

## PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TEBU (BAGASSE) SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN KARBON AKTIF

Cut Nuraini Salsabila<sup>1,\*</sup>, Afifah Thahirah<sup>2</sup>, Saskia<sup>3</sup>, Halim Zaini<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jalan Banda Aceh-Medan Km. 280 Buketrata Lhokseumawe

\*Email: cutnurainisalsabila71@gmail.com

### *Abstract*

*Activated carbon (activated charcoal) is a porous solid that contains 85-95% carbon, produced from materials containing carbon by heating at high temperatures. The aim of this research is to determine the effect of variations in carbonization temperature on the final results of making activated carbon and to determine the effect of variations in the size of activated carbon particles on the final results of making activated carbon. The manufacture of activated carbon is carried out in 2 stages, namely the carbonization process using the pyrolysis method and activation using the chemical HCl 0.1 N. Activated carbon from sugar cane bagasse is made by varying the carbonization temperature of 250°C, 350°C, and 400°C with particle sizes 80 mesh, 100 mesh, and 120 mesh. The best activated carbon from the results of this research was found in activated carbon with a carbonization temperature of 250°C with a particle size of 120 mesh. This activated carbon has a yield value of 40%, water content of 1.89%, ash content of 5.72%, and iodine absorption capacity of 1,1447.0 mg/g.*

**Keywords :** Activation, Bagasse, Carbonization, , Activated Carbon

### PENDAHULUAN

Mesin pemeras tebu banyak digunakan di rumah tangga maupun industri minuman tebu, seperti yang digunakan oleh para penjual minuman tebu di wilayah Krueng Geukuh Aceh Utara. Ampas tebu yang dihasilkan dari mesin pemerah tebu umumnya dibuang begitu saja tanpa dimanfaatkan sehingga mencemari lingkungan. Ampas tebu yang tidak dimanfaatkan secara optimal dan dianggap limbah sehingga menimbulkan permasalahan bagi lingkungan di sekitar industri gula. Rata-rata industri gula menghasilkan ampas tebu yang menyumbang 32% dari berat tebu giling. Ampas tebu terutama digunakan sebagai bahan bakar boiler, dan sekitar 1,6% berat ampas tebu tidak digunakan.

Ampas tebu mengandung sekitar 90%

bahan organik dan berpotensi digunakan sebagai bahan baku karbon aktif [1]. Ampas tebu cocok sebagai sumber karbon karena mengandung senyawa selulosa, hemiselulosa, lignin, dan pektin [2]. Hal ini menunjukkan bahwa ampas tebu cocok digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Arang/karbon dihasilkan dalam bentuk residu padat berpori berwarna hitam yang terbentuk dari penguraian bahan organik dengan menghilangkan uap air dan komponen yang mudah menguap akibat pembakaran tanpa oksigen (karbonisasi) [3]

Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon dan dibuat dengan memanaskan bahan yang mengandung karbon pada suhu tinggi. Berbagai bahan yang mengandung karbon telah dimanfaatkan sebagai bahan karbon aktif antara lain adalah tulang, kayu lunak, kulit, tongkol jagung, sabut kelapa, sabut

kelapa, ampas tebu, ampas kertas, serbuk gergaji, kayu keras, dan batu bara [4].

Karbon aktif adalah bahan yang diproduksi dengan porositas tinggi dan luas permukaan besar. Partikel karbon mempunyai pori-pori yang banyak sehingga memberikan luas permukaan yang besar untuk adsorpsi. Luas permukaan karbon aktif adalah 300-3500 m<sup>2</sup>/gram. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa tertentu, yang bersifat selektif tergantung pada ukuran volume pori dan luas permukaan, [5].

Karbon aktif merupakan bahan yang mengandung karbon amorf dan memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi pada permukaan bagian dalamnya. Karbon aktif dapat dibuat dari bahan organik yang mengandung karbon atau dari arang yang telah diolah secara khusus untuk menambah luas permukaannya. Saat memproduksi karbon aktif, bukan hanya bahan bakunya saja yang perlu diperhatikan. Namun proses aktivasi juga dimasukkan karena aktivasi merupakan faktor kunci yang mempunyai dampak besar terhadap produksi karbon aktif [6].

