

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air adalah zat, material atau elemen yang sangat penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, tetapi tidak di planet lain. Dalam sistem tata surya air mencakup hampir 71 persen permukaan bumi. Bentuk bisa berupa cairan, es (padat), dan uap/gas. Dengan kata lain karena adanya air, maka bumi merupakan satu-satunya planet di tata surya yang memiliki kehidupan.

Air adalah bagian dari komponen penyusun lingkungan, sehingga ketersediaan sumber air yang berkualitas menunjukkan lingkungan yang baik. Bagi manusia itu sendiri, air memegang peranan penting dalam kebutuhan pertanian, industri dan pemenuhan kebutuhan rumah tangga. Dalam ayat suci Al-Qur'an, menjelaskan salah satu manfaat yang mendasar dari air bagi kehidupan makhluk hidup yang terdapat dalam QS. An-Nahl ayat 10

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجْرٌ فِيهِ
تُسِيمُونَ

Artinya : *“Dialah yang telah menurunkan air (hujan) dari langit untuk kamu, sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuhan, padanya kamu mengembalakan ternakmu” (QS. An-nahl:10)*

Menurut para dokter serta ahli medis, manusia harus minum air putih minimal 2 liter (atau 8 gelas) per hari dan maksimal 7% kali berat badan. Tumbuhan (flora) dan binatang (fauna) juga mutlak membutuhkan air. Tanpa adanya air tentu saja keduanya akan mati. Oleh karena itu, kita dapat mengatakan bahwa air adalah salah satu sumber kehidupan. Dengan kata lain air adalah zat paling esensial yang dibutuhkan makhluk hidup.

Secara implisit dapat dikatakan bahwa manusia adalah air yang hidup. Juga dapat dikatakan bahwa air adalah karunia Tuhan Yang Maha Esa. Semua organisme yang hidup terdiri dari sel-sel yang berisi air setidaknya 60% dan aktivitas metabolisme mengambil tempat didalam larutan air. Dapat disimpulkan bahwa

untuk kepentingan manusia dan komersial lainnya. Oleh sebab itu ketersediaan air dari sisi kualitas dan kuantitas mutlak diperlukan. (Kodoatie, 2012).

Berikut ini adalah Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No : 416/MENKES/PER/IX/1990 yang menjadi acuan Tentang Persyaratan Kualitas Mutu Air Bersih yang dijelaskan dalam Tabel 2.1 berasal dari sumber *baristandsamarinda.kemenperin.go.id*.

Tabel 2.1 Tabel Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih

No	Parameter	Satuan	Kadar		Keterangan
			Maksimum yang Diperbolehkan		
A. Fisika					
1	Bau	-	-		Tidak Berbau
2	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1000		-
3	Kekeruhan	Skala NTU	5		-
4	Rasa	-	-		Tidak berasa
5	Suhu	0°C	Suhu udara ± 30 °C		-
6	Warna	Skala TCU	15		-
B. Kimia					
Kimia Anorganik					
1	Besi	mg/L	1,0		
2	Kadmium	mg/L	0,005		
3	Kesadanan (CaCO ₃)	mg/L	500		
4	Kromium, Valensi 6	mg/L	0,05		
5	Mangan	mg/L	0,5		
6	Nitrat, sebagai N	mg/L	10		
7	Nitrit, sebagai N	mg/L	1,0		
8	pH	mg/L	0,05		
9	Seng	mg/L	15		
10	Sulfat	mg/L	400		
11	Timbal	mg/L	0,05		
12	Zat Organik	mg/L	10		

Air gambut adalah salah satu jenis air tanah atau air permukaan yang terdapat di daerah yang berawa atau dataran rendah, air ini banyak terdapat di beberapa daerah terutama daerah Sumatera dan Kalimantan. Adapun karakteristik dari air gambut adalah memiliki intensitas warna yang kuat (memiliki warna merah kecoklatan), memiliki kadar pH rendah, kandungan zat organik yang tinggi,

kekeruhan dan kandungan partikel tersuspensi yang rendah serta adanya kandungan kation yang rendah pula (kusnaedi, 2006).

Air gambut memiliki warna merah kecoklatan, warna ini berasal dari tingginya kandungan bahan organik (bahan humus) yang terlarut dalam bentuk asam humus. Selain itu, warna air gambut tersebut adalah tanda bahwa terdapat kandungan besi yang tinggi. Menurut Irianto (1998), dari Pusat Penelitian dan Pengembangan, menyatakan bahwa permukiman air gambut di setiap daerah mempunyai bentuk yang berbeda-beda. Salah satu contoh yaitu bentuk air gambut yang di bedakan dari wilayahnya yang terdapat airnya yaitu di Sumatera dan Kalimantan. Karakteristik yang terdapat di kedua wilayah begitu berbeda, hal ini dikarenakan oleh kondisi sumber air gambut yang berbeda tergantung pada komposisi lahan gambut dan aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat sekitar perairan tersebut.

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses pemisahan komponen tertentu dari fasa cair (larutan) ke dalam permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Pemisahan komponen ini terjadi dikarenakan adanya perbedaan berat molekul atau porositas, hal ini dapat menyebabkan beberapa molekul terikat menjadi lebih erat pada permukaan dibandingkan dengan yang lainnya. Adsorpsi ini berfungsi dalam mengikat dan memisahkan komponen-komponen yang ada dalam suatu larutan dengan menggunakan adsorben (Hartini, 2011).

