

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dibuat dengan menggunakan teknik eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel karbon aktif biji durian yang dikumpulkan dari limbah pengolahan durian di kota Medan. Karbon aktif yang baik harus memiliki standar kualitas karbon aktif yang ditentukan agar bisa digunakan sesuai kebutuhan. Untuk memastikan kualitas masing-masing sampel dilakukan pengujian yang terdiri dari kadar air, kadar volatil, kadar abu, kadar karbon terikat, dan uji morfologi struktur pori menggunakan SEM.

4.1 Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu karakteristik yang mempengaruhi kualitas karbon aktif. Tujuan penentuan kadar air adalah untuk melihat seberapa banyak air yang dapat diuapkan tanpa air terikat pada karbon aktif menutupi pori-pori karbon aktif. Masthura (2013).

Tabel 4.1 menunjukkan kadar air terukur karbon aktif biji durian berdasarkan penelitian yang dilakukan.

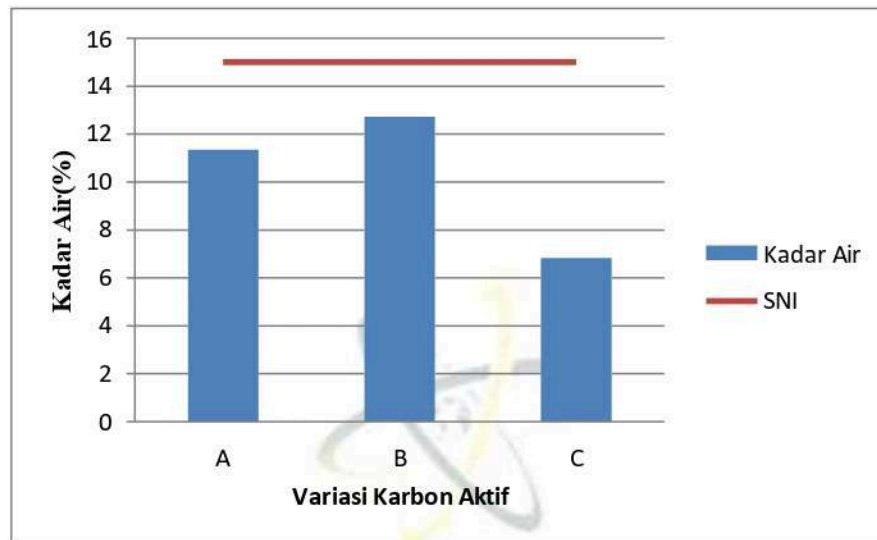
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kadar Air dari Karbon Aktif Biji Durian

Variasi Karbon Aktif Biji Durian	Nilai Kadar Air (%)	Nilai Kadar Air Rata-Rata (%)	SNI No 06-3730-1995 (%)
A ₁	10,49		
A ₂	11,24	11,35	
A ₃	12,23		
B ₁	12,36		
B ₂	13,96	12,73	Maks. 15
B ₃	11,92		
C ₁	5,76		
C ₂	3,95	6,83	
C ₃	11,05		

Dari Tabel 4.1, telah diukur kadar air karbon aktif biji durian untuk variasi sampel A, B, dan C yang berbeda, sehingga menghasilkan nilai kadar air 11,35%, 12,73%, dan 6,83%. Artinya biji durian dari berbagai variasi arang aktif

memenuhi SNI jika dibandingkan dengan kriteria SNI No. 06-3730-1995 dengan kadar air maksimal 15%.

Di bawah ini adalah grafik kadar air terukur dari arang aktif dalam biji durian:



Gambar 4.1. Grafik Nilai Kadar Air dari Karbon Aktif Biji Durian

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kadar air cenderung menurun dengan meningkatnya suhu aktivasi. Karbon aktif bersifat higroskopis, sehingga mudah menyerap uap air dari udara. Arang aktif harus memiliki kadar air yang rendah, karena kadar air yang tinggi dalam arang aktif dapat mengurangi penyerapan arang. Adanya activator yang berhubungan dengan kadar air merupakan hydrating agent. Bertindak sebagai pengikat molekul air yang terkandung dalam bahan baku, sehingga memperbesar pori-pori karbon aktif dan meningkatkan area adsorpsi (Dewi, 2020).

