

KARAKTERISTIK KARBON AKTIF DARI CANGKANG BUAH KARET MENGGUNAKAN AKTIVATOR H_3PO_4

Meilianti

Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang,

Tlp (0711) 353414. Fax (0711) 355918.

*Penulis Korespondensi : meilianh3@gmail.com

Abstract

This research is purposed to determine the characteristic and adsorbtion ability of activated carbon which is made from rubber fruit shell with ativator phosphoric acid (H_3PO_4). The carbonisation of activated carbon was carried out using furnace for 1 hour with temperature of 750 °C. The next mashed and sieved with a size of 100 mesh. Then activated for 24 hours with H_3PO_4 solution with variation of concentration , 8%, 8.5%, 9%, 9.5% and 10%. As the result of characterisation, the lowest water degree wash content 10% with the value 3,25 % and lowest volatille metter from sample 10 % with the value 3,15 %. the lowest ash degree was from sample 8 % with the value 3,36 %. Maximum adsorbtion of iodine with sample 10 % with the value 947,25 mg/g . The optimum condition of activated carbon with activator phosphoric acis, which is produced in concentration 10 % . Which at this concentration has moisture water degree of 3,25%, ash degree of 3,36%, volatille metter degree 3,15%, absorption iodine of 947.25 mg / g, and absorption metilene blue 98,95 mg/g.

Keywords : *actived carbon, chemistry activation, rubber fruit shell*

PENDAHULUAN

Sumatera Selatan (Sumsel) merupakan salah satu dari 33 provinsi yang ada di Indonesia yang dikenal sebagai penghasil karet (lateks) dalam jumlah yang cukup banyak. Di sekitar 11 wilayah Kabupaten Sumsel, pohon karet dapat dengan mudah ditemukan, misalnya di hutan-hutan, perkebunan dan pedesaan, hanya saja keberadaannya belum terorganisir. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Industri dan Kimia Departemen Perindustrian mengenai pemanfaatan pohon karet (Suroso, dkk 2012:9), diketahui bahwa cangkang buah karet belum dimanfaatkan secara optimal bahkan terkadang menjadi suatu limbah yang tidak memiliki nilai jual padahal bahan tersebut memiliki potensi untuk diolah menjadi produk yang lebih bermanfaat dan bernilai jual, misalnya karbon aktif.

Detnom dan Mazzoni dalam Roimah (2006:1) menyatakan bahwa karbon aktif dapat dibuat dari hampir semua bahan yang mengandung karbon. Salah satunya adalah dari tumbuhan, khususnya tumbuhan-tumbuhan yang mengandung lignin atau zat kayu seperti batang pohon atau bagian tumbuhan yang lain yang mengandung lignin, kandungan lignin yang terdapat pada cangkang kulit buah karet yaitu 33, 54 %. Berdasarkan hal tersebut, cangkang buah karet dapat dimanfaatkan untuk diolah menjadi suatu produk karbon aktif yang diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben selain itu untuk menaikkan nilai ekonomi dari cangkang buah karet yang bernilai guna.

Karbon aktif dari cangkang buah karet dengan menggunakan aktivator asam fosfat (H_3PO_4) akan diuji karakteristiknya agar memenuhi standar karbon aktif (SNI) 06-3730-1995. Karakteristik tersebut antara lain variabel kadar air, kadar abu, zat menguap (*volatile matter*) dan pengujian

daya serap terhadap larutan iodium dan metilen biru. Komposisi dari cangkang buah karet dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1 .Komposisi Kimia yang Terkandung dalam Cangkang Karet

Komponen Penyusun	Presentase (%)
Selulosa	48,64
Lignin	33,54
Pentosan	16,81
Kadar Abu	1,25
Kadar Silika	0,52

Sumber : (Pari dalam Esih Susi Safitri, 2003)

Kualitas karbon aktif juga dipengaruhi oleh kesempurnaan dalam proses karbonisasinya. Menurut Tutik M dan Faizah H dalam Elly (2008 : 98), karbonisasi merupakan proses penguraian selulosa menjadi karbon pada suhu berkisar 275°C. Proses ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan akan menentukan kualitas dari karbon yang dihasilkan. Banyaknya karbon yang dihasilkan ditentukan oleh komposisi awal biomassa yang digunakan. Bila dalam proses karbonisasi kandungan zat menguap semakin banyak maka akan semakin sedikit karbon yang dihasilkan karena banyak bagian yang terlepas ke udara.

Tabel 2. Standar Karbon Aktif (SNI) 06-3730-1995

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar Air	Mak 15 %
Kadar Abu	Mak 10 %
Kadar Zat Menguap	Mak 25 %
Daya Serap Terhadap Iodium	Min 750 mg/g
Daya Serap Terhadap Metilene Blue	Min 25 mg/g

Asam fosfat (H_3PO_4) berperan sebagai aktivator yang berguna untuk menambah atau mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi serta untuk membuat beberapa pori baru. Adanya interaksi antara zat pengaktivasi dengan struktur atom-atom karbon hasil karbonisasi adalah mekanisme dari proses aktivasi. Asam fosfat merupakan asam mineral yang memiliki rumus kimia H_3PO_4 . Asam fosfat memiliki banyak kegunaan, yaitu sebagai reagen kimia, inhibitor karat, aditif makanan, etchant industri, bahan baku pupuk dan juga dapat digunakan dalam proses aktivasi karbon aktif. Larutan tersebut tidak berwarna dan tidak berbau. Meskipun asam fosfat tidak memenuhi definisi sebagai asam kuat, asam fosfat cukup asam untuk menjadi korosif .

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah peralatan-peralatan gelas untuk titrasi dan pengujian sampel, oven dan furnace untuk proses pengeringan dan karbonisasi, alat penghalus, ayakan (100 mesh), timbangan dan spektrofotometer serapan atom. Bahan-bahan yang digunakan antara lain

cangkang buah karet yang telah dikeringkan, HNO_3 , Na_2CO_3 , asam fosfat, larutan iodin, larutan tiosulfat, larutan amilum, larutan metilen biru dan akuades.

Tahap Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam mencapai tujuan penelitian ini meliputi persiapan bahan baku, proses preparasi sampel, pembuatan karbon aktif, analisa hasil dan pengujian karbon aktif untuk menentukan karakteristik karbon aktif dengan metode perhitungan dalam pengolahan datanya.

Preparasi Sampel

Membersihkan cangkang buah karet dan mengeringkannya di bawah sinar matahari selama 2 hari sampai kering.

Proses Pembuatan Karbon Aktif

Cangkang kulit karet yang telah kering, dikarbonisasi menggunakan furnace dengan suhu 750°C dan selanjutnya digrinding sampai halus hingga ukuran 100 mesh. Karbon aktif yang telah jadi, diaktifkan dengan larutan asam fosfat konsentrasi 8%, 8.5%, 9%, 9.5% dan 10% selama 24 jam. Selanjutnya proses pencucian karbon aktif yang telah direndam sampai pH netral. Untuk mengurangi kandungan air, karbon aktif yang telah netral dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C .

Proses Analisa Karbon Aktif

Penentuan kadar air (SNI 06 -3730 – 1995)

Dengan cara menimbang berat krusibel kosong dan berat krusibel berisi karbon aktif 1 gram dan memanaskannya dalam oven dengan suhu 100°C , kemudian menghitung kadar airnya dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar air} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 \% \quad (1)$$

Dengan :

m_1 = Massa krusibel (gr)

m_2 = Massa krusibel + sampel sebelum pemanasan (gr)

m_3 = Massa krusibel + sampel setelah pemanasan (gr)

Penentuan kadar abu (SNI 06 – 3730 – 1995)

Dengan cara menimbang berat krusibel kosong dan berat krusibel berisi karbon aktif 1 gram dan memanaskannya dalam furnace dengan suhu 650°C selama 2,5 jam, kemudian menghitung kadar abunya dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar abu} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100 \% \quad (2)$$

Dengan :

m_1 = Massa krusibel (gr)

m_2 = Massa krusibel + sampel awal (gr)

m_3 = Massa krusibel + abu (gr)

Penentuan Kadar zat terbang (SNI 06 – 3730 – 1995)

