

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batang Pisang

Batang pisang dengan nama latin *Musa Paradiseaca* merupakan tanaman yang banyak terdapat dan tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Tanaman pisang juga dapat tumbuh subur di daerah pegunungan hingga ketinggian 2000 meter dengan udara dingin. Di Indonesia tanaman pisang merupakan hasil pertanian yang banyak terdapat di seluruh nusantara. Hasil panen pisang yang sudah tua digunakan hanya buahnya saja untuk dikonsumsi sendiri atau dijual. Sedangkan batang atau pelepah dan daun pisang, setelah panen hanya ditumpuk atau dibakar begitu saja yang lama kelamaan menjadi tumpukan sampah yang dapat mencemari lingkungan. Hanya sebagian kecil saja masyarakat memanfaatkannya sebagai makanan tambahan sapi.

Limbah batang pisang merupakan limbah terbesar yang diperoleh dengan nilai ekonomis yang hampir tidak ada. Hasil analisis ternyata batang pisang banyak mengandung selulosa. Kadar selulosa dari batang pisang kering sekitar 50% (Husni dkk., 2004). Kandungan karbon yang dimiliki batang pisang cukup tinggi, oleh karena itu komoditas ini dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif.

Komponen penyusun batang pisang tergabung dalam senyawa organik antara lain selulosa dan lignin (Husni dkk., 2004) yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Batang Pisang Kering

Komponen kimia	Presentase
Selulosa	50%
Lignin	17,8%

2.2 Tempurung Kelapa

Menurut Food and Agriculture Organization (FAO) dalam Suhartana (2011), Asia Pasifik mampu menghasilkan 82% produk kelapa dunia, sedangkan

sisanya diproduksi atau dihasilkan oleh negara di Afrika dan Amerika Selatan. Terdapat 12 negara yang tercatat sebagai penghasil kelapa terbesar, yaitu India (13,01%), Indonesia (33,94%), Malaysia (3,93%), Papua New Guinea (2,72%), Philipina (36,25%).

Di Indonesia, bahan baku untuk membuat arang aktif sebagian besar telah menggunakan limbah tempurung kelapa. Dilain pihak bahan baku yang dapat dibuat menjadi arang aktif adalah semua bahan yang mengandung karbon, baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, hewan, maupun barang tambang seperti batu bara. Bahan- bahan tersebut adalah berbagai jenis kayu, sekam padi, tulang binatang, batu bara, tempurung kelapa, kulit biji kopi, bagase, dan lain-lain (Hoyashi et al., 1984 dalam Hendra dkk., 1999).

Tanaman kelapa disebut juga sebagai tanaman serbaguna karena dari akar sampai pada daun kelapa bermanfaat. Buah adalah bagian utama dari tanaman kelapa yang berperan sebagai bahan baku industri. Buah kelapa terdiri dari beberapa komponen yaitu sabut kelapa, tempurung kelapa, daging buah, dan air kelapa. Sabut kelapa merupakan bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm dan merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Tempurung kelapa terletak di sebelah dalam sabut, ketebalannya sekitar 3,5 mm. Ukuran buah kelapa dipengaruhi oleh ukuran tempurung kelapa yang sangat dipengaruhi oleh usia dan perkembangan tumbuhan kelapa. Tempurung kelapa beratnya antara 15-19% berat kelapa (Suhartana, 2011).

2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif atau sering juga disebut sebagai arang aktif, adalah suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan sangat besar. Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh

luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat fisika dan kimia. Arang yang demikian disebut sebagai arang aktif (Chapter, USU 2011).

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan proses dehidrasi, karbonisasi dan dilanjutkan dengan proses aktivasi material karbon yang biasanya berasal dari tumbuh-tumbuhan. Proses karbonisasi dilakukan dengan pembakaran dari material yang mengandung karbon dan dilakukan tanpa adanya kontak langsung dengan udara. Proses karbonisasi juga dikenal dengan pirolisis yang didefinisikan sebagai suatu tahapan dimana material organik awal ditransformasikan menjadi sebuah material yang semuanya berbentuk karbon. Proses karbonisasi dilanjutkan dengan proses aktivasi dimana proses ini akan mengubah produk atau material karbon menjadi adsorben.