Adsorpsi merupakan akumulasi atau konsentrasi zat pada suatu permukaan. Fase penyerap disebut adsorben, dan bahan yang diadsorpsi disebut adsorbat. Adsorpsi adalah salah satu teknik pemisahan yang paling sering dipakai baik dalam skala laboratorium, dalam skala rumah tangga bahkan teknik ini juga sering digunakan dalam skala industri sekalipun. Teknik adsorpsi ini sering digunakan karena dinilai sebagai teknik pemisahan yang efektif, mudah diaplikasikan, serta tidak membutuhkan biaya yang cukup tinggi dalam prosesnya dan tidak membutuhkan energi yang besar (Sitorus, 2021).

Adsorpsi dianggap sebagai fenomena penting dalam sebagian besar proses fisik, biologi, dan kimia alami, dan karbon aktif adalah bahan adsorben yang paling sering digunakan dalam pengolahan air dan air limbah. Fenomena peningkatan

konsentrasi bahan terlarut dalam suatu batas atau permukaan biasa disebut dengan adsorpsi. Istilah adsorpsi mengacu pada proses dimana molekul menumpuk dilapisan antarmuka, sedangkan desorpsi menunjukkan kebalikannya.

Dalam Proses absorpsi, bahan penyerap berupa zat padat, proses penyerapan hanya terjadi pada permukaan zat penyerap. Dalam peristiwa adsorpsi, komponen akan berada di daerah antar muka, akan tetapi tidak masuk kedalam fase. Umumnya adsorben dapat terjadi pada bahan-bahan yang memiliki pori, karena prosesnya berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau letak-letak tertentu di dalam adsorben.

2.3 Karbon Aktif

2.3.1 Pengertian Karbon Aktif

Karbon aktif itu secara luas di definisikan untuk mencakup berbagai bahan yang berbasis karbon amorf yang disiapkan sedemikian rupa sehingga dapat menunjukkan tingkat porositas yang cukup tinggi dan luas permukaan yang juga diperluas. Selain itu semua pengotor yang merupakan non-karbon dihilangkan dan permukaannya teroksidasi. Karbon aktif merupakan karbon yang dapat berbentuk granular maupun serbuk, serta arang aktif ini mempunyai kemampuan serap yang bagus.

Karbon aktif adalah residu dari destilasi destruktif berbagai bahan organik yang diberi dengan perlakuan khusus untuk tujuan meningkatkan daya atau kemampuan ikatnya (daya adsorpsi). Karbon aktif merupakan bubuk halus yang mempunyai ciri berwarna hitam, tidak memiliki bau, tidak memiliki cita rasa dan bebas dari unsur pasir. Untuk menjadi pengikat (adsorben) yang efektif, maka ukuran partikel dari karbon aktif harus kecil atau halus, dengan tujuan agar dapat menambah luas permukaannya, dan kandungan mineral harus rendah (Siboro, 2020).

Karbon aktif telah dijelaskan dengan cara yang berbeda oleh beberapa penulis. Marsh (1989), menjelaskan bahwa karbon aktif sebagai karbon berpori yang telah diolah dengan cara mengoksidasi gas selama atau setelah proses karbonisasi untuk meningkatkan porositas. Sementara itu Norlia Baharun (1999) mendefinisikan karbon aktif sebagai bahan organik yang pada dasarnya dibentuk oleh struktur grafit.

Menurut Raymund Hall dan M. Baldwin mendefinisikan karbon aktif sebagai bentuk karbon yang tidak memiliki bentuk yang tetap dan penuh dengan pori-pori, yang terjadi dalam proses destilasi desktruktif dari hampir seluruh bahan yang memiliki unsur karbon didalamnya, seperti kayu, tempurung kelapa, tongkol jagung, dan bahkan juga tulang hewan.

Saat ini karbon aktif menemukan aplikasi yang sangat luas dibanyak bidang, terutama di bidang lingkungan, selain pengendalian pencemaran lingkungan, karbon aktif terutama digunakan dalam berbagai kegiatan industri, dalam berbagai adsorpsi fase cair dan gas. Diantara aplikasi fase cair seseorang dapat diaplikasikan untuk pemrosesan makanan, penghilangan warna minyak dan lemak, pemurnian produk gula, pemurnian bahan kimia (asam, amina, gliserin dan glikol dan lain-lain), pemurnian enzim dan lain-lain (Cecen, 2011).

2.3.2 Karakteristik Karbon Aktif

Karbon aktif terdiri dari mikrokristal yang terdiri dari cincin heksagonal atom karbon yang menyatu, struktur ini sangat mirip dengan grafit. Ruang antara mikrokristalin individu disebut pori-pori. Permukaan karbon aktif yang berpori dapat mengadsorpsi dan menahan zat terlarut dan gas, jumlah bahan yang teradsorpsi berpotensi sangat besar, karena permukaan internal karbon aktif yang besar. Karbon aktif memiliki luas permukaan serap yang tinggi ($300-2000 \text{ m}^2/\text{g}$), sedangkan volume pori berkisar antara $0,7$ dan $1,8 \text{ cm}^3/\text{g}$.

