karbon aktif dari kulit singkong sehingga limbah kulit singkong yang menjadi karbon aktif yang bernilai ekonomis.

Dengan berhasilnya penelitian ini, maka diharapkan dapat mendatangkan beberapa manfaat, diantaranya limbah kulit singkong sebagai karbon aktif dapat dijadikan sebagai pendapatan tambahan yang bernilai jual tinggi bagi pengusaha kecil dan menengah sekaligus juga mengurangi limbah industri rumah tangga. Selain itu karbon aktif dari limbah kulit singkong juga dapat dijadikan sebagai bahan penjernih air yang ramah lingkungan.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Penelitian ini menggunakan limbah kulit singkong segar sebagai bahan baku selain NaOH dan HCl. NaOH digunakan sebagai bahan pada tahap aktivasi dan HCl digunakan pada tahap netralisasi.

Percobaan dilakukan pada waktu karbonisasi 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam dengan suhu karbonisasi 300 °C, 400 °C, 500 °C dan 600 °C.

2.2 Metode

- **Tahap Aktivasi**

Mula-mula sebanyak 10 kg kulit singkong dibersihkan dari kotorannya, kemudian kulit singkong bagian yang berwarna putih dikecilkan ukurannya dan diovenkan selama 1 jam pada suhu 70 °C. Kulit singkong yang kering tersebut ditimbang sebanyak 300 gr, direndam dengan menggunakan larutan NaOH selama 1 jam kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 120 °C selama 2 jam.

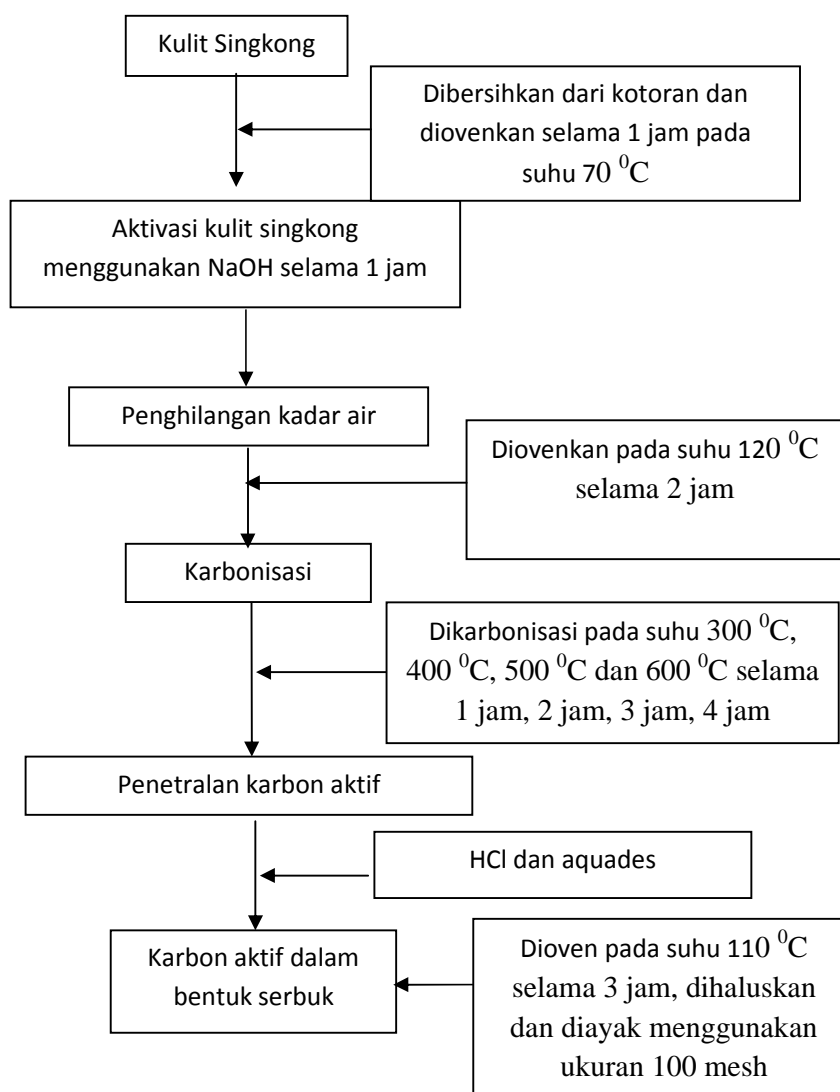
- **Tahap Karbonisasi**

Kulit singkong yang telah melalui tahap aktivasi kimia, kemudian dikarbonisasi pada suhu 300 °C, 400 °C, 500 °C dan 600 °C selama 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam, lalu terbentuk karbon aktif. Kemudian didinginkan dalam desikator.

