

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kayu Meranti

Kayu Meranti adalah kayu serbaguna dan memiliki komponen kimia yaitu selulosa yang cukup tinggi. Komponen ini sangat dibutuhkan didalam adsorben. Selulosa merupakan komponen kimia utama yang terdapat dalam kayu, bersama dengan hemiselulosa dan lignin saling terikat erat dengan sistem dan sifat yang teratur seperti kristal dengan kisi kristal berbentuk monokrom (Fengel & Wegener, 1995). Meranti bisa dikenali dari permukaannya yang berwarna merah. Tingkat warna merah kayu akan menandakan usia dari kayu tersebut. Semakin gelap warnanya, berarti semakin tua usianya dan semakin baik mutunya.



Gambar 2.1 Serbuk Kayu Meranti Merah
(Setyowati J, 2018)

Kayu meranti merah (*Shorea sp.*) tergolong kayu keras yang berbobot ringan sampai berat-sedang dengan berat jenis berkisar antara 0,3-0,86 pada kandungan air 15%. Kayu jenis ini banyak tersebar di daerah Sumatera, Kalimantan, Maluku dan sebagian di wilayah Sulawesi khususnya jenis *Shorea parvifolia* Dyer (Irwanto, 2015). Komposisi kimia kayu meranti sendiri terdiri dari :

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Kayu Meranti

No	Komponen	Kadar (%)
1	Selulosa	63,97
2	Lignin	20,94
3	Hemiselulosa	13,37
4	Abu	0,86
5	Silika	0,86

(Sumber : *Indonesian forest*, 2015)

2.2 Kulit Singkong

Singkong merupakan salah satu hasil produksi hasil pertanian pangan terbesar di Indonesia. Singkong atau ubi kayu itu sendiri merupakan salah satu bahan pangan pengganti beras yang memiliki peranan cukup penting dalam menopang ketahanan pangan di suatu wilayah. Hampir semua bagian dari tanaman singkong bisa dimanfaatkan, mulai dari daging singkong, daun hingga batangnya. Daging singkong berwarna putih atau kekuning-kuningan dan dilapisi oleh kulit ari berwarna putih kemerahan dan kulit luar berwarna coklat (Damayanti, 2020).



Gambar 2.2 Kulit Singkong
(P Pratiwi, 2014)

Tumbuhan singkong termasuk kategori tumbuhan yang mudah beradaptasi sehingga banyak petani yang menanam tumbuhan singkong di Indonesia, akibatnya jumlah produksi singkong juga semakin meningkat. Dalam setiap penggunaan singkong akan selalu menyisakan kulit yang tidak terpakai. Kulit singkong adalah limbah agroindustri yang biasa terdapat pada pengolahan ketela seperti industri tepung tapioka, industri fermentasi, dan industri makanan.

Selama ini masyarakat masih kurang optimal dalam memanfaatkan limbah kulit singkong diantaranya sebatas digunakan sebagai bahan pangan ternak, pupuk organik dan selebihnya dibuang begitu saja ke lingkungan yang pada akhirnya menjadi tumpukan sampah dan dapat mencemari lingkungan.. Komposisi dari kulit singkong didominasi oleh unsur karbon hingga mencapai 59,31%. Tingginya kandungan karbon dalam kulit singkong berpotensi cukup baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku adsorben berupa karbon aktif. Selain itu kulit singkong juga memiliki kandungan senyawa kimia lain yaitu sebagai berikut (Dian Y. dkk, 2019)

Tabel 2.2 Kandungan Senyawa Kimia Kulit Singkong

Elemen	C	H	O	N	S	Ash	H ₂ O
Wt(%)	59,31	9,78	28,74	2,06	0,11	0,3	11,4

(Sumber : Dian Yanuarita dkk, 2019)

Disisi lain limbah kulit singkong dijadikan sebagai adsorben berupa karbon aktif karena mengandung lignoselulosa yang memiliki potensi untuk mengadsorpsi limbah kationik (Kosasih dkk., 2010). Lignoselulosa adalah sebutan umum untuk bahan yang terdiri atas hemiselulosa, selulosa dan lignin. Gugus fungsional utama yang dimiliki pada permukaan material lignoselulosa adalah hidroksil, aldehyd, karboksilat dan gugus siano (M. Horsfall dkk, 2013).

2.3 Karbon Aktif

2.3.1 Definisi Karbon Aktif

Karbon aktif adalah arang yang dapat digunakan sebagai adsorben dengan pengolahan lebih lanjut pada suhu tinggi menggunakan CO₂, *steam*, atau bahan kimia yang bertujuan untuk membuka pori-porinya dan dapat digunakan sebagai adsorben (Zuhroh, 2015).



