

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Singkong (*Manihot Utilissima*)

Singkong atau Ubi Kayu (*Manihot utilisima*) adalah tanaman pokok di banyak daerah tropis. Merupakan tanaman yang dapat memberikan hasil yang tinggi walaupun tumbuhnya pada lahan yang kurang subur ataupun lahan dengan curah hujan yang rendah (Kartasapoetra, 1988). Tanaman ubi kayu berasal dari daratan Amerika, tumbuh sebagai tanaman berbatang tegak dan ditandai oleh adanya bekas-bekas daun. Tingginya dapat mencapai 2,75 m dengan daun berbentuk jari dan berwarna hijau. Penyebaran tanaman ini sudah begitu meluas hampir di sebagian besar belahan bumi. Di Indonesia, tanaman ini sangat memasyarakat. Selain daunnya, umbinya pun banyak dikonsumsi sebagai makanan pokok atau makanan jajanan (Novary, 1997).

Ubi kayu merupakan tumbuhan tahunan tropika dan subtropika dari keluarga Euphorbiaceae. Ubi kayu merupakan umbi atau akar pohon yang panjang dengan fisik rata-rata bergaris tengah 2-3 cm dan panjang 50-80 cm. Daging umbinya berwarna putih atau kekuning-kuningan. Ubi singkong tidak tahan disimpan meskipun ditempatkan di lemari pendingin. Gejala kerusakan yang timbul ditandai dengan keluarnya warna biru gelap.

Selain itu daging umbinya bisa dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat, kulit singkong merupakan limbah kupasan hasil pengolahan gaplek, tapioka, tape, dan panganan berbahan dasar singkong lainnya. Potensi kulit singkong di Indonesia sangat melimpah, seiring dengan eksistensi negara ini sebagai salah satu penghasil singkong terbesar di dunia dan terus mengalami peningkatan produksi dalam setiap tahunnya. Dari setiap berat singkong akan dihasilkan limbah kulit singkong sebesar 16% dari berat tersebut. Kulit singkong terkandung dalam setiap umbi singkong dan keberadaannya mencapai 16% dari berat umbi singkong tersebut. Berdasarkan data BPS 2008, diketahui produksi umbi singkong pada tahun 2008 adalah sebanyak 20.8 juta ton, artinya potensi kulit singkong di Indonesia mencapai angka 3,3 juta ton/tahun.

Limbah kulit singkong ini bisa dimanfaatkan menjadi produk karbon aktif (Sudaryanto dkk, 2006). Proses pembuatan karbon aktif dari limbah kulit singkong ini sangat sederhana, yakni proses aktivasi dan karbonisasi. Karbon aktif memiliki banyak manfaat, misalkan sebagai pembersih air, pemurnian gas, industri gula, pengolahan limbah cair dan sebagainya (Michael, 1995). Konsumsi karbon aktif dunia semakin meningkat setiap tahunnya, misalkan pada tahun 2007 mencapai 300.000 ton/tahun. Sedangkan negara besar seperti Amerika kebutuhan perkapitanya mencapai 0,4 kg per tahun dan Jepang berkisar 0,2 kg per tahun (Chand dkk, 2005). Hal ini berdampak pada harga karbon aktif yang semakin kompetitif. Di pasaran dalam negeri harga karbon aktif antara Rp 6.500/kg sampai Rp 15.000/kg tergantung pada kualitasnya (Pari, 2002). Bahkan di pasaran internasional karbon aktif dengan bilangan *iodine* lebih besar 1.000 m²/gram dapat mencapai 20 dolar Amerika per kilonya (Suzuki, 2007).

Tabel 1. Kandunga kulit singkong.

<i>Elemen</i>	<i>C</i>	<i>H</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>Ash</i>	<i>H₂O</i>
<i>Wt (%)</i>	59,31	9,78	28,74	2,06	0,11	0,3	11,4

(Sumber : Departemen Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Institut Pertanian Bogor, 2011)

2.2 Natrium Karbonat (Na₂CO₃)

Sepanjang sejarah industri kimia, persediaan natrium karbonat Na₂CO₃, soda, merupakan isu penting. Soda adalah bahan dasar penting bukan hanya untuk keperluan sehari-hari tetapi juga untuk produk industri yang lebih canggih.

