

BAB II TINJAUAN PUSAKA

2.1. Tongkol Jagung

Tongkol pada jagung adalah bagian dalam organ betina tempat bulir duduk menempel. Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian jagung betina (buah jagung). Bongkol terbungkus oleh kelobot (kulit buah jagung). Secara morfologi, tongkol jagung adalah tangkai utama malai yang termodifikasi. Malai organ jantan pada jagung dapat memunculkan bulir pada kondisi tertentu. Bongkol jagung muda, disebut juga *babycorn*, dapat dimakan dan dijadikan sayuran. Tongkol yang tua ringan namun kuat, dan menjadi sumber furfural, sejenis monosakarida dengan lima atom karbon.

Tongkol jagung merupakan salah satu limbah padat yang belum maksimal dimanfaatkan dan dapat mencemari lingkungan. Tongkol jagung salah satu limbah yang dapat digunakan sebagai bahan baku adsorben kadar besi (Fe) di air. Tanaman jagung adalah tanaman yang musiman (*annual*) dan termasuk keluarga (*famili*) rumput-rumputan (*gineae*) dalam sistematika (*taksonomi*) tumbuhan, kedudukan tanaman jagung diklasifikasikan sebagai berikut (Rukmana, 2009) :

Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)

Divisio : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)

Sub Divisio : Angiospermae (berbiji tertutup)

Kelas : Monocotyledone (berkeping satu)

Ordo : Gineae (rumput-rumputan)

Famili : Gineae Genus : Zea

Species : Zea mays saccharata Linn

Bagian dari tanaman jagung yaitu daun, batang, rambut, dan tongkolnya. Masih banyak orang tidak memanfaatkan tongkol jagung secara efektif. Pada tongkol jagung tersusun atas selulosa dan hemiselulosa, lignin, kandungan tannin dan struktur protein. Kandungan tersebut menyebabkan tidak mudah pecah atau larut dalam air (Muthusamy et al, 2012).

Kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin pada tongkol jagung cukup tinggi. Hemiselulosa adalah matrix pengisi serat selulosa. Selain selulosa dan

hemiselulosa pada tumbuhan juga terdapat lignin yang merupakan senyawa kimia yang sangat kompleks dan berstruktur amorf. Lignin juga merupakan polimer dengan berat molekul yang tinggi dengan dengan struktur yang bervariasi. Lignin berfungsi sebagai pengikat untuk sel-sel yang lain dan juga memberikan kekuatan. Semakin banyak kandungan tersebut maka akan semakin baik karbon aktif yang dihasilkan. arang yang berasal dari tongkol jagung diaktivasi secara fisik dan kimia. Aktivasi secara kimia dengan larutan asam dan basa mengarah untuk perbesaran pori arang aktif (Suryani, 2009). Hasil analisis kimia dari tongkol jagung mengandung *hemiselulosa* 30,91%, *alfa selulosa* 26,81%, *lignin* 15,52%, karbon 39,80%, nitrogen 2,12%, dan kadar air 8,38% (Ningsih, 2012).

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Tongkol Jagung

Komponen	Tongkol Jagung
hemiselulosa (%)	30,91
Alfa selulosa (%)	26,81
Karbon (%)	39,80
Nitrogen (%)	2,12
Lignin (%)	9,1
Kadar air (%)	8,38

Sumber: Ningsih (2012)

2.2. Karbon aktif

Karbon aktif (*Activated Carbon*) adalah senyawa hasil pembakaran yang mengandung karbon dan memiliki ruang pori, dimana ruang pori tersebut berukuran sangat kecil (berdimensi atom) dan sulit digambarkan karena bentuknya sangat beragam. Efektivitas karbon aktif sangat tergantung dengan porositasnya. Pori tersebut terbentuk dari atom karbon yang saling berikatan sehingga membentuk celah diantara ikatan-ikatan tersebut (Marsh dan Fransisco, 2006). Pada dasarnya seluruh bahan yang mengandung karbon yang berasal dari tumbuh-tumbuhan atau bahan mineral dapat dirubah menjadi arang aktif.

Proses pembentukan arang aktif melalui dua tahap yaitu karbonisasi kemudian diikuti tahap aktivasi. Pada tahap karbonisasi akan menghasilkan arang aktif dengan daya absorban rendah, karena ruang pori yang dihasilkan masih

kecil. Selain itu juga menghasilkan senyawa tar yang dapat menutup pori. Pada arang aktif berbahan aktif kayu, bahan aktivasi yang sering digunakan antara lain asam fosfat, seng klorida, dan kalium sulfida (Kurniadi dan Hasani, 1996).