Gambar 2.3 Karbon Aktif Serbuk Kayu

(Setyowati, J, 2018)

Karbon aktif memiliki struktur *amorphous* atau mikrokristalin yang sebagian besar terdiri dari karbon dengan permukaan dalam (*internal surface*), biasanya diperoleh dengan perlakuan khusus dan memiliki luas permukaan berkisar antara 300-2000 m²/g (Zuhroh, 2015). Luas permukaan inilah yang merupakan sifat fisik terpenting dari karbon aktif yang memungkinkan adsorpsi fisik gas, uap, dan zat terlarut atau terdispersi dari cairan (Mohammad-Khah dan Ansari, 2014). Karbon

aktif bermuatan (+) sehingga dapat mengikat polutan anion seperti NO_3^- , NO_2^- , PO_4^- pada permukaan matriks karbon melalui pembentukan ikatan ion dan mengikat kation seperti ion Pb^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , dan Mn^{2+} melalui mekanisme pertukaran ion (Wang dkk., 2014).

Perbedaan antara karbon aktif dan karbon yang belum diaktivasi terdapat pada sifat permukaannya. Permukaan pada karbon masih ditutupi oleh deposit hidrokarbon yang dapat menghambat keaktifannya, sedangkan pada karbon aktif permukaannya relatif telah bebas dari deposit sehingga memiliki daya adsorpsi karena permukaannya yang luas dan pori-porinya telah terbuka (Maulinda dkk., 2017). Permintaan dunia akan karbon aktif berkisar sekitar 1,1 juta ton per tahun, dan diperkirakan akan terus meningkat lebih dari 10%/tahun selama 5 tahun ke depan (Özhan dkk., 2014).

Karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena memiliki pori. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Apriani dkk. (2013), karbon aktif dapat menyerap Fe (II) di air gambut. Hasil penelitian Apriani dkk. (2013) menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi Fe (II) pada air gambut menggunakan karbon aktif kulit durian yang telah diaktivasi dengan larutan KOH 25% (m/v) adalah sebanyak 85,38%, dari 2,6 mg/L menjadi 0,38 mg/L. Selain itu, penggunaan karbon aktif sebagai adsorben juga dapat digunakan untuk mengurangi kadar bahan organik pada air limbah industri dengan efisiensi 94,45% (Aluyor dan Badmus, 2008). Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m^2/gram dan hal ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif bersifat sebagai adsorben. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu (adsorpsinya bersifat selektif), bergantung pada besar atau volume pori-pori, dan luas permukaan. Daya jerap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat arang aktif. Arang aktif (karbon aktif) digunakan untuk berbagai tujuan. Sebagai penghilang warna, karbon aktif yang memiliki luas permukaan yang sangat besar, demikian pula volume porinya, jauh lebih efisien daripada arang tanpa aktivasi. Karbon aktif juga dapat terbuat dari biomaterial diantaranya kulit hazelnut (Cimono, dkk., 2000).

2.3.2 Sifat Karbon Aktif

Karbon aktif memiliki sifat adsorpsi yang bergantung pada porositas permukaannya, namun di bidang industri, karakteristik karbon aktif lebih difokuskan kepada sifat adsorpsi dari pada struktur porinya. Bentuk pori karbon aktif bervariasi yaitu silinder, persegi panjang dan bentuk lain yang tidak teratur. Gugus fungsi dapat terbentuk pada karbon aktif ketika dilakukan aktivasi, yang disebabkan terjadinya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen, yang berasal dari proses pengolahan ataupun atmosfer. Gugus fungsi ini menyebabkan permukaan karbon aktif menjadi reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorpsinya. Oksidasi permukaan dalam produksi karbon aktif, akan menghasilkan gugus hidroksil, karbonil, dan karboksilat yang memberikan sifat amfoter pada karbon, sehingga karbon aktif dapat bersifat sebagai asam maupun basa (Sudirjo, 2006; Wulandari, 2020). Adapun syarat mutu karbon aktif yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Syarat Mutu Karbon aktif (SNI. 06-3730-1995)