Selain itu Na₂CO₃ bisa digunakan untuk pengaktivasi karbon aktif, dimana aktivasi karbon aktif sebagai adsorben diartikan sebagai upaya untuk meningkatkan luas permukaan khususnya permukaan internal (porositas). Upaya ini dilakukan secara fisika maupun kimia. Secara fisika dilakukan dengan pencucian dan pemanasan sedangkan secara kimia dilakukan dengan penambahan bahan kimia tertentu untuk menghilangkan pengotor.

Mengenai reaksi dan mekanisme kerja aktivator sangat bergantung pada bahan baku dan jenis aktivatornya. Kebanyakan bahan baku Karbon aktif berupa bahan organik sehingga pengotor berupa unsur-unsur selain karbon, didominasi oleh hidrogen dan oksigen yang terikat secara kimia. Disinilah Na_2CO_3 berperan untuk membantu memutus ikatan pengotor dengan kerangka karbon disamping juga berperan sebagai templet untuk membentuk struktur mikropori (struktur mikropori) berkontribusi besar terhadap luas permukaan Karbon aktif.

Tabel 2. Sifat Fisika dan Kimia Na_2CO_3 .

Sifat Fisika		Sifat Kimia	
Bentuk	Padat, Serbuk	Berat Molekul	105.9778
Warna	Putih	Titik Didih	400 ⁰ C
Bau	Tidak Berbau	Titik Leleh	851 ⁰ C

(Sumber : Agung Hartanto Soetomo, www.agunghartanto.blogspot.com , 2014)

2.3 Chemical oxygen Demand (COD)

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*) (G. Alerts dan SS Santika, 1987). COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi. Bahan buangan organik tersebut akan dioksidasi oleh kalium bichromat yang digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*) menjadi gas CO_2 dan gas H_2O . Tes COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi dengan cara menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam.

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Maka konsentrasi COD dalam air harus memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan agar tidak mencemari lingkungan.

Air yang telah tercemar limbah organik sebelum reaksi berwarna kuning dan setelah reaksi oksidasi berubah menjadi warna hijau. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap limbah organik seimbang dengan jumlah kalium dikromat yang digunakan pada reaksi oksidasi.

2.4 Biological Oxygen Demand (BOD)

Biochemical Oxygen Demand menunjukkan jumlah oksigen dalam satuan ppm yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, apabila suatu badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi tersebut yang bisa mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut. Beberapa zat organik maupun anorganik dapat bersifat racun misalnya sianida, tembaga, dan sebagainya, sehingga harus dikurangi sampai batas yang diinginkan.

Berkurangnya oksigen selama biooksidasi ini sebenarnya selain digunakan untuk oksidasi bahan organik, juga digunakan dalam proses sintesa sel serta oksidasi sel dari mikroorganisme. Oleh karena itu uji BOD ini tidak dapat digunakan untuk mengukur jumlah bahan-bahan organik yang sebenarnya terdapat di dalam air, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah konsumsi oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan organik tersebut. Semakin banyak oksigen yang dikonsumsi, maka semakin banyak pula kandungan bahan-bahan organik di dalamnya.

Oksigen yang dikonsumsi dalam uji BOD ini dapat diketahui dengan menginkubasikan contoh air pada suhu 20°C selama lima hari. Untuk memecahkan bahan-bahan organik tersebut secara sempurna pada suhu 20°C sebenarnya dibutuhkan waktu lebih dari 20 hari, tetapi untuk praktisnyadiambil waktu lima hari sebagai standar. Inkubasi selama lima hari tersebut hanya dapat mengukur kira-kira 68 persen dari total BOD (Sasongko, 1990).

Terdapat pembatasan BOD yang penting sebagai petunjuk dari pencemaran organik. Apabila ion logam yang beracun terdapat dalam sampel maka aktivitas bakteri akan terhambat sehingga nilai BOD menjadi lebih rendah dari yang semestinya (Mahida, 1981).