Mikropori karbon aktif, tempat sebagian besar adsorpsi akan berlangsung, berbentuk ruang dua dimensi antara dua bidang kristal paralel dengan jarak antar lapisan itu antara $3-35$. Gugus fungsi yang mengakhiri bidang mikrokristal menghubungkan antar mikrokristal. Adsorpsi terjadi pada permukaan planar dari mikrokristal. Adsorpsi pada bidang mikrokristal sebagian besar itu disebabkan oleh gaya van der waals. Di sisi lain, adsorpsi pada tepi mikrokristal terjadi karena adanya ikatan kimia.

Karbon aktif yang tersedia secara komersial terbuat dari bahan yang mempunyai unsur karbon tinggi seperti batu bara, lignit, kayu, gambut, tempurung kacang, tempurung kelapa, lignin, kokas minyak bumi, dan polimer tinggi sintetis. Proses dalam pembuatan karbon aktif itu terdiri dari dua fase, yaitu karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi meliputi tahap pengeringan dan pemanasan untuk

menghilangkan produk samping yang tidak diinginkan seperti tar, dan hidrokarbon lainnya.

2.3.3 Jenis-jenis karbon aktif

2.3.3.1 Karbon Aktif Bubuk (PAC)

PAC terdiri atas partikel karbon yang dihancurkan atau digiling sedemikian rupa sehingga 95-100% bisa melalui saringan yang ditentukan sebesar 0,297 mm berdasarkan Standar Asosiasi Pekerjaan Air Amerika, atau 0,177 mm menurut ASTM D5158. Karbon aktif serbuk umumnya memiliki ukuran yang lebih kecil dari 0,18 mm. PAC menemukan aplikasi luas untuk pengolahan air minum dan air limbah.

Dalam pengolahan air limbah, itu ditambahkan ke lumpur aktif atau dikontakkan dengan air limbah pada unit terpisah. PAC juga mampu bertindak sebagai koagulan untuk fraksi koloid dalam fase cair. Regenerasi PAC agak sulit, karena partikel koloid harus dipisahkan dari air sebelum regenerasi. Gambar 2.1 dibawah ini menunjukkan bentuk dari karbon aktif bubuk (PAC).



Gambar 2.1 Karbon Aktif Bubuk

2.3.3.2 Karbon Aktif Granular (GAC)

Karbon Aktif Granular biasanya berupa butiran batu bara atau cangkang yang dihancurkan. GAC juga dapat dibuat dengan granulasi bubuk-bubuk menggunakan pengikat seperti pitch tar batu bara. Tidak seperti PAC dari fase cair, langkah pembatasan laju dalam adsorpsi GAC dari fase cair sering menjadi difusi intrapartikel. Partikel GAC mempunyai ukuran mulai dari 0,2 hingga 5 mm.

Filter karbon aktif granular (GAC) banyak dimanfaatkan dalam proses pemurnian untuk air minum, air tanah, dan air limbah sebagai langkah dalam pengolahan lanjutan, terutama untuk menghilangkan senyawa organik beracun.

Dalam beberapa aplikasi karbon aktif granular dalam pengolahan air minum dan air limbah, film mikrobiologis dapat terbentuk pada partikel. Dengan demikian proses penghilangan polutan secara biologis digabungkan dengan adsorpsi GAC (Cecen, 2011).



Gambar 2.2 Karbon Aktif Granular

2.3.3.3 Karbon Aktif Berbentuk Pellet

Karbon jenis ini dibuat melalui tahap ekstrud dan memiliki bentuk silinder dengan ukuran diameter 0,8 sampai 5 mm. Karbon aktif berbentuk pellet pada umumnya sering dipakai dalam aplikasi fasa gas, hal ini dikarenakan karbon aktif jenis ini memiliki nilai pressure dropnya yang rendah, kekuatan mekanik yang tinggi dan mempunyai kadar abu juga rendah. Gambar 2.3 dibawah ini akan memperlihatkan bentuk dari karbon aktif pellet



Gambar 2.3 Karbon Aktif Pellet

Sedangkan jika ditinjau berdasarkan ukuran pori, maka karbon aktif bisa dibagi kedalam tiga bagian yaitu:

- a. Makropori, yaitu suatu pori yang memiliki ukuran > 50 nm
- b. Mesopori yaitu pori yang memiliki ukuran 2-50 nm
- c. Mikropori yaitu pori yang berukuran < 2 nm

2.3.4 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara garis besar proses pembuatan karbon aktif terbagi menjadi 3 tahap, yaitu :

2.3.4.1 Tahap Dehidrasi

Merupakan suatu proses penghilangan kadar air yang terdapat pada bahan baku utama dalam pembuatan karbon aktif. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses dehidrasi yaitu dengan menjemur bahan atau sampel yang akan digunakan dalam penelitian dibawah sinar matahari atau dilakukan pengeringan dengan menggunakan oven.

2.3.4.2 Tahap Karbonisasi

Karbonisasi merupakan suatu proses pembakaran bahan baku dilakukan dengan memakai udara yang terbatas serta dengan suhu tertentu. Proses karbonisasi

ini dilakukan dengan adanya proses pengubahan komposisi dari bahan baku yang memiliki unsur karbon agar dipisahkan dengan bahan non karbon yang terdapat pada bahan baku tersebut dengan tujuan agar bahan baku yang tersisa sebagian besar adalah unsur karbon. Selain dari bahan non-karbon, sebagian bahan karbon juga akan ikut menguap dalam proses karbonisasi, hal ini disebabkan karena bahan non karbon tersebut terikat pada rantai karbon, yaitu berupa karbon monoksida (CO), Karbon dioksida (CO₂), dan hidrokarbon ringan yang berupa gas. Dalam proses karbonisasi ini biasanya dilakukan dalam alat furnace.