Karbon aktif adalah padatan amorf heksagonal dengan atom karbon pada setiap sudutnya, yang telah diaktifkan melalui proses aktivasi dan memiliki banyak pori-pori dengan kemampuan menyerap gas dan uap yang terdispersi dalam suatu cairan [7].

Beberapa kajian pengaruh suhu terhadap karbonisasi karbon aktif dari limbah ampas tebu menunjukkan bahwa pada suhu 300, 350 dan 400 °C, menghasilkan karbon aktif yang sesuai dengan standar nasional Indonesia [8].

Penelitian pada karbon aktif ampas tebu sebagai adsorben untuk menurunkan kandungan besi dan mangan pada air limbah asam tambang. Kualitas karbon aktif ampas tebu sesuai dengan SNI dengan kadar air 6,09%, kadar abu 5,11%, komponen volatil 18,80%, karbon padat 70,00%, dan daya serap iodium 816,41 mg/L [9].

Penelitian arang ampas tebu yang diaktivasi dengan asam klorida sebagai

pereduksi kadar ion H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, menunjukkan karakterisasi arang ampas tebu yang diperoleh adalah kadar air 0,897%, kadar abu 5,69%, daya serap iodium 2903,38 mg/g, dan luas permukaan limbah karbon aktif 59,119 m<sup>2</sup>/g [10].

## METODE

### Alat dan Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tebu, HCl 37% 0,1N, larutan iodium 0,1N, larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1N, indikator kanji 1%, aquades, aluminium foil dan kertas saring. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, pirolisis, *crusher*, ayakan, *oven*, dan timbangan.

### Prosedur Penelitian

#### Tahap Penyiapan Bahan Baku

Sebanyak 1 kg ampas tebu hasil penggilingan dijemur di bawah sinar matahari selama 2 hari (sampai benar-benar kering). Kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 2 jam. Penimbangan dilakukan pada saat proses pengeringan sampai beratnya konstan.

#### Prosedur Produksi Karbon Aktif

Ampas tebu dipirolisis dan dikarbonisasi dalam kondisi kering pada suhu pembakaran yang berbeda yaitu 250 °C, 350 °C, dan 400 °C untuk menghasilkan karbon berkarbonisasi. Kemudian diaktifkan dengan proses perendaman dalam larutan HCl 37% 0,1 N dengan perbandingan 5: 1 selama 24 jam. Kemudian disaring melalui kertas saring dan karbon aktif dinetralkan dengan cara dicuci dengan air suling sampai pH filtrat netral. Selanjutnya dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. Karbon aktif dihancurkan dan didistribusikan secara merata melalui saringan 80, 100, dan 120 mesh. Karbon aktif diproduksi dalam bentuk bubuk.

**Tahap Analisis**

Karbon aktif yang diperoleh dianalisis untuk menentukan kualitasnya dengan menggunakan parameter pengujian berikut.

**Penentuan Kadar Air**

Sejumlah 1 gram karbon aktif ditimbang dan dimasukkan ke dalam gelas kimia yang massanya diketahui. Kemudian karbon aktif dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam (hingga berat tetap konstan), kemudian karbon aktif didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Selanjutnya, kadar air dihitung.

**Penentuan Kadar Abu**

Karbon aktif dengan berat 5 gram dimasukkan ke dalam gelas kimia yang massanya diketahui. Karbon aktif kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 600 °C selama 1 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator, dan diukur beratnya. Kemudian hitung kadar abu pada %

**Penentuan Bilangan Iod**

Penentuan bilangan iod dilakukan dengan menimbang 0,5 gram karbon aktif dan dimasukkan ke dalam wadah berbentuk segitiga. Kemudian campurkan dengan 50 mL larutan iodium 0,1N (aduk secara magnetis selama 15 menit dan saring). Ambil 10 mL filtrat yang dihasilkan dan titrasi dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N sampai larutan berubah warna menjadi kuning pucat. Selanjutnya tambahkan indikator kanji 1% hingga larutan berubah warna menjadi biru tua dan titrasi hingga larutan biru hilang (menjadi bening). Kapasitas penyerapan kemudian dihitung dalam mg/g.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian pemanfaatan limbah ampas

tebu sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif yaitu rendemen arang, pH karbon aktif, kadar air, kadar abu, dan kapasitas serapan iodium. Data dari pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data-data hasil pengujian