2.5 Besi (Fe)

2.5.1 Logam besi

Besi memiliki simbol (Fe) dan merupakan logam berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Fe di dalam susunan unsur berkala termasuk logam golongan VIII, dengan berat atom $55,85\text{g.mol}^{-1}$, nomor atom 26, berat jenis 7.86g.cm^{-3} dan umumnya mempunyai valensi 2 dan 3 (selain 1, 4, 6). Besi (Fe) adalah logam yang dihasilkan dari bijih besi, dan jarang dijumpai dalam keadaan bebas, untuk mendapatkan unsur besi, campuran lain harus dipisahkan melalui penguraian kimia. Besi digunakan dalam proses produksi besi baja, yang bukan hanya unsur besi saja tetapi dalam bentuk alloy (campuran beberapa logam dan bukan logam, terutama karbon). (*Eaton Et.al, 2005; Rumapea, 2009 dan Parulian, 2009*).

2.5.2 Manfaat logam besi

Besi adalah logam yang memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia di bumi. Tidak dapat dibayangkan apabila manusia modern sekarang ini belum/tidak bisa memanfaatkannya, mungkin umat manusia masih berada di jaman batu.

Pemanfaatan logam besi sangatlah luas bila dibandingkan dengan pemanfaatan dari logam-logam yang lain. Kita dapat dengan mudah melihat disekeliling kita banyak perabotan, alat pertukangan, alat transportasi dan bahkan pada rumah / gedung pun menggunakan besi baja sebagai tiang penahannya.

Logam besi disamping karena kelimpahannya yang cukup banyak dialam, adalah merupakan salah satu logam yang paling reaktif dan paling vital bagi mahluk hidup. Dalam system peredaran darah, dengan kadar tertentu besi berada dalam sel darah merah (*Erythrocyte*) dan bertugas untuk mengikat Oksigen (O_2) yang sangat penting bagi proses pembakaran yang terjadi dalam sel tubuh.

- a. Fungsi zat besi : Mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh dan menghilangkan racun dari tubuh.
- b. Efek jika kekurangan : Bagian bawah kelopak mata berwarna pucat dan mudah lelah.
- c. Efek jika kelebihan : Dapat menyebabkan pembengkakan pada hati. Zat besi dapat mencegah penyerapan obat. Sebaiknya tidak dikonsumsi berlebihan jika sedang mengkonsumsi suatu obat agar khasiat obat tidak terbuang percuma. Zat besi yang berlebih dapat menyebabkan pembengkakan pada hati dan mengurangi kemampuan tubuh untuk menyerap zat tembaga.

2.5.3 Sifat-sifat logam besi

Logam murni besi sangat reaktif secara kimiawi dan mudah terkorosi, khususnya di udara yang lembab atau ketika terdapat peningkatan suhu. Memiliki 4 bentuk allotroik ferit, yakni alfa, beta, gamma dan omega dengan suhu transisi 700, 928, dan 1530°C. Bentuk alfa bersifat magnetik, tapi ketika berubah menjadi beta, sifat magnetnya menghilang meski pola geometris molekul tidak berubah.

Besi bersifat keras, rapuh, dan umumnya mudah dicampur, dan digunakan untuk menghasilkan alloy lainnya, termasuk baja. Besi tempa yang mengandung kurang dari 0.1% karbon, sangat kuat, dapat dibentuk, tidak mudah campur dan biasanya memiliki struktur berserat.

Baja karbon adalah alloy besi dengan sedikit Mn, S, P, dan Si. Alloy baja adalah baja karbon dengan tambahan seperti nikel, khrom, vanadium dan lain-lain. Besi relatif murah, mudah didapat, sangat berguna dan merupakan logam yang sangat penting.

2.5.4 Pengaruh besi terhadap kesehatan manusia

Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengsekresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapat transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe.

Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering kali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk.

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, rasa. Air akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terlarutnya $> 1,0$ mg/l.

Pada Hemokromatosis primer besi yang diserap dan disimpan dalam jumlah yang berlebihan di dalam tubuh. Feritin berada dalam keadaan jenuh akan besi sehingga kelebihan mineral ini akan disimpan dalam bentuk kompleks dengan mineral lain yaitu hemosiderin. Akibatnya terjadilah sirosis hati dan kerusakan pankreas sehingga menimbulkan diabetes. Hemokromatosis sekunder terjadi karena transfusi yang berulang-ulang. Dalam keadaan ini besi masuk ke dalam tubuh sebagai hemoglobin dari darah yang ditransfusikan dan kelebihan besi ini tidak disekresikan.