Kenaikan kadar air pada sampel B kemungkinan terjadi akibat penyerapan air dari lingkungan sekitar yang terbuka sebelum dilakukan pengujian. Hal ini dapat memicu kenaikan kadar air pada karbon aktif sehingga saat dilakukan pengujian kadar air tidak optimal.

Kadar air yang sedikit menunjukkan aktivasi yang berhasil dengan cara mengikat molekul air yang terkandung dalam bahan dan melepaskan air bebas dan terikat yang terkandung dalam bahan baku sebelum proses aktivasi.

Pada Gambar 4.1 di antara tiga variasi berbeda kadar air yang tinggi dimiliki pada sampel B yaitu pada aktivasi suhu 600°C yang kemudian dilanjutkan dengan perendaman larutan H₂SO₄ 1,5 M, dan yang paling terendah didapatkan pada sampel C yaitu pada aktivasi suhu 700°C yang kemudian dilanjutkan dengan perendaman larutan H₂SO₄ 1,5 M. Semakin tinggi suhu aktivasi dan ditambah aktivator larutan H₂SO₄. Kemudian, karena pori-pori karbon aktif lebih terbuka sebelum pengujian, hal ini kemungkinan disebabkan terjadi pendiaman pada udara bebas selama 2-3 hari, maka dari itu karbon aktif dapat menyerap kelembaban dari udara, hal inilah yang menyebabkan peningkatan kandungan kadar air pada karbon aktif sehingga mengakibatkan penambahan massa air dalam karbon aktif. Menurut sebuah studi oleh Idrus (2013), sampel karbon aktif yang diam menyebabkan karbon aktif yang sangat serap menyerap kelembaban dari lingkungan dan mengurangi kadar air dari karbon aktif saat sampel berinteraksi dengan udara bebas.

4.2 Kadar Zat Mudah Menguap

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh kadar volatil yang terukur dari karbon aktif biji durian seperti terlihat pada Tabel 4.2.

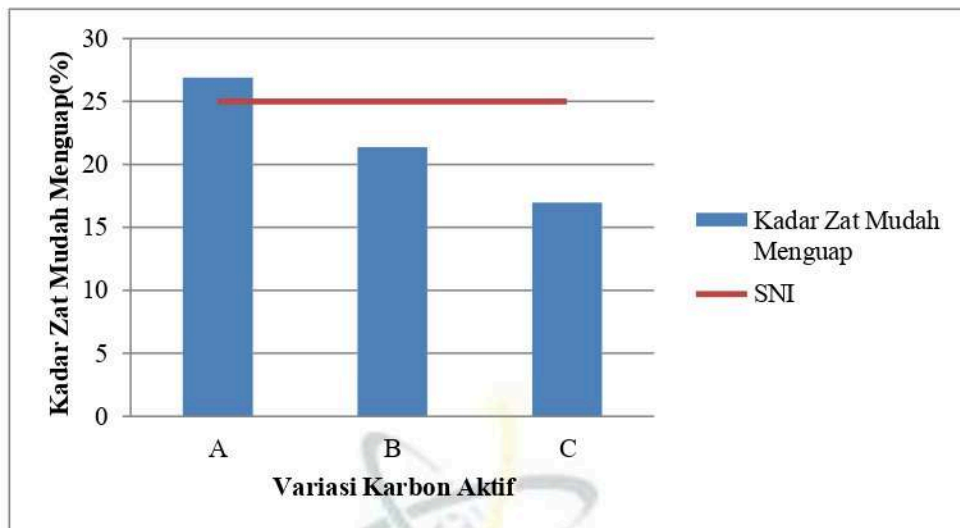
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kadar ZMM dari Karbon Aktif Biji Durian

Variasi Karbon Aktif Biji Durian	Nilai Kadar ZMM (%)	Nilai Kadar ZMM Rata-Rata (%)	SNI No 06-3730-1995 (%)
A ₁	26,69	26,89	Maks. 25
A ₂	22,36		
A ₃	26,04		
B ₁	21,66	21,36	
B ₂	20,06		
B ₃	22,21		
C ₁	17,72	16,98	
C ₂	18,87		
C ₃	14,10		

Berdasarkan Tabel 4.2 diperoleh nilai kadar zat mudah menguap pada sampel A, B, dan C masing-masing dengan nilai 26,89%, 21,36%, dan 16,98%.

Penentuan kadar volatil bertujuan untuk mengetahui jumlah senyawa atau zat yang belum dapat menguap selama proses karbonisasi dan aktivasi (Zulkarnain, 2013). Kandungan volatil dalam karbon aktif biji durian yang diproduksi dihitung berdasarkan rumus (2.3).