Temp. Karbon (°C)	Ukur. Partikel (mesh)	Rendemen (%)	pH	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Daya Serap (mg/gr)
250	80			6,63	3,37	1.193,1
	100	45	7,4	3,71	4,95	1.396,2
	120			1,89	5,72	1.447,0
350	80			5,48	6,95	1.193,4
	100	40	7,3	4,71	7,49	1,243,9
	120			4,63	8,58	1.269,3
400	80			5,80	8,94	1.167,8
	100	35	7,2	4,54	9,30	1.142,4
	120			3,40	10,23	1.167,8

**Rendemen Arang Aktif**

Uji rendemen arang dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan karbon aktif yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai rendemen menunjukkan semakin banyak karbon aktif yang dihasilkan yang berarti hanya sebagian kecil sampel yang teroksidasi selama proses karbonisasi. Dengan memvariasikan suhu karbonisasi yaitu pada suhu 250 °C diperoleh hasil arang sebesar 45%, pada suhu 350 °C diperoleh hasil arang sebesar 40%, dan pada suhu 400 °C diperoleh hasil arang sebesar 35%.

Sesuai dengan konsep pengaruh suhu dalam kinetika kimia yang menyatakan bahwa reaksi kimia yang terjadi pada suhu tinggi menyebabkan peningkatan laju reaksi dengan cepat. Akibatnya suhu karbonisasi yang lebih tinggi menurunkan tingkat keberhasilan atau hasil produksi karbon aktif. Hal ini karena pada suhu yang lebih tinggi, laju reaksi antara karbon dan uap air meningkat, menghasilkan H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub> lebih cepat dan lebih sering, serta menyisakan lebih sedikit karbon.

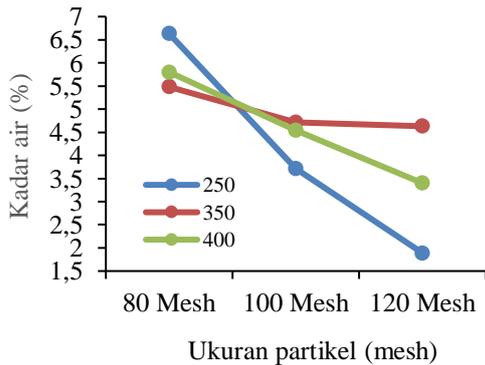
**Hasil Uji pH**

Tujuan dari uji pH karbon aktif adalah untuk menghilangkan pengotor yang

disebabkan oleh aktivasi kimia. pH yang diperoleh pada suhu coking 250°C adalah 7,4, pada suhu karbonisasi 350°C diperoleh pH 7,3, dan pH 7,2 pada suhu kokas 400°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pH karbon aktif mencapai pH netral atau sekitar 6,5 hingga 7,4.

### Hasil Uji Kadar Air

Pengujian dilakukan terhadap sifat higroskopis karbon aktif, khususnya kemampuannya dalam menyerap uap air dari udara. Hasil pengujian kadar air karbon aktif diperlihatkan pada Gambar 1. Menurut SNI 06-3730-1995, karbon aktif yang berkualitas tinggi memiliki kadar air yang rendah, hingga 15% untuk karbon aktif berbentuk bubuk. Hasil pengujian menunjukkan kadar air 1,89% hingga 6,63%. Kisaran kadar air tersebut masih dalam kisaran nomor SNI. 06-3730-1995.