Mengolah arang menjadi arang aktif pada prinsipnya adalah membuka pori-pori arang agar menjadi luas. Arang aktif disusun oleh atom karbon yang terikat secara kovalen dalam kisi heksagonal dimana molekulnya berbentuk *amorf* yaitu merupakan pelat-pelat datar. Konfigurasi molekul berbentuk pelat-pelat ini bertumpuk satu sama lain dengan gugus hidrokarbon pada permukaannya. Dengan menghilangkan hidrogen dan bahan aktif (gugus hidrokarbon), maka permukaan dan pusat aktif menjadi luas. Hal ini mengakibatkan kemampuan absorben arang aktif juga semakin meningkat (BSN, 2011).

2.2.1. Syarat Mutu Karbon Aktif

Menurut SNI, No. 06-3730-1995, arang aktif yang baik mempunyai persyaratan seperti yang tercantum pada tabel berikut ini :

Tabel 2.2 Syarat Mutu Karbon aktif

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%
Jarak mesh	90	-
Kekerasan	80	-

Sumber : SNI, No. 06-3730-1995

2.3. Air

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian dari tubuh kita terdiri dari air dan tidak seorang pun yang dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum air. Selain itu, air juga

dipergunakan untuk memasak, mencuci, mandi dan membersihkan kotoran yang ada disekitar rumah. Air juga digunakan untuk keperluan industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi, dan lain-lain. Penyakit-penyakit yang menyerang manusia dapat ditularkan dan disebarkan melalui air. Kondisi tersebut tentunya dapat menimbulkan wabah penyakit dimana-mana. (Budiman, 2006).

Air merupakan masalah utama dalam penyediaan air bersih di kota dan di desa. Oleh karena meningkatnya kebutuhan manusia berbagai upaya dilakukan untuk menyediakan air bersih yang aman bagi kesehatan. Adapun air yang sehat harus memenuhi empat kriteria parameter. Pertama adalah fisik meliputi padatan terlarut, kekeruhan, warna, rasa, bau, dan suhu. Kedua adalah parameter kimiawi terdiri atas berbagai ion, senyawa beracun, kandungan oksigen terlarut dan kebutuhan oksigen kimia. Ketiga adalah parameter biologis meliputi jenis dan kandungan mikroorganisme baik hewan maupun tumbuhan. Parameter yang terakhir adalah radioaktif meliputi kandungan bahan – bahan radioaktif (Yurman, 2009).

Karakteristik kimia air ditentukan berdasarkan kandungan bahan-bahan kimia di dalamnya, pemeriksaan kimia ini antara lain : Klorida, Amonia Bebas, Nitrit, Nitrat, pH (Derajat Keasaman), Kesadahan, Besi (Fe), Aluminium (Al), Zat Organik, Sulfat (SO₄), Zink (Zn), Barium, Cadmium (Cd), Cromium (Cr), Timbal (Pb), Raksa (Hg), Mangan (Mn), Tembaga (Cu).

2.3.1. Standar Baku Air

Air merupakan salah satu media lingkungan yang harus ditetapkan Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan. Isu yang muncul akibat perkembangan lingkungan yaitu perubahan iklim salah satunya menyangkut media lingkungan berupa air antara lain pola curah hujan yang berubah-ubah. Hal ini menyebabkan berkurangnya ketersediaan air bersih untuk keperluan higiene sanitasi. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk sebuah keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum, Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan *Higiene Sanitasi* meliputi

parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk Keperluan *Higiene Sanitasi* tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan *Higiene Sanitasi* dapat digunakan sebagai air baku air minum.

Tabel 2.3. Parameter fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Untuk Media Air Keperluan *Higiene Sanitasi*.

Tabel 2.3. Parameter fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Untuk Media Air Keperluan *Higiene Sanitasi*.

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat Padat Terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	Mg/l	1000
4.	Suhu	$^{\circ}\text{C}$	Suhu udara ± 3
5.	Rasa		Tidak berasa
6.	Bau		Tidak berbau

Tabel 2.4 berisi daftar parameter wajib untuk parameter biologi yang harus diperiksa untuk keperluan *higiene sanitasi* yang meliputi *total coliform* dan *escherichia coli* dengan satuan/unit *colony forming unit* dalam 100 ml sampel air.