2.3.4.3 Tahap Aktivasi

Aktivasi merupakan suatu proses terjadinya perubahan fisika yang dimana luas permukaan dari karbon menjadi lebih besar, hal ini disebabkan karena telah terbebaskannya hidrokarbon yang menutupi pori-pori. Pada saat proses karbonisasi hasil kemampuan adsorpsi dari karbon aktif masih tergolong rendah, hal ini disebabkan karena masih adanya pengotor yang menutupi bagian permukaan pori dan pembentukan pori. Oleh sebab itu, perlu dilakukan tahap aktivasi dengan tujuan untuk meningkatkan luas permukaan dan kemampuan adsorpsi karbon aktif. Dalam proses aktivasi, penambahan aktivator bertujuan untuk mengikat unsur karbon dan sebagian besar hidrogen yang terikat pada titik-titik yang tidak jenuh. (Purnamasari, 2018)

2.3.5 Standar Kualitas Karbon Aktif

Kualitas dari karbon aktif itu merupakan suatu hal yang bergantung dengan bahan yang dipergunakan pada proses pembuatan karbon aktif, bagaimana proses pengolahannya. Dalam melihat standar kualitas karbon aktif terdapat beberapa bagian yang akan ditinjau untuk menentukan apakah karbon aktif yang dihasilkan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan atau tidak. Beberapa parameter tersebut diantaranya Kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu dan kadar karbon murni. Adapun syarat mutu arang aktif itu seperti pada tabel dibawah ini yang bersumber dari SNI 06-3037-1995.

Tabel 2.2 Syarat Mutu Arang Aktif

No	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1	Bagian yang hilang pada pemanasan 950%	-	Maks. 15	Maks. 25
2	Kadar Air %	-	Maks. 4,4	Maks. 15
3	Kadar Abu %	-	Maks. 2,5	Maks. 10
4	Bagian yang tidak terarang	-	Tidak ternyata	Tidak ternyata
5	Daya serap terhadap I ₂	mg/g	Min. 750	Min. 750
6	Karbon aktif murni, %	-	Min. 80	Min. 65
7	Daya serap terhadap benzena %	-	Min. 25	-
8	Daya serap terhadap biru metilena	ml/g	Min. 60	Min. 120
9	Kerapatan jenis curah	g/ml	0,45 - 0,55	0,30 - 0,35
10	Lolos ukuran mesh	-	-	Min. 90
11	Jarak mesh, %	-	90	-
12	Kekerasan, %	-	80	-

2.4 Sabut Kelapa

Di Indonesia pohon kelapa memiliki arti yang sangat penting baik dilihat dari aspek ekonomi maupun aspek sosial budaya. Bahkan karena semua bagian yang ada di kelapa memiliki nilai ekonomis, maka hal ini tidak mengherankan bahwa julukan yang diberikan bagi pohon kelapa ini sangatlah hebat yaitu sebagai “*The tree of life*” yang memiliki arti pohon kehidupan. Pohon kelapa merupakan tanaman yang sangat bermanfaat bagi manusia, karena semua bagian tubuh dari kelapa itu memiliki kegunaan tertentu.

Kelapa adalah tanaman tahunan, mempunyai batang yang keras dan pada umumnya tidak memiliki cabang (monopodial) dan berakar serabut. Pertumbuhan kelapa biasanya tegak namun pada daerah tepian pantai, dan sungai batangnya tumbuh melengkung ke arah matahari. Dalam bahasa Inggris, kelapa dikenal dengan sebutan coconut palm, coco palm atau coconut tree. Dalam tata nama

tumbuhan kelapa diberi nama *Cocos nucifera* yang secara lengkap pengklasifikasiannya (Winarno, 2014).

Mulai dari batangnya yang bisa digunakan sebagai bahan material bangunan seperti untuk tiang, konstruksi jembatan, furniture, dan lain-lain. Sedangkan daun mudanya bisa digunakan juga sebagai janur yang banyak dipakai untuk dekorasi dalam pernikahan, upacara adat, pembungkus makanan tradisional sedangkan tulang daunnya bisa dimanfaatkan dalam pembuatan sapu lidi. Daging buahnya adalah bahan untuk pembuatan minyak nabati, tempurungnya dahulu digunakan untuk cawan, bahan bakar ataupun bahan kerajinan dan serabutnya digunakan untuk pembuatan keset, atau tali tambang.

Disamping itu, air buahnya (air kelapa) sangat populer sebagai minuman segar dan niranya selain bisa diminum secara langsung juga bisa dijadikan gula yang dikenal dengan nama gula kelapa atau gula palem. Itulah sebabnya mengapa tanaman pohon kelapa ini sejak ratusan tahun dikenal diseluruh Kepulauan Nusantara. Sabut kelapa merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Sabut kelapa merupakan biomassa yang mudah untuk diperoleh karena bagian dari hasil sampingan dari buah kelapa.