Uraian	Persyaratan	
	Butiran	Padatan
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	Max 15%	Max 25%
Kadar air	Max 4,4%	Max 15%
Kadar abu	Max 2,5%	Max 10%
Bagian yang tidak mengarang	Tidak ternyata	Tidak ternyata
Daya serap terhadap I ₂	Min 750 mg/g	Min 750 mg/g
Karbon aktif murni	Min 80%	Min 65%
Daya serap terhadap benzene	Min 25	-
Daya serap terhadap <i>methylene blue</i>	Min 60 ml/g	Min 120 ml/g
Kerapatan jenis curah	0,45 - 0,55 g/ml	0,30 - 0,35 g/ml
Lolos ukuran mesh 325	-	Min 90%

(Sumber : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI 1997)

2.3.3 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif melibatkan dua tahap utama, karbonisasi material utama yang mengandung unsur karbon dan aktivasi arang yang dihasilkan. Karbonisasi terdiri dari dua tahap penting yang menentukan sifat-sifat produk akhir. Tahap pertama adalah tahap pelunakan dan tahap kedua adalah tahap penyusutan. Pada tahap pertama karbonisasi, yaitu tahap pelunakan, laju pemanasan yang rendah mendukung pembentukan pori-pori, karena gas dapat dilepaskan secara

perlahan tanpa hancur atau terdeformasi. Di sisi lain, laju pemanasan yang rendah mendorong karbonisasi tahap kedua, yaitu tahap penyusutan, menghasilkan arang yang lebih padat dan lebih keras, yang mengurangi volume pori (Tay dkk., 2001).

Karbonisasi melalui pemanasan pada suhu 300-800°C dengan oksigen terbatas pada waktu tertentu (Manurung dkk., 2019). Suhu pemanasan yang terlalu rendah tidak dapat menghasilkan karbon aktif dengan porositas yang baik. Suhu tinggi meningkatkan pengembangan porositas produk, namun suhu di atas 600°C mampu menyebabkan penurunan yang signifikan, yang mungkin disebabkan oleh efek *sintering* yang menghancurkan dinding pori antara pori-pori yang berdekatan dan melebarkan mikropori ke meso- atau makropori (Tay dkk., 2001). Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penting untuk mencari suhu yang tepat pada proses karbonisasi dikarenakan proses karbonisasi merupakan salah satu proses krusial yang mampu mempengaruhi kemampuan karbon aktif dalam menjerap senyawa-senyawa. Arang yang dihasilkan dari proses karbonisasi memiliki sifat lentur (elastis), namun memiliki luas permukaan yang rendah dan daya adsorpsi yang sangat kecil, sehingga diperlukan tahapan selanjutnya berupa aktivasi kimia agar memperbesar luas permukaan dan porositasnya (Manurung dkk., 2019).

Aktivasi pada arang bertujuan untuk menghilangkan atau melarutkan senyawa sisa hasil pemanasan yang menyumbat pori-pori arang sehingga menyebabkan daya adsorpsi arang menjadi kecil (Manurung dkk., 2019). Aktivasi pada arang terdiri dari 2 jenis metode, yaitu aktivasi fisik dan kimia. Aktivasi secara fisik dilakukan dengan menggunakan temperatur tinggi dan dialiri gas inert seperti CO₂, N₂, atau uap air. Sedangkan aktivasi secara kimia dapat menggunakan bahan kimia bersifat asam, basa, atau garam seperti HCl, H₃PO₄, KOH, K₂CO₃, dan ZnCl₂. Beberapa keunggulan yang terdapat pada aktivasi kimia dibandingkan dengan aktivasi fisik adalah rendemen yang lebih tinggi, proses karbonisasi dan aktivasi yang dilakukan hanya pada satu tahap, suhu aktivasi lebih rendah, struktur pori lebih baik, waktu lebih singkat, dan lebih banyak variasi agen aktivator (Yuliusman dkk., 2020). Aktivasi secara fisik dan kimia dapat dikombinasikan dalam proses pembuatan karbon aktif daripada hanya menggunakan salah satu metode, baik aktivasi kimia atau fisik saja.

Karbon aktif memiliki banyak aplikasi untuk pemurnian produk industri kimia, makanan, dan farmasi. Kegunaannya antara lain untuk menghilangkan rasa, warna, bau, dan kotoran lain yang tidak diinginkan seperti kotoran yang dapat memperlambat kristalisasi gula, menghilangkan kotoran organik dalam bak elektroplating, dan untuk memulihkan zat yang berguna dari aliran gas dan cairan (Mohammad-Khah dan Ansari, 2009). Karbon aktif yang tersedia secara komersial masih cenderung mahal harganya karena penggunaan bahan awal yang tidak terbarukan seperti batu bara, yang tidak dapat dibenarkan dalam aplikasi pengendalian polusi sehingga perlu adanya suatu terobosan pembaharuan dalam hal bahan baku yang murah, mudah ditemukan, dapat diperbaharui, dan memiliki efektivitas penjerapan yang tinggi sehingga dapat diaplikasikan dalam pengolahan air.