Tabel 2.4. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Untuk Media Air Keperluan *Higiene Sanitasi*.

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100 ml	50
2.	E. coli	CFU/100 ml	0

Tabel 2.5 berisi daftar parameter kimia yang harus diperiksa untuk keperluan *higiene, sanitasi* yang meliputi 10 parameter wajib dan 10 parameter tambahan. Parameter tambahan ditetapkan oleh pemerintah daerah kabupaten/kota dan

otoritas pelabuhan/bandar udara.

Tabel 2.5. Parameter kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Untuk Media Air Keperluan *Higiene Sanitasi*.

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
1.	Ph	mg/l	6,5 – 8,2
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Deterjen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05
9.	Benzene	mg/l	0,01
10.	Zat organik (KMNO ₄)	mg/l	10

2.3.2. Sumber Air

a. Air Laut

Air laut mempunyai sifat asin karena mengandung NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3% dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum. (Sutrisno, 2006).

b. Air Angkasa (Air Hujan/ Air Atmosfer)

Air angkasa atau air hujan dalam keadaan murni, sangat bersih, karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri atau debu dan lain sebagainya. Maka untuk menjadikan air hujan sebagai sebagai

sumber air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih banyak mengandung kotoran.

Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan. Juga air hujan ini mempunyai sifat lunak sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.(Sutrisno,2006).

c. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri dan lainnya. Air permukaan ada dua macam yaitu air sungai dan air rawa. Air sungai digunakan sebagai air minum seharusnya melalui pengolahan yang sempurna mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi. Air rawa kebanyakan berwarna disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk yang menyebabkan warna kuning coklat, sehingga untuk pengambilan air sebaiknya dilakukan pada kedalaman tertentu ditengah-tengah.(Sutrisno,2006).

d. Air Tanah

Air tanah adalah air dari angkasa dan permukaan tanah yang meresap kedalam tanah sehingga telah mengalami penyaringan oleh tanah maupun batu-batuan.

2.4. Air Sumur

Air sumur adalah air tanah dangkal sampai kedalaman kurang dari 30 meter, air sumur umumnya pada kedalaman 15 meter dan dinamakan juga sebagai air anah bebas karena lapisan air tanah tersebut tidak berada didalam tekanan. Air sumur atau air tanah merupakan salah satu sumber air bersih yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Penggunaan air sumur pun beragam, mulai dari kebutuhan sanitasi hingga air minum sehari-hari. Air tanah sering mengandung zat besi (Fe) dan Mangan (Mn) cukup besar.

Besi atau ferrum (Fe) adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat

dibentuk. Keberadaan besi dalam air bersifat terlarut, menyebabkan air menjadi merah kekuning-kuningan, menimbulkan bau amis, dan membentuk lapisan seperti minyak (Munfiah, S. Dkk, 2013). Oleh karena itu menurut PP No. 20 Tahun 1990 tersebut, kadar (Fe) dalam air minum maksimum yang dibolehkan adalah 0,3 mg/lit dan kadar Mangan (Mn) dalam air minum yang dibolehkan adalah 0,1 mg/lit.

Adapun jenis-jenis sumur yaitu :

1. Sumur Pompa

Salah satu jenis sumur yang banyak digunakan pada rumah-rumah adalah sumur pompa. Sumur jenis ini merupakan salah satu sistem sederhana yang bisa digunakan dengan mudah dan tidak perlu mengeluarkan biaya.

2. Sumur Bor

Sumur bor memanfaatkan alat berat agar bisa menembus berbagai jenis batuan yang ada didalam tanah. Kemampuan dari alat bor tersebut untuk menembus tanah bisa dilakukan hingga kedalaman yang bervariasi sangat berbeda dari sumur pompa biasa. Kedalaman yang bisa ditembus oleh alat bor tersebut beragam, yakni mulai dari 100 hingga 900 meter di dalam tanah. Alat bor tersebut biasanya memiliki diameter hingga 6 meter.

