

Pengaruh Konsentrasi Natrium Karbonat (Na_2CO_3) pada Pembuatan Karbon Aktif Ampas Tebu

The Effect of Sodium Carbonate (Na_2CO_3) Concentration on the Production of Activated Carbon from Sugarcane Bagasse

**Hermanto^{1*}, Nabila Sherendita², Anny Yanuriati¹, Budi Santoso¹,
Gatot Priyanto¹, Kiki Yulianti¹, Onne Akbar Nur Ichsan¹, Bobby Pranata¹**

¹ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya,

² Alumni Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang Prabumulih KM 32, OI Sumatera Selatan, Indonesia

*Korespondensi email: hermanto_rms@unsri.ac.id

Tanggal submisi: 31 Mei 2025; Tanggal penerimaan: 26 Juni 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator natrium karbonat (Na_2CO_3) terhadap kualitas karbon aktif ampas tebu yang dihasilkan. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan perlakuan konsentrasi natrium karbonat (A = 4,5%, B = 5,0%, C = 5,5%, D = 6,0%, dan E = 6,5%). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Parameter yang diamati terdiri dari kadar air, abu, zat mudah menguap, karbon terikat dan daya serap terhadap iodium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap semua parameter yang diuji.

Kata kunci: karbon aktif; natrium karbonat; aktivator

ABSTRACT

This research aimed to determine the effect of varying concentrations of sodium carbonate (Na_2CO_3) on the quality of activated carbon produced from sugarcane bagasse. This research used a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with variations of sodium carbonate activator concentrations treatment, consisting of five levels: A = 4,5%, B = 5,0%, C = 5,5%, D = 6,0%, and E = 6,5%. Each treatment was replicated three times. The parameters observed in this study included moisture content, ash content, volatile matter content, fixed carbon content, and iodine adsorption capacity. The results indicated that the variation in sodium carbonate concentration significantly affected all parameters.

Keywords: activated carbon; sodium carbonate; activator

PENDAHULUAN

Karbon aktif merupakan material berpori yang memiliki kemampuan adsorpsi tinggi, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemurnian air, pengolahan gas dan

sebagai bahan penyerap dalam industri. Karbon aktif biasanya diproduksi dari bahan baku yang kaya lignoselulosa seperti batubara, kayu, dan ampas tebu. Ampas tebu diketahui memiliki kandungan kimia yang terdiri dari 25% hemiselulosa dan 50% selulosa yang mampu digunakan sebagai adsorben (Nurbaeti *et al.*, 2018).

Proses pembuatan karbon aktif terdiri dari dua tahap utama, yaitu karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi bertujuan untuk menghilangkan senyawa volatil seperti hidrogen dan uap air melalui proses pemanasan sehingga dihasilkan struktur karbon dasar yang stabil. Aktivasi dilakukan untuk meningkatkan luas permukaan dan pori-pori karbon, baik secara fisik (menggunakan uap atau gas) maupun kimia (menggunakan agen aktivator). Aktivator kimia yang sering digunakan antara lain ZnCl_2 , NaOH , H_3PO_4 , Na_2CO_3 dan KOH (Pambayun *et al.*, 2013).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku karbon aktif dengan berbagai metode aktivasi. Mulyati dan Pujiono (2017) menggunakan aktivator KOH , Hendrawan *et al.* (2017) menggunakan aktivator NaCl serta Lestari dan Nasra (2022) menggunakan aktivator H_3PO_4 . Semua hasil menunjukkan efisiensi penyerapan yang tinggi terhadap logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan karbon aktif berkualitas tinggi. Karakterisasi karbon aktif dilakukan berdasarkan parameter yang merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995) yaitu kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat serta uji daya serap terhadap larutan iodium.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan perlakuan konsentrasi natrium karbonat (Na_2CO_3) yang dinyatakan dalam persen (w/v), dimana w sebagai berat karbon aktif dan v sebagai volume larutan natrium karbonat, sebagai berikut:

A = 4,5 % (w/v), B = 5,0 % (w/v), C = 5,5 % (w/v), D = 6,0 % (w/v) dan E = 6,5 % (w/v) dan dilakukan tiga kali pengulangan. Proses pemanasan dilakukan pada suhu 400°C dan hasil akhir disaring menggunakan ayakan berukuran 80 mesh. Pengukuran kadar air dan abu menggunakan metode AOAC (2005) dan parameter kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat serta uji daya serap terhadap larutan iodium menggunakan metode SNI 06-3730-1995.