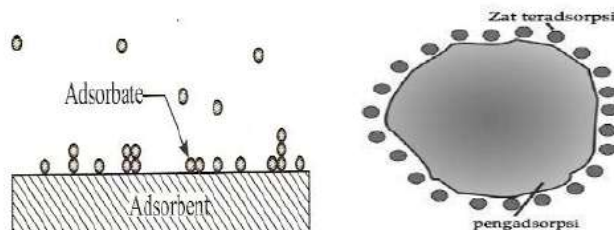
2.4 Adsorpsi

2.4.1 Definisi Adsorpsi

Menurut Pambudi (2013), adsorpsi adalah suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben. Proses adsorpsi dapat terjadi pada seluruh permukaan benda, tetapi yang sering terjadi adalah bahan padat menyerap partikel yang berada pada limbah cair. Bahan yang diserap disebut adsorbat atau *solute*, sedangkan bahan penyerapnya disebut adsorben. Material-material yang dapat digunakan sebagai adsorben diantaranya adalah asam humat, tanah diatomae, bentonit, biomassa, mikroorganisme air, karbon aktif, alumina, silika gel, dan zeolit. Adsorpsi yang terjadi pada permukaan zat padat disebabkan oleh adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat. Energi potensial permukaan molekul turun dengan mendekatnya molekul ke permukaan. Molekul teradsorpsi dapat dianggap membentuk fasa dua dimensi dan biasanya terkonsentrasi pada permukaan atau antar muka (Purwaningsih, 2009). Adsorpsi dibatasi terutama oleh proses *film diffusion* atau *pore diffusion*, tergantung besarnya pergolakan dalam sistem (Syauqiah dkk., 2011). Jika pergolakan yang terjadi relatif kecil maka lapisan *film* yang mengelilingi partikel akan menjadi tebal sehingga adsorpsi berlangsung lambat. Sebaliknya, jika dilakukan pengadukan yang

menyebabkan pergolakan yang cukup, maka kecepatan difusi *film* akan meningkat (Syauqiah dkk., 2011).

2.4.2 Mekanisme Adsorpsi



Gambar 2.4 Proses Terjadinya Adsorpsi

(Harimdi S, dkk (2015))

Adsorpsi terjadi karena molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair yang memiliki gaya tarik dalam keadaan tidak setimbang sehingga cenderung tertarik kearah dalam (gaya kohesi adsorben lebih besar daripada gaya adhesinya). Ketidakseimbangan gaya tarik tersebut mengakibatkan zat padat atau zat cair yang digunakan sebagai adsorben cenderung menarik zat-zat lain yang bersentuhan dengan permukaannya.

Mekanisme adsorpsi dibedakan menjadi dua, yaitu secara fisika (fisiosorpsi) dan secara kimia (kemisorpsi) (Syauqiah dkk., 2011). Pada proses fisiosorpsi, gaya van der Waals membuat adsorbat terikat dengan adsorben. Molekul yang terikat sangat lemah dan energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisika relatif rendah sekitar 20 kJ/mol (Syauqiah dkk., 2011). Sedangkan kemisorpsi melibatkan interaksi antara adsorbat dan adsorben melalui pembentukan ikatan kimia yang diawali dengan adsorpsi fisik, dilanjutkan dengan melekatnya partikel pada permukaan dengan membentuk ikatan kovalen dan cenderung mencari tempat yang dapat memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat. Adsorpsi kimia menghasilkan pembentukan lapisan monomolekular adsorbat pada permukaan melalui gaya-gaya dari valensi sisa dari molekul-molekul pada permukaan. Mekanisme proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben secara kimia dan fisika (Syauqiah dkk., 2011).

Pada adsorpsi padat-cair, mekanisme adsorpsi bergantung pada faktor-faktor seperti gaya interaksi antara molekul adsorbat dengan permukaan, gaya interaksi

antara molekul pelarut dengan permukaan adsorben, dan gaya interaksi antara molekul dari komponen larutan dengan lapisan permukaan adsorben dan pori-porinya. Kecepatan adsorpsi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain konsentrasi, luas permukaan, suhu, ukuran partikel, pH dan waktu kontak. Konsentrasi kesetimbangan permukaan terbentuk dengan cepat dan perlahan berdifusi ke dalam partikel karbon. Laju adsorpsi keseluruhan dikendalikan oleh laju di mana molekul zat terlarut berdifusi ke dalam pori-pori kapiler partikel karbon. Laju adsorpsi bervariasi seiring dengan akar pangkat dua dari waktu kontak dengan adsorben (Weber, 1992).