Gambar 2.4 Sabut Kelapa

Bagian ini berserabut dan terdiri dari jaringan dengan sel-sel serat yang keras serta diantara dua sel terdapat jaringan lunak. Tebal sabut lebih kurang 3-5 cm. sabut kelapa adalah bagian selimut (mesokarp) yang dimana terdiri dari serat-serat kasar dari buah kelapa, serat tersebut merupakan suatu bagian yang sangat berharga. (Kardiman, 2019), berpendapat bahwa sabut kelapa terdiri dari beberapa unsur senyawa seperti yang tertera pada tabel 2.3 di bawah ini:

Tabel 2.3 Daftar Senyawa Dalam Sabut Kelapa

Nama Senyawa	Jumlah (%)
Lignin	29,4
Selulosa	26,6
Nitrogen	0,1
Air	8
Abu	0,5

2.5 Asam Fosfat (H_3PO_4)

Asam fosfat didefinisikan sebagai sebuah asam mineral anorganik dengan rumus kimia yaitu H_3PO_4 . Asam Fosfat ini juga dikenal dengan nama asam ortofosfat atau asam fosfat (V). Asam fosfat ini memiliki tiga ion H^+ , dimana dari ketiga ion H^+ yang ada pada asam fosfat itu tentunya memiliki kekuatan ion yang berbeda-beda. Asam fosfat yang murni berbentuk kristal yang berada pada (titik leleh $42,35\text{ }^\circ\text{C}$ atau $108,2\text{ }^\circ\text{F}$). Senyawa asam fosfat adalah senyawa yang dapat membentuk tiga jenis garam sesuai dengan adanya suatu penggantian satu, dua, atau tiga atom hidrogennya (Rahadian, 2019).

Asam fosfat adalah suatu asam yang memiliki wujud zat padat dengan $T.D = 280^\circ\text{C}$ dan $T.L = 44,1\text{ }^\circ\text{C}$ dan pada temperatur tinggi ($t = 1040^\circ\text{C}$), mengalami disosiasi atau suatu proses ketika senyawa ionik (kompleks atau garam) terpisah menjadi partikel, ion atau radikal yang semakin kecil dan biasanya mampu dikembalikan seperti semula.

Asam fosfat (H_3PO_4) sumber umumnya pada dasarnya adalah larutan air 85%. Fosfat merupakan salah satu bahan kimia yang begitu penting untuk makhluk hidup. H_3PO_4 yang tersedia di alam terdiri dari dua bentuk atau jenisnya yaitu senyawa fosfat organik dan yang kedua yaitu senyawa fosfat nonorganik. Senyawa fosfat organik ini terdapat pula dalam hewan dan tumbuhan, sedangkan fosfat anorganik itu terdapat pada tanah dan air yang dimana fosfat ini memiliki sifat terlarut dalam air tanah maupun air laut yang terkikis dan mengendap di sedimen. Unsur fosfat juga disebut sebagai faktor pembatas, hal ini disebabkan karena perbandingan antara fosfat dengan unsur lain dalam ekosistem air lebih kecil dari pada dalam tubuh organisme hidup lainnya.

Senyawa Asam Fosfat merupakan bahan kimia yang dapat menghasilkan karbon aktif yang baik apabila dilihat dari segi luas permukaan ataupun volume pori dari karbon aktif yang lebih besar apabila dibandingkan dengan bahan pengaktivator seperti $ZnCl_2$ dan KOH . Hal ini dibuktikan dengan adanya perbandingan dalam beberapa penelitian yang sudah dilaksanakan diantaranya yaitu penelitian Ip et al, luas permukaan karbon aktif dari bambu yang diaktivasi dengan H_3PO_4 menghasilkan luas permukaan sebesar $2131 \text{ m}^2/\text{g}$, hal ini lebih luas apabila dibandingkan dengan penelitian Hameed et al, yang mengaktivasi memakai bahan kimia KOH , diperoleh luas permukaan sebesar $1896 \text{ m}^2/\text{g}$. Dan pada penelitian Manurung et al yang diaktivasi dengan $ZnCl_2$ di peroleh luas sebesar $737,74 \text{ m}^2/\text{g}$ (Perdani, 2021).

2.6 Karakterisasi Material Karbon Aktif

2.6.1 Uji Sifat Fisis

Kualitas karbon aktif dapat di tentukan dengan pengujian kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, dan kadar karbon terikat berdasarkan SNI 06-3730-1995

2.6.1.1 Kadar Air

Kadar air adalah salah satu parameter uji yang dilakukan untuk melihat kualitas karbon aktif yang dihasilkan. Hal ini diasumsikan bahwa hanya air yang merupakan senyawa volatil, ini memungkinkan bahwa masih adanya air yang terjebak dan menutupi pori karbon aktif. Oleh karena itu apabila semakin sedikit kadar air yang tersisa maka akan semakin kecil yang menutupi pori karbon aktif (Ghafarunnisa, 2017). Proses pengujian dilakukan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{a-b}{b} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

a = massa karbon aktif mula-mula (gram)

b = massa karbon aktif setelah dikeringkan (gram)

2.6.1.2 Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap adalah salah satu parameter dalam melihat kualitas karbon aktif yang dihasilkan dari karbon aktif, apabila semakin tinggi kadar zat mudah menguap maka hal ini mengindikasikan bahwa permukaan karbon aktif

masih di tutupi oleh senyawa non karbon yang dapat mempengaruhi daya serap. Untuk menghitung kadar zat mudah menguap menggunakan rumus:

$$\text{Kadar zat mudah menguap} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

a = massa karbon aktif mula-mula (gram)

b = massa karbon aktif setelah dipanaskan (gram)

2.6.1.3 Kadar Abu

Kadar abu adalah sisa dari proses pembakaran yang tidak memiliki unsur karbon dan nilai kalor. Nilai kadar abu adalah jumlah sisa akhir dari proses pembakaran yang berupa zat-zat mineral yang tidak hilang pada saat proses pembakaran. Adapun rumus untuk menghitung nilai kadar abu adalah:

$$\text{Kadar Abu} = \frac{M_t}{M_c} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

M_t = Massa abu total (gram)

M_c = Massa abu sampel (gram)

2.6.1.4 Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat merupakan salah satu parameter yang akan menjadi acuan dalam melihat kualitas karbon yang dihasilkan karena bertujuan untuk melihat berapa besar kadar karbon murni yang terdapat pada karbon aktif tersebut. Untuk menghitung kadar karbon murni dengan memakai rumus:

$$\text{Kadar karbon murni} = 100\% - (\% \text{ zat mudah menguap} + \% \text{ kadar abu}) \dots \dots (2.4)$$

Karakterisasi karbon aktif membutuhkan informasi mengenai sifat fisik dan kimia bahan. Disisi fisik, seseorang harus memperoleh informasi seperti tingkat kadar air dan kadar abu, serta struktur pori dan ukuran pori yang menentukan bagaimana nantinya proses adsorben berlangsung. Sifat kimia yang harus dipertimbangkan adalah luas permukaan yang spesifik, dan kimia permukaan.

Pada dasarnya, alat karakterisasi suatu bahan memiliki prinsip yang sama yaitu adanya sumber energi yang dilepaskan. Dari energi yang dilepaskan tersebut akan diperoleh hasil berupa sinyal yang kemudian akan diinterpretasikan kedalam bentuk gambar, grafik, angka dan sebagainya.

2.6.2 Parameter Sifat Fisis dan Kimia Air Gambut

2.6.2.1 pH

Nilai pH merupakan indikator yang dipakai dalam menggambarkan konsentrasi ion hidrogen yang ada pada air gambut. Nilai pH sangatlah penting hal ini karena pengaruhnya terhadap reaksi-reaksi kimia. Keseimbangan berbagai senyawa dan kelarutan segala jenis bahan di dalam air sangat dipengaruhi oleh pH. Adapun rumus untuk menghitung hasil penurunan kadar pH adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar pH} = \frac{\text{sebelum-sesudah}}{\text{sebelum}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

2.6.2.2 Warna

Warna yang terdapat dalam air itu diakibatkan oleh adanya bahan organik terlarut. Bahan terlarut sering berasal dari proses pembusukan vegetasi. Contohnya yaitu tanin dan fenol. (Suparno, 2013)

$$\% \text{ Kadar Warna} = \frac{\text{sebelum-sesudah}}{\text{sebelum}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

2.6.2.3 Besi (Fe)

Air yang memiliki kandungan besi dapat menyebabkan warna menjadi kuning serta dapat mengakibatkan korosi untuk bahan yang terbuat dari logam. Besi adalah salah satu unsur hasil dari pelapukan batuan induk yang sangat banyak ditemukan diperairan umum. Logam besi yang tinggi dalam air akan menyebabkan kerusakan pada usus bahkan dapat mengakibatkan kematian. Rumus untuk menghitung penurunan kadar besi dalam air adalah:

$$\% \text{ Kadar Besi (Fe)} = \frac{\text{sebelum-sesudah}}{\text{sebelum}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

2.6.2.4 Zat Organik (KmnO₄)

Zat organik yang terdapat dalam air gambut memiliki komposisi yang sangat di dominasi oleh senyawa humat sehingga dapat mengakibatkan kadar warna yang cukup tinggi pada air gambut tersebut (Rahmawati, 2018). Rumus untuk menghitung penurunan kadar zat organik yaitu:

$$\% \text{ Kadar Zat Organik} = \frac{\text{sebelum-sesudah}}{\text{sebelum}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.8)$$

Karakterisasi struktur material bertujuan untuk mengetahui secara ilmiah suatu bahan tentang bentuk dan ukuran, morfologi dan komposisi suatu material. Bahan material tersebut harus diuji dengan beberapa alat karakterisasi yang diantaranya yaitu *Scanning Electron Mikroskopy (SEM)*, *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*, dan *X-Ray Diffraction (XRD)*.

2.6.3 *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

FTIR merupakan spektroskopi yang menggunakan infra merah (IR). Spektrometer IR memungkinkan identifikasi zat yang termasuk dalam kelompok senyawa kompleks. Cara kerja spektroskopi infra merah adalah sampel yang dipindai menggunakan cahaya infra merah, yang dilewatkan menembus sampel untuk ditangkap oleh detektor. Hasil analisis diproses oleh komputer, yang mampu menampilkan spektrum sampel.



Gambar 2.5 Bentuk alat karakterisasi FTIR

FTIR menggunakan radiasi IR dari sumber cahaya benda hitam yang mencakupi seluruh spectrum IR. Sumber radiasi dimodulasikan dengan interferometer Michelson dan semua frekuensi optik direkam secara bersamaan dalam interferogram yang terukur. Salah satu kelebihan dari FTIR adalah teknologi pencitraannya cepat dan tidak memerlukan pelabelan, seperti bahan pewarna.