Bahan

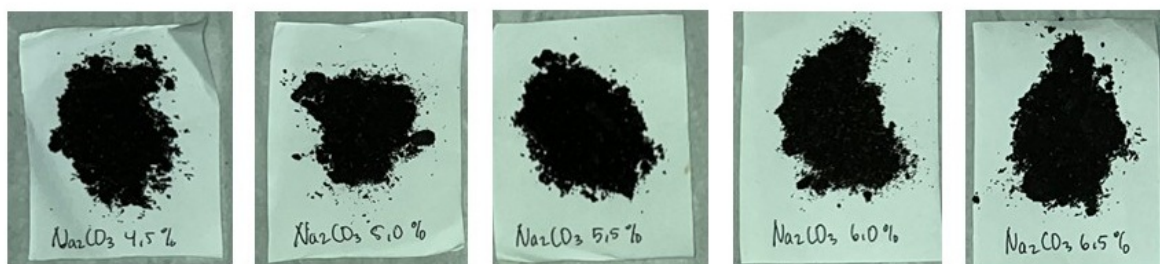
Bahan yang digunakan : 1) amilum 1%, 2) aquadest, 3) karbon aktif ampas tebu, 4) iodin 0,1 N, 5) natrium karbonat, dan 6) natrium tiosulfat 0,1 N.

Alat

Alat yang digunakan : 1) alu dan mortar, 2) ayakan 80 mesh, 3) buret, 4) cawan alumunium, 5) cawan porselen, 6) corong kaca, 7) gelas Beaker, 8) gelas ukur, 9) kertas saring, 10) klem dan statif, 11) labu erlenmeyer, 12) neraca digital, 13) muffle furnace, 14) oven, 15) pH meter, 16) pipet tetes, dan 17) pisau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa semua parameter berpengaruh nyata terhadap karakteristik karbon aktif ampas tebu yang dihasilkan. Visualisasi produk akhir ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arang aktif ampas tebu

Kadar Air

Kadar air pada setiap perlakuan dalam penelitian ini telah memenuhi standar mutu SNI 06-3730-1995 yang menetapkan batas maksimum sebesar 15%. Rata-rata kadar air yang diperoleh dari penelitian ini adalah berkisar antara 7,54% hingga 13,41%.

Hasil uji lanjut BNJ 5% pengaruh variasi konsentrasi natrium karbonat terhadap nilai kadar air karbon aktif dari ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh konsentrasi natrium karbonat pada nilai kadar air karbon aktif ampas tebu

Perlakuan	Rerata Kadar Air (%)	BNJ 5% = 0,88
E	7,54	a
D	9,25	b
C	10,46	c
B	12,00	d
A	13,41	e

Keterangan : angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata

Peningkatan konsentrasi aktivator yang digunakan menunjukkan hasil kadar air yang semakin menurun sehingga kualitas karbon aktif yang dihasilkan meningkat. Peningkatan kualitas ini berkaitan dengan sifat higroskopis natrium karbonat yang memungkinkan senyawa tersebut menyerap dan mengikat uap air, sehingga dapat menurunkan kadar air pada produk akhir, serta dapat memperbesar pori-pori karbon aktif dan meningkatkan daya adsorpsi.

Kadar Abu

Rerata kadar abu yang dihasilkan pada penelitian ini adalah berkisar antara 9,61% hingga 13,67%. Tabel 2. menunjukkan bahwa kadar abu karbon aktif semakin tinggi seiring dengan peningkatan konsentrasi natrium karbonat yang digunakan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, konsentrasi 4,5% telah memenuhi standar, sementara sampel lainnya belum memenuhi standar kriteria menurut SNI 06-3730-1995 yaitu batas maksimum kadar abu untuk produk serbuk adalah 10%.