Berikut ini grafik nilai hasil pengukuran kadar ZMM dari karbon aktif biji durian:



Gambar 4.2. Grafik Nilai Kadar ZMM dari Karbon Aktif Biji Durian

Dari Gambar 4.2 diperlihatkan bahwa semakin tinggi suhu aktivasi dan ditambah aktivator larutan kimia cenderung menyebabkan penurunan kadar zat mudah menguap, nilai kadar zat mudah menguap paling terendah sebesar 16,98% terdapat pada sampel C yaitu aktivasi suhu 700 °C dengan tambahan aktivator larutan kimia H_2SO_4 . Sedangkan kadar zat mudah menguap tertinggi sebesar 26,89% terdapat pada sampel A yaitu aktivasi suhu 500 °C dengan tambahan aktivator larutan kimia H_2SO_4 .

Nilai kadar zat mudah menguap semakin berkurang seiring meningkatnya suhu pada aktivasi fisika dan tambahan aktivasi kimia. Tingkat volatil yang tinggi menunjukkan bahwa permukaan karbon aktif mengandung volatil yang dihasilkan dari interaksi karbon dan uap air.

Syarat mutu karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 untuk kadar zat mudah menguap yaitu maksimal 25%, dengan hasil pengujian kadar zat mudah menguap karbon aktif biji durian pada sampel B dan C dapat memenuhi syarat mutu karbon aktif.

4.3 Kadar Abu

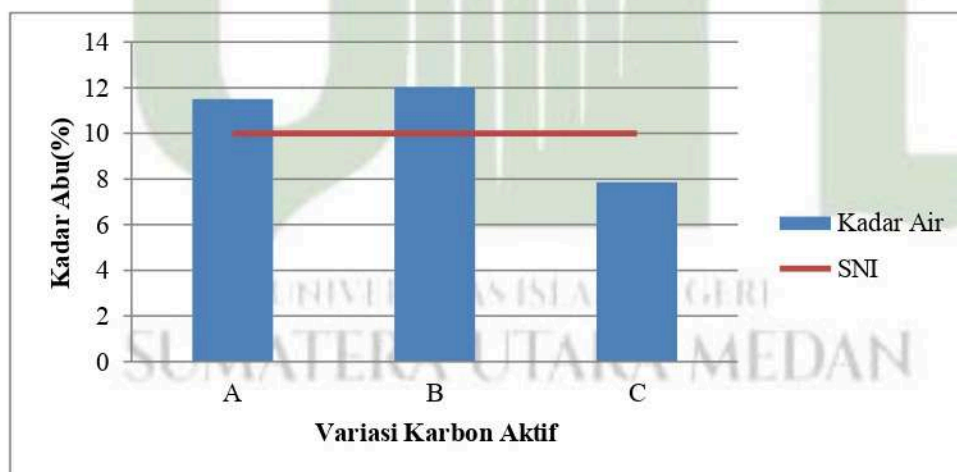
Tabel 4.3 menunjukkan kadar abu terukur karbon aktif biji durian berdasarkan penelitian yang dilakukan.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Kadar Abu dari Karbon Aktif Biji Durian

Variasi Karbon Aktif Biji Durian	Nilai Kadar Abu (%)	Nilai Kadar Abu Rata-Rata (%)	SNI No 06-3730-1995 (%)
A ₁	12,20	11,50	Maks. 10
A ₂	9,81		
A ₃	11,84		
B ₁	10,97	12,04	
B ₂	14,54		
B ₃	10,65		
C ₁	8,23	7,85	
C ₂	8,77		
C ₃	6,65		

Berdasarkan Tabel 4.3, hasil kadar abu untuk sampel A, B, dan C berturut-turut adalah 11,50%, 12,04%, dan 7,85%. Sampel C juga lolos standar SNI No. 06-3730-1995.