Hal-hal yang Mempengaruhi Kelarutan Fe dalam Air :

a. Kedalaman

Air hujan yang turun jatuh ke tanah dan mengalami infiltrasi masuk ke dalam tanah yang mengandung FeO akan bereaksi dengan H_2O dan CO_2 dalam tanah dan membentuk $Fe (HCO_3)_2$ dimana semakin dalam air yang meresap ke dalam tanah semakin tinggi juga kelarutan besi karbonat dalam air tersebut.

b. pH

pH air akan terpengaruh terhadap kesadahan kadar besi dalam air, apabila pH air rendah akan berakibat terjadinya proses korosif sehingga menyebabkan larutnya besi dan logam lainnya dalam air, pH yang rendah kurang dari 7 dapat melarutkan logam. Dalam keadaan pH rendah, besi yang ada dalam air berbentuk ferro dan ferri, dimana bentuk ferri akan mengendap dan tidak larut dalam air serta tidak dapat dilihat dengan mata sehingga mengakibatkan air menjadi berwarna, berbau, dan berasa.

c. Suhu

Suhu adalah temperatur udara. Temperatur yang tinggi menyebabkan menurunnya kadar O_2 dalam air, kenaikan temperatur air juga dapat menguraikan derajat kelarutan mineral sehingga kelarutan Fe pada air tinggi.

d. Bakteri besi

Bakteri besi (Crenothrix, Lepothrix, Galleanella, Sinderocapsa dan Sphoerotherylus) adalah bakteri yang dapat mengambil unsur dari sekeliling lingkungan hidupnya sehingga mengakibatkan turunnya kandungan besi dalam air, dalam aktifitasnya bakteri besi memerlukan oksigen dan besi sehingga bahan makanan dari bakteri besi tersebut. Hasil aktifitas bakteri besi tersebut menghasilkan presipitat (oksida besi) yang akan menyebabkan warna pada pakaian dan bangunan. Bakteri besi merupakan bakteri yang hidup dalam keadaan anaerob dan banyak terdapat dalam air yang mengandung mineral. Pertumbuhan bakteri akan menjadi lebih sempurna apabila air banyak mengandung CO_2 dengan kadar yang cukup tinggi.

2.2.5 Pengaruh besi terhadap lingkungan

Air tanah dapat terkontaminasi dari beberapa sumber pencemar. Dua sumber utama kontaminasi air tanah ialah kebocoran bahan kimia organik dari penyimpanan bahan kimia dalam bunker yang disimpan dalam tanah, dan penampungan limbah industri yang ditampung dalam kolam besar diatas atau di dekat sumber air.

Persyaratan bagi masing-masing standar kualitas air masih perlu ditentukan oleh 4 (empat) aspek yaitu persyaratan fisis, kimia, biologis, radiologis. Persyaratan fisis ditentukan oleh faktor-faktor kekeruhan, warna, bau maupun rasa. Persyaratan kimia ditentukan oleh konsentrasi bahan-bahan kimia seperti Arsen, Clhor, Tembaga, Cyanida, Besi dan sebagainya. Persyaratan biologis ditentukan baik oleh mikroorganisme yang pathogen, maupun yang non pathogen.

Air sumur bor merupakan salah satu cara masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih, namun tingginya kadar ion Fe yaitu 5 - 7 mg/l mengakibatkan harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dipergunakan, karena telah melebihi standar yang telah ditetapkan oleh Departemen kesehatan di dalam Permenkes No. 416 /Per/Menkes/IX/ 1990 tentang air bersih yaitu sebesar 1,0 mg/l. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar besi dalam air adalah dengan cara aerasi. Teknologi ini juga dapat dikombinasikan dengan sedimentasi dan filtrasi.

Besi adalah salah satu elemen yang ditemui hampir pada setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Pada umumnya besi yang ada di dalam air dapat bersifat terlarut.

Kandungan ion Fe pada air sumur bor berkisar antara 5 – 7 mg/L. Tingginya kandungan Fe ini berhubungan dengan keadaan struktur tanah. Struktur tanah dibagian atas merupakan tanah gambut, selanjutnya berupa lempung gambut dan bagian dalam merupakan campuran lempung gambut dengan sedikit pasir.