2.4.3 Faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi (Syauqiah dkk., 2011) :

a. Sifat Fisik dan Kimia Adsorben

Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor penting untuk dipertimbangkan. Struktur pori-pori berhubungan dengan luas permukaan. Semakin besar luas permukaan maka akan semakin cepat laju adsorpsinya. Untuk mempercepat proses adsorpsi, disarankan untuk menggunakan adsorben yang telah dihaluskan.

b. Sifat Fisik dan Kimia Adsorbat

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh adsorben, namun kapasitas adsorpsi masing-masing senyawa berbeda. Ketika ukuran molekul meningkat, kapasitas adsorpsi akan bertambah secara linear.

c. Jenis Adsorbat

Peningkatan polaritas suatu adsorbat meningkatkan kapasitas adsorpsi molekul dengan polaritas lebih tinggi (polar) dan memiliki kemampuan untuk menarik molekul lain daripada yang tidak dapat membentuk dipol (non-polar). Dengan adanya peningkatan berat molekul adsorbat, kapasitas adsorpsi pun dapat ditingkatkan. Adsorbat dengan rantai bercabang relatif lebih mudah teradsorpsi daripada adsorbat dengan rantai lurus.

d. Luas permukaan

Semakin luas permukaan suatu adsorben, maka semakin banyak zat yang akan teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben yang digunakan.

e. Konsentrasi Adsorbat Dalam Larutan

Semakin tinggi konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak kuantitas adsorben yang digunakan.

f. Temperatur

Ketika adsorben dipanaskan atau diaktifkan, kapasitas adsorpsi adsorben terhadap adsorbat akan meningkat dan pori-pori adsorben lebih terbuka. Pemanasan dengan temperatur terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga terjadi penurunan kemampuan penyerapan.

g. pH

pH larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada adsorben, dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi.

h. Kecepatan Pengadukan

Kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap rasio waktu kontak antara adsorben dan adsorbat. Pengadukan yang terlalu lambat akan membuat proses adsorpsi menjadi lambat, namun jika pengadukan yang terjadi terlalu cepat, struktur adsorben akan cepat rusak, sehingga proses adsorpsi tidak akan mencapai efisiensi yang optimal.

i. Waktu Kontak

Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu tinggal.

j. Waktu Tinggal

Ketika adsorben ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan (equilibrium). Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah adsorben yang digunakan. Untuk solusi dengan viskositas tinggi akan memerlukan waktu tinggal yang lebih lama. Waktu tinggal dipengaruhi oleh tipe biomassa (jumlah dan jenis ruang pengikatan), ukuran dan fisiologi biomassa (aktif atau tidak aktif), ion yang terlibat dalam proses adsorpsi, dan konsentrasi ion logam.

2.5 Kalium Hidroksida

Kalium hidroksida merupakan senyawa anorganik dengan rumus kimia KOH. KOH merupakan basa kuat prototipikal dan banyak diaplikasikan di dunia industri.

KOH biasanya digunakan sebagai eksploitasi kereaktifan terhadap asam dan sifat-sifat korosif pada bahan kimia. Pada tahun 2005, diperkirakan sebesar 700.000 hingga 800.000 ton KOH yang diproduksi. Kalium hidroksida dapat ditemukan dalam bentuk murni, yaitu dengan mereaksikan natrium hidroksida dengan kalium murni. Kalium hidroksida bersifat higroskopis sehingga KOH mengandung berbagai jumlah air dan juga karbonat. Di dalam air, KOH bereaksi sangat eksotermik, yang berarti terjadi proses pelepasan panas yang signifikan. KOH padat tidak mudah terdehidrasi (Wulandari, 2020). Aktivasi secara kimia dengan menggunakan aktivator KOH tanpa kehadiran oksigen akan mengontrol reaksi pembakaran karbon melalui mekanisme sebagai berikut:



Pada proses tersebut, karbon bereaksi dengan oxidizing agent dan menghasilkan karbon dioksida yang berdifusi pada permukaan karbon. Amorphous carbon yang menghalangi pori bereaksi pada tahap oksidasi awal dan sebagai hasilnya closed pore akan terbuka. Selanjutnya reaksi akan berlanjut dengan mengikis dinding karbon untuk membentuk pori-pori baru (Pujiyanto, 2010). KOH memiliki sifat fisik dan kimia yang dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.4 Sifat Fisik dan Kimia Kalium Hidroksida

