

**PENGARUH VARIASI WAKTU AKTIVASI TERHADAP TINGKAT
PENYERAPAN KARBON AKTIF DARI KAYU *EUCALYPTUS
PELLITA***

Iis Sumiati*, Rakhmawati Farma

**Mahasiswa Program S1 Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*sumiatiiis21@yahoo.com**

ABSTRACT

The research studied the effect of variations in chemical activation time toward adsorption rate of activated carbon from *Eucalyptus Pellita* wood. *Eucalyptus Pellita* wood used was the inside part of wood which was about 2 cm from the outer portion wood. The first process of *Eucalyptus Pellita* wood becoming activated carbon was done by the conventional carbonization process for 1.5 hours and continued by the process of chemical activation using KOH activator with variations of activation time 15, 20, 25 hours, and aided by microwave irradiation. Characterization of surface morphology showed that the activation time of 25 hours produced the most pores and supported by the pore surface area of activated carbon of $331.058 \text{ m}^2 / \text{g}$ and the maximum adsorption rate of $89.26 \text{ mg} / \text{g}$. The results showed that the chemical activation time variation affects the physical properties of activated carbon made of *Eucalyptus Pellita* wood.

Keywords : *Eucalyptus Pellita* wood, Activated carbon, Chemical activation time, Surface area, Adsorption rate.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi waktu aktivasi kimia terhadap tingkat penyerapan karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita*. Kayu *Eucalyptus Pellita* yang digunakan adalah bagian dalam kayu atau ± 2 cm dari bagian terluar kayu. Proses kayu *Eucalyptus Pellita* menjadi karbon aktif diawali dengan proses karbonisasi secara konvensional selama 1,5 jam dan dilanjutkan dengan proses aktivasi kimia menggunakan aktivator KOH dengan variasi waktu aktivasi 15, 20, 25 jam dan berbantuan iradiasi gelombang mikro. Karakterisasi morfologi permukaan menunjukkan bahwa waktu aktivasi 25 jam menghasilkan pori terbanyak dan didukung oleh luas permukaan karbon aktif sebesar $331,058 \text{ m}^2/\text{g}$ serta daya serap yang dihasilkan paling tinggi sebesar $89,26 \text{ mg/g}$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu aktivasi kimia mempengaruhi sifat fisis karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita*.

Kata Kunci : Kayu *Eucalyptus Pellita*, Karbon aktif, Waktu aktivasi kimia, Luas permukaan, Tingkat penyerapan.

PENDAHULUAN

Karbon aktif merupakan adsorben yang efektif untuk menyerap polutan dari udara, tanah, maupun cairan. Adsorben ini berbentuk padatan berpori dan memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga berfungsi sebagai penyerap zat-zat racun yang membahayakan. Karbon aktif memiliki kegunaan diantaranya adalah untuk mengontrol tabung uap bensin dalam mobil, sebagai bahan filter dalam membersihkan udara, menghilangkan gas dalam industri, dan menyaring uap di industri lingkungan hidup.

Karbon aktif dapat juga digunakan dalam filter rokok sebagai penyerap beberapa komponen rokok berbahaya, dan sebagai katalis atau pembawa zat katalis aktif. Depot air minum juga menggunakan karbon aktif untuk menyaring ion logam berat seperti merkuri, timbal dan kadmium, serta karbon aktif dapat juga digunakan sebagai norit. Norit merupakan karbon aktif yang dimasukkan ke dalam tubuh untuk menyerap zat-zat yang membahayakan tubuh (Khah dan Ansari, 2009).

Salah satu biomassa yang dapat digunakan sebagai karbon aktif adalah kayu *Eucalyptus*. Jenis kayu *Eucalyptus* yang paling banyak ditemukan dan digunakan dalam bidang industri *pulp* dan *paper* adalah *Eucalyptus Pellita*. Bagian batang kayu *Eucalyptus Pellita* yang merupakan limbah dari penebangan pohon dimanfaatkan oleh Sudarnyoto dkk (2014) sebagai penghasil cuka, industri arang di Brazil dan sebagian besar hanya dibakar bersama dedaunan dan ranting-ranting kayu, jika limbah dari tanaman tersebut tidak digunakan dengan baik maka akan menimbulkan masalah lingkungan seperti asap akibat pembakaran hutan.