Hasil uji lanjut BNJ 5% pengaruh konsentrasi natrium karbonat terhadap nilai kadar abu karbon aktif ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh konsentrasi natrium karbonat pada nilai kadar abu karbon aktif ampas tebu

Perlakuan	Rerata Kadar Abu (%)	BNJ 5% = 1,36
A	9,61	a
B	12,19	b
C	13,06	b
D	13,41	b
E	15,41	c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda nyata

Kadar abu merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas karbon aktif, karena menggambarkan kandungan mineral anorganik yang tersisa setelah proses karbonisasi dan aktivasi (Bangun *et al.*, 2016). Peningkatan kadar abu seiring dengan meningkatnya konsentrasi natrium karbonat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah semakin tinggi konsentrasi natrium karbonat yang digunakan, semakin banyak pula pengotor anorganik yang tertinggal di dalam pori-pori karbon aktif. Kondisi tersebut terjadi karena natrium karbonat tidak sepenuhnya terbilas selama proses pencucian, sehingga komponen mineral dari natrium karbonat tertinggal dalam struktur karbon aktif dan terdeteksi sebagai abu saat dilakukan pengujian kadar abu. Nurhayati *et al.* (2018), menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi aktivator berbanding lurus dengan peningkatan kadar abu karbon aktif yang dihasilkan.

Menurut Nurhayati *et al.*, (2018), peningkatan kadar abu disebabkan oleh tingginya konsentrasi aktivator yang digunakan, yang mengakibatkan terjadinya penumpukan mineral dalam karbon aktif. Selain itu, proses pencucian tidak dapat sepenuhnya menghilangkan mineral yang masih tersisa. Mineral yang terperangkap dalam pori-pori karbon aktif ini berkontribusi pada peningkatan kadar oksida, yang pada gilirannya menyebabkan kadar abu juga meningkat.

Proses aktivasi dengan natrium karbonat melibatkan reaksi kimia yang menghasilkan pembentukan pori-pori baru serta perluasan pori-pori yang sudah ada. Selama proses ini, natrium karbonat bereaksi dengan karbon dan membentuk senyawa kompleks yang dapat tertinggal dalam struktur karbon. Peningkatan konsentrasi natrium karbonat yang digunakan memungkinkan terbentuknya residu anorganik yang tertinggal di dalam karbon aktif setelah proses aktivasi. Senyawa anorganik, termasuk oksida natrium dan karbonat residu yang tertinggal di dalam dan di permukaan karbon aktif, yang kemudian berkontribusi terhadap peningkatan kadar abu (Solihudin *et al.*, 2015).

Hendrawan *et al.* (2017) menjelaskan bahwa peningkatan kadar abu disebabkan oleh hambatan pada pori-pori karbon aktif akibat penggunaan aktivator sebagai bahan pengaktif. Peningkatan kadar abu ini diperkirakan terjadi selama proses pengarangan. Temuan ini sejalan dengan Sa'diyah dan Lusiani (2022), yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator yang digunakan, semakin tinggi kadar abu yang dihasilkan.

Kadar Zat Mudah Menguap

Penetapan kadar zat mudah menguap bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa yang dapat menguap pada suhu 900°C. Kadar zat mudah menguap pada karbon mengacu pada jumlah senyawa yang menguap dari suatu bahan, yang biasanya berupa gas-gas mudah terbakar. Karbon aktif berkualitas baik cenderung memiliki kadar zat mudah menguap yang rendah, yang menandakan bahwa dekomposisi senyawa non-karbon selama proses pembuatan telah berlangsung dengan lebih sempurna (Maulana *et al.*, 2017).