Sifat Fisik	Sifat Kimia
Padatan Berwarna putih	Bersifat korosif
Titik didih 1320°C	Cepat menyerap air di udara dan bereaksi dengan udara
Berat molekul 56,1 g/ml	Stabil (pada suhu dan tekanan standar)
Tidak erbau	Tidak dapat terbakar

(Suprianofa, 2016)

2.6 Logam Fe dan Mn

Air gambut memiliki kandungan logam pencemar seperti Fe dan Mn yang merupakan unsur bebas yang melekat pada tanah dan batuan atau berasal dari limbah industri (Anggriawan dkk., 2015). Kandungan Fe dalam air gambut bila melewati baku mutu air bersih yang sesuai dengan PERMENKES

No.492/Per/IV/2010 akan menyebabkan gangguan kesehatan seperti iritasi pada kulit, gangguan pencernaan, dan gangguan pernapasan (Istighfarini dkk., (2017). Penyisihan kandungan Fe dan Mn pada air gambut dapat menggunakan beberapa metode antara lain koagulasi-flokulasi, filtrasi dan membran, presipitasi kimia, ion *exchange*, pelarut ekstraksi, dan adsorpsi. Dari beberapa metode yang telah disebutkan, metode adsorpsi merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam menyerap ion logam dari larutan karena memiliki keunggulan berupa prosesnya yang sederhana, kemampuan penyerapan yang tinggi, ramah lingkungan, dan biaya yang lebih ekonomis. Mengacu pada PERMENKES No.492/Per/IV/2010, baku mutu logam Fe dalam air minum adalah sebesar 0,3 mg/L dan logam Mn sebesar 0,4 mg/L.

2.7 Air Gambut

Tanah gambut terbentuk dari proses pengendapan bahan organik yang dihasilkan dari akumulasi sisa-sisa tanaman atau pembusukan vegetasi di suatu cekungan. Pada tanah gambut terkandung air permukaan yang biasa disebut dengan air gambut, karena kandungan air pada permukaan tanah ini telah terpapar oleh cemaran kondisi lahan gambut di sekitarnya (Anggriawan dkk., 2015). Air gambut mengandung kadar pH rendah (3-4) yang bersifat sangat asam, memiliki kandungan zat organik tinggi, berwarna kuning keruh hingga coklat tua (pekat), dan kandungan logam Fe dan Mn yang tinggi (Istighfarini dkk., 2017).

Air gambut di Negara Indonesia merupakan salah satu sumber daya air yang berlimpah dan potensial. Pusat Sumber Daya Geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral melaporkan bahwa hingga tahun 2006 sumber daya lahan gambut di Indonesia mencakup luas 26 juta ha yang tersebar di Pulau Kalimantan (+ 50%), Sumatera (+ 40%) sedangkan sisanya tersebar di Papua dan pulau-pulau lainnya. Lahan gambut Indonesia ini menempati posisi ke-4 terluas di dunia setelah Canada, Rusia dan Amerika Serikat (Tjahjono, 2010). Hal ini menandakan bahwa potensi air gambut untuk diproses menjadi air bersih menjadi sangat besar. Masyarakat yang bermukim di lahan gambut umumnya berisiko mengalami gangguan kesehatan karena mengonsumsi air yang bersifat asam yang bisa membuat gigi menjadi keropos. Pada daerah gambut, umumnya air permukaan

yang tersedia sebagai sumber air baku masih sulit dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari. Hal ini karena permukaan daerah tersebut berwarna kuning atau coklat dan mengandung zat organik yang tinggi serta bersifat asam sehingga perlu pengolahan khusus sebelum siap untuk digunakan (Darmayanto, 2013). Air gambut dapat diolah menjadi air bersih dengan melihat kadar maksimum parameter yang diperbolehkan yaitu pada PERMENKES No.492/Per/IV/2010. Beberapa metode tentang pengolahan air gambut ini telah banyak dilakukan, di antaranya dengan menggunakan protein biji kelor sebagai koagulan, membran ultrafiltrasi dengan sistem aliran *dead-end*, membran ultrafiltrasi dengan sistem aliran *cross flow*, dan melalui proses elektrokoagulasi (Rahmawati dkk., 2018). Namun penggunaan metode-metode tersebut masih memiliki kelemahan salah satunya adalah biaya operasi yang mahal salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengubah air .

