

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF DARI ARANG TEMPURUNG KELAPA DENGAN KOMBINASI AKTIVASI KIMIA DAN FISIKA

Djefry Tani^{*a}, Sonny Lumingkewas^a

^aJurusan Kimia, Universitas Negeri Manado, Manado, 95618, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 30 September 2022

Disetujui 31 Oktober 2022

Keyword :

coconut shell charcoal, chemical activation, physical activation, activated carbon

Kata kunci:

arang tempurung kelapa, ,
aktivasi kimia ,aktivasi
fisika, karbon aktif

ABSTRACT

Studies on the manufacture of activated carbon from coconut shells have been carried out by chemical and physical treatment using HNO₃ activators and CO₂ gas activating agents. Activated carbon is prepared by pyrolysis of coconut shells, then chemically activated by immersion in HNO₃ at various concentrations of 0.5; 1.0; 1.5; and 2.0 M for 12 hours. The best quality activated carbon is produced from activated carbon with a concentration of 1.5 M HNO₃ at a temperature of 800°C. The characterization results at this concentration produced an active carbon yield of 73.41%, 3.25% moisture content, 19.20% volatile matter content, 1.18% ash content, 78.29% bound carbon and absorption of iodine. of 294.60 mg.g. This iodine absorption rate complies with the Indonesian Industrial Standard no.0258-79

ABSTRAK

Kajian pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa telah dilakukan dengan perlakuan kimia dan fisika menggunakan aktivator HNO₃ dan zat pengaktif gas CO₂. Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan pirolisis tempurung kelapa, kemudian diaktivasi secara kimia melalui proses perendaman dalam larutan HNO₃ pada variasi konsentrasi 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 M selama 12 jam. Karbon aktif dengan kualitas terbaik dihasilkan dari karbon aktif dengan konsentrasi HNO₃ 1,5 M pada temperatur 800°C. Hasil karakterisasi pada konsentrasi ini menghasilkan rendemen karbon aktif sebesar 73,41%, kadar air 3,25%, kadar zat mudah menguap 19,20%, kadar abu 1,18%, karbon terikat 78,29% dan daya serap terhadap iodium sebesar 294,60 mg.g. Angka daya serap iodium ini memenuhi Standar Industri Indonesia no.0258-79

*e-mail:djefritani@unima.ac.id

*Telp:085228231954

Pendahuluan

Kelapa (*Cocos nucifera*, L) merupakan salah satu komoditi perkebunan yang penting bagi Indonesia yang beriklim tropis, dimana tanaman ini tumbuh dengan baik. Tanaman ini juga merupakan tanaman serbaguna, karena hampir semua bagian tanamannya dapat dimanfaatkan bagi kehidupan manusia. Komponen utama yang mempunyai nilai tertinggi dari kelapa adalah pada bagian buah,

dimana buah kelapa terdiri dari tempurung (endocarp), daging buah (endosperm) dan air buah.

Pemanfaatan buah kelapa terutama hanya pada daging buah saja untuk dijadikan kopra, minyak dan santan untuk keperluan rumah tangga, sedangkan hasil sampingan lainnya seperti tempurung belum begitu banyak dimanfaatkan. Penggunaan tempurung kelapa, sebagian kecil sebagian bahan bakar

untuk keperluan rumah tangga, pengasapan kopra, kerajinan tangan dan lain-lain [1] Kebanyakan masyarakat masih menganggap tempurung kelapa sebagai limbah, sehingga tidak dimanfaatkan. Padahal tempurung kelapa dapat diolah menjadi bermacam-macam produk olahan ekonomi yang bernilai tinggi.

Salah satu produk yang bernilai ekonomis yang dibuat dari tempurung kelapa adalah arang tempurung. Arang tempurung diperoleh dari hasil pirolisis (karbonasi) tempurung kelapa. Dalam proses ini, tempurung kelapa yang telah dikarbonasi akan menghasilkan padatan berupa karbon, serta destilat yang merupakan campuran heterogen dari asap cair dan tar. Padatan berupa karbon ini sangat potensial untuk diolah menjadi briket arang yang dapat digunakan sebagai bahan bakar, juga potensial diolah menjadi karbon aktif. Karbon aktif dapat digunakan untuk berbagai industri, antara lain yaitu industri obat-obatan, makanan, minuman. Pengolahan air dan lain-lain. Pembuatan karbon aktif ini belum banyak yang melakukan, padahal potensi bahan baku dan penggunaan serta potensi pasarnya cukup besar. Dari sisi kuantitas terlihat bahwa pembuatan karbon aktif ini mempunyai prospek yang cerah untuk pemenuhan kebutuhan dalam negeri maupun sebagai komoditi ekspor non minyak dan gas.