3. Sumur Resapan

Berbeda dari sumur lainnya, sumur resapan adalah salah satu cara yang digunakan untuk menyimpan air hujan yang jatuh dari atas atap rumah atau tempat yang kedap air lainnya dan dialirin ke dalam tanah. Secara bentuk ternyata sumur resapan mirip dengan sumur galian dan memiliki kedalaman tertentu agar jumlah air yang tetampung bisa mencukupi.

4. Seumur Artesis

Sumur ini memiliki keunikan tersendiri karena berbeda dengan sumur yang lainnya. Sumur artesis bisa disebut juga sebagai *artesian well* yang memiliki arti dimana sumur tidak membutuhkan pompa untuk mengalilri air ke permukaan tanah karena sudah ada cukup tekanan dari dalam tanah yang membuat air bisa keluar sendiri dengan mudah.

5. Sumur Galian

Sumur galian merupakan sebuah sumur untuk mengambil air tanah yang dibuat secara sederhana dan banyak diadopsi pada perumahan. Sumur

galian memiliki tingkat kedalaman yang cukup dangkal karena air masih bisa keluar meskipun hanya digali dengan menggunakan perlatan.

2.5. Logam Besi

Logam besi merupakan unsur terbanyak keempat yang terdapat dalam kerak bumi setelah oksigen, silikon, dan aluminium. Besi adalah logam yang berasal dari bijih besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari. Besi mempunyai simbol Fe dan nomor atom 26. Besi juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi.

Besi dan unsur keempat banyak di bumi dan merupakan logam yang terpenting dalam industri. Besi murni bersifat agak lunak dan kenyal. Oleh karena itu, dalam industri, besi selalu dipadukan dengan baja. Baja adalah berbagai macam paduan logam yang dibuat dari besi taung kedalamnya unsur-unsur lain seperti Mn, Ni, V atau W tergantung keperluannya. Besi tempa adalah besi yang hampir murni dengan kandungan sekitar 0,2% karbon.

Besi terdapat di alam dalam bentuk senyawa, misalnya pada *mineral hemarite* (Fe_2O_3), *Magnetit* (Fe_2O_4), *pirit* (FeS_2), *siderite* (FeCO_3), dan *limonit* ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Unsur besi sangat penting dalam hampir semua organisme yang hidup. Pada manusia besi merupakan unsur penting dalam hemoglobin darah.

Sifat Fisik dan Sifat Kimia pada Besi (Fe)

Lambang	: Fe
No. Atom	: 26
Golongan, Periode	: 8,4
Penampilan	: Metalik Mengkilap Keabu-abuan
Massa Atom	: 55,854 (2) g/mol
Konfigurasi Elektron	: [Ar] $3d^6 4s^2$
Fase	: Padat
Massa Jenis (Suhu kamar)	: 7,86 g/cm ³
Titik Lebur	: 1811 ⁰ K (1538 ⁰ C, 2800 ⁰ F)
Titik Didih	: 3134 ⁰ K (2861 ⁰ C, 5182 ⁰ F)
Kapasitas Kalor	: (25 ⁰ C) 25,10 j/(mol.K)

2.5.1. Besi (Fe) dalam Air

Konsentrasi besi terlarut dalam air yang masih diperbolehkan adalah 0,3 mg/L. Apabila konsentrasi besi terlarut dalam air melebihi batas tersebut akan menyebabkan :

a. Gangguan teknis

Endapan $\text{Fe}(\text{OH})_2$ bersifat korosif terhadap pipa dan akan mengendap pada saluran pipa sehingga mengakibatkan pembuntuan dan efek-efek yang dapat merugikan seperti mengotori bak, wastafel, dan kloset.

b. Gangguan fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi yang terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau, dan rasa. Air akan berasa tidak enak bila konsentrasi besi yang terlarut $> 1,0$ mg/L (Sutrisno, 2004).

c. Gangguan kesehatan

Senyawa besi dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7 – 35 mg/hari. Tetapi zat besi yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan.

2.5.2. Penghilangan Besi (Fe) dalam Air

Dalam air biasanya bentuk senyawa atau garam bikarbonat, garam sulfat, hidroksida dan juga dalam bentuk koloid atau dalam keadaan bergabung dengan senyawa organik. Oleh karena itu cara pengolahannya pun harus disesuaikan dengan bentuk senyawa besi dalam air yang akan diolah. Pada proses penghilangan besi, prinsipnya adalah proses oksida, yaitu menaikkan tingkat oksidasi oleh suatu oksidator dengan tujuan merubah bentuk besi terlarut menjadi bentuk besi tidak terlarut (endapan). Endapan yang terbentuk dihilangkan dengan proses sedimentasi dan filtrasi (Oktiawan, dkk., 2007).