Berikut ini grafik nilai hasil pengukuran kadar abu dari karbon aktif biji durian:



Gambar 4.3. Grafik Nilai Kadar Abu dari Karbon Aktif Biji Durian

4.3 menunjukkan bahwa kadar abu cenderung menurun dengan meningkatnya suhu aktivasi. Sampel C memiliki kadar abu terendah sebesar 7,85% dan Sampel B memiliki kadar abu tertinggi sebesar 12,04%. Karena pada saat proses aktivasi pada suhu tinggi terdapat oksida logam pada karbon aktif, dan ditambahkan larutan aktivator H₂SO₄, sehingga permukaan karbon aktif semakin

banyak terkemas, dan oksida logam yang terkandung dalam karbon aktif terlepas, maka terdapat lebih sedikit abu. Pada pengujian ini kadar abu sampel C kurang dari 10% menurut Standar Nasional Indonesia (1995), sedangkan sampel A dan B tidak memenuhi standar

Kenaikan kadar abu pada sampel B ini sangat dipengaruhi pada kondisi saat pembakaraan dalam pengujian kadar abu, hal tersebut dipicu oleh keadaan karbon aktif yang tidak optimal mendapatkan perlakuan panas saat pengujian sehingga menyebabkan oksida-oksida logam masih banyak terperangkap dalam karbon aktif.

4.4 Kadar Karbon Terikat

Penentuan kadar karbon bersih pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar karbon tetap yang terkandung dalam karbon aktif biji durian. Menurut Manuntun (2019), kandungan karbon dari karbon aktif merupakan hasil dari proses pemasakan bersama dengan air, abu dan volatil. Hal ini memungkinkan kandungan karbon murni ditentukan menurut persamaan (2.4).

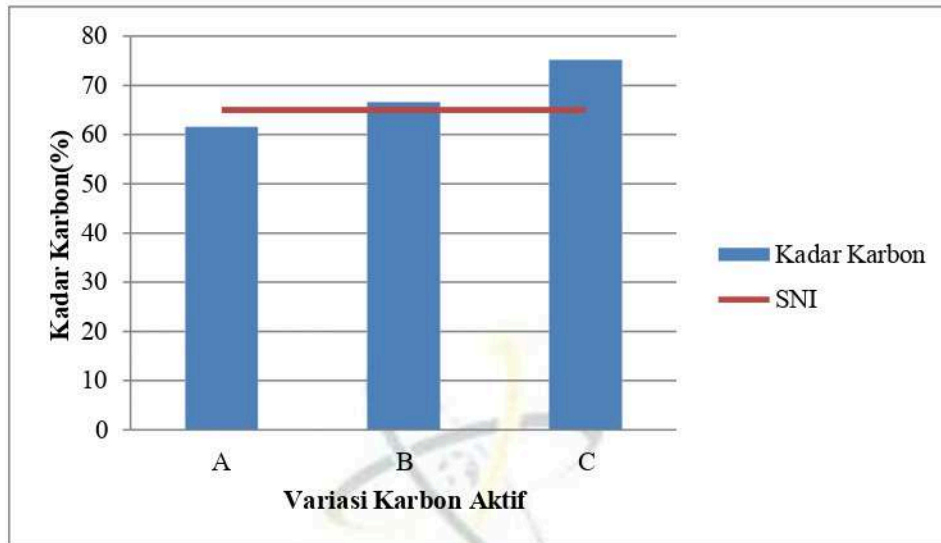
Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengukuran kandungan karbon terikat karbon aktif pada biji durian berdasarkan penelitian yang dilakukan.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Kadar Karbon Terikat dari Karbon Aktif

Variasi Karbon Aktif Biji Durian	Nilai Karbon Terikat (%)	Nilai Karbon Terikat Rata-Rata (%)	SNI No 06-3730-1995 (%)
A ₁	61,11		
A ₂	67,83	61,6	
A ₃	62,12		
B ₁	67,37		
B ₂	65,40	66,6	Min. 65
B ₃	67,14		
C ₁	74,05		
C ₂	72,36	75,17	
C ₃	79,25		

Dari Tabel 4.4, nilai kandungan karbon terikat untuk sampel A, B dan C masing-masing berkurang menjadi 61,6%, 66,6% dan 75,17%. Menurut Gusti (2017), kandungan karbon tetap adalah karbon murni yang terkandung dalam karbon. Penentuan kadar karbon tetap digunakan untuk mengetahui nilai atau jumlah karbon murni yang terkandung dalam karbon aktif.

Berdasarkan hasil pengujian dari kadar karbon terikat dapat dilihat secara grafik seperti Gambar 4.4



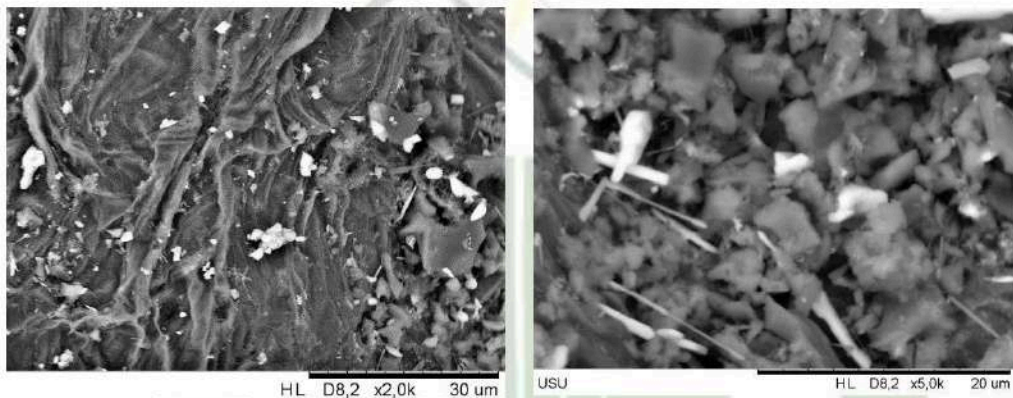
Gambar 4.4 Grafik Nilai Kadar Karbon Terikat dari Karbon Aktif Biji Durian

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa kandungan karbon meningkat dengan meningkatnya suhu aktivasi. Sampel C memberikan tingkat karbon terikat yang tinggi. Hal ini disebabkan karbon yang mudah menguap, dan kadar abu proses yang dihasilkan sampel C lebih rendah dibandingkan sampel A dan B. B memenuhi persyaratan mutu karbon terikat SNI 1995 untuk teknis karbon aktif, sedangkan sampel A tidak memenuhi kriteria. Karbon aktif berbentuk serbuk yang baik memiliki kandungan karbon minimal 65%. Menurut Rozanna (2020), kadar abu yang rendah memenuhi kandungan karbon yang terikat pada karbon aktif. Karbonisasi lengkap memberikan karbon yang dihasilkan kandungan karbon yang tinggi. Dari seluruh varian sampel karbon aktif, sampel C dan B mencapai kualitas karbon aktif sesuai SNI.

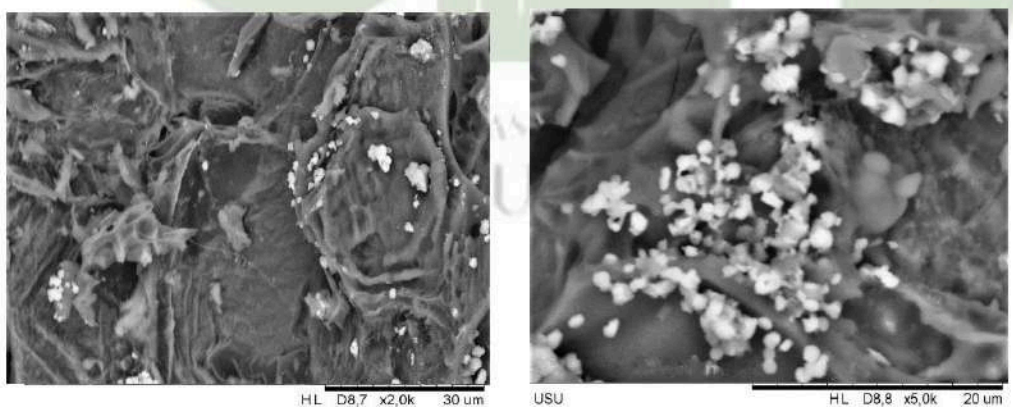
4.5 Karakteristik Mikrostruktur Karbon Aktif Biji Durian

Untuk mengkonfirmasi morfologi permukaan karbon aktif, karakterisasi mikrostruktur karbon aktif dilakukan. Dari hasil uji karakterisasi karbon aktif biji durian terhadap parameter kadar air, kadar zat terbang, kadar abu dan kadar karbon gabungan, memenuhi syarat mutu karbon aktif menurut SNI No. 06-3730. Tahun 1995 adalah contoh C. Pengujian mikrostruktur diperlukan untuk mengkonfirmasi karbon aktif dari setiap variasi sampel, karena sampel A dan B memiliki beberapa parameter yang tidak memenuhi kriteria kualitas karbon aktif.

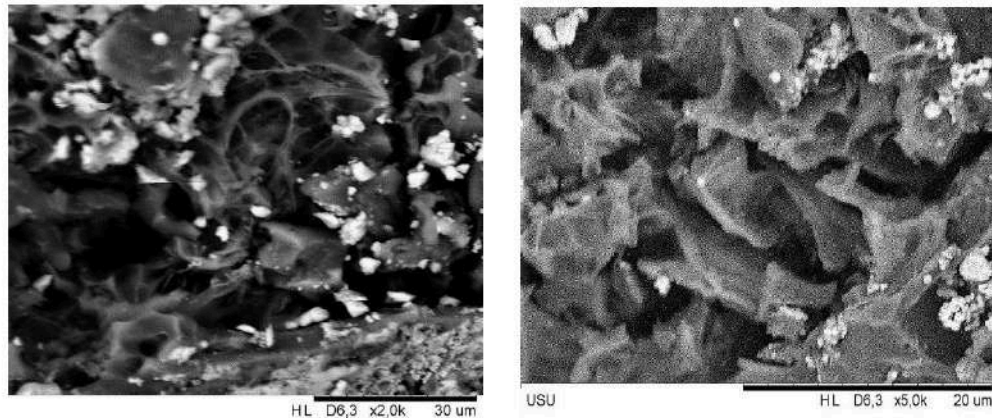
Morfologi permukaan karbon aktif biji durian pada sampel A, B, dan C diidentifikasi menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dengan perbesaran objek 2000 kali dan 5000 kali yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.5



a. Karbon Aktif Biji Durian Sampel A



b. Karbon Aktif Biji Durian Sampel B



c. Karbon Aktif Biji Durian Sampel C

Gambar 4.5 Mikrograf SEM Permukaan Karbon Aktif Biji Durian

Dari Gambar 4.5, penambahan aktivasi kimia menggunakan larutan H_2SO_4 1,5 M menghasilkan morfologi permukaan sampel karbon aktif aktif fisik A, B, dan C pada suhu pemanasan 500, 600, dan 700 °C. . Sampel C menunjukkan porositas yang lebih besar dibandingkan sampel karbon aktif A dan B. Banyaknya rongga tersebut disebabkan oleh pengaruh proses aktivasi fisik dan kimia yang menyebabkan terjadinya dekomposisi senyawa organik pada biji durian. Oleh karena itu, dengan meningkatnya suhu aktivasi fisik dan penambahan aktivator kimia, semakin banyak rongga yang terbentuk, semakin meningkatkan luas permukaan karbon aktif biji durian.

Pada karbon aktif sampel A masih terlihat rapat dan belum terbentuk rongga-rongga, hal ini disebabkan masih terdapatnya senyawa organik yang menempel pada permukaan karbon aktif sehingga pori-pori yang mulai terbentuk tertutup oleh senyawa tersebut. Demikian juga halnya pada karbon aktif sampel B. Sedangkan pada sampel C terlihat jelas terbentuknya pori-pori, hal ini terjadi akibat adanya pengaruh penambahan suhu terhadap aktivasi karbon aktif sehingga senyawa organik yang menempel pada permukaan karbon aktif semakin terurai.

Dari hasil uji SEM terlihat jelas bahwa pengaruh kedua aktivasi tersebut sangat mempengaruhi luas permukaan karbon aktif sehingga terbentuk rongga-rongga pada permukaan karbon aktif tersebut. Arang aktif menjadi karbon aktif cenderung meningkatkan jumlah pori. Selain itu, dengan menggunakan larutan H_2SO_4 dengan konsentrasi 1,5M, pori-pori terbuka dan membesar, serta pori-pori kecil terbuka. Hal ini menunjukkan bahwa asam sulfat dapat mereduksi senyawa hidrokarbon yang masih menempel pada permukaan karbon.

Setelah dilakukan pengujian karbon aktif biji durian dengan aktivasi suhu dengan tambahan aktivator larutan H_2SO_4 , berdasarkan perbandingan standar pengujian dengan hasil pengujian, dari setiap variasi karbon aktif diperoleh bahwa sampel karbon aktif yang paling optimum yaitu pada sampel C yang telah memenuhi standar mutu karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995, yaitu dengan nilai kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, dan kadar karbon terikat yang masing-masing nilainya sebesar 6,83%, 7,83%, 16,98%, dan 75,17%.