Karbon aktif merupakan produk yang banyak dipai di dalam negeri, dimana hampir 70% produk karbon aktif digunakan untuk permukiman dalam sektor industri gula, minyak kelapa, farmasi dan kimia. Selain itu karbon aktif juga banyak digunakan untuk proses penjernihan air dan industri lain[2]. Bahan baku yang dapat dibuat menjadi karbon aktif adalah semua bahan yang mengandung karbon, baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang ataupun barang tambang. Bahan-bahan tersebut adalah sebagai jenis kayu, sekam padi, tulang binatang, batu-bara, tempurung kelapa, kulit biji kopi dan lain-lain [3]

Proses pembuatan karbon aktif

dilakukan dengan dua tahap, yaitu tahap karbonasi dan aktivasi. Karbon merupakan tahapan pirolisis dari bahan yang mengandung karbon tanpa adanya oksigen dan bahan kimia lainnya, sementara aktivasi diperlukan untuk mengubah hasil karbonisasi menjadi adsorben yang memiliki porositas yang tinggi serta luas permukaan yang besar [4]

Dalam penelitian ini aktivasi dilakukan dengan menggunakan dua proses, yaitu aktivasi fisika (oksidasi gas), serta kombinasi antara aktivasi fisika dengan aktivasi kimia, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas karbon aktif. Bahan kimia yang digunakan sebagai bahan pengaktif dalam penelitian ini adalah HNO_3 . Penggunaan HNO_3 tersebut dengan konsentrasi rendah, sehingga lebih hemat dalam proses pembuatannya. Penelitian terdahulu oleh Pari dan Sailah [5] menggunakan HNO_3 dengan cara aktivasi uap kimia yaitu mengalirkan gas hasil dekomposisi larutan HNO_3 menjadi NH_3 , CO_2 , dan H_2O . Pada penelitian ini dicoba larutan HNO_3 digunakan sebagai aktivator dengan cara kimia, yaitu dengan merendam karbon sebelum diaktivasi. Oleh karena itu, perlu diteliti konsentrasi HNO_3 dan temperatur kalsinasi yang optimal agar dihasilkan karbon aktif yang kualitas baik, dilihat dari karakteristik sifat fisika dan kimia dari karbon aktif yang dihasilkan, dimana salah satunya adalah mempunyai daya adsorpsi (daya serap) yang tinggi.

Bahan dan Metode

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung kelapa dalam asal Minahasa Sulawesi utara sebagai sumber bahan baku karbon aktif, Gas CO_2 teknik, HNO_3 p.a, Kristal KI p.a (Merck), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, H_2SO_4 pekat p.a (Merck), indikator amilum, Akuades, indikator universal, KIO_3 , I₂, HCl p.a (Merck), kertas saring Whatman 42.

Alat yang digunakan meliputi sejumlah alat gelas yang umum dipakai dalam

laboratorium, mortar agart, penggiling, ayakan 80 mesh dan 100 mesh (USA standard Testing Sieve) oven model *gravity vonvection*, tungku listrik *Carbolite model 2132* (Max Temperature 1200°C), *tube Furnace-Thermolyne* (Sybron) Type 21100, Neraca AND GR-200, termometer, penjepit, magnet, cetakan pelet, *disk mill, hot plate (stir & heat)*, desikator, , pH meter, penyaring vakum, seperangkat reaktor aktivasi, timbangan elektronik, tanur listrik, pengaduk magnet.

Preparasi Sampel Tempurung Kelapa

Sejumlah tempurung kelapa dibersihkan dan diperkecil ukurannya kira-kira 3 x 3 cm, kemudian ditimbang sebanyak 1500 gram dan digunakan sebagai sampel pirolisis.

Pirolisis Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa yang telah diketahui beratnya dimasukkan ke dalam tempat sampel pada reaktor pirolisis kemudian ditutup rapat. Kemudian dilakukan pemanasan secara bertahap, dengan variasi temperatur 250; 300; 350; 400°C dengan laju pemanasan 30°C per menit dan dialiri gas CO₂ 100 mL per menit. Kondisi dijaga konstan sampai tidak ada lagi asap yang keluar pemanasan dihentikan, temperatur reaktor diturunkan secara bertahap, dengan gas pembawa CO₂ tetap dihidupkan, supaya sisa senyawa yang masih ada dalam reaktor tetap keluar.

Tahap aktivasi Karbon

Karbon hasil proses pirolisis digiling dan ditumbuk agar terbentuk serbuk yang halus. Kemudian disaring dengan ayakan ukuran 100 mesh. Pada tahap ini dilakukan tahap aktivasi kimia melalui perendaman dan kemudian dilanjutkan dengan pemanasan dengan dialiri gas CO₂

1. Tahap aktivasi Kimia

Tahap ini karbon hasil pirolisis tempurung kelapa yang telah diayak, direndam dalam larutan HNO₃ dengan variasi konsentrasi yaitu 0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0 M dalam wadah tertutup selama 12 jam. Karbon yang telah direndam kemudian disaring dengan

penyaring vakum dan dipanaskan dalam oven pada temperatur 120°C selama 2 jam agar dihasilkan karbon yang kering kemudian karbon dimasukkan ke dalam eksikator.

2. Tahap aktivasi Fisika

Karbon yang telah melalui tahap aktivasi kimia dimasukkan ke reaktor aktivasi *tube furnace* dengan diberi *glasswool* pada bagian bawah dan atas, kemudian diaktivasi pada temperature 500 - 800°C selama 2 jam dihitung saat temperatur tersebut tercapai dengan dialiri gas CO₂. Setelah itu karbon dicuci melalui proses perendaman selama 24 jam dalam larutan HCl 1 M. Karbon hasil pencucian dengan larutan HCl 1M, dicuci dengan akuades sehingga filtrat bersifat netral (pengukuran dengan pH meter) kemudian disaring dan dikeringkan dalam oven pada temperatur 110°C selama 2 jam. Selanjutnya karbon aktif siap dianalisis.

3. Tahap pengujian karbon aktif yang meliputi sifat fisika dan kimia dari karbon aktif terdiri dari analisis kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan daya serap iodium..

Analisis kadar air

Pengujian kadar air dilakukan dengan mengambil sampel uji berat 1 g (berat mula-mula) (a). Sampel tersebut dipanaskan kedalam oven pada temperatur 105 ± 2°C selama 2 jam. Sampel uji didinginkan di dalam eksikator kemudian ditimbang. Penimbangan dilakukan sampai beratnya konstan (b)

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

Analisis zat mudah menguap (ASTM, 2006)

Diambil sampel uji sebanyak 1 gram (a) dan masukkan ke dalam kurs porselen dan ditutup. Kemudian dilakukan pemanasan di tungku listrik pada temperatur 950 ± 20°C. Setelah temperatur mencapai 950°C ditahan selama 6 menit dan dibiarkan dingin terlebih dahulu dalam tungku. Selanjutnya dimasukkan dalam desikator dan ditimbang (b)

(Metode D 3175, Chaiprasert and Vitidsant, 2009).

Kadar zat mudah menguap (%)

$$[(a-b)/a] \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

a = berat sampel yang digunakan, g.

b = berat sampel setelah pemanasan, g.

Kadar abu (ASTM, 2006)

Pengujian kadar abu dilakukan dengan mengambil contoh uji seberat 1 gram (a), kemudian dimasukkan ke dalam kurs porselen, kurs porselen kosong ditimbang sebagai berat (b). Cawan yang berisi contoh uji tersebut dikeringkan pada tungku listrik pada temperatur 600°C selama 4 jam. Contoh uji dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang seberat (c) (Metode D 3174; Chaiprasert and Vitidsant, 2009).

$$\text{Kadar abu} = [(c-b)/a] \times 100\%. \quad (3)$$

Keterangan :

a = berat cawan porselin, penutup dan residu abu, g

b = berat cawan porselin kosong dan penutup, g

c = berat sampel analisis yang digunakan, g

Kadar karbon terikat (ASTM, 2006)

Pengujian karbon terikat didapat berdasarkan hasil pengurangan dari seluruh berat contoh uji (100%) terhadap zat mudah menguap dan kadar abu.

Karbon terikat (%)

= 100 – (% kadar air + % kadar abu + % zat mudah menguap).

