

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan memakai metode eksperimen yang terdiri dari beberapa tahapan. Dalam penelitian ini telah dilaksanakan pembuatan karbon aktif dari bahan utama sabut kelapa yang diaktivasi dengan menggunakan bahan kimia Asam Fosfat (H_3PO_4) dengan konsentrasi yang terdiri dari 0%, 8%, 10%, dan 12%. Hasil dari karbon aktif akan dianalisis menggunakan beberapa alat karakterisasi yaitu FTIR, SEM, dan XRD.

4.1 Tahap Uji Karbon Aktif

4.1.1 Kadar Air

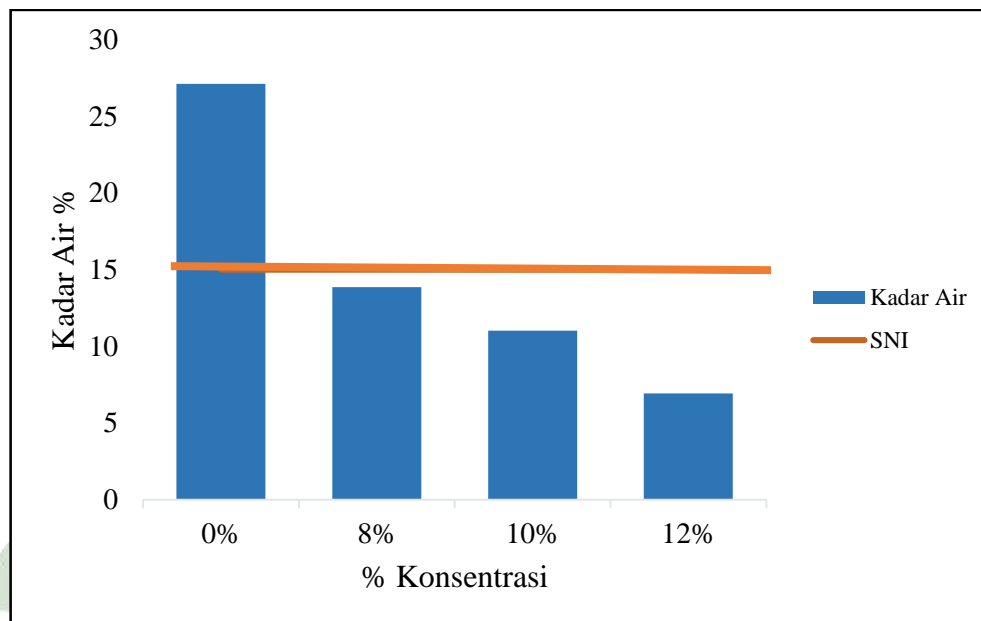
Dalam proses pembuatan karbon aktif, kadar air adalah salah satu dari sifat kimia karbon aktif yang turut menjadi acuan dalam mengetahui kualitas karbon aktif. Analisis kadar air ini bertujuan untuk mengetahui kadar air yang terdapat dalam sampel serta untuk mengetahui sifat higroskopis dari karbon aktif tersebut. (Sulistyo, 2016) Berdasarkan dari penelitian yang telah dilaksanakan mengenai uji kadar air dari karbon aktif limbah sabut kelapa, maka diperoleh hasil dalam Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Karbon Aktif Sabut Kelapa

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif (%)	Nilai Kadar Air (%)	Nilai Rata-Rata Kadar Air (%)	SNI 06-3037-1995
0	24,62 29,63	27,12	
8	14,81 12,92	13,86	
10	10,57 11,48	11,02	
12	8,43 5,42	6,92	Maks.15%

Pada Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa rata-rata kadar air karbon aktif limbah sabut kelapa terdiri dari 6,92-27,12%. Kadar air dengan nilai rata-rata tertinggi diperoleh oleh karbon aktif dengan konsentrasi aktivasi 0% yaitu 27,12%.

Sedangkan untuk nilai rata-rata kadar air karbon aktif terendah itu diperoleh oleh konsentrasi aktivasi 12% yaitu sebesar 6,92%. Adapun nilai kadar air yang diperoleh dalam penelitian ini seluruhnya dapat memenuhi SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 15%. Akan tetapi pada konsentrasi 0% tidak memenuhi standar mutu arang aktif.



Gambar 4.1 Grafik Nilai Kadar Air Karbon Aktif

Gambar 4.1 memperlihatkan bahwa nilai kadar air karbon aktif limbah sabut kelapa semakin menurun seiring dengan semakin tingginya konsentrasi aktivasi menggunakan asam fosfat. Hal ini diakibatkan karena asam fosfat mempunyai sifat *dehydrating agent*, dimana sifat ini menurut pendapat Suryani (2018), tinggi rendahnya nilai kadar air ini diakibatkan oleh sifat tersebut yang dimiliki oleh asam fosfat. Dimana hal ini akan menyebabkan asam fosfat mengikat molekul air yang terdapat dalam bahan baku selama proses aktivasi dan akan ikut menguap pada saat proses pengeringan sehingga dapat menyebabkan pori-pori karbon aktif membesar dan memperluas permukaannya. Rendahnya kadar air memperlihatkan bahwa kadar air yang tertinggal itu hanya sedikit dan sedikit pula yang menutupi pori karbon aktif. (Fitria, 2016).