Besi dalam air berbentuk ion bervalensi dua (Fe^{2+}) dan bervalensi tiga (Fe^{3+}). Dalam bentuk ikatan dapat berupa Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ atau FeSO_4 tergantung dari unsur lain yang mengikatnya. Dinyatakan pula bahwa besi dalam air adalah bersumber dari dalam tanah sendiri di samping dapat pula berasal dari sumber lain, diantaranya dari larutnya pipa besi, reservoir air dari besi atau endapan – endapan buangan industri.

Adapun besi terlarut yang berasal dari pipa atau tangki – tangki besi adalah akibat dari beberapa kondisi, di antaranya :

- a. Akibat pengaruh pH yang asam, dapat melarutkan logam besi.
- b. Pengaruh akibat adanya CO_2 agresif yang menyebabkan larutnya logam besi.
- c. Pengaruh banyaknya O_2 yang terlarut dalam air yang dapat pula.
- d. Pengaruh tingginya temperature air akan melarutkan besi-besi dalam air.
- e. Kuatnya daya hantar listrik akan melarutkan besi.
- f. Adanya bakteri besi dalam air akan memakan besi.

Besi terlarut dalam air dapat berbentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau kation ferri (Fe^{3+}). Hal ini tergantung kondisi pH dan oksigen terlarut dalam air. Besi terlarut berbentuk senyawa tersuspensi, sebagai butir koloidal seperti $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeO , Fe_2O_3 , dan lain-lain. Konsentrasi besi terlarut yang masih diperbolehkan dalam air bersih adalah sampai dengan 0,1 mg/l.

Apabila konsentrasi besi terlarut dalam air melebihi batas tersebut akan menyebabkan berbagai masalah, diantaranya :

a. Gangguan Teknis

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})$ bersifat korosif terhadap pipa dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga mengakibatkan pembuntuan dan efek-efek yang dapat merugikan seperti Mengotori bak yang terbuat dari seng. Mengotori wastafel dan kloset.

b. Gangguan Fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, rasa. Air akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terlarutnya $> 1,0$ mg/l.

c. Gangguan Kesehatan

Senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengsekresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapat tranfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung besi cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering kali disebabkan oleh rusaknya dinding usus ini. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/l akan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit. Apabila kelarutan besi dalam air melebihi 10 mg/l akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk. Pada Hemokromatosis primer besi yang diserap dan disimpan dalam jumlah yang berlebihan di dalam tubuh. Feritin berada dalam keadaan jenuh akan besi sehingga kelebihan mineral ini akan disimpan dalam bentuk kompleks dengan mineral lain yaitu hemosiderin. Akibatnya terjadilah sirosis hati dan kerusakan pankreas sehingga menimbulkan diabetes. Hemokromatosis sekunder terjadi karena transfusi yang berulang-ulang. Dalam keadaan ini besi masuk ke dalam tubuh sebagai hemoglobin dari darah yang ditransfusikan dan kelebihan besi ini tidak disekresikan.

2.6 Mangan (*Mn*)

2.6.1 Pengertian Mangan (*Mn*)

Mangan adalah logam aktif, berwarna abu-abu merah muda yang di tunjukkan pada symbol Mn dan nomor atom 25. Ini adalah elemen pertama di Grup 7 dari tabel periodik. Mangan merupakan unsur yang dalam keadaan normal memiliki bentuk padat. Mangan tersebar secara luas dalam banyak bentuk, seperti oksida, silikat, dan karbonat adalah senyawa yang paling umum. Penemuan sejumlah besar senyawa mangan berada di dasar lautan.

2.6.2 Sumber Mangan (*Mn*)

Mangan merupakan bahan alami yang terdapat dalam kerak bumi. Mangan sering digunakan sebagai perawatan dalam pencegahan karat dan kerusakan di besi. Ion di Mangan mempunyai banyak warna, tergantung dalam keadaan oksida mereka, dan sering digunakan sebagai zat-zat warna dalam industri.

2.6.3 Sifat Mangan (*Mn*)

- a. Mangan merupakan logam keras dan getas berwarna abu-abu merah muda.
- b. Logam ini sulit mencair, tapi mudah teroksidasi. Mangan murni bersifat amat reaktif dan dalam bentuk bubuk akan terbakar dengan oksigen, serta larut dalam asam encer.
- c. Tahan terhadap korosi atau karat, sehingga logam mangan sering digunakan sebagai coating.
- d. Memiliki titik lebur sebesar 1247 °C.