Daya serap karbon aktif terhadap iodium

Penentuan adsorpsi iodium dilakukan dengan mengambil 1 g sampel karbon aktif dan memanaskannya dalam oven dengan temperatur 110°C selama 1 jam. Sampel kemudian didinginkan dalam eksikator dan timbang 0,5 g lalu dipindahkan ke dalam tempat berwarna gelap dan ditutup. Dengan menggunakan pipet gondok 50 mL larutan

iodium 0,1 N ditambahkan ke dalam karbon aktif lalu diaduk selama 15 menit pada temperatur kamar dengan pengaduk magnet kemudian disaring. Langkah selanjutnya 1 mL filtrat diambil dan dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M. Jika warna kuning telah pudar, tambahkan indikator larutan amilum 1 % b/v. Titrasi dilanjutkan sampai warna biru hilang. Lakukan juga titrasi larutan blanko yaitu titrasi terhadap larutan iodium yang tidak ditambah karbon aktif.

$$\text{DS} = \frac{(a-b) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 126,9 \times \frac{50}{10}}{\text{Berat karbon aktif}} \quad (4)$$

Hasil dan Pembahasan

Hasil Analisis

Hasil Produk Pirolisis Tempurung Kelapa

Penelitian ini dilakukan untuk membuat karbon aktif dari tempurung kelapa dengan aktivator HNO_3 . Arang tempurung yang dihasilkan pada proses pirolisis dilakukan perhitungan banyaknya karbon yang dihasilkan. Adapun produk karbon yang dihasilkan dari proses pirolisis disajikan pada Tabel 1.1

Temperatur pirolisis (°C)	Rendemen produk karbon (%)
250	42,81
300	34,30
350	32,94
400	31,77

Data rendemen karbon yang dihasilkan pada tabel 1.1 terlihat bahwa karbon yang dihasilkan pada proses ini bervariasi antara 31,77%-42,81%. Hal tersebut memperlihatkan suatu kecenderungan dimana semakin tinggi temperatur pirolisis, maka persentase karbon yang dihasilkan akan semakin kecil. Berat karbon yang semakin kecil disebabkan semakin berkurangnya komponen organik dalam tempurung kelapa karena bertambahnya temperature

Hasil Produk Aktivasi Karbon aktif

Sebagai bahan pengaktif (aktivator) secara kimia dalam penelitian ini digunakan HNO_3 sebagai perendam karbon hasil pirolisis

selama 3 jam. Selanjutnya disaring dan dikeringkan dalam oven 120°C. Konsentrasi HNO_3 digunakan bervariasi antara 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 M

Dalam penelitian ini telah dilakukan aktivasi kombinasi antara aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Konsentrasi zat pengaktif bervariasi untuk perendaman. Dengan variasi konsentrasi aktivator dan temperatur kalsinasi, diharapkan karakterisasi sifat kimia dan fisika yang dihasilkan bervariasi pula, sehingga dapat terlihat variasi konsentrasi dan kalsinasi terbaik.

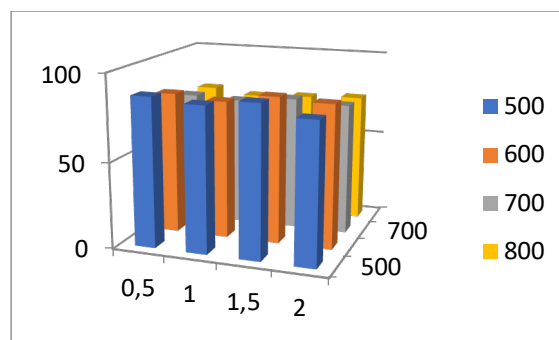
Rendemen Karbon aktif

Rendemen karbon aktif yang merupakan ukuran derajat aktivasi bahan karbon aktif, mencerminkan persentase berkurangnya bahan karbon aktif selama aktivasi yang didasarkan pada berat bahan semula. Dari hasil rendemen karbon aktif yang dihasilkan dengan perendaman pada variasi konsentrasi sebagaimana data pada tabel 1.2

Tabel 1.2 Rata-rata rendemen karbon aktif dengan perendaman HNO_3

Temperatur kalsinasi (°C)	Rendemen karbon aktif (%) pada variasi konsentrasi HNO_3 (M)			
	0,5	1,0	1,5	2,0
500	86,66	84,08	87,56	81,05
600	82,50	80,02	84,93	83,13
700	75,91	74,72	77,79	76,08
800	75,15	72,03	73,41	74,75