- **Tahap Netralisasi dan Pencucian**

Karbon aktif dinetralkan menggunakan HCl dan dicuci menggunakan aquades sampai pH netral. Selanjutnya karbon aktif dikeringkan di dalam oven selama 3 jam pada suhu 110 °C. Dihaluskan dan disaring menggunakan ukuran 100 mesh, dan terbentuk karbon aktif dalam bentuk serbuk.

Diagram alir proses pembuatan karbon aktif kulit dari singkong dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir proses pembuatan karbon aktif dari kulit singkong

3. Hasil dan Diskusi

Penentuan suhu karbonisasi dan waktu karbonisasi sangat berpengaruh pada karakteristik karbon aktif yang dihasilkan seperti kadar air, kadar abu dan rendemen, dibandingkan dengan standar mutu karbon aktif. Data yang diperoleh dari hasil penelitian pada proses pembuatan karbon aktif untuk penjernihan air dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Hasil analisa produk karbon aktif

No	Variabel karbonisasi		Hasil analisa		
	T, °C	t, jam	Kadar air (%)	Kadar Abu (%)	Rendemen (%)
1	300	1	-	-	-
2	300	2	1,05	1	21,65
3	300	3	0,78	6	21,46
4	300	4	0,72	8	21,38
5	400	1	0,87	7	12,57
6	400	2	0,69	9	12,41
7	400	3	0,52	11	12,32
8	400	4	0,38	14	12,24
9	500	1	0,86	13	8,91
10	500	2	0,64	15	8,79
11	500	3	0,5	16	8,59
12	500	4	0,38	18	8,40
13	600	1	0,78	17	6,94
14	600	2	0,6	19	6,81
15	600	3	0,56	21	6,73
16	600	4	0,38	24	6,58

Tabel 2 Hasil analisa pengujian karbon aktif terhadap air sumur

Sampel	pH	Fe (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	Kekeruhan (NTU)	TDS (mg/l)
Air sumur	7,82	0,040	275	3,45	125
Air sumur + karbon biasa	7,76	0,020	250	2,87	113
Air sumur + karbon aktif:					
a. Karbonisasi 500 °C selama 3 jam	7,52	0,012	110	1,58	99,3
b. Karbonisasi 600 °C selama 2 jam.	7,45	0,0049	99,9	1,46	40,5

3.1 Kadar air

Perhitungan kadar air bertujuan mengetahui sifat higroskopis dari karbon aktif, dimana umumnya karbon aktif memiliki sifat afinitas yang sangat besar terhadap air. Sifat yang sangat higroskopis inilah, sehingga karbon aktif digunakan sebagai absorben. Pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 0,38 – 1,05%. Kadar ini telah memenuhi persyaratan karbon aktif menurut SNI 06-3730-95 yaitu kurang dari 15%. Temperatur dan lamanya waktu karbonisasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air yang bisa diserap. Kadar air semakin menurun dengan kenaikan temperatur dan lamanya waktu karbonisasi. Dari tabel 4.1 dapat dilihat kadar air tertinggi terdapat pada temperatur 300 0C selama 2 jam dan terendah pada temperatur 600 0C pada waktu 4 jam. Perendaman dengan bahan pengaktif NaOH menyebabkan menurunnya kadar air. Hal ini disebabkan oleh NaOH yang sangat higroskopis sehingga H₂O yang terdapat dalam bahan bereaksi dengannya. Pernyataan ini juga diperkuat oleh Pari (2004), bahwa bahan pengaktif yang bersifat higroskopis dapat menurunkan kadar air.

3.2 Kadar abu

Kadar abu sangat berpengaruh terhadap kualitas karbon aktif. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori karbon aktif, sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang. Dari tabel 4.1 dapat dilihat semakin tinggi suhu karbonisasi, maka kadar abu semakin meningkat. Peningkatan ini disebabkan oleh kenaikan suhu karbonisasi yang memicu teroksidasinya sebagian besar zat volatil termasuk pula karbon. Sedangkan abu tidak terikut teroksidasi karena bukan merupakan zat volatil. Semakin meningkatnya kadar abu pada karbon aktif dengan penambahan bahan kimia, menurut Sudrajat (1984), Pari dan Hendra (1999) disebabkan oleh terjadinya proses oksidasi lebih lanjut terutama dari partikel halus.