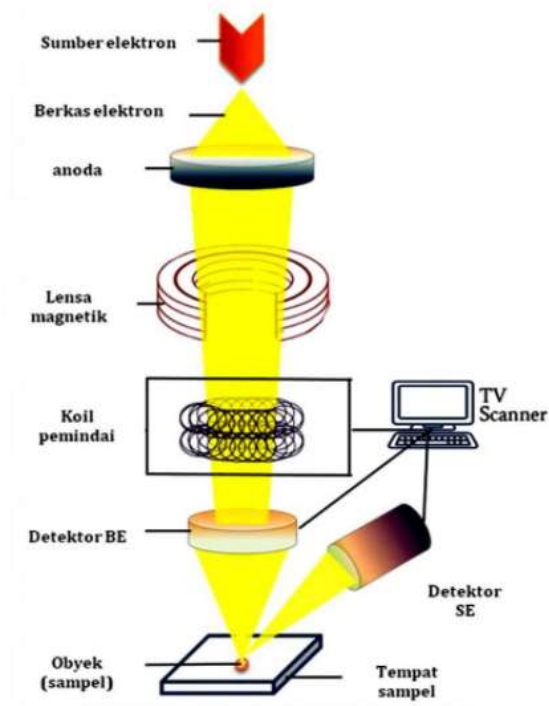
Spesifikasi kimia dari FTIR berasal dari interaksi (adsorpsi) dari cahaya IR dengan mode vibrasi dari molekul yang diinterogasi. Informasi yang lengkap dari spektrum IR memungkinkan pendeteksian banyak spesies kimia dalam satu kali pengukuran. FTIR bisa digunakan dalam tiga konfigurasi yaitu transmisi, pantulan dan total pantulan lemah. FTIR memiliki daerah gugus fungsi yang menjadi acuan untuk menentukan jenis senyawa yang terdapat pada sampel yang di analisis seperti yang terdapat pada tabel dibawah ini (Skoog, 2016).

Tabel 2.4 Tabel Daerah Gugus Fungsi Pada IR

Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah Frekuensi (cm ⁻¹)	Intensitas
C - H	Alkana	2850 - 2970	Kuat
		1340 - 1470	Kuat
C - H	Alkena	3010 - 3095	Sedang
		675 - 995	Kuat
C - H	Alkuna	3300	Kuat
C - H	Cincin Aromatik	3010 - 3100	Sedang
		690 - 900	Kuat
O - H	Fenol, Monomer alkohol	3590 - 3650	Berubah – ubah
	Alkohol ikatan hidrogen, fenol	3200 - 3600	Berubah – ubah terkadang melebar
	Monomer asam karboksilat,	3500 - 3650	Sedang
O - H	Ikatan hidrogen asam karboksilat	2500 - 2700	Melebar
N - H	Amina, Amida	3300 - 3500	Sedang
C = C	Alkena	1610 - 1680	Berubah – ubah
C = C	Cincin Aromatik	1500 - 1600	Berubah – ubah
C ≡ C	Alkuna	2100 - 2260	Berubah – ubah
C - N	Amina, Amida	1180 - 1360	Kuat
C ≡ N	Nitril	2210 - 2280	Kuat
C - O	Alkohol, Eter, Asam	1050 - 1300	Kuat
	Karboksilat, Ester		
C = O	Aldehid, Keton, Asam	1690 - 1760	Kuat
	Karboksilat, Ester		
NO ₂	Senyawa Nitro	1500 - 1570	Kuat
		1300 - 1370	Kuat

2.6.4 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Merupakan salah satu jenis mikroskop yang memakai berkas elektron sebagai pengganti cahaya dalam membentuk sebuah gambar seperti mikroskop biasa, SEM memiliki resolusi yang lebih tinggi, sehingga spesimen pada jarak dekat dapat diperbesar dengan rasio yang jauh lebih tinggi (10x hingga 180.000x). SEM bisa digunakan dalam melihat suatu morfologi material serbuk dalam skala nanometer, citra yang ditampilkan mirip dengan citra 3 dimensi. Berkas elektron yang dipancarkan dari *electron gun* ditransmisikan menuju sampel melalui anoda, lensa magnetic, scanning coil, ditempatkan dalam ruang hampa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.6 Skema Komponen SEM

Adapun fungsi dari *Scanning Electron Microscopy* yaitu untuk memberikan informasi mengenai pencitraan rinci tentang morfologi dan tekstur permukaan partikel individu, serta komposisi unsur sampel. Prinsip kerja SEM adalah sebagai berikut:

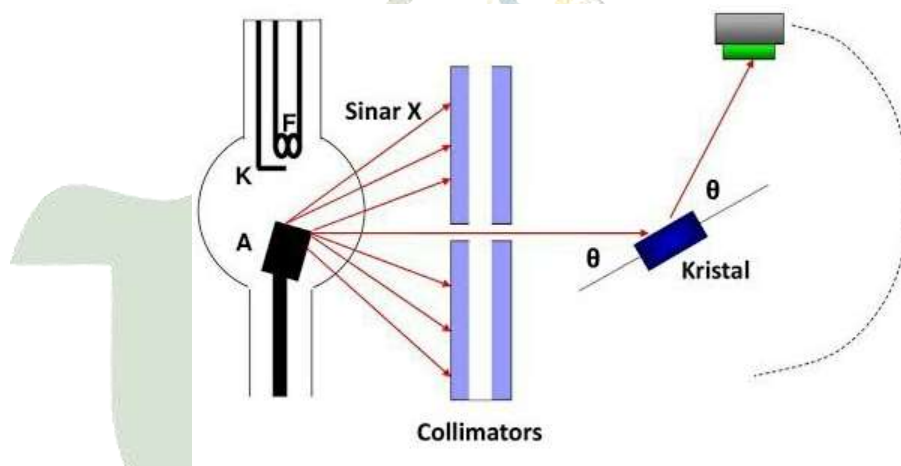
- Sebuah pistol elektron memproduksi sinar elektron dan dipercepat dengan anoda.
- Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel.
- Sinar elektron yang terfokus memindai keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
- Ketika elektron mengenai sampel, maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (CRT).