Produk karbon aktif yang telah dihasilkan melalui tahapan karbonisasi dan aktivasi, baik aktivasi kimia maupun aktivasi fisika harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditentukan.

Tabel 2. Analisis Mutu Karbon Aktif

Parameter Mutu (%)	Syarat Mutu Karbon Aktif
Kadar Air	15 %
Kadar Abu	10 %
Kadar Zat Mudah Menguap	15 %
Kadar Karbon Terikat	65 %
Penyerapan Iodium	200 mg/g

Sumber: SNI 06-3730-1995

Dalam pembuatan karbon aktif, terdapat syarat mutu atau kriteria mutu yang harus dimiliki oleh karbon aktif yang dibuat. Syarat mutu dalam pembuatan karbon aktif ini telah ditetapkan oleh Standar Industri Indonesia (SII). Syarat mutu karbon aktif menurut Standar Industri Indonesia (SII) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.Syarat Mutu Karbon Aktif

Uraian	Satuan	Persyaratan	
		Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C	%	Maks 15	Maks 25
Air	%	Maks 4,4	Maks 15
Abu	%	Maks 2,5	Maks 10
Bagian yang tidak berarang	-	Tidak nyata	Tidak nyata
Daya serap terhadap I ₂			
Karbon aktif murni	mg/g	Min 750	Min 750
Daya serap terhadap benzene	%	Min 80	Min 65
Daya serap terhadap metilen biru	%	Min 25	-
Daya serap terhadap metilen biru	mg/g	Min 60	Min 120
Kerapatan jenis curah			
Lolos ayakan mesh 325	-	0,45 – 0,55	0,30 – 0,35
Jarak mesh	%	-	-
Kekerasan	%	90	-
	%	80	-

Sumber : Standar Industri Indonesia (SII No. 0258-79)

2.3.1 Kegunaan Karbon Aktif

Karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai penyerap, pengolahan limbah cair atau gas /*waste treatment* dan sebagai penyimpan gas / *gas adsorptive storage* serta digunakan juga dalam proses pemurnian air baik dalam proses produksi air minum maupun penanganan limbah (Gislon dkk, 2013).

Ada dua macam jenis arang aktif yang dibedakan menurut fungsinya (Setyaningsih, 1995) :

1. Arang penyerap gas (*gas adsorbent carbon*)

Jenis arang ini digunakan untuk menyerap kotoran berupa gas. Pori-pori yang terdapat pada arang jenis ini adalah mikropori yang menyebabkan molekul gas akan mampu melewatinya, tapi molekul dari cairan tidak bisa melewatinya. Karbon jenis ini dapat ditemui pada karbon tempurung kelapa.

2. Arang penjerap fasa cair (*liquid-phase carbon*)

Sudrajat dan Salim (1994) mengemukakan bahwa arang aktif dapat memurnikan produk yang dihasilkan industri dan juga berguna untuk mendapatkan kembali zat-zat berharga dari campurannya serta sebagai obat.

Tabel 4. Penggunaan Karbon Aktif di Industri

No	Pemakai	Kegunaan	Jenis/Mesh
1.	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilangan bau dan rasa	8x30, 325
2.	Minuman keras dan ringan	Penghilangan warna, bau pada minuman	4x8, 4x12
3.	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah	4x8, 4x12, 8x30
4.	Pembersih air	Penghilangan warna, bau, penghilangan resin	-
5.	Budi daya udang	Pemurnian, penghilangan, ammonia, netrite phenol dan logam berat	4x8, 4x12
6.	Industri gula	Penghilangan zat-zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna	4x8, 4x12
7.	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut	4x8, 4x12, 8x30
8.	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun, bau busuk asap	4x8, 4x12
9.	Katalisator	Reaksi katalisator pengangkut vinil chloride, vinil acetat	4x8, 4x30
10.	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau	8x30

Sumber : Meilita. T. Sembiring, ST dan Tuti. S. Sinaga, ST (2003)

2.3.2 Karbonisasi

Karbonisasi (pengarangan) adalah suatu proses pirolisis (pembakaran) tak sempurna dengan udara terbatas dari bahan yang mengandung karbon. Pada proses ini pembentukan struktur pori dimulai. Tujuan utama dalam proses ini adalah untuk menghasilkan butiran yang mempunyai daya serap dan struktur yang rapi. Dasar karbonisasi adalah pemanasan. Bahan dasar dipanaskan dengan temperatur yang bervariasi sampai 1300°C. Material organik didekomposisi dengan menyisakan karbon dan komponen volatil yang lain diupkan (Jankowska, *et all* 1991).

Proses karbonisasi merupakan proses dimana komponen yang mudah menguap akan terlepas dari karbon dan karbon akan mulai membentuk pori-pori. Pada proses karbonisasi banyak elemen non karbon seperti oksigen hydrogen, dan nitrogen dihilangkan sebagai volatile gas dengan dekomposisi pirolitik pada

material awal (Bansal, R.C & Goyal, M 2005).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonasi (Kurniati, E; 2008) :

1. Waktu karbonisasi

Bila waktu karbonisasi diperpanjang maka reaksi pirolisis semakin sempurna sehingga hasil arang semakin turun tetapi cairan dan gas makin meningkat.

2. Suhu karbonisasi

Suhu karbonisasi yang berpengaruh terhadap hasil arang karena semakin tinggi suhu, arang yang diperoleh makin berkurang tapi hasil cairan dan gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh makin banyaknya zat-zat terurai dan yang teruapkan.

2.3.3 Aktivasi

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring, 2003).

Proses aktivasi merupakan hal yang penting diperhatikan di samping bahan baku yang digunakan. Yang dimaksud dengan aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Metoda aktivasi yang umum digunakan dalam pembuatan arang aktif adalah:

2.3.3.1 Aktivasi Secara Fisika

Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO₂ (Sembiring, 2003). Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida,

oksigen dan nitrogen. Gas-gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon pengotor pada arang.

Prinsipnya adalah pemberian uap air atau gas CO₂ kepada arang yang telah dipanaskan. Arang yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam tungku aktivasi lalu dipanaskan pada suhu 800 – 1000 °C. Selama pemanasan ke dalamnya dialirkan uap air atau gas CO₂. Pada suhu dibawah 800 °C, aksi oksigen uap air ataupun gas CO₂ berlangsung sangat lambat, sedangkan pada suhu diatas 1000 °C akan menyebabkan kerusakan susunan kisi-kisi heksagonal (Rumidatul, Alfi 2006).

2.3.3.2 Aktivasi Secara Kimia

Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (Sembiring, 2003). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan-bahan pengaktif seperti garam Kalsium Klorida (CaCl₂), Magnesium Klorida (MgCl₂), Seng Klorida (ZnCl₂), Natrium Hidroksida (NaOH), Kalium Hidroksida (KOH), Natrium Karbonat (Na₂CO₃) dan Natrium Klorida (NaCl), Asam Phospat (H₃PO₄), Asam Nitrat (HNO₃), Hidrogen Peroxida (H₂O₂), Kalium Permanganat (KMnO₄), Ammonia Sulfat (NH₄)₂SO₄, Asam Klorida (HCl). Siti Salamah (2008), melakukan aktivasi kimia terhadap arang kulit buah mahoni menggunakan KOH dengan variasi konsentrasi antara 1, 2 dan 3 N. Kerugian penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif terletak pada proses pencucian bahan-bahan mineral tersebut kadang-kadang sulit dihilangkan lagi dengan pencucian, sedangkan keuntungan penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif adalah waktu aktivasi yang relatif pendek, karbon aktif yang dihasilkan lebih banyak dan daya adsorpsi terhadap suatu adsorbat akan lebih baik (Jankowska, *et all* 1991).

Pembayun, dkk (2013), menyebutkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi aktivator maka semakin banyak pori yang terbentuk sehingga daya serap iodin karbon aktif juga meningkat. Siti Salamah (2008), menyebutkan

bahwa semakin besar konsentrasi zat aktivasi maka daya serap karbon yang dihasilkan semakin besar, tetapi pada penggunaan konsentrasi yang terlalu tinggi akan mengdegradasi atau merusak selulosa yang mengakibatkan daya serap karbon aktif menurun.

Daya serap karbon aktif semakin kuat bersamaan dengan meningkatnya konsentrasi dari aktivator yang ditambahkan. Hal ini memberikan pengaruh yang kuat untuk mengikat senyawa-senyawa tar keluar melewati mikro pori-pori dari karbon aktif sehingga permukaan dari karbon aktif tersebut semakin lebar atau luas yang mengakibatkan semakin besar pula daya serap karbon aktif tersebut. (Tutik M dan Faizah H, 2001).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses aktivasi (Kurniati, El;2008) :

1. Waktu perendaman

Perendaman dengan bahan aktivasi ini dimaksudkan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin, karena adanya lignin dapat membentuk senyawa tar. Waktu perendaman untuk bermacam-macam zat tidak sama. Misalnya karbon aktif dari kulit buah mahoni dengan aktivator KOH yang diaktivasi selama 4 jam mampu menyerap larutan iodium sebesar 20,253%. Dimana syarat mutu karbon aktif untuk daya serap terhadap iodin min. 20% (SII 0258-88).

2. Konsentrasi aktivator

Semakin tinggi konsentrasi larutan kimia aktivasi maka semakin kuat pengaruh larutan tersebut mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi untuk keluar melewati mikro pori-pori dari karbon sehingga permukaan karbon semakin porous yang mengakibatkan semakin besar daya adsorpsi karbon aktif tersebut. Mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi keluar dari mikropori arang, sehingga permukaannya semakin porous (Kurniati, 2008).

3. Ukuran bahan

Makin kecil ukuran bahan makin cepat perataan keseluruhan umpan sehingga pirolisis berjalan sempurna.

2.3.4 Karakterisasi Arang Aktif

Penentuan sifat-sifat karbon aktif yang diperoleh melalui karbonisasi dan aktivasi, maka perlu dilakukan karakterisasi. Karakterisasi dalam penelitian ini meliputi penentuan kadar air, penentuan kadar abu, penentuan kadar zat terbang dan penentuan kadar serap *iodine*.

a. Kadar Air

Penentuan kadar air dapat dilakukan dengan asumsi bahwa dalam karbon aktif tersebut hanya air yang merupakan senyawa mudah menguap. Pada dasarnya penentuan kadar air adalah dengan menguapkan air dari karbon aktif dengan pemanasan 150°C sampai didapatkan berat konstan (Jankowska, *et al*: 1991).

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif, dimana karbon aktif mempunyai sifat afinitas yang besar terhadap air. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 06-3730-1995, karbon aktif yang baik mempunyai kadar air maksimal 15%.

b. Kadar Zat Terbang

Prinsip dalam penentuan kadar zat terbang adalah sampel dari air menguap pada suhu 100°C sehingga tercapai berat konstan selama ± 4 jam (kadar air) diambil sebangak 1 gram lalu dipanaskan dalam furnace pada suhu 900°C selama 7 menit. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 06-3730-1995, karbon aktif yang baik mempunyai kadar abu maksimal 15%.

c. Kadar Abu

Karbon aktif yang dibuat dari bahan alami tidak hanya mengandung senyawa karbon saja, tetapi juga mengandung beberapa mineral. Sebagian mineral ini hilang selama proses karbonisasi dan aktivasi, sebagian lagi tertinggal dalam karbon aktif (Jankowska, *et al*: 1991).

Penentuan kadar abu biasanya pada temperatur 600-900°C selama 3-16 jam. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 06-3730-1995, karbon aktif yang baik mempunyai kadar abu maksimal 10%.

d. Penentuan Karbon Terikat

Karbon dalam arang adalah zat yang terdapat pada fraksi padat hasil pirolisis selain abu (zat organik) dan zat-zat yang masih terdapat pori-pori arang.

Prosedur pengujian dan perhitungan kadar karbon mengacu pada SNI 06-3730-1995.

e. Daya Serap *Iodine*

Adsorpsi iodin telah banyak dilakukan untuk menentukan kapasitas adsorpsi karbon aktif. Penetapan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna. Angka iodin didefinisikan sebagai jumlah miligram iodin yang diadsorpsi oleh satu gram karbon aktif. Dimana konsentrasi filtrat adalah 0,02N, pada metode ini diasumsikan bahwa iodin berada dalam kesetimbangan pada konsentrasi 0,02N yaitu dengan terbentuknya lapisan tunggal (*monolayer*) pada permukaan karbon aktif dan inilah yang menjadi alasan mengapa terdapat hubungan antara bilangan iodium dengan luas permukaan spesifik karbon aktif (Jankowska, *et al*: 1991). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 06-3730-1995, karbon aktif yang baik mampu menyerap iodin minimal 200 mg/L

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi 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 penyerapannya.

Adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

1. Adsorpsi fisik, yaitu berhubungan dengan gaya *Van der Waals* dan merupakan suatu proses bolak-balik apabila daya tarik menarik antara zat terlarut dan adsorben lebih besar dari daya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya, maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben.
2. Adsorpsi kimia, yaitu reaksi yang terjadi antara zat padat dan zat terlarut yang teradsorpsi.

Adsorpsi menggunakan istilah adsorbant dan adsorbent, dimana adsorbent adalah suatu penyerap yang dalam hal ini berupa senyawa karbon, sedangkan adsorbant adalah merupakan suatu media yang diserap. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, antara lain;

1. Sifat serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

2. Temperatur / suhu

Dalam pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk menyelidiki suhu pada saat berlangsungnya proses penyerapan. Karena tidak ada peraturan umum yang bisa diberikan mengenai suhu yang digunakan dalam proses adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi suhu proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas thermal senyawa serapan. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada suhu kamar atau bila memungkinkan pada suhu yang lebih kecil.

3. pH atau Derajat Keasaman

Untuk asam-asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut.

4. Waktu Singgung

Bila karbon aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan. Selisih ditentukan oleh dosis karbon aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

2.5 Penghilangan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air

2.5.1 Besi (Fe) dalam Air

Besi adalah 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 7.86 g.cm^{-3} dan umumnya mempunyai valensi 2 dan 3 (selain 1, 4, 6). Besi (Fe) adalah logam yang dihasilkan dari biji 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).

Besi dan unsur keempat banyak dibumi dan merupakan logam yang terpenting dalam industry. 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 tuang kedalamnya ditambahkan unsur-unsurnlain seperti Mn, 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 hematite (Fe_2O_3), magnetit (Fe_2O_4), pirit (FeS_2), siderite (FeCO_3), dan limomit ($2\text{Fe}_2\text{O}_3.3\text{H}_2\text{O}$). unsur besi sangat penting dalam hampir semua organisme yang hidup. Pada manusia besi merupakan unsur penting dalam hemoglobin darah.

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

a. Gangguan teknis

Endapan Fe (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 terfarutnya $> 1,0 \text{ mg/l}$.

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 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.

2. 5.2 Mangan (Mn) dalam Air

Logam mangan merupakan unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambing Mn dengan nomor atom 25, berwarna silver metalik, keras dan sangat rapuh. Logam mangan memiliki energi ionisasi 7,21 g/cm³, titik leburnya 1246°C. Logam mangan memiliki jari-jari atom 1,35 Å, logam ini bersifat paramagnetic. Fungsi utama mangan dalam tubuh yaitu sebagai komponen enzim.

Mangan digunakan dalam campuran baja, industri pigmen, las, pupuk, pestisida, keramik, elektronik, dan alloy (campuran beberapa logam dan bukan logam, terutamakarbon), industri baterai, cat, dan zat tambahan pada makanan. Di alam jarang sekali berada dalam kondisi unsur. Umumnya berada dalam keadaan senyawa dengan berbagai macam valensi. Di dalam hubungannya dengan kualitas air yang sering dijumpai adalah senyawa mangan dengan valensi 2, valensi 4, valensi 6. Di dalam sistem air alami dan juga di dalam sistem pengolahan air, senyawa mangan dan besi bervariasi tergantung derajat keasaman (pH) air. Perubahan senyawa besi dan mangan di alam berdasarkan kondisi pH bahwa di dalam system air alami pada kondisi reduksi, mangan dan juga besi umumnya mempunyai valensi dua yang terlarut dalam air. Oleh karena itu di dalam sistem pengolahan air, senyawa mangan dan besi valensi dua tersebut dengan berbagai cara

dioksidasi menjadi senyawa yang memiliki valensi yang lebih tinggi yang tidak larut dalam air sehingga dapat dengan mudah dipisahkan secara fisik. Mangan di dalam senyawa MnCO_3 , Mn(OH)_2 mempunyai valensi dua, zat tersebut relatif sulit larut dalam air, tetapi untuk senyawa Mn seperti garam MnCl_2 , MnSO_4 , $\text{Mn(NO}_3)_2$ mempunyai kelarutan yang besar di dalam air. (Eaton et. al., 2005)

Kandungan Mn di bumi sekitar 1060 ppm, di tanah sekitar 61 – 1010 ppm, di sungai sekitar 7 mg/l, di laut sekitar 10 ppm, di air tanah sekitar <0.1 mg/l. Mangan terdapat dalam bentuk kompleks dengan bikarbonat, mineral dan organik. Unsur mangan pada air permukaan berupa ion bervalensi empat dalam bentuk organik kompleks. Mangan banyak terdapat dalam pyrolusite (MnO_2), *braunite*, *psilomelane* dan *rhodochrosite*. (Eaton et.al., 2005)

Unsur Mn mempunyai sifat – sifat yang sangat mirip dengan besi. Mangan termasuk logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh sebagaimana zat besi. Tubuh manusia mengandung Mn sekitar 10 mg dan banyak ditemukan di liver, tulang, dan ginjal. Mn dapat membantu kinerja liver dalam memproduksi urea, *superoxide dismutase*, karboksilase piruvat, dan enzim glikoneogenesis serta membantu kinerja otak bersama enzim glutamine sintetase. Kelebihan Mn dapat menimbulkan racun yang lebih kuat dibanding besi. Toksisitas Mn hampir sama dengan nikel dan tembaga. Mangan bervalensi 2 terutama dalam bentuk permanganat merupakan oksidator kuat yang dapat mengganggu membran *mucous*, menyebabkan gangguan kerongkongan, timbulnya penyakit “*manganism*” yaitu sejenis penyakit parkinson, gangguan tulang, osteoporosis, penyakit Perthe’s, gangguan kardiovaskuler, hati, reproduksi dan perkembangan mental, hipertensi, hepatitis, *posthepatic cirrhosis*, perubahan warna rambut, kegemukan, masalah kulit, kolesterol, *neurological symptoms* dan menyebabkan epilepsi.

2.5.3 Penghilangan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air

Baik besi maupun mangan, dalam air biasanya terlarut dalam 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 dan mangan dalam air yang akan diolah. Pada proses penghilangan besi dan mangan, prinsipnya adalah proses oksidasi, yaitu menaikkan tingkat oksidasi oleh suatu oksidator dengan tujuan merubah bentuk 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 dan mangan adalah metode 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 khlor, permanganat, kapur – soda, ozon, polyphosphat, koagulan, flokulan, dan sebagainya. Metode biologi dapat dilakukan dengan cara menggunakan mikroorganisme autotropis tertentu seperti bakteri besi yang mampu mengoksidasi senyawa besi dan mangan (Oktiawan, dkk, 2007).

Pemilihan proses tersebut dipilih berdasarkan besarnya konsentrasi zat besi atau mangan serta kondisi air baku yang digunakan. Untuk menghilangkan zat besi dan mangan 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) dan Mangan (Mn) 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 kehitam – hitaman, sakit kepala, gagal hati, hepatitis, mudah emosi, hipertensi, infeksi, insomonia, sakit liver, masalah mental, rasa logam di mulut, 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 -35 mg/hari yang sebagian diperoleh dari air. Tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan (Said, 2003).

Kelebihan Mangan (Fe) gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf: insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng (Slamet, 1994)

2. Gangguan Terhadap Kerusakan Benda

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

3. Gangguan Terhadap Keindahan

- a. Menyebabkan bercak-bercak kuning pada pakain yang berwarna terang
- b. Menyebabkan warna kuning pada dinding kolam
- c. Meninggalkan noda pada bak-bak kamar mandi, noda kekuningan disebabkan oleh besi dan kehitaman oleh mangan.

Studi penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan adsorben karbon aktif dari batang pisang dan tempurung kelapa sebagai berikut :

Tabel 5. Studi yang pernah dilakukan pada Adsorben Karbon Aktif dari Batang Pisang dan Tempurung Kelapa

No.	Penelitian	Tahun	Judul	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	Husni H dan Cut Meurah R	2004	<i>Preparation and Characterization of Activated Carbon from Banana Stem by Using Nitrogen Gas</i>	Hasil penelitian diperoleh adsorpsi logam merkuri (Hg) menggunakan arang aktif batang pisang memberikan hasil bahwa logam merkuri teradsorpsi arang aktif sebesar 9,21 mg/g
2.	Suharta	2006	Pemanfaatan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Baku Arang Aktif dari Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Belor Kecamatan Ngaringan Kabupaten Grobong	Hasil Penelitian diperoleh arang aktif yang dihasilkan cukup efektif jika digunakan untuk pengolahan air
3.	Ai Naihil Muna SM	2011	Kenitika Adsorpsi Karbon Aktif dari Batang Pisang sebagai Adsorben untuk Penyerapan Ion Logam Cr(VI) pada Air Limbah Industri	Hasil penelitian diperoleh karbon aktif batang pisang mampu menyerap kadar Cr(VI) dalam limbah dengan % limbah teradsorpsi sebesar 34,905%
4.	Bherta Eka Andriyani	2013	Pengaruh Kombinasi Ketebalan Filter Pasir dan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) Air Sumur	Hasil kombinasi ketebalan filter pasir dan arang tempurung kelapa yang paling efektif dalam menurunkan kadar Mn adalah ketebalan 60 cm dengan efektivitas 82,5%

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5.	Siti Jamilatun dan Martomo Setyawan	2014	Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair	Hasil penelitian diperoleh kualitas karbon aktif terbaik pada suhu 800°C dengan kadar air 1,3%, kadar abu 0,60% dan kadar iod 580,0 mg/gr
6.	Wa Ode Veby Verlina	2014	Potensi Arang Aktif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Emisi Gas CO, NO, dan NO _x pada Kendaraan Bermotor	Hasil Penelitian diperoleh kemampuan adsorpsi arang aktif terhadap emisi gas buang penyerapan mencapai 100% pada NO dan NO _x , sedangkan CO sebesar 81%
7.	Erlina Umiatin dan Esmar Budi	2015	Pengaruh Konsentrasi KOH pada Karbon aktif Tempurung Kelapa Untuk Adsorpsi Logam Cu	Hasil Penelitian diperoleh karbon aktif arang tempurung kelapa terbaik ada pada konsentrsi KOH 5% dengan nilai randemen 83,87% dan efisiensi adsorbsi logam Cu 83,57%
8.	Novi Rahmawa nti dan Novrian Dony	2016	Studi Arang Aktif Tempurung Kelapa dalam Penjernihan Air Sumur Perumahan Baru Daerah Sungai Andai	Hasil Penelitian diperoleh bahwa arang dari tempurung kelapa dapat mengadsorpsi Fe, Mn dan Al