Dengan cara menimbang berat krusibel kosong dan berat krusibel berisi karbon aktif 1 gram dan memanaskannya dalam furnace dengan suhu 750°C selama 7 menit, kemudian menghitung kadar zat terbangnya dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Kadar zat terbang} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100 \% - M_{ad} \quad (3)$$

Dengan :

m_1 = Massa krusibel (gr)

m_2 = Massa krusibel + sampel sebelum pemanasan (gr)

m_3 = Massa krusibel + sampel setelah pemanasan (gr)

M_{ad} = Kadar air %

Penentuan uji daya dengan Iodium (SNI 06 – 3730 – 1995)

Dengan proses titrasi menggunakan blanko larutan Iod 0,1 N dan titran larutan natrium tiosulfat 0,1 N terhadap 0,125 gram sampel karbon aktif, indikator amilum sesuai prosedur SNI 06-3730-1995. Menentukan bilangan iod dengan persamaan :

$$\text{Bilangan iod} = \frac{25}{10} \times \frac{(V_{blanko} - V_{sampel}) \times N_{Na_2S_2O_3} \times BE_{Iod}}{m_{Sampel}} \quad (4)$$

Dengan :

V blanko = Volume blanko (ml)

V sampel = Volume sampel (ml)

N $Na_2S_2O_3$ = Normalitas $Na_2S_2O_3$ (mek/ml)

BE Iod = Berat ekuivalen I_2 (mg/mek)

m sampel = Massa karbon aktif (gr)

Penentuan Uji daya serap dengan larutan metilen biru (SNI 06 – 3730 – 1995)

Menggunakan larutan metilen biru 100 ppm dalam 1000 ml. Sampel karbon aktif sebanyak 0,1 gr dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan larutan metilen biru 100 ppm. Larutan diaduk menggunakan strirrer selama 30 menit sampai homogen. Larutan metilen biru disaring menggunakan kertas saring dan selanjutnya menganalisa menggunakan alat UV – Vis

HASIL DAN PEMBAHASAN**Hasil Analisa Karbon Aktif Cangkang Buah Karet**

Setelah melakukan proses pembuatan karbon aktif dari cangkang kulit buah karet dengan aktivator H_3PO_4 dengan menggunakan suhu pembakaran 750°C, dan konsentrasi aktivator 8%, 8,5%, 9%, 9,5 dan 10 % , maka dilakukan proses analisa terhadap kadar air, kadar abu, zat teruap, uji daya serap dengan larutan iodium dan uji daya serap dengan larutan metilen blue. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik dari karbon aktif yang dihasilkan agar memenuhi standar dari karbon aktif yaitu SNI 06 – 3730 – 1995.

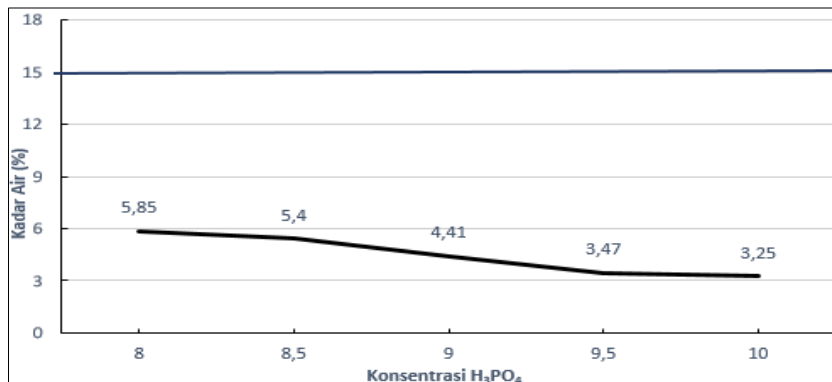
Tabel 3. Hasil Analisa Karbon Aktif dengan aktivator H_3PO_4

No.	Karakteristik pengujian	Konsentrasi H_3PO_4 (%)				
		8	8,5	9	9,5	10
1.	Kadar air (%)	5,85	5,40	4,41	3,47	3,25
2.	Kadar abu (%)	3,36	3,95	4,52	4,88	5,86
3.	Volatile matter (%)	5,12	4,31	4,29	4,13	3,15
4.	Daya serap iodium (mg/g)	739,4	801,34	843,30	905,23	947,24
5.	Daya serap metilen blue (mg/g)	53,22	65,15	87,68	96,56	98,95

Pengaruh Konsentrasi H_3PO_4 terhadap Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang ada pada karbon aktif, agar sesuai dengan standar karbon aktif, kandungan air maksimal 15 %. karbon aktif yang telah kering, di oven selama 1 jam dengan suhu 100 °C. Pengujian kadar air ini menggunakan metode gravimetri yakni dengan menghitung kuantitas atau jumlah sampel berdasarkan perhitungan selisih berat zat. Kadar air tertinggi dimiliki sampel dengan konsentrasi 8 % yakni sebesar 5,85 % dan kadar air terendah pada konsentrasi 10 % yakni sebesar 3,25 %. semua sampel karbon telah memenuhi standar kadar air yaitu maksimal 15 % sesuai dengan SNI 06 – 3730 – 1995. Kadar air pada karbon aktif merupakan persentase kandungan air karbon aktif yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah atau berdasarkan berat kering. Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100%. Kadar air berat basah atau berat kering dapat ditentukan dari bahan yang telah dikeringkan tersebut. Besarnya rasio pengeringan dapat dihitung dengan berat bahan sebelum pengeringan per berat setelah pengeringan (Winarno, 1991).

Pengaruh konsentrasi H_3PO_4 terhadap kadar air karbon aktif dari cangkang buah karet dapat dilihat pada Gambar 1.

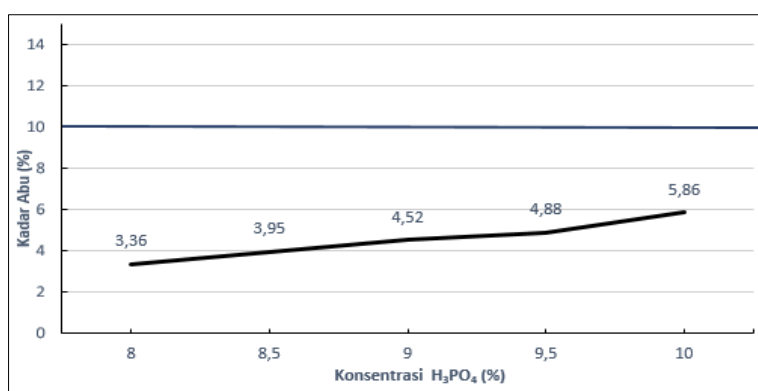
Gambar 1. Grafik Pengaruh Konsentrasi H_3PO_4 terhadap Kadar Air

Pada grafik gambar 1 terlihat bahwa persentase kadar air mengalami penurunan seiring dengan naiknya konsentrasi asam fosfat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi aktivator maka kadar air dalam karbon aktif semakin berkurang. Konsentrasi aktivator yang semakin besar mempengaruhi luas permukaan pori-pori, semakin luas permukaan maka akan meningkatkan penyerapan (adsorpsi) terhadap kandungan air. Suhu pada proses karbonisasi karbon aktif sebesar 750°C. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penurunan kadar air sangat erat hubungannya dengan temperatur dan konsentrasi aktivator, dengan meningkatnya konsentrasi aktivator maka pori-pori akan semakin luas sehingga luas permukaan semakin bertambah, dan meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif (Masturi, dkk 2016). Penurunan kadar air disebabkan oleh terikatnya molekul air yang ada pada karbon aktif oleh aktivator yang menyebabkan pori-pori pada karbon aktif semakin besar. Semakin besar pori maka

luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Jadi, semakin tinggi konsentrasi aktivator maka daya serap yang dihasilkan meningkat.