Rendahnya kadar air yang terdapat pada karbon aktif sabut kelapa memperlihatkan bahwa kandungan air bebas dan air terikat telah mengalami penguapan selama tahap karbonisasi berlangsung. Penurunan kadar air ini juga sangat berkaitan dengan sifat higroskopis dari aktivator asam fosfat. Apabila

terikatnya molekul air yang disebabkan oleh aktivator tentu akan meningkatkan kemampuan karbon aktif sabut kelapa dalam proses adsorpsi (Sulistyo, 2016).

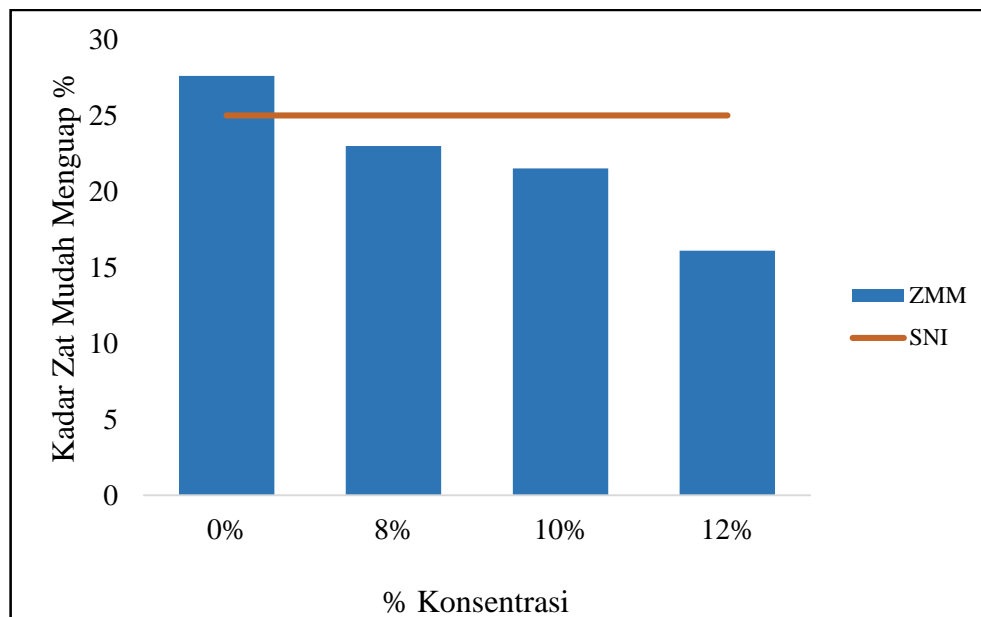
4.1.2 Kadar Zat Mudah Menguap

Uji kadar zat mudah menguap merupakan suatu proses uji yang bertujuan untuk mengetahui jumlah zat atau jumlah senyawa yang tidak menguap pada saat proses karbonisasi dan aktivasi tetapi menguap dalam suhu 950 °C. Berikut ini adalah hasil analisis kadar zat mudah menguap

Tabel 4.2 Kadar Zat Mudah Menguap Karbon Aktif Sabut Kelapa

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif (%)	Nilai Kadar ZMM (%)	Nilai Rata-Rata ZMM (%)	SNI 06-3037-1995
0	30,83 24,40	27,61	
8	22,94 23,04	22,99	
10	23,91 19,11	21,51	Maks.25
12	18,05 14,17	16,11	

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa rata-rata nilai kadar zat mudah menguap karbon aktif limbah sabut kelapa ketika di aktivasi menggunakan asam fosfat yaitu 16,11 – 27,61%. Nilai kadar zat mudah menguap tertinggi itu diperoleh oleh sampel yang tanpa adanya proses aktivasi (0%) dengan nilai rata-rata 27,61%. Sedangkan untuk kadar zat mudah menguap dengan nilai terendah dihasilkan oleh sampel dengan konsentrasi 12% dengan rata-rata 16,11%. Kadar zat mudah menguap yang telah dilakukan analisis ini semuanya dapat memenuhi SNI 06-3730-1995 terkecuali sampel dengan konsentrasi 0% karena memiliki nilai rata-rata 27,61% ini tentunya lebih tinggi dari Standar maksimal yang sudah di tetapkan pada SNI 06-3730-1995 yaitu 25%. Berikut ini adalah grafik kadar zat mudah menguap karbon aktif limbah sabut kelapa.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Kadar Zat Mudah Menguap

Berdasarkan grafik 4.2 terlihat kadar *volatile matter* karbon aktif limbah sabut kelapa mengalami penurunan seiring dengan semakin tingginya persen kadar aktivasi asam fosfat. Kecenderungan penurunan kadar ini memperlihatkan bahwa residu-residu senyawa hidrokarbon yang melekat di permukaan karbon aktif limbah sabut kelapa itu banyak yang terekstraksi karena meningkatnya persen konsentrasi asam fosfat tersebut. Apabila semakin tinggi konsentrasi aktivator yang dipakai maka akan semakin banyak zat mudah menguap (*volatile matter*) yang bereaksi dengan aktivator (Zulfadhli, 2017). Tingginya kadar zat terbang mengindikasikan bahwa permukaan karbon aktif masih tertutupi oleh senyawa non karbon yang dimana hal ini bisa mempengaruhi daya serapnya.