Dari tabel 1.2 terlihat bahwa rendemen karbon aktif terendah yang dihasilkan terdapat pada karbon aktif yang diaktivasi pada temperatur 800°C dengan konsentrasi HNO_3 1,0 M dan yang tertinggi dihasilkan pada temperatur 500°C dengan konsentrasi HNO_3 1,5 M. Adanya konsentrasi zat pengaktif, sedikit menurunkan rendemen karbon aktif yang dihasilkan



Gambar 1.1 Grafik rendemen rata-rata karbon aktif dengan perendaman HNO_3

Dari grafik tersebut, secara keseluruhan terlihat bahwa semakin tinggi temperatur aktivasi dan konsentrasi perendaman zat pengaktif, rendemen karbon aktif yang dihasilkan cenderung turun. Rendahnya rendemen ini disebabkan masih meningkatnya laju reaksi antara karbon dan gas di dalam reaktor pirolisis dan makin banyak jumlah senyawa zat menguap yang terlepas

Kadar air

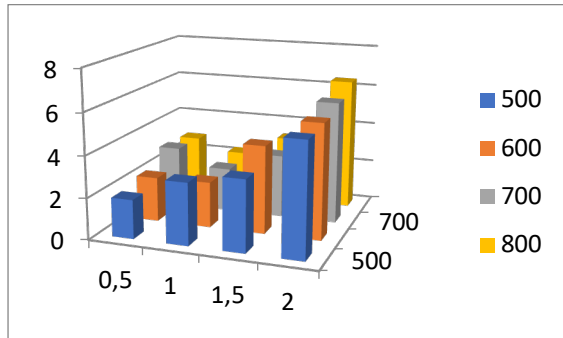
Prinsip penentuan kadar air dari karbon aktif adalah dengan memanaskan contoh pada temperatur 105°C selama 3 jam, sehingga diharapkan air yang terkandung di dalam contoh akan diuapkan, dan tercapai kesetimbangan kadar air dengan udara sekitarnya.[6] Data hasil kadar air karbon aktif yang dihasilkan dengan perendaman berbagai konsentrasi terlihat sebagaimana data pada Tabel 1.3

Tabel 1.3 Rata-rata hasil pengujian kadar air karbon aktif dengan perendaman HNO_3

Temperatur kalsinasi (°C)	Kadar air karbon aktif (%) pada variasi konsentrasi HNO_3 (M)			
	0,5	1,0	1,5	2,0
500	1,88	2,99	3,43	5,43
600	2,16	2,21	4,24	5,54
700	2,95	2,13	3,06	5,89
800	2,84	2,27	3,25	6,41

Dari tabel 1.3 terlihat bahwa hasil pengujian kadar air karbon aktif terendah yang dihasilkan terdapat pada karbon aktif yang diaktivasi pada

temperatur 500°C dengan konsentrasi HNO_3 0,5 M sebesar 1,88% dan yang tertinggi dihasilkan pada temperatur 800°C dengan konsentrasi HNO_3 2,0 M sebesar 6,41%.



Dari grafik terlihat bahwa semakin tinggi temperatur aktivasi, maka kadar air karbon aktif yang dihasilkan semakin besar. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi temperatur dan konsentrasi perendaman zat pengaktif, maka terjadi peningkatan sifat hidroskopis karbon aktif terhadap uap air dari udara. Kandungan air dalam karbon aktif merupakan faktor ekstrinsik yang sangat tergantung pada lingkungan.[7] Dilihat dari bentuknya yang berupa serbuk halus, memungkinkan terjadinya penyerapan air dari udara selama proses perlakuan. Sementara pada tahap pembentukan karbon aktif, yaitu pada tahap pirolisis dan kalsinasi tidak memungkinkan adanya kandungan air pada bahan, karena kedua proses tersebut berlangsung pada temperatur tinggi.

Tabel 1.4 Rata-rata pengujian kadar zat mudah menguap karbon aktif dengan perendaman HNO_3

Temperatur kalsinasi (°C))	Kadar zat mudah menguap karbon aktif (%) pada variasi konsentrasi HNO_3 (M)			
	0,5	1,0	1,5	2,0
500	22,94	22,69	21,31	20,57
600	20,54	19,56	20,13	19,22
700	20,79	20,43	19,33	19,46
800	20,57	20,53	19,50	19,50