Pengaruh Konsentrasi H_3PO_4 terhadap Kadar Abu

Kadar abu pada karbon aktif merupakan persentase kandungan abu yang terdapat pada karbon aktif. Kadar abu adalah campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan (Siregar MM, 2011). Pengujian kadar abu ini bertujuan untuk mengetahui kandungan abu pada karbon aktif dikarenakan apabila kandungan abu semakin tinggi maka mengakibatkan daya serap yang dihasilkan semakin rendah, karena itu diupayakan kandungan abu sekecil mungkin supaya proses adsorpsi yang terjadi dapat maksimal. Pengujian kadar abu pada sampel dengan konsentrasi H_3PO_4 8% memiliki kadar abu sebesar 3,36% dan kadar abu tertinggi pada konsentrasi 10% yaitu sebesar 5,86%. Karakteristik kadar abu terhadap penambahan konsentrasi H_3PO_4 dapat dilihat pada Gambar 2.

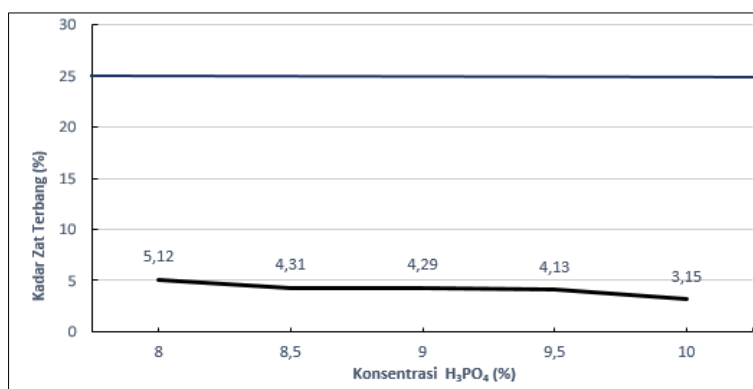


Gambar 2. Grafik Pengaruh Konsentrasi H_3PO_4 terhadap Kadar Abu

Dari grafik pada Gambar 2 terlihat bahwa peningkatan kadar abu dikarenakan suhu yang tinggi pada proses karbonisasi karbon aktif yaitu $750\text{ }^\circ\text{C}$. Karbon aktif dengan daya adsorpsi yang besar, dapat dihasilkan oleh proses aktivasi bahan baku yang telah dikarbonisasi dengan suhu tinggi (Hassler, S. J. W, 1951). Peningkatan kadar abu dapat terjadi akibat terbentuknya garam-garam mineral pada proses pengarangan yang kemudian terbentuk partikel-partikel yang halus dari garam-garam mineral tersebut, hal ini disebabkan karena adanya kandungan bahan mineral yang terdapat di dalam bahan pada awal pembuatan karbon (Fauziah N, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi aktivator, maka nilai kadar abu semakin bertambah. Pengujian kadar abu ini telah memenuhi standar SNI yaitu kadar abu maksimal 10%.

Pengaruh Konsentrasi H_3PO_4 terhadap Zat Teruap

Pengujian kadar zat teruap ini bertujuan mengetahui banyaknya zat yang menguap dari karbon aktif. Pada pengujian zat teruap berkisar antara 3,15% - 5,12%, jadi semua sampel memenuhi standar SNI karbon aktif yakni maksimal 25%. Kadar zat teruap pada karbon merupakan banyaknya zat yang menguap dari suatu bahan, yang menguap terdiri atas gas-gas yang mudah terbakar, seperti hidrogen dan karbon monoksida serta sebagian kecil uap yang dapat mengembun. Karakteristik zat teruap karbon aktif cangkang buah karet dengan variasi penambahan konsentrasi H_3PO_4 dapat dilihat pada Gambar 3.



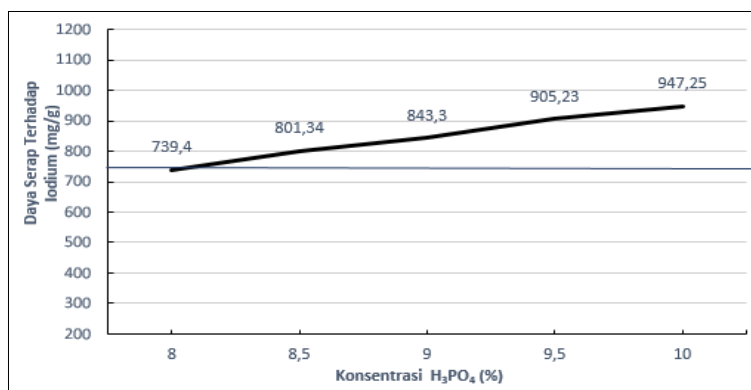
Gambar 3. Grafik Pengaruh Konsentrasi H₃PO₄ terhadap Kadar Zat Teruap