4.1.3 Kadar Abu

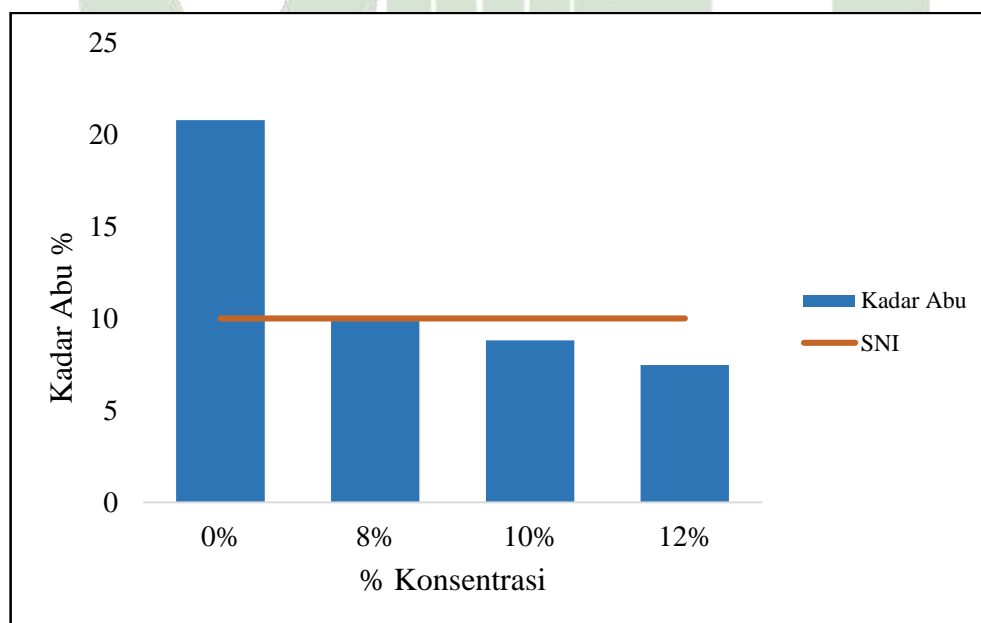
Kadar abu juga adalah salah satu parameter lain yang turut mempengaruhi kualitas karbon aktif. Kadar abu merupakan persentase berat oksida-oksida mineral dalam karbon seperti silikon, belerang, kalsium, dan juga komponen-komponen yang lainnya dalam jumlah kecil. Adapun tujuan dari pengujian kadar abu ini adalah untuk mengetahui kandungan oksida logam yang mungkin masih tertinggal dalam karbon aktif sabut kelapa ketika sudah dilakukan tahap aktivasi. Kadar abu ini juga akan mempengaruhi tingkat keberhasilan sebagai adsorben (Sulistyo, 2016).

Tabel 4.3 Kadar Abu Dari Karbon Aktif Sabut Kelapa

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif (%)	Nilai Kadar Abu (%)	Nilai Rata-Rata Kadar Abu (%)	SNI 06-3037-1995
0	21,61 19,98	20,79	Maks.10
8	9,72 10,15	9,93	
10	8,68 8,95	8,81	
12	7,58 7,36	7,47	

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai kadar abu dari karbon aktif limbah sabut kelapa memiliki hasil rata-rata 7,47% – 20,79%. Nilai rata-rata kadar abu tertinggi itu terdapat pada sampel karbon aktif dengan konsentrasi 0% yaitu 20,79%. Sedangkan nilai rata-rata kadar abu terendah itu diperoleh pada karbon aktif limbah sabut kelapa dengan konsentrasi 12% dengan nilai 7,47%.

Nilai kadar abu dari karbon aktif limbah sabut kelapa seluruhnya dapat memenuhi SNI 06-3730-1995 terkecuali untuk karbon aktif dengan konsentrasi 0% karena memiliki nilai sebesar 20,79%. Nilai ini tentunya sangat jauh dari ketetapan nilai maksimal yang terdapat pada SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 10%



Gambar 4.3 Grafik Hasil Kadar Abu Dari Karbon Aktif Sabut Kelapa

Dari grafik diatas, terlihat bahwa hasil kadar abu dari karbon aktif limbah sabut kelapa yang diaktivasi menggunakan asam fosfat mengalami penurunan seiring dengan semakin meningkatnya persen aktivasi asam fosfat. Semakin tinggi konsentrasi asam fosfat, maka akan semakin kuat pengaruhnya dalam mengikat oksida logam yang terdapat dalam karbon aktif. Penurunan yang terjadi dalam kadar abu karbon aktif disebabkan oleh adanya reaksi antara aktivator dengan mineral yang ada pada bahan baku (Zulfadhli, 2017).