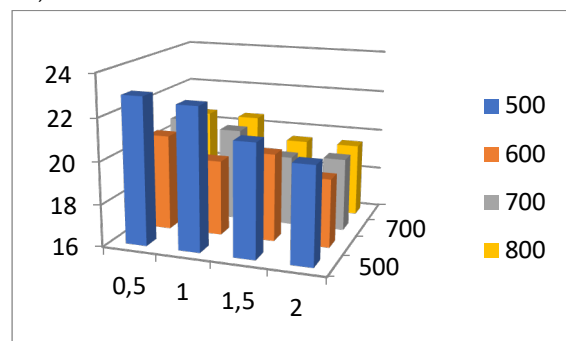
Kadar zat mudah menguap

Pemanasan karbon aktif tanpa oksidasi pada temperatur 950°C selama 15 menit, dapat menguapkan semua zat-zat mudah menguap (*volatile matter*) dalam karbon aktif, selain dari air[8]. Data hasil uji penentuan kadar zat mudah menguap karbon aktif yang dihasilkan dengan perendaman berbagai variasi konsentrasi terlihat sebagaimana data pada tabel 4.4

Tabel 1.4 Rata-rata pengujian kadar zat mudah menguap karbon aktif dengan perendaman HNO_3

Temperatur kalsinasi (°C))	Kadar zat mudah menguap karbon aktif (%) pada variasi konsentrasi HNO_3 (M)			
	0,5	1,0	1,5	2,0
500	22,94	22,69	21,31	20,57
600	20,54	19,56	20,13	19,22
700	20,79	20,43	19,33	19,46
800	20,57	20,53	19,50	19,50

Dari tabel 1.4 terlihat bahwa hasil pengujian zat mudah menguap karbon aktif terendah yang dihasilkan terdapat pada karbon aktif yang diaktivasi pada temperatur 600°C dengan konsentrasi HNO_3 2,0 M sebesar 19,22 % dan yang tertinggi dihasilkan pada temperatur 500°C dengan konsentrasi HNO_3 sebesar 22,94%.



Secara grafik terlihat bahwa semakin rendah temperatur aktivasi, dan bertambahnya konsentrasi zat pengaktif untuk perendaman, maka kadar zat mudah menguap karbon aktif yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini disebabkan pada temperatur rendah diperkirakan penguraian senyawa non karbon

seperti CO₂, CO, CH₄, dan H₂ tidak sempurna. Dari grafik dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi dapat menurunkan kadar zat mudah menguap tetapi penurunannya tidak besar sehingga tidak terlalu berpengaruh pada kadarnya.

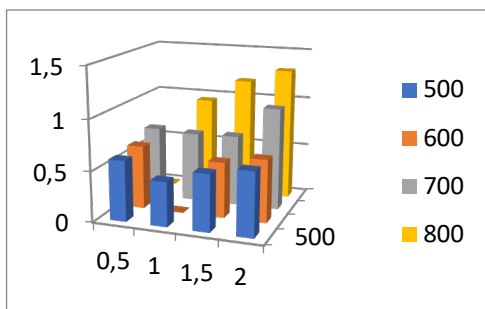
Kadar abu

Dasar penentuan kadar abu ini adalah dengan memanaskan contoh pada temperatur 600°C selama 3-4 jam, sehingga akan tersisa abu yang berupa oksida-oksida logam dalam arang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap/hilang pada proses pengabuan dan tetap tertinggal dalam alat pengabuan.[9] Data hasil uji penentuan kadar abu karbon aktif yang dihasilkan dengan perendaman berbagai konsentrasi terlihat pada tabel 4.5

Tabel 1.5 Grafik kadar abu rata-rata karbon aktif dengan perendaman HNO₃

Temperatur kalsinasi (°C))	Kadar abu karbon aktif (%) pada variasi konsentrasi HNO ₃ (M)			
	0,5 1,0 1,5 2,0			
	0,5	1,0	1,5	2,0
500	0,60	0,44	0,56	0,63
600	0,63	0,60	0,55	0,62
700	0,71	0,69	0,70	1,01
800	1,33	0,95	1,18	1,31

Dari tabel 1.5 terlihat bahwa hasil pengujian kadar abu karbon aktif terendah yang dihasilkan terdapat pada karbon aktif yang diaktivasi pada temperatur 500°C dengan konsentrasi HNO₃ 1,0 M sebesar 0,44% dan yang tertinggi dihasilkan pada temperatur 800°C dengan konsentrasi HNO₃ 0,5 M sebesar 1,33.



Apabila ditinjau secara grafik terlihat bahwa semakin tinggi temperatur aktivasi dan konsentrasi zat pengaktif, kadar abu yang dihasilkan semakin besar. Kadar abu karbon aktif berkaitan erat dengan bahan dasar dan proses pembuatannya.