2.8 Spektrofotometri Serapan Atom

Spektroskopi merupakan ilmu yang mempelajari interaksi antara radiasi gelombang elektromagnetik dengan sampel. Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) adalah suatu teknik analisis untuk menentukan konsentrasi suatu unsur logam dalam suatu sampel. AAS memiliki kelemahan yaitu hanya khusus mengukur logam-logam, sedangkan gas tidak dapat diukur menggunakan AAS. Lampu akan mencari panjang gelombang. AAS dapat menentukan kadar Fe maupun logam lainnya karena AAS mempunyai sifat sensitif, spesifik, dan cepat. AAS merupakan metode yang sangat tepat untuk menganalisis zat pada konsentrasi rendah (Khopkar 1990). AAS mempunyai range optimum pada panjang gelombang 200-300 nm. Untuk analisis kualitatif, metode fotometri nyala lebih disukai daripada AAS, karena AAS memerlukan lampu katoda spesifik (*hallow cathode*) (Kasie Lab KAI, 2019).

AAS memiliki komponen yang sama seperti spektrofotometri UV/Vis. Keduanya memiliki sumber cahaya, tempat sampel, monokromator dan detektor. Pada AAS, atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektro magnetik, energi kimia dan energi listrik. Interaksi ini menimbulkan proses-proses dalam atom bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi (pancaran) radiasi dan panas. Radiasi yang dipancarkan bersifat khas karena

mempunyai panjang gelombang yang karakteristik untuk setiap atom bebas.

Adanya absorpsi atau emisi radiasi disebabkan adanya transisi elektronik yaitu perpindahan elektron dalam atom, dari tingkat energi yang satu ke tingkat energi yang lain. AAS memiliki hukum lambert beer sama seperti spektrofotometri Uv/vis. Cara perhitungannya juga sama, yaitu dengan membuat deret standar dan setelah ditetapkan dengan harga absorbansi atau % transmisinya, kemudian dibuat grafik. Pada AAS umumnya pencatatan hasil analisis memakai sistem digital atau dapat dipakai rekorder dengan memprogramkan tinggi puncak salah satu deret standar. maka untuk mengetahui kepekatan sampel (ppm) yaitu dengan membandingkan tinggi puncak dari sampel dan standar)(Kasie Lab KAI, 2019).

2.8.1 Prinsip kerja Spektrofotometri Serapan Atom

AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya spektrofotometri serapan atom meliputi absorpsi sinar oleh atom-atom netral unsur logam yang masih berada dalam keadaan dasarnya. sinar yang diserap biasanya sinar ultra violet dan sinar tampak. Prinsip AAS pada dasarnya sama seperti absorpsi sinar oleh molekul atau ion senyawa dalam larutan. Perbedaan analisis AAS dengan spektrofotometri lainnya adalah perlatan dan bentuk spectrum absorpsinya (Wulandari, 2020)

Setiap alat AAS terdiri atas tiga komponen yaitu:

1. Unit atomisasi (atomisasi dengan nyala dan tanpa nyala)
2. Sumber radiasi
3. Sistem pengukurfotometri

Terdapat tiga cara pembentukan atom dalam AAS (atomisasi):

- a. Sistem atomisasi dengan nyala

Suatu senyawa logam yang dipanaskan akan membentuk atom logam pada temperatur $\pm 1700^{\circ}\text{C}$ atau lebih. Sampel yang berbentuk cairan akan dilakukan atomisasi dengan cara memasukkan cairan ke dalam nyala campuran gas bakar. Tingginya suhu nyala yang diperlukan untuk atomisasi setiap unsur berbeda.

Syarat-syarat gas yang dapat digunakan dalam atomisasi dengan nyala :

- 1) Campuran gas memberikan suhu nyala yang sesuai untuk atomisasi unsur

yang akan dianalisa.

- 2) Tidak berbahaya misalnya tidak mudah menimbulkan lendakan
- 3) Gas cukup aman, tidak beracun dan mudah dikendalikan
- 4) Gas cukup murni dan bersih

Campuran gas yang paling umum digunakan adalah

- Udara : C_2H_2 (suhu nyala 1900-2000°C)
- N_2O : C_2H_2 (suhu nyala 2700-3000°C)
- Udara : propana (suhu nyala 1700-1900°C)

Banyaknya atom dalam nyala tergantung pada suhu nyala. Suhu nyala tergantung perbandingan gas bahan bakar dan oksigen.