Apabila semakin tinggi nilai kadar abu yang ada dalam karbon aktif maka bisa mengurangi tingkat kemampuan dalam adsorpsi. Hal ini disebabkan karena pori yang terdapat dalam karbon ditutupi mineral seperti K, Na, Ca, dan Mg yang melekat di permukaan arang aktif.

4.1.4 Kadar Karbon Terikat

Penentuan kadar karbon terikat ini memiliki tujuan untuk melihat kandungan karbon sesudah melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Kadar karbon murni ini sangat dipengaruhi oleh kadar *volatile matter* dan juga kadar abu. Apabila kadar zat mudah menguap dan kadar abu semakin besar nilainya akan menyebabkan kadar karbon murni semakin menurun nilainya. (Sulistyo, 2016)

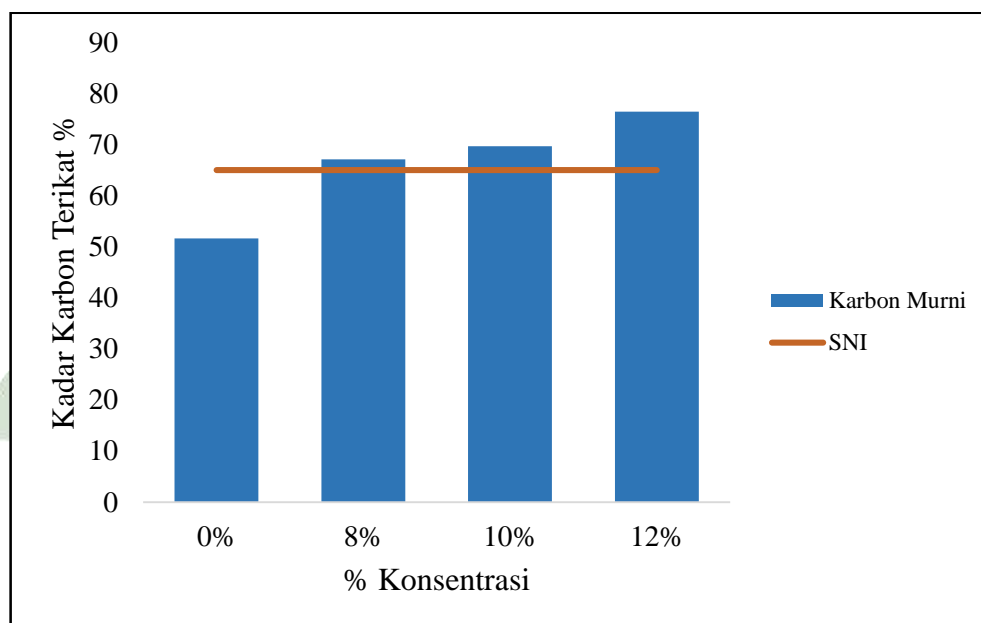
Tabel 4.4 Nilai Kadar Karbon Terikat Karbon Aktif Sabut Kelapa

Variasi Konsentrasi Karbon Aktif (%)	Nilai Kadar Karbon Terikat (%)	Nilai Rata-Rata Kadar Karbon Terikat (%)	SNI 06-3037-1995
0	47,56 55,62	51,59	
8	67,34 66,81	67,07	
10	67,41 71,94	69,67	Min.65
12	74,37 78,47	76,42	

Dari tabel 4.4 diatas memperlihatkan bahwa rata-rata kadar karbon murni dari karbon aktif limbah sabut kelapa yang dihasilkan antara 51,59% - 76,42%. Dengan nilai kadar karbon murni tertinggi dihasilkan oleh karbon aktif dengan konsentrasi 12% yaitu nilai rata-rata 76,42%. Kemudian kadar karbon murni

dengan hasil terendah diperoleh oleh karbon aktif limbah sabut kelapa dengan konsentrasi 0% yang memiliki nilai rata-rata 51,59%.

Nilai kadar karbon murni yang diperoleh dalam penelitian ini seluruhnya dapat mencapai standar yang ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995 yaitu minimal 65%, terkecuali hasil yang diperoleh oleh karbon aktif limbah sabut kelapa yang diaktivasi dengan asam fosfat dengan konsentrasi 0% yang menghasilkan kadar karbon murni sebesar 51,59%. Hasil ini tentunya belum memenuhi standar yang telah ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995.



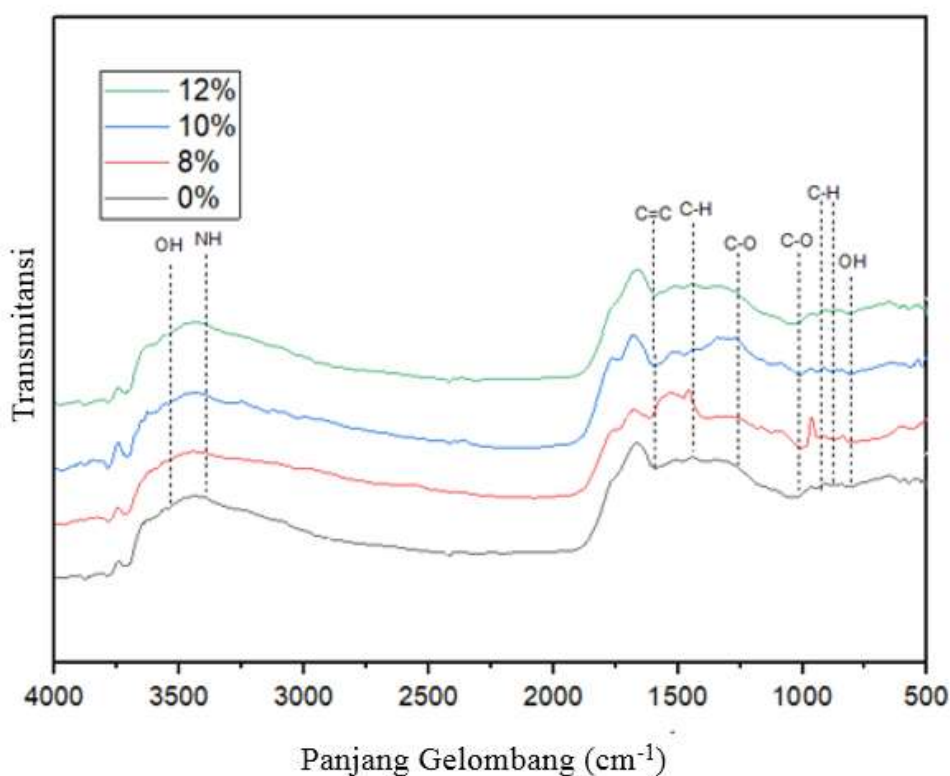
Gambar 4.4 Grafik Kadar Karbon Terikat Karbon Aktif Sabut Kelapa

Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa nilai kadar karbon murni karbon aktif limbah sabut kelapa mengalami peningkatan jika dibandingkan sebelum adanya proses aktivasi. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam fosfat maka nilai kadar karbon murni yang terdapat di dalam karbon aktif juga akan semakin tinggi.

Menurut Pari (2008), tinggi rendahnya kadar karbon murni yang diperoleh, selain dipengaruhi oleh tinggi dan rendahnya nilai dari kadar abu, dan zat mudah menguap, hal ini juga bisa dipengaruhi oleh kandungan selulosa, dan lignin yang bisa di konversi menjadi atom karbon. Kadar karbon yang tinggi memperlihatkan bahwa fraksi karbon yang terikat dalam arang juga semakin tinggi. Kondisi inilah yang menyebabkan luas permukaan semakin besar dan jumlah pori yang juga semakin banyak sehingga dapat meningkatkan daya adsorpsi pada karbon.

4.1.5 *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Proses karakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)* adalah proses yang bertujuan untuk menganalisis gugus-gugus fungsi yang ada pada karbon aktif sabut kelapa serta gugus fungsi yang terlibat dalam proses adsorpsi. Puncak-puncak dari gugus fungsi yang terlihat pada spektrum selanjutnya akan diinterpretasikan berdasarkan karakteristik dari gugus fungsi yang terlihat pada bilangan gelombang tertentu. Situs-situs aktif yang ada pada karbon aktif berupa gugus fungsional tersebut dapat untuk melakukan interaksi dengan senyawa atau ion didalam media gas atau cair (Budiono dkk, 2011). Hasil spektrum FT-IR bisa dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Spektrum FTIR

Pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa terdapat 7 puncak serapan yang teridentifikasi. Vibrasi dari ikatan gugus fungsi O-H asam karboksilat terdapat pada bilangan gelombang 3543,23-3541,31 cm^{-1} . Pada bilangan gelombang 3464,15-3429,43 terdapat ikatan gugus fungsi N-H *amina*. Pada bilangan gelombang 1597,06-1593,20 cm^{-1} terdapat ikatan gugus fungsi C=C cincin aromatik dan pada bilangan gelombang 1612,49-1610,56 cm^{-1} terdapat gugus fungsi C=C Alkena. Gugus fungsi C-H *alkana* terdapat pada bilangan gelombang 1456,26 cm^{-1} -1425,4

cm^{-1} . Selanjutnya Pada bilangan gelombang 1263,37-1234,44 cm^{-1} memperlihatkan adanya ikatan gugus fungsi C-O *carboxylic acid*. Bilangan gelombang 879,54 - 877,61 cm^{-1} dan 829,39 -815,89 cm^{-1} terlihat ikatan gugus fungsi C-H Cincin Aromatik.

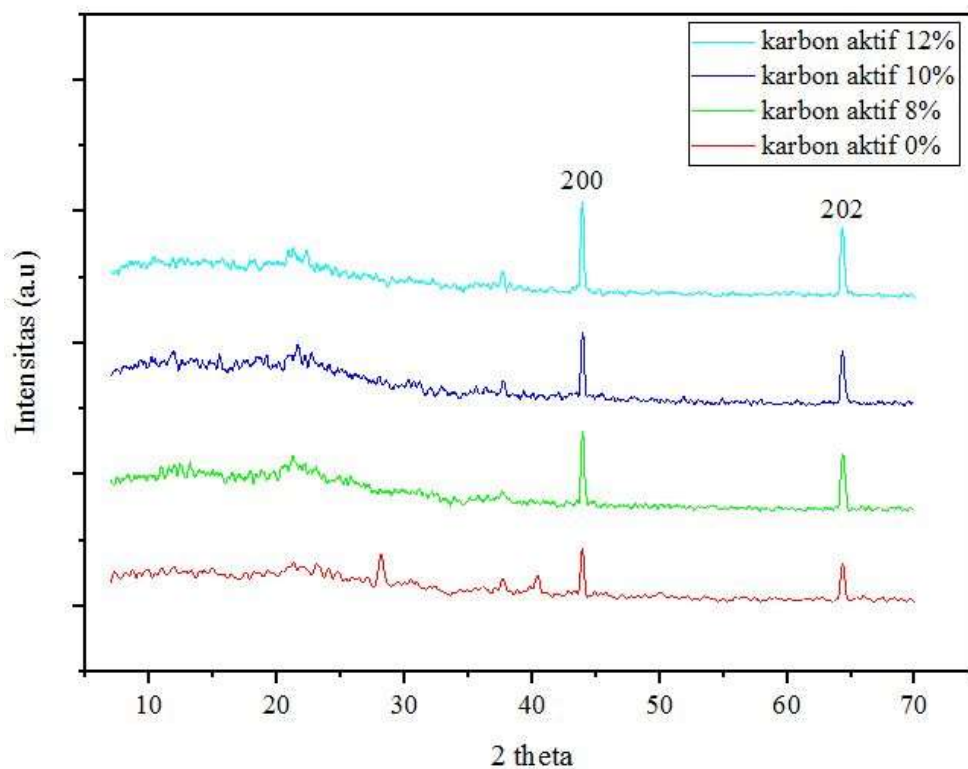
Tabel 4.5 Data Intensitas Gugus Fungsi Sampel Hasil FTIR

0%		8%		10%		12%	
Bilangan gelombang (cm^{-1})	Intensitas (%)	Bilangan gelombang (cm^{-1})	Intensitas (%)	Bilangan gelombang (cm^{-1})	Intensitas (%)	Bilangan gelombang (cm^{-1})	Intensitas (%)
815,89	71,278	829,39	57,149	821,68	54,497	827,46	81,092
877,61	71, 85	875,68	53,463	873,75	55,013	879,54	80,093
1263,37	66,599	-	-	1236,37	49,592	1234,44	74,644
1435,04	66,563	1456,26	49,094	1425,4	51,078	1438,9	77,434
1593,2	63,453	1612,49	52,103	1610,56	48,64	1597,06	75,596
3429,43	73,647	3429,43	60,252	3464,15	59,195	-	-
3541,31	76,366	-	-	-	-	3543,23	90,802

Pada Tabel 4.5 diperoleh 7 puncak serapan nilai intensitas dari gugus fungsi. Hasil spektrum FTIR dari karbon aktif limbah sabut kelapa dengan konsentrasi 0%, 8%, 10%, dan 12%. Serapan pertama itu memiliki panjang gelombang 815,89 cm^{-1} – 829,39 cm^{-1} memiliki intensitas 54,497 – 81,092 cm^{-1} . Serapan kedua memiliki panjang 873,75 cm^{-1} - 879,54 cm^{-1} memiliki intensitas 53,463 – 80,093 cm^{-1} . Serapan ke-3 dengan panjang gelombang 1234,44 – 1263,37 cm^{-1} memiliki intensitas sebesar 49,592 – 74,644 cm^{-1} . Serapan ke-4 dengan panjang gelombang 1425,4 – 1456,26 cm^{-1} memiliki tingkat intensitas 49,094 – 77,434 cm^{-1} serapan ke-5 dengan panjang gelombang 1593,2 – 1612,49 cm^{-1} memiliki intensitas 48,64 - 75,596 cm^{-1} . Puncak serapan ke-6 dengan panjang gelombang 3429,43 – 3464,14 cm^{-1} dengan intensitas 59,195 – 73,647 cm^{-1} . Serapan ke-7 dengan panjang gelombang 3541,31 – 3543,23 cm^{-1} dengan intensitas 76,366 – 90,802 cm^{-1} .

4.1.6 X-Ray Diffraction (XRD)

Analisis *X-Ray Diffraction (XRD)* bertujuan untuk memperlihatkan struktur kristalit yaitu derajat kristalinitas (X). Hasil analisis XRD karbon aktif limbah sabut kelapa dapat disajikan dalam tabel 4.6 dan gambar 4.6 dibawah ini



Gambar 4.6 Pola Difraksi Sinar-X Berdasarkan Variasi Konsentrasi Asam Fosfat

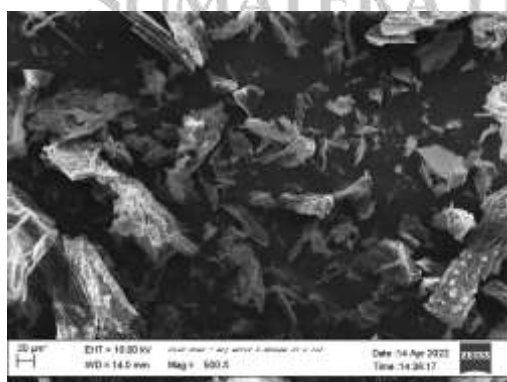
Grafik hasil karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan bahwa karbon aktif yang diaktivasi menggunakan asam fosfat dalam waktu 24 jam menghasilkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka menyebabkan terjadinya perubahan intensitas fasa ke arah intensitas yang lebih tinggi. Dan fasa kristal yang terbentuk dalam proses ini ialah kristal yang berbentuk kubik.

Tabel 4.6 Hasil Analisis XRD Karbon Aktif Sabut Kelapa

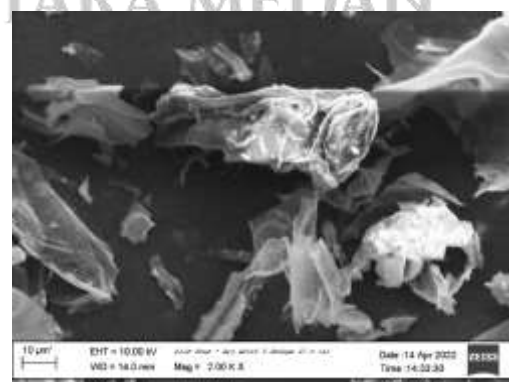
Nama Sampel	2θ	d (Å)	FWHM	Intensitas (a.u)
Karbon aktif (0%)	28,1300	3,16967	0,26000	10
	43,9125	2,06018	0,14500	22
	64,2875	1,44781	0,18500	16
Karbon aktif (8%)	43,9213	2,05979	0,12840	35
	44,1600	2,04921	0,08000	9
	64,2910	1,44774	0,16200	23
Karbon aktif (10%)	21,6400	4,10336	0,12000	7
	43,9250	2,05963	0,15000	26
	64,2900	1,44776	0,18000	22
Karbon aktif (12%)	20,8466	4,25770	0,05330	8
	43,9080	2,06039	0,14400	38
	64,2830	1,44790	0,17400	28

4.1.7 Scanning Electron Microscopy (SEM)

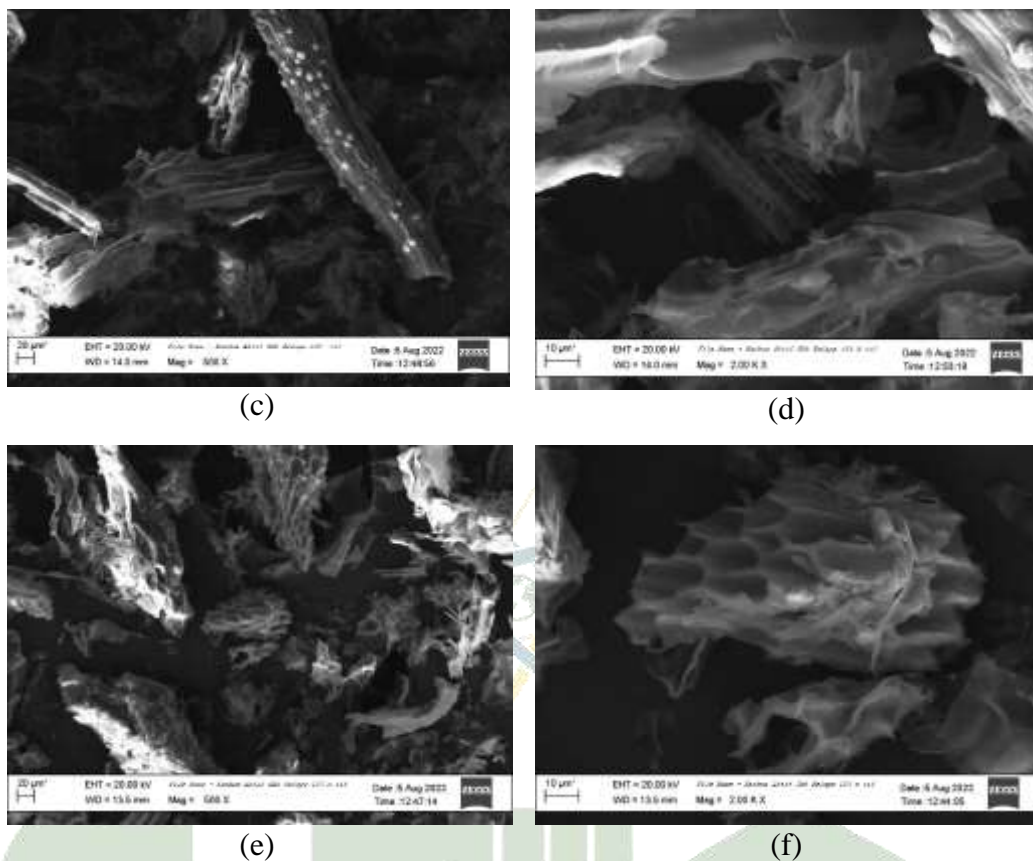
SEM adalah salah satu jenis mikroskop yang menggunakan berkas elektron sebagai pengganti cahaya dalam membentuk sebuah gambar seperti mikroskop biasa, SEM memiliki resolusi yang lebih tinggi, sehingga sampel dengan jarak yang dekat dapat diperbesar dengan rasio yang jauh lebih tinggi (10 x hingga 180.000 x). Karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* dilakukan adalah untuk melihat bentuk morfologi permukaan dari karbon aktif sabut kelapa yang diaktivasi menggunakan asam fosfat. Adapun hasil dari analisis dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* adalah sebagai berikut:



(a)



(b)



Gambar 4.7 Hasil Scanning Electron Microscopy (SEM) Karbon Aktif Sabut Kelapa dengan (a) konsentrasi 0% perbesaran 500 X, (b) konsentrasi 0% perbesaran 2000 X, (c) konsentrasi 10% perbesaran 500 X, (d) konsentrasi 10% perbesaran 2000 X, (e) konsentrasi 12% perbesaran 500 X, dan (f) konsentrasi 12% dengan perbesaran 2000 X.

Pada gambar 4.7 diperoleh hasil bahwa terlihat adanya perbedaan bentuk morfologi permukaan dari seluruh sampel karbon aktif yang telah diaktivasi menggunakan asam fosfat pada konsentrasi yang terdiri dari 0%, 10% dan 12% dengan suhu 400 °C. Pada karbon aktif sabut kelapa dengan konsentrasi 12% terlihat bahwa pori-pori yang dihasilkan lebih banyak bila dibandingkan dengan jenis konsentrasi yang lainnya. Berikut ini adalah tabel penjelasan diameter partikel hasil analisis Scanning Electron Microscopy yang dilakukan terhadap karbon aktif sabut kelapa:

Tabel 4.7 Diameter Partikel Karbon Aktif

No	% Konsentrasi	Nilai mean
1	0 %	42,516
2	10 %	76,826
3	12 %	83,671

Dari tabel diatas diperoleh hasil bahwa nilai mean yang paling tinggi diperoleh oleh konsentrasi 12%, hasil analisis Scanning Electron Microscopy ini menunjukkan bahwa sampel terbaik terdapat pada konsentrasi 12%.

4.2 Proses Adsorpsi Air Gambut

Hasil pengujian sampel air gambut terhadap beberapa parameter yang diantaranya yaitu parameter fisika (warna), dan parameter kimia (pH), besi (Fe), dan Zat Organik setelah di adsorpsi menggunakan karbon aktif sabut kelapa dapat dilihat dalam tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Setelah di Adsorpsi Karbon Aktif Sabut Kelapa

Parameter	Satuan	Sebelum Adsorpsi	Setelah Adsorpsi	Standar Maksimum
1. Fisika				
• Warna	Pt/Co	100	2,5	50
2. Kimia				
• pH	mg / L	6,16	3,53	6,5-8,5
• Besi (Fe)	mg / L	2,539	0,350	1
• Zat Organik (KmnO ₄)	mg/L	112,6	28,1	10

4.3 Pembahasan

Pada Tabel 4.5 terlihat bahwa sampel air gambut yang di adsorpsi menggunakan karbon aktif dengan konsentrasi terbaik yaitu pada konsentrasi H₃PO₄ 12% menghasilkan parameter warna dan besi yang telah memenuhi standar maksimum dalam PERMENKES No. 32 Tahun 2017 mengenai standar air bersih. Dengan masing-masing penurunan sebesar 97,5% untuk warna air gambut dan 86,21% untuk kadar besi (Fe).

Sedangkan untuk parameter pH, dan Zat Organik belum memenuhi standar maksimum yang telah di tentukan, hal ini disebabkan karena metode adsorpsi yang digunakan hanya menggunakan satu tingkatan yaitu dengan karbon aktif tanpa adanya campuran yang lain seperti pasir silika.