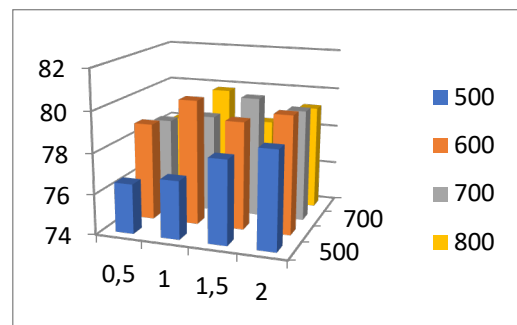
1.7 Kadar karbon terikat

Kadar karbon merupakan fraksi karbon yang diperoleh berdasarkan hasil pengurangan dari seluruh berat contoh uji (100%) terhadap zat yang mudah menguap dan kadar abu. Data hasil uji kadar karbon terikat dari karbon aktif yang dihasilkan dengan perendaman berbagai variasi konsentrasi terlihat sebagaimana data pada tabel 1.6

Tabel 1.6 Rata-rata hasil pengujian kadar karbon terikat dari karbon aktif dengan perendaman HNO₃

Temperatur kalsinasi (°C))	Kadar karbon terikat karbon aktif (%) pada variasi konsentrasi HNO ₃ (M)			
	0,5 1,0 1,5 2,0			
	0,5	1,0	1,5	2,0
500	76,46	76,87	78,13	78,81
600	78,83	80,18	79,32	79,83
700	78,50	78,88	79,98	79,53
800	78,10	79,80	78,29	79,19

Dari tabel 1.6 terlihat bahwa hasil pengujian kadar karbon terikat karbon aktif terendah yang dihasilkan terdapat pada karbon aktif yang diaktivasi pada temperatur 500°C dengan konsentrasi HNO₃ 0,5 M sebesar 76,46% dan yang tertinggi dihasilkan pada temperatur 600°C dengan konsentrasi HNO₃ 1,0 M sebesar 80,18%



Secara grafik terlihat kadar karbon mengalami kenaikan dan penurunan nilai yang tidak

terlalu besar karena pengaruh temperatur maupun konsentrasi. Kecenderungan peningkatan kadar karbon terikat menggambarkan tingkat kemurnian karbon aktif yang dihasilkan cukup besar, dan permukaan karbon aktif sedikit mengandung senyawa non karbon kualitasnya cukup baik. Besar kecilnya kadar karbon juga disebabkan karena bervariasinya kadar abu dan kadar zat mudah menguap

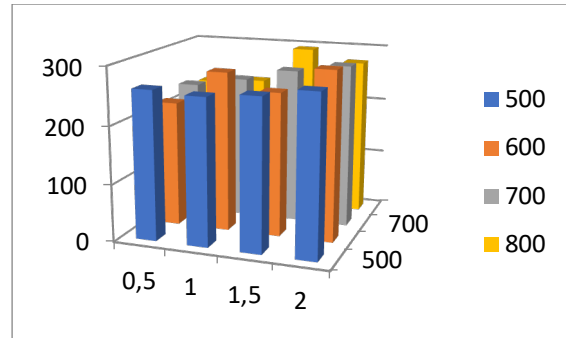
Daya serap iodium karbon aktif

Iodium yang ditambahkan secara terukur dan berlebih sebagian akan diserap oleh karbon aktif dan kelebihan iodium tersebut kemudian dititrasi oleh larutan natrium tiosulfat. Banyaknya iodium yang terserap dapat dihitung berdasarkan selisih jumlah iodium yang ditambahkan dengan iodium yang tersisa. Kualitas karbon berhubungan juga dengan daya adsorpsinya. Daya adsorpsi dari karbon aktif disebabkan karena karbon sangat berpori. Data hasil uji daya serap karbon aktif terhadap iodium dengan perendaman berbagai variasi konsentrasi terhip pada tabel 1.7

Tabel 1.7 Rata-rata pengujian daya serap iodium dari karbon aktif dengan perendaman HNO_3

Temperatur kalsinasi ($^{\circ}\text{C}$)	Daya serap iodium karbon aktif (mg/g) pada variasi konsentrasi HNO_3 (M)			
	0,5	1,0	1,5	2,0
500	259,60	254,60	262,30	276,20
600	218,74	278,11	249,90	293,74
700	234,24	249,90	270,40	284,37
800	224,90	231,24	294,60	274,90

Dari tabel 1.7 terlihat bahwa hasil pengujian kadar iodium dari karbon aktif terendah yang dihasilkan terdapat pada karbon aktif yang diaktivasi pada temperatur 600°C dengan konsentrasi HNO_3 0,5 M sebesar 218,74 mg/g dan yang tertinggi dihasilkan pada temperatur 800°C dengan konsentrasi HNO_3 1,5 M sebesar 294,60 mg/g.