Hal-hal yang harus diperhatikan pada atomisasi dengan nyala:

- 1) Standar dan sampel harus disiapkan dalam bentuk larutan dan cukup stabil. Dianjurkan dalam larutan dengan keasaman yang rendah untuk mencegah korosi.
- 2) atomisasi dilakukan dengan nyala dari campuran gas yang sesuai dengan unsur yang dianalisa.
- 3) Persyaratan bila menggunakan pelarut organik :
 - Tidak mudah meledak bila kena panas
 - Mempunyai berat jenis $> 0,7$ g/ml
 - Mempunyai titik didih > 100 °C
 - Mempunyai titik nyala yang tinggi
 - Tidak menggunakan pelarut hidrokarbon

Pada spektrofotometri serapan atom terdapat beberapa jenis nyala, yaitu:

1. Udara-propana

Jenis nyala ini relatif lebih dingin (1800°C) dibandingkan jenis nyala lainnya. Nyala ini akan menghasilkan sensitivitas yang baik jika elemen yang akan diukur mudah terionisasi seperti Na, K, Cu.

2. Udara – asetilen

Jenis nyala ini adalah yang paling umum digunakan dalam AAS. Nyala ini menghasilkan temperatur 2300°C yang dapat mengatomisasi hampir semua elemen. Nyala udara-asetilen mempunyai transmitansi rendah pada daerah panjang gelombang yang pendek (ultraviolet).

3. Nitros oksida-Asetilen

Jenis nyala ini paling panas yaitu 3000oC karena dinitrogen oksida mempunyai daya pereduksi yang kuat sehingga N₂O asetilen dapat digunakan untuk analisis yang unsur-unsurnya sulit diuraikan atau sulit dianalisis dengan nyala lain seperti sampel yang banyak mengandung logam-logam oksida seperti Al, Si, Ti, W. Jika unsur dengan nyala udara asetilen dilakukan analisis dengan nyala ini maka sensitivitasnya akan menurun, dikarenakan jumlah atom dalam keadaan tereksitasi bertambah sedangkan atom-atom dalam keadaan dasar menurun dan jumlah atom-atom yang terurai akan terionisasi lebih lanjut oleh kenaikan suhu.

4. Nyala udara-hidrogen

Dibandingkan dengan nyala udaraasetilen nyala ini mempunyai transmitan yang baik pada daerah panjang gelombang pendek yaitu untuk analisis spektrum 230 nm. Nyala udara ini efektif untuk analisa unsur Pb, Cd, Zn dan Sn karena memiliki sensitivitas yang tinggi pada unsur tersebut . Akan tetapi nyala ini sedikit lebih rendah daripada nyala udara-asetilen sehingga cenderung lebih banyak mengakibatkan interferensi.

b. Atomisasi tanpa nyala

Atomisasi tanpa nyala dilakukan dengan mengalirkan energi listrik pada batang karbon (CRA – Carbon Rod Atomizer) atau tabung karbon (GTA - Graphite Tube Atomizer) yang mempunyai 2 elektroda. Sampel dimasukkan ke dalam CRA atau GTA. Arus listrik dialirkan sehingga batang atau tabung menjadi panas (suhu naik menjadi tinggi) dan unsur yang dianalisa akan teratomisasi. Suhu dapat diatur hingga 3000°C. Pemanasan larutan sampel melalui tiga tahapan yaitu:

- Tahap pengeringan (drying) untuk menguapkan pelarut
- Pengabuan (ashing), suhu furnace dinaikkan bertahap sampai terjadi dekomposisi dan penguapan senyawa organik yang ada dalam sampel sehingga diperoleh garam atau oksida logam
- Penguapan (atomization)

c. Atomisasi dengan pembentukan senyawa hidrida

Atomisasi dengan pembentukan senyawa hidrida dilakukan untuk unsur As, Se, Sb yang mudah terurai apabila dipanaskan pada suhu lebih dari 800°C sehingga

atomisasi dilakukan dengan membentuk senyawa hibrida berbentuk gas atau yang lebih terurai menjadi atom-atomnya melalui reaksi reduksi oleh SnCl_2 atau NaBH_4 , contohnya merkuri (Hg).

Keuntungan metoda AAS adalah:

- a. Spesifik
- b. Kepekaan lebih tinggi
- b. Batas (limit) deteksi rendah
- c. Dapat mengukur beberapa unsur berlainan dari larutan yang sama
- d. Pengukuran dapat langsung dilakukan terhadap larutan contoh karena preparasi contoh lebih sederhana dan sistemnya relatif mudah.

Kekurangan metoda AAS adalah :

- a. Dibutuhkan suatu lampu katoda berongga sebagai sumber nyala untuk setiap unsur.
- b. Ditemukan adanya beberapa gangguan yaitu : gangguan spektral, kimia dan fisik.