Batang *Eucalyptus Pellita* yang dimanfaatkan sebagai karbon aktif diharapkan mampu meminimalisir masalah lingkungan akibat limbah tersebut dan mampu menghasilkan produk yang bernilai ekonomis tinggi (Sudarnyoto dkk,

2014). Batang Kayu *Eucalyptus Pellita* mempunyai kadar selulosa berkisar antara 72,89% sampai dengan 79,91%, kadar hemiselulosa berkisar antara 41,84% sampai dengan 54,85%, dan kadar lignin 22,12% sampai dengan 36,61% (Fatimah dkk, 2013). Kandungan lignoselulosa tersebut yang menyebabkan batang *Eucalyptus Pellita* dapat dijadikan sebagai karbon aktif sehingga diharapkan penggunaan *Eucalyptus Pellita* sebagai karbon aktif akan mendorong pemanfaatan *Eucalyptus Pellita* yang masih sangat terbatas.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau. Proses kayu "*Eucalyptus Pellita*" menjadi karbon aktif diawali dengan proses karbonisasi secara konvensional selama 1,5 jam dan dilanjutkan dengan proses aktivasi kimia menggunakan aktivator KOH dengan variasi waktu aktivasi 15, 20, 25 jamberbantuan iradiasi gelombang mikro, setelah itu dilakukan proses karakterisasi untuk mengetahui sifat fisis yang terkandung pada karbon aktif tersebut.

Proses karbonisasi dilakukan dengan memotong kayu *Eucalyptus Pellita* sepanjang 15 cm yang berdiameter 8,5 cm menggunakan gergaji dan kayu tersebut dijemur selama 2 hari agar kadar air di dalam kayu berkurang. Kayu yang telah dijemur dimasukkan ke dalam kaleng cat dan kaleng tersebut diletakkan di atas tungku yang dibuat batu-bata sebagai penyangganya. Kaleng cat diberi penutup di atasnya untuk meminimalkan udara yang masuk ke dalam kaleng. Proses karbonisasi berlangsung selama 1,5 jam menggunakan bantuan kayu bakar, serbuk gergaji dan minyak tanah.



Gambar 1. Bagian kayu yang digunakan

Kayu yang telah menjadi arang dipisahkan dari bagian yang gosong dan bagian yang gosong tersebut dibuang sebanyak 1 cm dari bagian luar kayu seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Arang kayu yang digunakan adalah bagian dalam kayu yang berwarna hitam kecoklatan. Arang tersebut dipotong-potong menjadi bagian yang kecil sehingga berbentuk granul berukuran ≤ 2 mm. Sampel yang berukuran granul dimasukkan ke dalam toples kemudian diisolasi sehingga tertutup rapat.

Sampel diaktivasi menggunakan aktivator KOH dengan perbandingan karbon dan KOH 2:1 dan ditambah dengan air suling sebanyak 200 ml. Sampel diaduk menggunakan *Hot Plate* dan *Magnetic Stirrer* dengan kecepatan 400 rpm, suhu 30°C dan variasi waktu aktivasi selama 15 jam, 20 jam, dan 25 jam.

Proses iradiasi dilakukan dalam oven gelombang mikro menggunakan daya 630 Watt selama 20 menit kemudian sampel dicuci dengan air suling sampai pH mendekati 7. Proses pencucian bertujuan untuk menghilangkan zat KOH yang masih tertinggal pada karbon aktif. Proses selanjutnya adalah proses pengeringan dengan cara memasukkan sampel ke dalam oven listrik selama 48 jam. Hasil karbon aktif dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$H(\%) = \frac{m_f}{m_0} \times 100\% \quad (1)$$

Proses karakterisasi dilakukan dengan metode mikroskop pindaian

elektron (SEM), energi dispersif sinar-X (EDX), luas permukaan karbon aktif (S_{BET}) dan metode adsorpsi karbon aktif terhadap metilen biru.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan karbon aktif dengan menggunakan alat SEM merk Hitachi S-3400N adalah dengan cara menyediakan 3 buah preparat yang di atasnya terdapat isolasi yang telah dibentuk, hal ini bertujuan untuk membedakan sampel A, B, dan C. Sampel A adalah sampel aktivasi 15 jam, sampel B adalah sampel aktivasi 20 jam, dan sampel C adalah sampel aktivasi 25 jam. Sampel-sampel tersebut diletakkan di atas *specimen holder* kemudian dibersihkan menggunakan pompa angin, lalu ketiga *specimen holder* yang berisi sampel tersebut dimasukkan ke dalam *specimen chamber*.