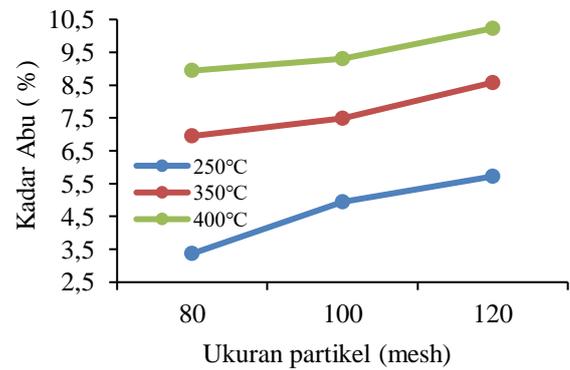


Gambar 1 Pengaruh ukuran partikel *activated carbon* terhadap kadar air

Berdasarkan hasil pengujian, kadar air karbon aktif tertinggi sebesar 6,63% pada sampel 80 mesh dengan suhu karbonisasi 250°C, sedangkan nilai kadar air terendah yang diuji sebesar 1,89% pada sampel 120 mesh dengan suhu karbonisasi 250°C. Nilai rata-rata kadar air karbon aktif menunjukkan bahwa kadar air suatu bahan mempengaruhi ukuran partikel, dan semakin tinggi jumlah *mesh* maka kadar airnya semakin rendah.

### Hasil Uji Kadar Abu

Pengukuran kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam yang masih terdapat pada karbon aktif ampas tebu setelah mengalami proses aktivasi. Persyaratan nilai abu karbon aktif bubuk menurut SNI 06-3730-1995 adalah maksimal 10%. Pengaruh ukuran partikel terhadap kadar abu diperlihatkan pada Gambar 2. Hasil pengujian menunjukkan kadar abu antara 3,37% hingga 10,23%. Kadar abunya masih dalam kisaran nomor SNI. 06-3730-1995.

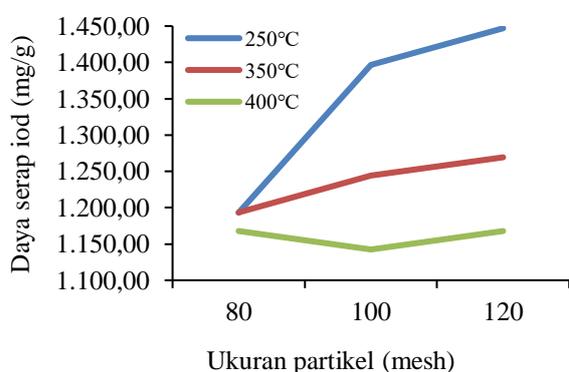


Gambar 2. Pengaruh ukuran partikel terhadap kadar abu

Nilai pengujian kadar abu memenuhi standar SNI, pada ukuran partikel 80 mesh seperti terlihat pada grafik di atas kadar abu terendah sebesar 3,37%. dalam ukuran. Suhu karbonisasi 250 °C, suhu karbonisasi 400 °C, dan kadar abu tertinggi sebesar 10,23% pada ukuran 120 mesh. Pengaruh ukuran partikel karbon aktif adalah semakin kecil ukuran partikel maka kadar abu yang dikandungnya semakin sedikit, begitu pula sebaliknya, data menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka abu yang dihasilkan semakin banyak. Hal ini karena kadar abu bervariasi tergantung pada jenis bahan, metode pengabuan, waktu dan suhu pengeringan. Semakin sedikit komponen non-mineral yang dikandung bahan, semakin tinggi kadar abu relatif terhadap bahan tersebut. Ampas tebu memiliki kandungan mineral yang rendah sehingga menghasilkan kadar abu yang tinggi.

### Hasil Uji Adsorpsi Iodium

Kapasitas adsorpsi iodium karbon aktif berkorelasi dengan luas permukaan karbon aktif. Persyaratan nilai serapan iodium karbon aktif bubuk menurut SNI 06-3730-1995 adalah nilai minimal 750 mg/g. Pengaruh ukuran partikel terhadap daya serap iod diperlihatkan pada Gambar 3. Hasil pengujian menunjukkan kapasitas serapan iodium antara 1.142,4 mg/g sampai dengan 1.447,0 mg/g. Kisaran asupan iodium masih dalam angka SNI. 06-3730-1995.