Berdasarkan grafik pada Gambar 3, karbon aktif dengan konsentrasi 8% memiliki zat teruap tertinggi yaitu sebesar 5,12 % dan karbon aktif dengan konsentrasi 10 % yakni sebesar 3,15 %. Penurunan kadar zat menguap ini terjadi karena suhu yang digunakan pada saat karbonisasi yaitu 750 °C. Besarnya kadar zat menguap ditentukan oleh waktu dan suhu pengarangan, ketika lama proses karbonisasi dan suhu ditingkatkan maka zat menguap yang terbuang akan semakin banyak (Hendra dkk, 2011). Penurunan kadar zat menguap ini dikarenakan peningkatan konsentrasi yang digunakan, karena zat tersebut telah banyak terserap oleh karbon aktif, sehingga yang teruap sedikit. Data yang didapat telah memenuhi standar kadar zat menguap yang sesuai dengan standar ketentuan SNI kadar maksimal zat teruap yaitu 25%.

Pengaruh Konsentrasi H₃PO₄ terhadap Uji Daya Serap dengan Larutan Iodium

Tujuan uji daya serap iodium adalah guna mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna (Rumidatul, 2006). Parameter yang dapat menunjukkan kualitas arang aktif adalah daya adsorpsi terhadap larutan iodium. Semakin besar bilangan iodnya maka semakin besar kemampuan dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut. Oleh karena itu, daya serap terhadap iodium merupakan indikator penting dalam menilai arang aktif. Daya serap terhadap larutan iodium menunjukkan kemampuan arang aktif menyerap zat dengan ukuran molekul yang lebih kecil dari 10 Å atau memberikan indikasi jumlah pori yang berdiameter 10 –15Å. Semakin tinggi daya serap iodium maka semakin baik kualitas arang aktif (Rumidatul, 2006).

Pengujian uji daya serap dengan larutan Iodium menggunakan metode titrasi iodometri. Daya adsorpsi tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya angka iod. Uji daya serap dengan larutan iodium ditambahkan larutan iodium 0,1 N berfungsi sebagai adsorbatnya yang akan diserap oleh arang aktif sebagai adsorben. Terserapnya larutan iod ditunjukkan dengan berkurangnya konsentrasi larutan iodium. Pengukuran konsentrasi iod sisa dapat dilakukan dengan menyesuaikan warna filtrat dari larutan iod dengan sederetan larutan iod yang telah dibuat dengan diketahui konsentrasinya. Karakteristik daya serap terhadap iodium arang aktif dari cangkang buah karet dengan aktivator dapat dilihat pada Gambar 4.

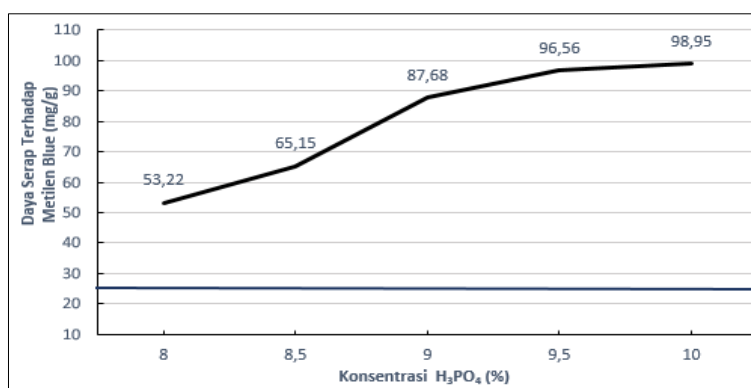


Gambar 4. Grafik Pengaruh Konsentrasi H_3PO_4 terhadap Daya Serap Iodium

Berdasarkan Gambar 4 dapat diamati bahwa semakin tinggi konsentrasi H_3PO_4 yang digunakan pada saat aktivasi maka daya serap yang dihasilkan karbon aktif akan meningkat. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi asam fosfat maka pori-pori dari karbon aktif semakin besar sehingga daya serap yang dihasilkan juga semakin besar. Dalam pengujian didapat data yaitu daya serap yang terendah pada sampel dengan konsentrasi aktivator 8% sebesar 739,40 mg/g dan daya serap tertinggi pada konsentrasi aktivasi 10% yakni sebesar 947,2 mg/g.. Pengujian daya serap dengan iodium telah memenuhi standar dari uji daya serap dengan iodium yaitu daya serap yang dihasilkan minimal 750 mg/g.