Sampel-sampel yang terletak di *specimen chamber* kemudian di masukkan ke dalam alat SEM. Lensa magnetik yang terdapat pada alat akan memfokuskan elektron ke sampel dan elektron akan memindai keseluruhan sampel lalu dialihkan ke koil pemindai. Detektor akan menangkap informasi dan ditampilkan pada layar dalam bentuk gambar. Langkah selanjutnya adalah menentukan energi dispersif sinar-X. Langkah-langkah yang dilakukan sama seperti langkah untuk menentukan morfologi permukaan, perbedaannya terletak pada informasi yang dihasilkan EDX adalah dalam bentuk grafik.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menentukan luas permukaan karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* adalah dengan metode isothermal penyerapan gas N_2 pada temperatur 77 K menggunakan alat NOVA 3200e. Metode ini dilakukan dengan metode *degassing* pada suhu 200°C dan metode analisis dengan menimbang berat sampel sebelum melakukan analisis, kemudian mengalirkan gas N_2 ke sampel sehingga alat dapat menganalisa luas permukaan karbon aktif.

Daya serap larutan metilen biru ditentukan dengan memasukkan 0,5 gram karbon aktif dengan 20 ml larutan metilen biru 50 ppm ke dalam erlenmeyer dan ditutup menggunakan *aluminium foil*, kemudian diaduk menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Campuran tersebut disaring menggunakan kertas saring. Filtrat diukur absorbansinya menggunakan *spektrofotometer UV-Vis* pada panjang gelombang maksimum. Data yang diperoleh dimasukkan pada persamaan kurva standar sehingga dapat diketahui jumlah metilen biru yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyusutan Massa Karbon Aktif pada Proses Karbonisasi

Kayu *Eucalyptus Pellita* yang telah mengalami proses karbonisasi berwarna hitam kecoklatan. Perubahan kayu *Eucalyptus Pellita* menjadi arang diakibatkan adanya proses kimia. Struktur kayu *Eucalyptus Pellita* menjadi berongga sehingga massa dari kayu tersebut akan berkurang. Massa yang berkurang tersebut dikarenakan adanya proses penguraian air, lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Kandungan air dan gas pada kayu tersebut akan menguap, serta lignin berubah menjadi tar (Fatimah dkk, 2013). Struktur kayu *Eucalyptus Pellita* yang telah berubah menjadi arang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kayu *Eucalyptus Pellita* yang telah menjadi arang

Sampel arang kayu yang digunakan ada 3 sampel dan masing-masing massa sebelum dan sesudah karbonisasi ditimbang, seperti diberikan pada Tabel 1. Persentase rata-rata penyusutan massa sebelum dan sesudah karbonisasi adalah sebesar 53,56%. Perubahan massa terjadi karena adanya perubahan struktur dan pembuangan zat yang bukan karbon pada arang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zat yang bukan karbon masih ada dan belum terurai dengan sempurna. Massa kayu yang semakin ringan akan menghasilkan persentase penyusutan massa yang sedikit. Massa yang hilang tersebut disebabkan adanya pembuangan oksigen dan hidrogen dalam bentuk gas, serta kandungan abu yang terbentuk.

Tabel 1. Penyusutan massa sampel pada proses karbonisasi.

Kode Kayu	Massa (gram)		Penyusutan massa (%)
	Sebelum	Setelah	
A	800	350	56,25
B	790	365	53,79
C	780	385	50,64

Sampel A memiliki penyusutan massa yang lebih besar daripada sampel B dan sampel C. Sampel A mempunyai penyusutan massa sebesar 56,25 %, penyusutan massa ini disebabkan oleh penguraian lignin menjadi tar yang cukup banyak sehingga massa arang yang dihasilkan berkurang. Sampel B menghasilkan penyusutan massa sebesar 53,79 %, lebih rendah dari sampel A. Sampel C menghasilkan penyusutan massa sebesar 50,64 % dan merupakan sampel yang memiliki penyusutan massa yang paling sedikit, hal ini disebabkan karena semakin lama waktu karbonisasi maka semakin banyak zat yang bukan karbon terurai sehingga massa dari karbon aktif berkurang. Penyusutan massa pada proses karbonisasi pada penelitian karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* dengan variasi waktu aktivasi 15, 20, 25 jam tidak memenuhi syarat dalam SII Nomor 0258-

88 yaitu penyusutan massa maksimal 25 %, sedangkan pada penelitian ini didapatkan 53, 56%.

Hasil Karbon Aktif

Sebelum dan setelah dilakukan proses aktivasi dan iradiasi gelombang mikro, massa karbon ditimbang terlebih dahulu seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil karbon aktif

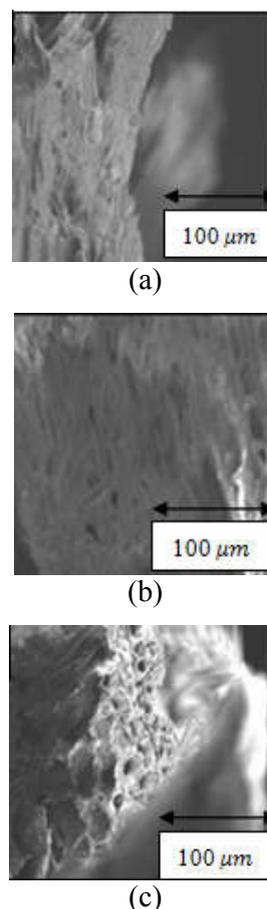
Waktu Aktivasi (jam)	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Hasil Karbon Aktif (%)
15	30	22,56	75,20
20	30	21,28	70,93
25	30	20,32	67,73
Hasil karbon aktif rata-rata			71,28

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa persentase karbon aktif rata-rata adalah 71,28 %. Hampir setengah dari massa karbon aktif ini berkurang. Hasil karbon aktif dapat dihitung menggunakan persamaan (1). Waktu aktivasi sangat mempengaruhi hasil karbon dari kayu *Eucalyptus Pellita*, semakin lama waktu aktivasi mengakibatkan nilai dari hasil karbon aktif berkurang. Karbon yang bereaksi dengan KOH pada saat aktivasi membentuk senyawa yang tidak stabil, seperti gas dan senyawa lain yang dapat menguap. Waktu aktivasi yang lama mengakibatkan pembentukan gas meningkat akibat reaksi antara karbon aktif dan KOH (Pari dkk, 2005).

Penelitian yang dilakukan oleh Malik dan Syech (2013) menggunakan serbuk gergaji jelutung dengan variasi waktu aktivasi 30, 60, 90, dan 120 menit didapatkan kesimpulan bahwa semakin lama waktu aktivasi yang dilakukan maka semakin sedikit hasil karbon aktif yang diperoleh. Hasil karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* ini memenuhi syarat mutu karbon aktif SNI No. 06-3730-1995 yaitu lebih dari 65%.

Karakterisasi Karbon Aktif

Morfologi permukaan karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* dilakukan dengan menggunakan pengujian SEM yang menghasilkan perbesaran 500x, 1000x, dan 1500x. Perbesaran ini memperlihatkan pori makro saja, sedangkan pori mikro dan meso tidak tampak. Pori mikro dan meso berukuran lebih kecil daripada pori makro dan membentuk akar di sekitar pori makro. Pori makro yang tampak besar akan memungkinkan pembentukan pori meso dan pori mikro yang banyak. Pengujian morfologi permukaan dilakukan pada 3 sampel, yaitu sampel dengan aktivasi 15 jam, sampel dengan aktivasi 20 jam, dan sampel dengan aktivasi 25 jam. Analisa morfologi permukaan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Morfologi permukaan karbon aktif (a) aktivasi 15 jam (b) aktivasi 20 jam (c) aktivasi

25 jam dengan perbesaran 500x.

Morfologi permukaan karbon aktif yang diaktivasi selama 15 jam memiliki sedikit pori-pori yang terbentuk dibandingkan karbon aktif yang diaktivasi 20 jam dan 25 jam. Gambar 3 (a) menghasilkan sedikit pori-pori karbon aktif yang terbuka, dan Gambar 3 (b) menghasilkan pori karbon aktif yang lebih banyak daripada 15 jam, sedangkan karbon aktif yang diaktivasi selama 25 jam pada Gambar 3 (c) tampak memiliki pori-pori terbanyak yang terbuka dengan lebar. Pori-pori yang terbuka tersebut merupakan pori makro dimana pori makro ini merupakan pori yang pertama terbentuk sehingga di dalam pori makro terdapat pori meso dan mikro yang tersusun seperti akar. Pori-pori mikro yang banyak terbentuk akan mempengaruhi besarnya nilai luas permukaan dan daya serap yang dimiliki oleh karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita*.

Lamanya waktu aktivasi mempengaruhi pembentukan pori-pori, semakin lama waktu aktivasi maka semakin banyak pori-pori karbon aktif yang terbentuk (Pari dkk, 2005). KOH sebagai aktivator bereaksi dengan karbon mengakibatkan terbentuknya pori-pori sehingga meningkatkan luas permukaan karbon aktif. Aktivator KOH merupakan basa kuat yang mampu menghilangkan senyawa hidrokarbon. Morfologi permukaan karbon aktif secara keseluruhan menghasilkan bentuk pori yang tidak seragam dan tersusun tidak teratur.

Karbon aktif yang diaktivasi selama waktu 15 jam tidak bereaksi sempurna, hal ini disebabkan oleh waktu aktivasi yang relatif singkat sehingga mengakibatkan dinding karbon hanya sedikit pori yang terbentuk. Waktu aktivasi 20 jam mengakibatkan reaksi dengan karbon yang lebih baik daripada 15 jam. Waktu aktivasi yang terbaik adalah reaksi karbon dan KOH yang diaktivasi selama 25 jam. Waktu aktivasi 25 jam

menghasilkan pori yang terbuka dengan lebar dan jumlah yang banyak.

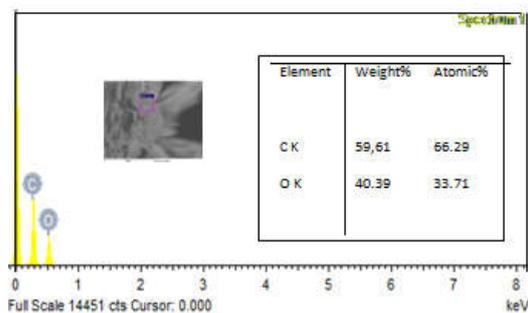
Analisa Energi Dispersif Sinar-X

Hasil karakterisasi EDX menunjukkan bahwa karbon aktif kayu *Eucalyptus Pellita* mengandung karbon dan oksigen. Persentase kandungan karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 4 menjelaskan bahwa karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* memiliki kandungan karbon lebih banyak daripada kandungan oksigen. Waktu aktivasi 15 jam pada Gambar 4 (a) menghasilkan kandungan karbon sebesar 59,61 % dan kandungan oksigen 40,39 %, waktu aktivasi 20 jam pada Gambar 4 (b) menghasilkan kandungan karbon sebesar 63,23 % dan kandungan oksigen sebesar 36,77 %, serta waktu aktivasi 25 jam pada Gambar 4 (c) menghasilkan kandungan karbon sebesar 64,19 % dan kandungan oksigen 35,81 %.

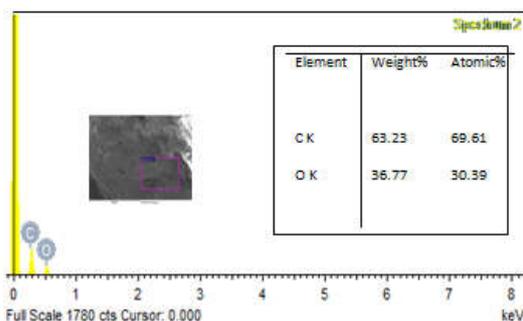
Persentase kandungan karbon tertinggi adalah karbon yang diaktivasi selama 25 jam. Kandungan karbon pada karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* dipengaruhi oleh waktu aktivasi dimana semakin lama waktu yang digunakan, maka semakin tinggi kandungan karbon yang terbentuk. Besar kecilnya kadar karbon yang dihasilkan, dipengaruhi oleh kandungan selulosa dan lignin bahan yang berubah menjadi karbon (Pari dkk, 2005). Karbon yang diaktivasi selama 15 jam menghasilkan kandungan karbon yang rendah. Kandungan karbon yang rendah disebabkan karena karbon dan KOH bereaksi terlalu singkat.

Kandungan karbon dalam karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* tidak memenuhi standar mutu berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 yaitu minimal sebesar 80 %. Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Ramdja dkk (2008) dengan menggunakan pelepah kelapa sawit yang menghasilkan kandungan karbon sebesar 75 % . Hal ini disebabkan oleh bagian arang kayu yang digunakan bukan bagian

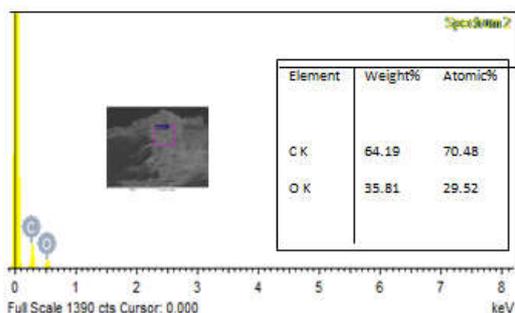
yang berwarna hitam, tetapi berwarna hitam kecoklatan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Persentase kandungan karbon aktif (a) 15 jam, (b) 20 jam, (c) 25 jam

Analisa Luas Permukaan Karbon Aktif

Kurva isoterm adsorpsi BET merupakan plot antara banyaknya gas nitrogen yang terserap terhadap tekanan relatifnya. Kurva linear menunjukkan tipe I yaitu permukaan karbon aktif memiliki banyak pori mikro dan dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 5 menggambarkan adanya kenaikan yang sangat curam pada

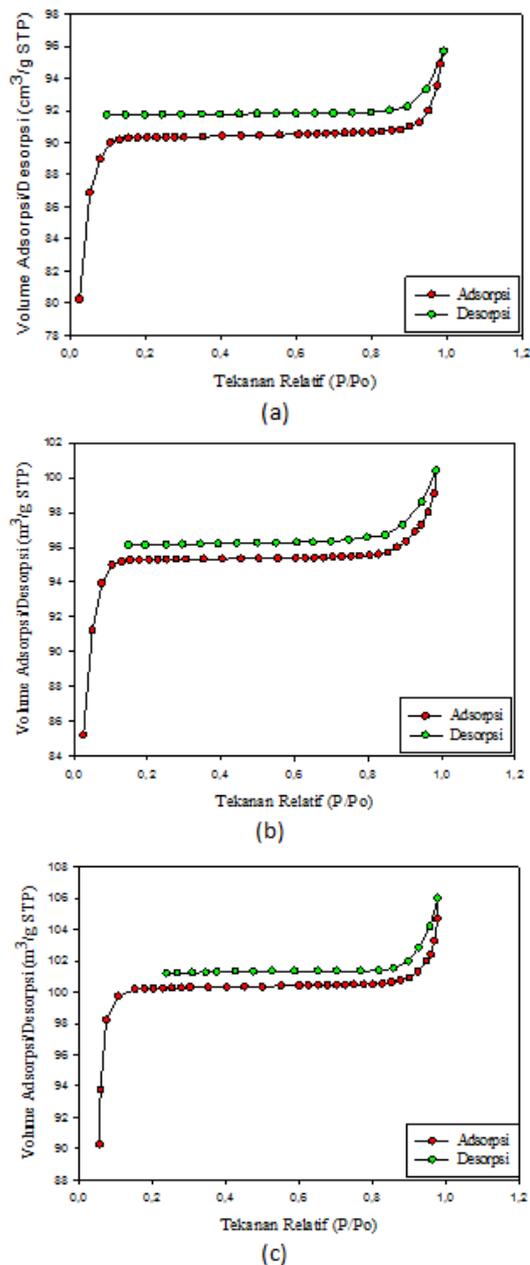
titik isoterm yang ke tiga dimana titik ini menandakan adanya pori mikro yang terisi gas nitrogen. Titik isoterm ketiga dan seterusnya menunjukkan garis linear sampai tekanan relatif mendekati angka 1.

Berdasarkan Gambar 5, dapat diketahui bahwa volume maksimal gas nitrogen yang diserap karbon aktif terjadi pada saat tekanan relatif (p/p_0) berada pada angka 0,9928 dengan volume yang terserap $95,7004 \text{ cm}^3/\text{g}$ untuk sampel yang diaktivasi selama 15 jam. Karbon aktif yang diaktivasi selama 20 jam mempunyai volume maksimal sebesar $100,3998 \text{ cm}^3/\text{g}$ pada tekanan relatif 0,9852. Karbon yang diaktivasi selama 25 jam memiliki volume maksimal gas nitrogen yang terserap yaitu sebanyak $105,9942 \text{ cm}^3/\text{g}$ pada tekanan relatif 0,9784. Tekanan-tekanan relatif tersebut mendekati angka 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa volume maksimal gas N_2 yang banyak diserap oleh karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* adalah karbon yang diaktivasi selama 25 jam. Volume N_2 yang banyak diserap oleh karbon aktif mengakibatkan luas permukaan yang besar.

Luas permukaan karbon aktif tentunya didukung oleh tingginya nilai daya serap dan morfologi permukaan dari karbon aktif yang banyak menghasilkan pori terbuka (Pari dkk, 2000). Berdasarkan Tabel 3 luas permukaan karbon aktif yang tertinggi adalah karbon aktif yang diaktivasi selama 25 jam dan yang terendah adalah karbon aktif yang diaktivasi selama 15 jam. Waktu aktivasi atau lama perendaman karbon aktif sangat berpengaruh terhadap luas permukaan. Semakin lama kontak karbon dengan KOH maka pori-pori karbon semakin banyak terbentuk dan menghasilkan luas permukaan yang besar.

Waktu aktivasi 15 jam memiliki luas permukaan yang kecil disebabkan karena proses reaksi antara karbon aktif dengan zat kimia KOH terlalu singkat sehingga menyebabkan pori-pori karbon aktif hanya sedikit yang terbuka. Waktu aktivasi 20 jam menghasilkan luas

permukaan yang cukup besar karena karbon dan zat kimia KOH berinteraksi cukup lama sehingga menyebabkan pori-pori yang terbuka cukup banyak. Karbon yang diaktivasi selama 25 jam menghasilkan luas permukaan yang tinggi karena interaksi antara karbon dan zat kimia KOH yang lama sehingga menyebabkan pori-pori yang terbuka lebih banyak daripada waktu aktivasi 15 jam maupun 20 jam.



Gambar 5. Kurva Isoterm Adsorpsi/Desorpsi gas N₂ (a) 15 jam (b) 20 jam (c) 25 jam

Hasil pengujian S_{BET} dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian luas permukaan karbon aktif

Waktu Aktivasi (jam)	Luas Permukaan BET (m ² /g)
15	280,691
20	299,421
25	331,058

Waktu aktivasi sangat mempengaruhi pembentukan tar dimana tar merupakan hasil dari proses karbonisasi yang dapat menutup pori karbon sehingga menyebabkan nilai dari luas permukaan sangat rendah. Waktu aktivasi selama 15 jam masih banyak mengandung tar dan komponen yang lainnya yang menghambat terjadinya pori baru sehingga luas permukaannya hanya 280,691 m²/g. Karbon yang diaktivasi selama 20 jam memiliki luas permukaan yang lebih tinggi dari 15 jam yaitu sebesar 299,421 m²/g. Nilai luas permukaan ini disebabkan oleh kandungan tar dan beberapa komponen lain belum terurai dengan sempurna sehingga masih terkandung di dalam karbon aktif yang diaktivasi selama 15 dan 20 jam.

Luas permukaan yang tertinggi pada penelitian ini diperoleh dengan cara merendam karbon aktif dengan KOH selama waktu 25 jam yaitu sebesar 331,058 m²/g. Luas permukaan karbon aktif yang diaktivasi selama 25 jam bekerja secara maksimal. Tar dan komponen lainnya terurai lebih banyak pada aktivasi yang dilakukan selama waktu 25 jam, dengan demikian semakin lama waktu yang digunakan untuk aktivasi maka semakin banyak pori yang terbuka, nilai daya serap yang tinggi dan memiliki luas permukaan yang besar.

Penelitian yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan yang dilakukan oleh

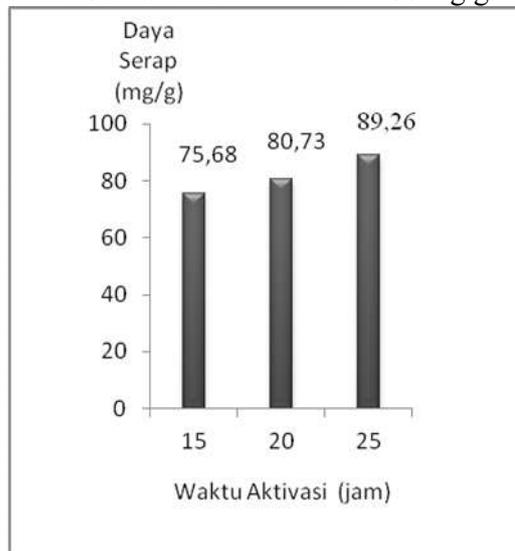
Yufarat dkk (2006) menggunakan kayu *Eucalyptus Pellita* yang diaktivasi secara fisika pada suhu 600°C menghasilkan luas permukaan yang besar yaitu 473 m²/g. Karbonisasi yang dilakukan secara modern dan diaktivasi dengan zat kimia KOH akan menghasilkan luas permukaan yang sangat besar, seperti penelitian yang dilakukan oleh Heidari dkk (2014) menghasilkan luas permukaan karbon aktif kayu dari *Eucalyptus Camaldulensis* sebesar 2.595 m²/g. Heidari dkk menggunakan karbonisasi secara fisika pada suhu 900° C dan aktivasi secara kimia menggunakan aktivator KOH dan H₃PO₄.

Analisa Daya Serap Karbon Aktif

Grafik daya serap terhadap waktu aktivasi karbon aktif pada Gambar 6 terlihat bahwa semakin lama waktu yang digunakan untuk aktivasi maka semakin tinggi nilai daya serapnya. Waktu aktivasi 15 jam hanya mampu membuka sedikit pori sehingga menyebabkan daya serap karbon aktif rendah. Daya serap karbon aktif yang rendah disebabkan karena atom C dan H pada karbon aktif belum terputus sehingga tidak terbentuk pori yang baru (Pari dkk, 2000). Waktu aktivasi 20 jam menghasilkan karbon aktif yang memiliki daya serap sebesar 80,73 mg/g dan apabila waktu aktivasi ditingkatkan menjadi 25 jam maka daya serap akan menjadi lebih besar sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu aktivasi berbanding lurus dengan daya serapnya.

Waktu aktivasi karbon aktif yang lama mengakibatkan interaksi antara karbon dan KOH menghasilkan karbon aktif dengan daya serap yang besar. Zat KOH yang digunakan dapat menghidrasi molekul air dan senyawa organik, mengurangi pembentukan tar dan memperbaiki struktur dari karbon aktif. Senyawa-senyawa tersebut keluar melalui pori-pori karbon aktif sehingga mengakibatkan luas permukaan karbon aktif dan daya serapnya menjadi lebih besar (Utomo, 2014). Hasil penelitian

karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* memenuhi standar mutu karbon aktif berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 untuk butiran adalah minimum 60 mg/g.



Gambar 6. Waktu aktivasi terhadap daya serap karbon aktif

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian pengaruh variasi waktu aktivasi terhadap tingkat penyerapan karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* adalah penelitian ini telah menghasilkan karbon aktif berbahan dasar limbah kayu *Eucalyptus Pellita* yang tidak dimanfaatkan oleh industri *Pulp* dan *Paper* menggunakan agen pengaktif KOH berbantuan iradiasi gelombang mikro.

Pengaruh waktu aktivasi terhadap hasil karbon aktif adalah semakin lama waktu yang digunakan maka hasil karbon aktif dari kayu *Eucalyptus Pellita* menurun, hal ini dapat dilihat pada waktu aktivasi 25 jam menghasilkan persentase hasil karbon aktif sebesar 52,83 %. Waktu aktivasi 25 jam merupakan waktu aktivasi yang menghasilkan pori dan kandungan karbon terbanyak, luas permukaan dan daya serap terbesar yaitu luas permukaan sebesar 331,058 m²/g dan daya serap sebesar 89,26 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Fatimah, S., Susanto, M., dan Lukmandaru, G. 2013. Studi Komponen Kimia Kayu *Eucalyptus Pellita F. Muell* dari Pohon Plus Hasil Uji Keturunan Generasi Kedua di Wonogiri, Jawa Tengah. Jurnal Ilmu Kehutanan Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Vol 7 (1) Januari-Maret.
- Heidari, A., Younesi, H., Rashidi, A., Ghoreyshi, A. 2014. Adsorptive removal of CO₂ on highly microporous activated carbons prepared from Eucalyptus Camaldulensis wood: Effect of chemical activation. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers 45:579-588.
- Khah, A. M. dan Ansari, R. 2009. Activated Charcoal: Preparation, characterization and Application: A review article. *Internasional Journal of ChemTech Research* 1 (4): 859-864.
- Malik, U. dan Syech, R. 2013. Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap Komposisi Dan Struktur Kimia Dan Mutu Arang Aktif Serbuk Gergaji Jelutung. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung: 51-59.
- Pari, G., Nurhayati, T., dan Hartono. 2000. Kemungkinan Pemanfaatan *Acacia mangium* Willd. Untuk Permurnian Minyak Kelapa Sawit. Buletin Penelitian Hasil Hutan Bogor Vol.18 (1) :40-53.
- Pari, G., Sofyan, Syafii dan Buchari. 2005. Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap Struktur kimia dan Mutu Arang Aktif Serbuk Gergaji Sengon. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 23(3) : 207-218.
- Ramdja, F.A., Halim, M. dan Handi, J.O. 2008. Pembuatan karbon aktif dari pelepah kelapa. Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya 2:15.
- SNI. 1995. SNI 06-3730-1995. Arang Aktif Teknis. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Sudarnyoto. Setiars, V dan Rahmayuni. 2014. Potensi Cuka Kayu dari *Eucalyptus Pellita* dan *Acacia Mangium Wild* Sebagai Antimikroba. Jurnal Hasil Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Riau:1-9.
- Utomo, S. 2014. Pengaruh Waktu Aktivasi dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Kulit Singkong Dengan Aktivator NaOH. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Yufarat, N., Chaiyot, T., dan Malee, T. 2006. Porous properties of activated carbon produced from Eucalyptus and Wattle wood by carbon dioxide activation. Korean Journal Chem-English. 23 (6): 1046-1054.