Gambar 3. Pengaruh ukuran partikel terhadap daya serap iod

Nilai uji serapan iodium yang diperoleh sesuai dengan standar SNI. Dari Gambar 3 terlihat bahwa nilai kapasitas serapan iodium terendah diperoleh pada ukuran partikel 100 mesh dan suhu karbonasi 400 °C yaitu sebesar 1.142,4 mg/g, sedangkan nilai kapasitas serapan iodium tertinggi dihasilkan pada suhu karbonisasi suhu 250 °C yaitu sebesar 1.447,0 mg/g. Nilai rata-rata daya serap iodium karbon aktif menunjukkan bahwa daya serap iodium bahan mempengaruhi ukuran partikel, semakin besar jumlah mesh maka semakin besar nilai daya serap iodium yang diperoleh, berbanding terbalik dengan derajatnya. karbonisasi. Semakin tinggi suhu karbonisasi yang digunakan maka semakin rendah nilai kapasitas serapan iodium yang diperoleh.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil

kesimpulan sebagai berikut.

1. Suhu karbonisasi berpengaruh terhadap sifat karbon aktif yang dihasilkan, dan kondisi terbaik dicapai pada suhu 250°C.
2. Ukuran partikel mempengaruhi sifat karbon aktif yang dihasilkan, dengan kondisi terbaik dicapai pada ukuran 120 mesh.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada para dosen pembimbing yang turut andil dalam penyempurnaan artikel ini dan para kepala Laboratorium Kimia Analitik, Unit Operasi dan Pilot Plant atas peralatan penelitian yang disediakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurhayati, I., Sutrisno, J. Dan Zainudin, M.S. 2018. *Pengaruh konsentrasi dan waktu aktivasi terhadap karakteristik karbon aktif ampas tebu dan fungsinya sebagai adsorben pada limbah cair laboratorium.* Jurnal Teknik WAKTU, 16 (1):64.
- [2] Mulyati, T.A. dan Pujiono, F.E. 2017. *Preparasi dan karakteristik karbon aktif dari limbah ampas tebu menggunakan aktivator KOH.* Indonesian Chemistry and Application Journal, 2 (1):1-2.
- [3] Yoseva, L.P., Muchtar, A. dan Sophia. H. 2015. *Pemanfaatan limbah ampas tebus sebagai adsorben untuk peningkatan kualitas air gambut.* JOM FMIPA, 2(1):57.
- [4] Kusumaningrum, W. dan Nurhayati, I. 2016. *Penggunaan karbon aktif dari ampas tebu sebagai media adsorpsi untuk menurunkan kadar fe (besi) dan mn (mangan) pada air sumur gali di Desa Gelam Candi.* Jurnal Teknik WAKTU, 14 (1):2.
- [5] Sarifudin, K. 2022. *Penggunaan karbon aktif kayu kesambi (schleicera oleosa*

- merr) dalam pengolahan air sadah. Haumeni Journal of Education, 1(2), 199.*
- [6] Ambarwati, Y., Syarifah, N.P. dan Widodo, L.U. 2019. *Pemanfaatan limbah batang ubi kayu sebagai arang aktif serta pengaruh aktivator hcl dan waktu aktivasi terhadap mutu arang aktif.* Journal of Industrial Engineering and Management, 2(14).
- [7] Husin. A., Hasibuan. A. 2020. *Studi pengaruh variasi konsentrasi asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan waktu perendaman karbon terhadap karakteristik karbon aktif dari kulit durian.* Jurnal Teknik Kimia USU, 2(9), 80.
- [8] Putri, R. W., Haryati, S., Rahmatullah. 2019. *Pengaruh suhu karbonisasi terhadap kualitas karbon aktif dari limbah ampas tebu.* Jurnal Teknik Kimia, 1(25), 4.
- [9] Imani, A., Sukwikka, T., Febrina, L. 2020. *Karbon aktif ampas tebu sebagai adsorben penurunan kadar besi dan mangan limbah air asam tambang.* Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta, 1(13), 39.
- [10] Nurbaeti, L., Prasetya, A. T., & Kusumastuti, E. 2018. *Arang ampas tebu (bagasse) teraktivasi asam klorida sebagai penurunan kadar ion  $H_2PO_4$ .* Indonesian Journal of Chemical Science, 7(2), 138.