Terlihat dalam gambar di atas bahwa ada kecenderungan makin tinggi konsentrasi bahan pengaktif, daya adsorpsi terhadap iodium makin meningkat. Hal ini disebabkan karena bertambahnya luas permukaan karbon. Berdasarkan teori, daya serap ditentukan oleh luas permukaan karbon aktif, karena mekanisme adsorpsi berhubungan dengan jumlah pori-porinya. Selama proses aktivasi berlangsung, pelat-pelat karbon kristalit menjadi tidak tertutup terhadap aktivasi, sehingga gas-gas pengaktif dapat mendorong residu hidrokarbon. Pergeseran pelat karbon ini selain untuk membentuk pori-pori yang baru juga untuk mengembangkan pori-pori yang sudah ada yaitu dari mikropori menjadi makropori.[10] Hal ini kemudian yang mengakibatkan dalam penelitian ini, dengan bertambahnya temperatur aktivasi dan konsentrasi perendaman dengan zat pengaktif, maka luas permukaan akan bertambah, sehingga mempengaruhi daya serapnya. Hal ini turut pula mempengaruhi kualitas dari karbon aktif

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Negeri Manado yang telah memberikan bantuan dana penelitian PNBPN melalui DIPA UNIMA tahun 2022.

Kesimpulan

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan pirolisis tempurung kelapa, kemudian diaktivasi secara kimia melalui proses perendaman dalam larutan HNO_3 pada variasi konsentrasi 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 M selama 12 jam. Karbon aktif dengan kualitas terbaik dihasilkan dari karbon aktif dengan konsentrasi

HNO₃ 1,5 M pada temperatur 800°C . Hasil karakterisasi pada konsentrasi ini menghasilkan rendemen karbon aktif sebesar 73,41%%, kadar air 3,25%, kadar zat mudah menguap 19,20%, kadar abu 1,18%, karbon terikat 78,29% dan daya serap terhadap iodium sebesar 294,60 mg.g. Angka daya serap iodium ini memenuhi Standar Industri Indonesia no.0258-79

Daftar Pustaka

1. Ketaren, S.; Djatmiko, B. Daya Guna Hasil Kelapa. *Departemen Teknologi Hasil Kelapa. Fatemeta, IPB. Bogor* **1978**.
2. Pari, G. Pembuatan Dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Kayu Dan Batubara. *Institut Teknologi Bandung: Tesis Magister Kimia* **1995**.
3. Hendra, D.; Pari, G. Pembuatan Arang Aktif Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* **1999**, 17, 113–122.
4. Jankowska, H.; Swiatkowski, A.; Świątkowski, A.; Choma, J. *Active Carbon*; Ellis Horwood Limited, 1991; ISBN 0-13-004912-3.
5. Pari, G.; Sailah, I. Pembuatan Arang Aktif Dari Sabut Kelapa Sawit Dengan Bahan Pengaktif Nh₄hco₃ Dan (Nh₄)₂cO₃ Dosis Rendah 1. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* **2001**, 19, 231–244.
6. Smisek, M.; Cerny, S. New Books-Active Carbon: Manufacture, Properties, and Applications. *Analytical Chemistry* **1970**, 42, 81A-81A.
7. Soto-Garrido, G.; Aguilar, C.; García, R.; Arriagada, R. A Peach Stone Activated Carbon Chemically Modified to Adsorb Aqueous Ammonia. *Journal of the Chilean Chemical Society* **2003**, 48, 65–69.
8. Tahir, I. Pengambilan Asap Cair Secara Destilasi Kering Pada Proses Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa. *Skripsi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta* **1992**.
9. Buchbesprechungen. *Holzforschung* **1970**, 24, 216–216, doi:10.1515/hfsg.1970.24.6.216.
10. Fiore, J.V.; Babineau, R.A. Effect of an Activated Carbon Filter on the Microbial Quality of Water. *Appl Environ Microbiol* **1977**, 34, 541–546, doi:10.1128/aem.34.5.541-546.1977.