Hasil uji lanjut BNJ 5% pengaruh konsentrasi natrium karbonat terhadap nilai kadar zat mudah menguap karbon aktif ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh konsentrasi natrium karbonat pada nilai kadar zat mudah menguap karbon aktif ampas tebu

Perlakuan	Rerata Kadar Zat Mudah Menguap (%)	BNJ 5% = 3,08
E	22,37	a
D	25,51	b
C	29,17	c
B	32,26	d
A	33,97	d

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda nyata

Menurut Maulana *et al.*, (2017), semakin tinggi konsentrasi aktivator yang diberikan, maka kadar zat mudah menguap akan semakin rendah. Penurunan ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi larutan natrium karbonat yang meningkatkan kadar abu, yang terdiri atas oksida-oksida logam dalam struktur karbon. Akibat dari kondisi ini, terjadi penurunan kadar zat mudah menguap yang dapat terlepas dari karbon aktif seperti air terperangkap, senyawa organik (seperti asam organik, alkohol, aldehida dan hidrokarbon), dan gas hasil dekomposisi yang umumnya berasal dari senyawa-senyawa dalam bahan organik pertanian. Proses ini menghasilkan karbon aktif dengan karakteristik berbeda, terutama dalam hal porositas dan kemampuan adsorpsi, dibandingkan dengan karbon yang memiliki konsentrasi larutan pengaktif yang lebih rendah (Imani *et al.*, 2021).

Daya Serap Terhadap Iodium

Daya serap iodium digunakan sebagai indikator utama untuk menilai kualitas karbon aktif karena mencerminkan kemampuan total adsorpsi serta keberhasilan proses aktivasi dalam memperluas permukaan karbon. Penentuan daya serap iodium dilakukan dengan metode iodimetri, di mana larutan iodin 0,1 N digunakan sebagai zat yang diserap, sementara karbon aktif berperan sebagai adsorben. Selama proses adsorpsi, molekul iodin menempel pada pori-

pori karbon aktif. Jumlah iodine yang terserap dihitung sebagai angka iodine, yang merepresentasikan kapasitas adsorpsi karbon aktif dalam satuan mg/g (Bangun *et al.*, 2016).

Berdasarkan SNI 06-3730-1995 karbon aktif dikategorikan memiliki daya serap terhadap iodine yang baik jika mencapai minimal 750 mg/g. Nilai rata-rata daya serap iodine karbon aktif ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan data tersebut maka nilai daya serap iodine karbon aktif berbahan dasar ampas tebu telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995 yang menetapkan batas minimum 750 mg/g.

Hasil uji lanjut BNJ 5% pengaruh konsentrasi natrium karbonat pada nilai daya serap iodine karbon aktif ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh konsentrasi natrium karbonat pada nilai daya serap terhadap iodine karbon aktif ampas tebu

Perlakuan	Rerata daya serap terhadap Iodium (mg/g)	BNJ 5% = 65,79
A	1068,14	a
B	1213,69	b
C	1309,86	c
D	1337,75	c
E	1472,89	d

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda nyata

Semakin tinggi konsentrasi natrium karbonat menghasilkan nilai daya serap yang tinggi, hal ini disebabkan oleh kemampuan aktivator dalam melarutkan zat-zat organik maupun anorganik yang terikat pada karbon aktif yang memiliki pori-pori lebih bersih dan terbuka.

Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya persentase kadar air, abu dan senyawa volatil yang hilang selama proses karbonisasi dan aktivasi. Selain itu, kandungan selulosa dan lignin dalam ampas tebu berperan dalam pembentukan karbon terikat, karena kedua komponen ini merupakan sumber utama karbon yang dapat diubah menjadi

struktur pori karbon aktif (Lestari dan Nasra, 2022). Nilai rata-rata kadar karbon terikat karbon aktif ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 5.

Rentang nilai kadar karbon terikat yang diperoleh berada antara 110,93% hingga 118,59%. Mengacu pada standar SNI 06-3730-1995, karbon aktif dalam bentuk serbuk dikatakan berkualitas baik jika memiliki kadar karbon terikat minimal 65%. Dengan demikian, seluruh sampel karbon aktif dari ampas tebu yang diaktivasi menggunakan berbagai konsentrasi natrium karbonat dalam penelitian ini telah memenuhi standar mutu tersebut.