Pada umumnya metode yang digunakan untuk menghilangkan besi adalah fisika, kimia, biologi maupun kombinasi dari masing masing metode tersebut. Metode fisika dapat dilakukan dengan cara filtrasi, aerasi, presipitasi, elektrolitik,

pertukaran ion (*ion exchange*), adsorpsi dan sebagainya. Metode kimia dapat dilakukan dengan pembubuhan senyawa klor, permanganat, kapur-soda, ozon, polyphospat, koagulan, flokulan, dan sebagainya. Metode biologi dapat dilakukan dengan cara menggunakan mikroorganisme autotropis tertentu seperti bakteri besi yang mampu mengoksidasi senyawa besi. (Oktiawan, dkk., 2007)

Pemilihan proses tersebut dipilih berdasarkan besarnya konsentrasi zat besi serta kondisi air baku yang digunakan. Untuk menghilangkan zat besi di dalam air yang paling sering digunakan adalah dengan cara proses oksidasi secara kimiawi kemudian dilanjutkan dengan pemisahan endapan/suspensi/dispersi atau (*suspended solid*) yang terbentuk menggunakan proses sedimentasi dan atau filtrasi. Untuk meningkatkan efisiensi pemisahan endapan tersebut maka dapat digunakan proses koagulasi-flokulasi yang dilanjutkan dengan sedimentasi dan filtrasi. (Said, 2003)

Pengaruh lain zat besi (Fe) selain di dalam air, sebagai berikut :

1. Gangguan kesehatan

Kelebihan zat besi (Fe) bisa menyebabkan keracunan dimana terjadi muntah, kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, mudah marah, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, kulit kehitaman, sakit kepala, gagal hati, hepatitis, mudah emosi, hipertensi, infeksi, insomnia, sakit liver, masalah mental, rasa logam dimulut, mudah gelisah dan iritasi, rematik, sariawan, sakit perut, keras kepala, gangguan penyerapan vitamin dan mineral. Gangguan kesehatan senyawa besi dalam jumlah kecil di dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel sel darah merah, dimana tubuh memerlukan 7-25 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. (Said, 2003)

2. Gangguan terhadap kerusakan benda

- a. Penyumbatan pada pipa
- b. Pengendapan pada dinding pipa
- c. Penyumbatan pada pompa air
- d. Pompa air akan cepat mengalami karata
- e. Menimbulkan karata pada alat masak

3. Gangguan terhadap keindahan
 - a. Menyebabkan bercak bercak kuning pada pakaian yang berwarna terang
 - b. Menyebabkan warna kuning pada dinding kolam
 - c. Meninggalkan noda pada bak mandi, noda kekuningan disebabkan oleh besi dan kehitaman.

2.6. Adsorpsi

2.6.1. Proses Adsorpsi

Adsorpsi (penyerapan) adalah suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (*adsorben*). Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap dilepaskan pada adsorpsi kimia yang merupakan ikatan kuat antara penyerap dan zat yang diserap sehingga tidak mungkin terjadi proses yang bolak-balik. Dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorban, dimana adsorbat adalah substansi yang terserap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorban adalah merupakan suatu media penyerap yang dalam hal ini berupa senyawa silika.

2.6.2. Sifat Adsorpsi

Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap. Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Sumber pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan. Jumlah atau dosis arang aktif yang digunakan juga diperhatikan.

2.6.3. Macam – macam Adsorpsi

Adapun dua jenis adsorpsi berdasarkan penyerapannya, yaitu (Kipling, 1965) :

1. Adsorpsi Fisika

Adsorpsi jenis ini bersifat reversibel, berlangsung secara cepat dengan penyerapan kalor kecil, interaksi yang dianggap hanya menghasilkan gaya

van der Waals dan terjadi pada semua proses adsorpsi serta berlangsung pada temperatur rendah.

2. Adsorpsi Kimia

Terjadi dalam bentuk reaksi kimi, membutuhkan energi aktivasi. Kalor penyerapan tinggi karena reaksi-reaksi yang membentuk reaksi kimia. Waktu penyerapan lebih lama dari adsorpsi secara fisika dan sulit diregenerasi. Untuk perbedaan adsorpsi fisika dan kimia dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2.5. Perbedaan antara adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia

Adsorpsi Fisik	Adsorpsi Kimia
Molekul terikat pada adsorben oleh gaya <i>van der Waals</i>	Molekul terikat pada adsorben oleh ikatan kimia
Mempunyai entalpi ± 4 sampai ± 40 kJ/mol	Mempunyai entalpi reaksi sekitar ± 40 sampai ± 800 kJ/mol
Membentuk lapisan <i>multilayer</i> di bawah titik didih adsorbat	Membentuk lapisan <i>monolayer</i>
Tidak melibatkan energi aktivasi tertentu	Terjadi pada suhu tinggi
Bersifat tidak spesifik	Melibatkan energi aktivasi tertentu
	Bersifat sangat spesifik

Sumber : <http://www.scribd.com/doc/42622049/Fenomena-Adsorpsi-2011>

2.6.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

1. Agitation (pengadukan)

Tingkat adsorpsi dikontrol baik oleh difusi film maupun difusi pori, tergantung pada tingkat pengadukan pada sistem

2. Karakteristik adsorban

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan karakteristik penting abu terbang yang mengandung silika sesuai dengan fungsinya sebagai adsorban. Ukuran partikel silika mempunyai tingkat adsorpsi, tingkat adsorpsi naik dengan adanya penurunan ukuran partikel. Oleh karena itu adsorpsi menggunakan silika bubuk lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan silika granular. Kapasitas total adsorpsi silika tergantung pada luas permukaannya. Ukuran partikel silika tidak mempengaruhi luas permukaannya. Oleh sebab itu silika bentuk bubuk halus dan silika bentuk granular dengan berat yang sama memiliki kapasitas adsorpsi yang berbeda.

3. Kelarutan Adsorbat

Senyawa terlarut memiliki gaya tarik-menarik yang kuat terhadap pelarutannya sehingga lebih sulit diadsorpsi dibandingkan senyawa tidak larut.

4. Ukuran molekul adsorbat

Tingkat adsorpsi pada alifatik, aldehid atau alkohol naik diikuti dengan kenaikan ukuran molekul. Hal ini dapat dijelaskan dengan kenyataan bahwa gaya tarik antara molekul akan semakin besar ketika ukuran molekul semakin mendekati ukuran pori. Tingkat adsorpsi tertinggi terjadi jika pori cukup besar untuk dilewatkan oleh molekul.

5. pH

Asam organik lebih mudah teradsorpsi pada pH rendah, sedangkan adsorpsi basa organik efektif pada pH tinggi.

6. Temperatur

Tingkat adsorpsi naik diikuti dengan kenaikan temperatur dan turun diikuti dengan penurunan temperatur (Benfield, 1982).

Proses penyerapan dalam adsorpsi dipengaruhi oleh :

1. Bahan penyerap

Bahan yang digunakan untuk menyerap mempunyai kemampuan berbeda-beda, tergantung dari bahan asal dan juga metode aktivasi yang digunakan.

2. Ukuran butiran

Semakin kecil ukuran butir, maka semakin besar permukaan sehingga dapat menyerap kontaminan makin banyak. Secara umum kecepatan adsorpsi ditunjukkan oleh kecepatan difusi zat terlarut ke dalam pori-pori partikel adsorben. Ukuran partikel yang baik untuk proses penyerapan antara -100 sampai +200 mesh.

3. Derajat keasaman (pH larutan)

Pada pH rendah, ion H^+ akan berkompetisi dengan kontaminan yang akan diserap, sehingga efisiensi penyerapan turun. Proses penyerapan akan berjalan baik bila pH larutan tinggi. Derajat keasaman mempengaruhi adsorpsi karena pH menentukan tingkat ionisasi dapat diadsorpsi pada pH rendah dan sebaliknya basa organik dapat diadsorpsi pada pH tinggi.

4. Waktu serap

Waktu serap yang lama akan memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang terserap berlangsung dengan baik.

5. Konsentrasi

Pada konsentrasi larutan rendah, jumlah bahan diserap sedikit, sedangkan pada konsentrasi tinggi jumlah bahan yang diserap semakin banyak. Hal ini disebabkan karena kemungkinan frekuensi tumbukan antara partikel semakin besar.