3.3 Rendemen

Penetapan rendemen karbon aktif bertujuan untuk mengetahui jumlah karbon aktif yang dihasilkan dari proses karbonisasi dan aktivasi. Perhitungan rendemen didasarkan pada bobot kering oven bahan baku. Rendemen karbon aktif yang dihasilkan dipengaruhi oleh cara pengaktifan. Rendemen yang dihasilkan berkisar antara 6,58 % - 21,65%.

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 rendemen karbon aktif rendah (Hudaya & Hartoyo, 1990). Dari tabel 4.1 dapat dilihat kecenderungan peningkatan waktu karbonisasi cenderung dapat menurunkan rendemen. Hal ini disebabkan oleh dengan semakin lama waktu karbonisasi maka kemungkinan terjadinya reaksi antara arang dengan zat pengoksidasi atau pengaktif membentuk CO, CO₂, dan H₂ juga semakin meningkat sehingga karbon aktif yang terbentuk berkurang.

3.4 Pengujian sampel

Sampel yang diuji (air sumur) pada penambahan karbon aktif dan sebelum penambahan karbon aktif mengalami perubahan yang signifikan. Hasil analisa yang di uji pada penelitian ini adalah pH air, Fe, Cl⁻, kekeruhan, TDS dapat dilihat pada tabel 4.2, dah hasil ujinya sesuai dengan standar Peraturan Menteri Kesehatan RI No 82/2001, dimanana dapat digunakan sebagai pemenuhan Kebutuhan Rumah Tangga khususnya air mandi. Tabel 4.2 dapat dilihat karbon aktif yang dikarbonisasi pada temperatur 600 °C selama 2 jam adalah hasil yang terbaik mampu menyerap kotoran maupun kandungan logam yang ada di dalam sampel.

4. Simpulan

Semakin tinggi suhu dan waktu karbonisasi, maka kadar air semakin menurun. Kadar abu semakin meningkat dengan meningkatnya suhu dan waktu

karbonisasi. Semakin rendah suhu dan waktu karbonisasi, maka rendemen pembentukan karbon aktif semakin meningkat atau sebaliknya. Karbon aktif dari kulit singkong mampu menjernihkan air sumur, sesuai dengan spesifikasi kualitas air bersih.

5. Daftar Pustaka

- Ade Murni Suryani (2009), *Pemanfaatan Tongkol Jagung Untuk Pembuatan Arang Aktif Sebagai Pemurnian Minyak Goreng Bekas*, IPB, Bogor.
- Anonymous (1979), *Mutu dan Cara Uji Arang Aktif, Standar Industri Indonesia No. 0258-79*, Departemen Perindustrian.
- Djarmiko dan Prowiro (1970), *Pembuatan Arang Aktif*, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung.
- Hefni Effendi (2003), *Telaah Kualitas Air*, Edisi Cetak 7, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Koran Jakarta, *Karbon Aktif Kulit Singkong Sebagai Filter Air*, Edisi Cetak 548, 19 Desember 2009.
- Lee, Richard (1989), *Hidrologi Hutan*, Gajah Mada University Press, (<http://opac.geotek.lipi.go.id>).
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No 82/2001, *Syarat-syarat Pengawasan Kualitas Air*, Jakarta.
- Sari Wulan Intan Anisa (2005), Skripsi, *Kualitas Air Bersih Untuk Pemenuhan Kebutuhan Rumah Tangga*, UNS, Semarang.
- Suherman, Ikawati, Melati (2009), *Pembuatan Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati*, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Bandung.
- Sembiring, M., dan Sinaga, T (2003), *Arang Aktif*, Sumatera Utara, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik USU.
- SNI 06-3730-95, *Karbon Aktif*
- Sarwani (1989), *Pengaruh Jenis Bahan Baku, Suhu, dan Waktu Aktivasi Terhadap Mutu dan Rendemen Karbon Aktif Hasil Aktivasi*, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Wenny Irawati, Ery Susiany (2008), *Jurnal Penelitian, Pengaruh Temperatur dan Konsentrasi Zat Aktivator Pada Pembuatan Adsorben*, Unika Widya Mandala Surabaya, Surabaya.