Pengaruh Konsentrasi H_3PO_4 terhadap Uji Daya Serap dengan Larutan Metilen Biru

Parameter yang menunjukkan kualitas karbon aktif adalah dengan uji daya serap dengan larutan metilen biru, uji daya serap dengan larutan metilen biru bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak karbon aktif dapat menyerap larutan berwarna. Oleh karena itu penting dilakukan uji daya serap dengan larutan metilen biru sehingga dapat mengetahui apakah karbon aktif yang dibuat dapat menyerap zat warna. Pengujian uji daya serap dengan metilen blue menggunakan alat spektrofotometri UV VIS melalui panjang gelombang sehingga dapat diketahui nilai absorbansinya. Karakteristik uji serap dengan larutan metilen blue pada karbon aktif yang dibuat, dapat diamati pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Konsentrasi H_3PO_4 terhadap Daya Serap Metilen Blue

Pada grafik dapat terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi H_3PO_4 maka daya absorbansi terhadap metilen blue semakin besar dikarenakan pori pada karbon aktif membesar sehingga dapat menyerap banyak zat berwarna. Pada aktivasi kimia, digunakan aktivator yang berperan

penting untuk meningkatkan luas permukaan adsorben dengan cara mengusir senyawa non karbon dari pori-pori. (Hassler, S. J. W, 1951). Semakin besar konsentrasi H_3PO_4 maka daya serap yang dihasilkan akan meningkat, daya serap yang tertinggi pada sampel 10 % konsentrasi asam fosfat yaitu 98,95 mg/g dan yang terendah pada sampel 8 % yaitu sebesar 53,22 mg/g.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan bahwa karakteristik karbon aktif yang diperoleh dari cangkang kulit buah karet dengan nilai kadar air 3,25 %, kadar abu 3,36 %, zat teruap 3,15 %, daya serap terhadap larutan iodium 947,25 mg/g dan daya serap dengan metilen biru 98,95 %. Dengan demikian karakteristik karbon aktif cangkang buah karet yang dihasilkan memenuhi standar dari karbon aktif yang sesuai SNI 06-3730-1995.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauziah, N. 2009. *Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acasia mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya sebagai Adsorben*. Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: IPB
- Fauziah, 2009. *Kualitas dari Karbon Aktif*. (online). <http://www.karbonaktif.org/2016/11/faktor-kualitas-harga-karbon-aktif.html>. diakses pada tanggal 9 Juli 2017.
- Standar Nasional Indonesia. 1995. *Arang Aktif Teknis (SNI 06-370-1995)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Pari dalam Esih Susi Safitri. 2003. *Komposisi kimia cangkang buah karet*. Jurnal Penelitian Karbon Aktif. Skripsi tidak diterbitkan. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Tutik M dan Faizah, 2008. *Tahapan Tahapan Karbonisasi*. (online). <http://ayupertiwi2026.blogspot.co.id/2017/05/karbon-aktif-dari-serabut-kelapa.html>. diakses pada tanggal 9 Juli 2017.
- Suhendra dan Gunawan, 2010. *Aktivasi Kimia Karbon Aktif*. (online). <http://www.karbonaktif.org/2016/11/Aktivasi-kimia-karbon-aktif-aktif.html>. diakses pada tanggal 9 Juli 2017.
- Hassler, S. J. W, 1951. *Proses dan Tahapan Karbonisasi*. (online). <http://digilib.itb.ac.id/files/JBPTITBCHE/disk1/49/jbptitbche-gdl-s1-2004-ekowiharto-2404-0053maka-1.pdf>. diakses pada tanggal 9 Juli 2017.