2.6.4 Kegunaan Mangan (*Mn*)

- a. Digunakan dalam pembuatan keramik, dan gelas.
- b. Digunakan dalam pembuatan baterai kering.
- c. Digunakan dalam pembuatan komponen dalam televisi.
- d. Salah satu mineral yang digunakan oleh beberapa orang untuk membantu mencegah keropos tulang.

2.6.5 Dampak Mangan (*Mn*) Terhadap Kesehatan

Mangan adalah senyawa yang sangat umum dan mudah ditemukan. Mangan merupakan salah satu dari tiga elemen penting namun beracun, yang berarti bahwa unsur ini diperlukan bagi manusia untuk bertahan hidup, tetapi juga beracun ketika konsentrasi terlalu tinggi hadir dalam tubuh manusia.

Penyerapan mangan oleh manusia terutama terjadi melalui makanan, seperti bayam, teh, dan rempah-rempah. Bahan makanan lain yang mengandung konsentrasi tinggi mangan adalah biji-bijian dan beras, kacang kedelai, telur, minyak zaitun, kacang hijau, dan tiram. Dalam tubuh, mangan akan diangkut melalui darah ke hati, ginjal, pankreas dan kelenjar endokrin.

Efek kelebihan mangan terjadi terutama di saluran pernapasan dan di otak. Gejala keracunan mangan meliputi halusinasi, mudah lupa, dan kerusakan saraf. Mangan juga dapat menyebabkan Parkinson, emboli paru, dan bronkitis. Pria yang terpapar mangan dalam jangka waktu lama berpotensi menjadi impoten. Namun, kekurangan asupan mangan juga bisa memicu berbagai masalah kesehatan. Berikut adalah diantaranya:

- a. Intoleransi glukosa
- b. Pembekuan darah
- c. Masalah kulit
- d. Gangguan rangka
- e. Janin lahir cacat
- f. Gejala neurologis

Keracunan mangan kronis dapat terjadi akibat menghirup debu dan asap mangan dalam jangka panjang. Kejadian tinggi pneumonia dan infeksi saluran pernapasan atas lainnya ditemukan pada pekerja yang terkena debu atau asap senyawa mangan.

2.7 Karbon aktif

Karbon atau arang aktif adalah material yang berbentuk butiran atau bubuk yang berasal dari material yang mengandung karbon misalnya batubara, kulit kelapa, dan sebagainya. Dengan pengolahan tertentu yaitu proses aktivasi seperti perlakuan dengan tekanan dan suhu tinggi, dapat diperoleh karbon aktif yang memiliki permukaan dalam yang luas. Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi.

Karbon aktif sering digunakan untuk mengurangi kontaminan organik, partikel kimia organik sintetis, tapi karbon aktif juga efektif untuk mengurangi kontaminan inorganik seperti radon-222, merkuri, dan logam beracun lainnya (Ronald L, 1997).

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang penting dalam karbon aktif. Ukuran partikel karbon aktif mempengaruhi kecepatan adsorpsi, tetapi tidak mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang berhubungan dengan luas permukaan karbon (Cheremisinoff, 1978). Luas permukaan total mempengaruhi kapasitas adsorpsi total sehingga meningkatkan efektifitas karbon aktif dalam penyisihan senyawa organik dalam air buangan.

Dalam satu gram karbon aktif, pada umumnya memiliki luas permukaan seluas 500-1500 m², sehingga sangat efektif dalam menangkap partikel-partikel yang sangat halus berukuran 0.01-0.0000001 mm. Karbon aktif bersifat sangat aktif dan akan menyerap apa saja yang kontak dengan karbon tersebut. Dalam waktu 60 jam biasanya karbon aktif tersebut menjadi jenuh dan tidak aktif lagi. Oleh karena itu biasanya arang aktif di kemas dalam kemasan yang kedap udara. Sampai tahap tertentu beberapa jenis arang aktif dapat di reaktivasi kembali, meskipun demikian tidak jarang yang disarankan untuk sekali pakai. Reaktivasi karbon aktif sangat tergantung dari metode aktivasi sebelumnya, oleh karena itu perlu diperhatikan keterangan pada kemasan produk tersebut.

2.8 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses yang terjadi pada permukaan suatu zat padat yang berkontak dengan suatu larutan dimana terjadi akumulasi molekul-molekul larutan pada permukaan zat padat tersebut.