Hasil uji lanjut BNJ 5% pengaruh konsentrasi natrium karbonat pada nilai kadar karbon terikat karbon aktif ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji lanjut BNJ 5% pengaruh konsentrasi natrium karbonat pada nilai kadar karbon terikat karbon aktif ampas tebu

Perlakuan	Rerata Kadar Karbon Terikat (%)	BNJ 5% = 3,36
B	110,06	a
A	110,92	a
C	112,27	ab
D	115,24	bc
E	118,59	c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika diikuti huruf berbeda artinya berbeda nyata

KESIMPULAN

Konsentrasi natrium karbonat (Na_2CO_3) berpengaruh yang nyata terhadap karakteristik karbon aktif dari ampas tebu, meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, dan daya serap iodum. Parameter kadar air, kadar karbon terikat dan daya serap terhadap iodum telah sesuai dengan persyaratan mutu yang ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995. Perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan E (Na_2CO_3 6,5%), dengan hasil kadar air sebesar 7,54%, kadar abu 13,67%, kadar zat mudah menguap 22,37%, kadar karbon terikat 118,59%, dan daya serap iodum mencapai 1472,89 mg/g. Nilai tersebut telah memenuhi standar minimum daya serap iodum berdasarkan SNI 06-3730-1995.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2005. Officials Methods of an Analysis of Official Analytical Chemistry. Washington DC. United State of America.
- Bangun, T. A., Zaharah, T. A. dan Shofiyani, A. 2016. Pembuatan Arang Aktif dari Cangkang Buah Karet untuk Adsorpsi Ion Besi (II) dalam Larutan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(3), 18-24.
- Hendrawan, Y., Sutan, S. M. dan YR, R. K. 2017. Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi dan Konsentrasi Aktivator terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Tebu (Bagasse) menggunakan Activating Agent NaCl. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 5(3), 200-207.
- Imani, A., Sukwika, T. dan Febrina, L. 2021. Karbon Aktif Ampas Tebu Sebagai Adsorben Penurun Kadar Besi dan Mangan Limbah Air Asam Tambang. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 33-42.
- Lestari, D. dan Nasra, E. 2022. Preparasi Karbon Aktif Kulit Durian dengan Aktivator NaOH serta Penyerapannya terhadap Logam Berat Pb (II). *Chemistry Journal*, 11(2), 50-55.
- Maulana, G. G. R., Agustina, L. dan Susi. 2017. Proses Aktivasi Arang Aktif dari Cangkang Kemiri (*aleurites moluccana*) dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Aktivator Kimia. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 42(3), 247-256.
- Mulyati, T. A., & Pujiono, F. E. 2017. Preparasi dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Limbah Ampas Tebu Menggunakan Aktivator KOH. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 2(1), 1-7.
- Nurbaeti, L., Prasetya, T. A. dan Kusumastuti, E. 2018. Arang Ampas Tebu (Bagasse) Teraktivasi Asam Klorida sebagai Penurun Kadar Ion H₂PO₄. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), 133-139.
- 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 UNIPA*, 16(1), 62-71.
- Pambayun, G. S., Yulianto, R. Y., Rachimoellah, M. dan Putri, E. M. 2013. Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator ZnCl₂ dan Na₂CO₃ sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), 116-120.
- Sa'diyah, K. dan Lusiani, C. E. 2022. Kualitas Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok menggunakan Aktivator Kimia dengan Variasi Konsentrasi dan Waktu Aktivasi. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 6(1), 9-19.
- Sahara, E., Dahliani, N. K. dan Manuaba, I. B. P. 2017. Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gunitir (*Tagetes Erecta*) dengan Aktivator NaOH. *Jurnal Kimia*, 11(2), 174-180.

SNI (Standar Nasional Indonesia) No. 06-3730-1995. *Arang Aktif Teknis*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Solihudin., Noviyanti, A. R. dan Rukiah. 2015. Aktivasi Arang Sekam Padi dengan Larutan Natrium Karbonat dan Karakteristiknya. *Chemica et Natura Acta*, 3(1), 11-16.