2.6.5 *X-Ray Diffraction Analysis (XRD)*

X-Ray Diffraction Analysis (XRD) atau yang biasa disebut dengan difraksi sinar-X adalah sebuah alat karakterisasi material yang paling umum dan sering digunakan. Sesuai dengan namanya, *X-Ray Diffraction Analysis* ini dikategorikan kedalam sebuah teknik difraksi. Alat karakterisasi ini pertama kali digunakan adalah untuk menentukan struktur dan fasa kristalin dengan cara menentukan parameter struktur kisi. Seiring dengan adanya perkembangan zaman, alat

karakterisasi difraksi sinar-X ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan struktur fasa, serta dapat untuk melakukan pengukuran partikel bahan seperti komposit, polimer dan keramik.

Prinsip difraksi sinar-X dapat terjadi sebagai dampak adanya pantulan elastis yang terjadi saat sebuah foton melakukan interaksi dengan target. Dalam hal ini, foton yang dimaksud adalah sumber energi berupa sinar-X yang melakukan interaksi dengan atom. Pada saat sekarang ini, analisis yang menggunakan *X-Ray Diffraction Analysis* (XRD) bisa diaplikasikan dalam beberapa bidang seperti bidang industri farmasi kesehatan, ilmu forensik, geologi, industri keramik dan XRD ini juga dapat untuk menentukan korosi dalam suatu material (Syahputra, 2021).



Gambar 2.7 Skema Alat XRD

Untuk melakukan fungsinya XRD terdiri dari beberapa komponen utama seperti tabung sinar-X, monokromator, detektor, dan lain-lain. Adapun prinsip kerja XRD adalah elektron yang dihasilkan ketika filamen (katoda) dipanaskan akan dipercepat karena adanya perbedaan tegangan antara filamen (katoda) dengan logam target. Sehingga menyebabkan terjadi tumbukan dengan logam target. Tumbukan antara elektron yang dipercepat tersebut dengan logam akan menghasilkan radiasi sinar x dari tabung sinar-X yang akan berinteraksi dengan struktur kristal bahan yang diuji, ketika sinar-X tersebut diarahkan ke sampel kristal tersebut maka akan timbul pola-pola difraksi sinar-x yang akan melalui celah-celah kecil antara bidang kristal. Hasil difraksi struktur kristal kemudian akan dideteksi oleh detektor yang selanjutnya akan memperkuat gelombang dengan *amplifier*,

yang kemudian akan terbaca secara spektroskopi sebagai puncak-puncak grafik yang ditampilkan oleh layar komputer.

2.7 Penelitian Yang Relevan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Irmawati Syahrir dkk (2019), dalam jurnal “Efektivitas Pemurnian Minyak Goreng Bekas Dengan Adsorben Arang Aktif Sabut Kelapa dan Ekstrak Bawang Merah”, dalam penelitian ini dilakukan proses pembuatan karbon aktif sabut kelapa menggunakan bahan aktivasi Asam Fosfat 10% . Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa karakteristik kadar abu 8,2547%, kadar air 7,0975%, Volatile Matter 7,5009% dan daya serap terhadap iod 836,0238 mg/g telah memenuhi standar arang aktif menurut SNI No. 06-3730-1995 dengan karakteristik kadar abu 10%,kadar air 15%, Volatile Matter 25%, dan daya serap iod 750 mg/g.

Berdasarkan penelitian dari Sri Ayu Emy Istighfarini dkk (2017), dalam jurnal “ Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Sabut Kelapa Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe pada Air Gambut”, dalam penelitian ini dilakukan pemanasan dengan suhu 400 °C selama 2 jam kemudian dilakukan dengan variasi adsorben 0,5 gr, 1 gr, 1,5 gr, dan 2 gr. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa efisiensi penyisihan logam Fe mencapai 84,67% pada massa adsorben 2 gr dan ukuran partikel 200 mesh, kapasitas adsorpsi mencapai 0,09596 mg/gr, Fe pada massa adsorben 0,5 gr dan ukuran partikel 200 mesh.

Berdasarkan dari penelitian dari Ma'rifatul Ismiyati dkk (2021), dalam jurnal “Pembuatan Bioadsorben Dari Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe)”. Dalam penelitian ini dilakukan dengan pemanasan sampel dalam waktu 3 hari atau di dalam oven dengan suhu 120 °C selama 18 jam. Dalam penelitian ini diperoleh adsorpsi ion logam menggunakan bioadsorben tempurung kelapa dan sabut kelapa, ditemukan paling optimal terjadi pada perbandingan massa 1,25 g tempurung kelapa dan 3,75 g sabut kelapa yang diaduk dengan waktu 45 menit.

2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian yang dilakukan ini adalah dapat diperoleh karbon aktif dengan kualitas yang baik melalui penggunaan bahan sabut kelapa yang diaktivasi dengan Asam Fosfat.