Makin rendah kelarutan suatu zat organik di dalam air, makin mudah diadsorpsi dari larutannya. Hal yang sama, makin kurang polar suatu senyawa organik makin baik teradsorpsi dari larutan yang bersifat polar ke permukaan yang non polar.

2.8.1 Mekanisme Adsorpsi

Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan kimia-fisika antara substansi dengan penyerapnya. Proses perlekatan dapat saja terjadi antara cairan dan gas, padatan, atau cairan lain.

Adsorpsi fisik terjadi karena adanya ikatan *Van der waals*, dan bila ikatan tarik antar molekul zat terlarut dengan zat penyerapnya lebih besar dari ikatan antara molekul zat terlarut dengan pelarutnya maka zat terlarut akan dapat diadsorpsi (Reynold, 1982). Sedangkan adsorpsi kimia merupakan hasil dari reaksi kimia antara molekul adsorbat dan adsorban dimana terjadi pertukaran elektron (Benefield, 1982).

Adsorpsi terhadap air buangan mempunyai tahapan proses seperti berikut (Benefield, 1982):

- a. Transfer molekul-molekul adsorbat menuju lapisan film yang mengelilingi adsorban.
- b. Difusi adsorbat melalui lapisan film (*film diffusion*).
- c. Difusi adsorbat melalui kapiler atau pori-pori dalam adsorban (*proses pore diffusion*).
- d. Adsorpsi adsorbat pada permukaan adsorban.

2.8.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Faktor-faktor yang mempengaruhi mekanisme adsorpsi adalah agitasi, karakteristik karbon aktif, ukuran molekul adsorbat, pH larutan, temperatur dan waktu kontak (Benefield, 1982).

a. Agitasi

Jika agitasi yang terjadi antara partikel karbon dengan cairan relatif kecil, permukaan film dari *liquid* sekitar partikel akan menjadi tebal dan difusi film akan terbatas.

b. Karakteristik karbon Aktif

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan karakteristik terpenting dari karbon aktif sebagai adsorban. Ukuran partikel karbon mempengaruhi tingkat adsorpsi yang terjadi ; tingkat adsorpsi meningkat seiring mengecilnya ukuran partikel. Tingkat adsorpsi untuk karbon aktif *powder* lebih cepat dari pada granular. Total kapasitas adsorpsi tergantung pada total luas permukaan dimana ukuran partikel karbon tidak berpengaruh besar pada total luas permukaan karbon.

c. Ukuran molekul Adsorbat

Ukuran molekul merupakan bagian yang penting dalam adsorpsi karena molekul harus memasuki *micropore* dari partikel karbon untuk diadsorpsi. Tingkat adsorpsi biasanya meningkat seiring dengan semakin besarnya ukuran molekul dari adsorbat.

d. pH

pH mempunyai pengaruh yang sangat besar pada proses adsorpsi, karena pH menentukan tingkat ionisasi larutan. Asam organik dapat diadsorpsi dengan mudah pada pH rendah, sebaliknya basa organik dapat diadsorpsi pada pH tinggi. Pada umumnya, adsorpsi bahan organik dari air limbah meningkat seiring dengan menurunnya pH (Culp,RL dan Culp, GL, 1986). Pada pH rendah, jumlah ion H^+ lebih besar; dimana ion H^+ tersebut akan menetralkan permukaan karbon aktif yang bermuatan negatif, sehingga dapat mengurangi halangan untuk terjadinya difusi organik pada pH yang lebih tinggi.

Sebaliknya, pada pH tinggi, jumlah ion OH⁻ berlimpah, sehingga menyebabkan proses difusi bahan-bahan organik menjadi terhalang (RaniSahu, *www.GISdevelopment.net*, 2014). pH optimum untuk proses adsorpsi harus didapat dari tes laboratorium.

e. Suhu

Tingkat adsorpsi akan meningkat dengan meningkatnya suhu dan akan menurun dengan menurunnya suhu. Tapi jika reaksi-reaksi adsorpsi yang terjadi adalah eksoterm, maka dari itu tingkat adsorpsi umumnya meningkat sejalan dengan menurunnya suhu.

f. Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Gaya adsorpsi molekul dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontak dengan karbon aktif makin lama. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik.