

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pengertian Air

Air merupakan salah satu sumber dan dasar kebutuhan bagi kehidupan di bumi. Tanpa adanya air, berbagai proses kehidupan tidak dapat berlangsung. Maka dari itu, penyediaan air merupakan salah satu kebutuhan utama bagi manusia untuk kelangsungan hidup dan menjadi faktor penentu dalam kesehatan dan kesejahteraan manusia (Sumantri, 2013). Air juga sebagai media penularan penyakit pada manusia, hal ini bisa mengakibatkan wabah penyakit yang tersebar dimana-mana (Chandra, 2007).

Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus memenuhi kebutuhan manusia. Manusia memerlukan konsumsi air yang cukup. Volume rata-rata penduduk Indonesia akan kebutuhan air bersih belum diketahui secara pasti, tetapi untuk keperluan perencanaan instalasi pengolahan air bersih untuk komunitas diperkirakan setiap individu per hari antara 125 – 150 liter (Asmadi & Kasjono, 2011). Kebutuhan tersebut bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat (Chandra, 2006).

Menurut Asmadi & Kasjono (2011), jumlah air tawar yang tersedia dan siap dipakai sangat terbatas, tetapi kebutuhan akan air selalu

meningkat karena semakin meningkatnya populasi dan kegiatan manusia disegala bidang yang digunakan untuk :

- a. Keperluan rumah tangga, seperti untuk minum, masak, mandi, cuci dan pekerjaanlainnya.
- b. Keperluan umum, seperti kebersihan jalan dan pasar, hiasan kota, dan tempat rekreasi.
- c. Keperluan industri, seperti pabrik dan bangunan pembangkit listrik.
- d. Keperluan perdagangan, seperti hotel, dan restoran.
- e. Keperluan pertanian dan peternakan.

2. Sumber Air

Air yang dikonsumsi manusia harus berasal dari sumber yang bersih dan aman. Batasan-batasan sumber air yang bersih dan aman antara lain (Chandra, 2007):

- a. Bebas dari kontaminasi kuman atau bibit penyakit
- b. Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun
- c. Tidak berasa dan tidak berbau
- d. Dapat dipergunakan untuk mencukupi kebutuhan domestik dan rumah tangga
- e. Memenuhi standar minimal yang ditentukan oleh WHO atau Departemen Kesehatan RI

Air dikatakan tercemar bila mengandung bibit penyakit, parasit, bahan-bahan kimia yang berbahaya dan sampah atau limbah industri (Chandra, 2007).

Air yang berada dipermukaan bumi dapat berasal dari berbagai sumber. Menurut Sumantri (2010), air akan dibagi menjadi air permukaan, air laut, air angkasa (hujan), dan air tanah berdasarkan letak sumbernya :

a. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Air permukaan meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah, maupun yang lainnya.

b. Air Laut

Air laut mempunyai sifat asin karena kandungan garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dengan keadaan ini, maka air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum. Namun demikian, air laut ini juga dapat dipergunakan sebagai sumber air minum di beberapa negara yang sudah tidak memiliki sumber air yang lebih baik setelah melalui proses desalinasi yang masih sangat mahal biayanya.

c. Air Angkasa (Hujan)

Air angkasa terjadi dari proses evaporasi dari air permukaan dan evotranspirasi dari tumbuh-tumbuhan oleh bantuan sinar matahari dan melalui proses kondensasi kemudian jatuh ke bumi dalam bentuk

hujan, salju ataupun embun. Air angkasa mempunyai sifat tanah (soft water) karena kurang mengandung garam-garam dan zat-zat mineral sehingga terasa kurang segar juga boros terhadap pemakaian sabun. Air angkasa juga bersifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir sehingga mempercepat terjadinya korosi. Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di bumi.

Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas, misalnya, karbon dioksida, nitrogen dan amoniak.

d. Air Tanah

Air tanah (ground water) adalah cadangan air yang bersumber dari air presipitasi dan merembes menjadi air infiltrasi berada di bawah permukaan litosfer tertampung dalam cekungan-cekungan dan mengalir membentuk sungai bawah tanah dan muncul sebagai mata air.

Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibanding sumber lain. Pertama, air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses purifikasi. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun, saat musim kemarau sekalipun. Sementara itu, air tanah juga memiliki beberapa kerugian atau kelemahan

dibanding sumber air lainnya. Air tanah mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi yang tinggi. Konsentrasi yang tinggi dari zat-zat mineral semacam magnesium, kalsium, dan logam berat seperti besi dapat menyebabkan kesadahan air. Selain itu, untuk menghisap dan mengalirkan air ke atas permukaan, diperlukan pompa.

Air tanah dapat dibedakan menjadi 3 yaitu:

1) Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal yaitu air yang terjadi karena proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian juga bakteri sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Pengotoran juga masih terus berlangsung terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah. Air tanah ini digunakan sebagai sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal. Sebagai sumber air minum, ditinjau dari segi kualitas agak baik. Tetapi dari segi kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim.

2) Air Tanah Dalam

Air tanah dalam yaitu air tanah yang terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam ini tidak semudah pengambilan air tanah dangkal. Biasanya air tanah dalam ini berada pada kedalaman antara 100–300 meter.

Pada umumnya kualitas air tanah dalam lebih baik dari air tanah dangkal karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Susunan unsur-unsur kimia tergantung pada lapisan tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur maka air menjadi sadah karena mengandung $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

3) Mata Air

Mata air yaitu air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam hampir tidak terpengaruhi oleh musim dan kualitasnya sama dengan air tanah dalam.

3. Persyaratan Air Bersih

Kualitas air yang digunakan oleh masyarakat harus memenuhi persyaratan yang harus dipenuhi sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua Dan Pemandian Umum (2017), sehingga air aman untuk di konsumsi.

Ada beberapa persyaratan utama yang harus dipenuhi dalam sistem penyediaan air bersih. Persyaratan tersebut meliputi hal-hal sebagai berikut (Kuenadi, 2010) :

a. Syarat Kuantitatif

Penyediaan air bersih harus memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan air bersih yang terbatas memudahkan untuk

timbulnya penyakit di masyarakat. Kebutuhan air bervariasi untuk setiap individu dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan dan kebiasaan masyarakat.

b. Syarat Kualitatif

Menggambarkan mutu atau kualitas dari air baku air bersih. Persyaratan ini meliputi syarat fisik, kimia, biologis dan radiologis.

1) Syarat Fisik

Secara fisik air bersih harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (tawar), serta air juga tidak boleh keruh. Warna dipersyaratkan dalam air bersih untuk masyarakat karena pertimbangan estetika. Rasa asin, manis, pahit, asam dan sebagainya tidak boleh terdapat dalam air bersih untuk masyarakat. Bau yang bisa terdapat pada air adalah bau busuk, amis, dan sebagainya. Bau dan rasa biasanya terdapat bersamaan dalam air. Suhu air sebaiknya sama dengan suhu udara atau kurang lebih 25°C. Kekeruhan dalam air minum atau air bersih tidak boleh lebih dari 5 NTU, sedangkan untuk jernih atau tidaknya air dikarenakan adanya butiran-butiran koloid dari bahan tanah liat. Semakin banyak mengandung koloid maka air semakin keruh.

2) Syarat Kimia

Air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas karena dapat menimbulkan

gangguan kesehatan, sehingga dapat menimbulkan gangguan ekonomis. Persyaratan air tergolong baik bila memenuhi persyaratan kimia dengan pH netral yaitu 7, tidak mengandung bahan kimia beracun, tidak mengandung garam atau ion-ion logam Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, Mn, D, dan Cr. Kesadahan rendah dan tidak mengandung bahan organik NH_4 , H_2S , SO_4^{2-} , dan NO_3 (Kuenadi, 2010).

Kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) minimum yang disarankan pada air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua Dan Pemandian Umum (2017), untuk besi (Fe) sebesar 1 mg/L dan mangan (Mn) sebesar 0,5 mg/L, sedangkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum (2010), untuk besi (Fe) sebesar 0,3 mg/L dan mangan (Mn) sebesar 0,4 mg/L.

3) Syarat Bakteriologis

Air bersih tidak boleh mengandung kuman-kuman patogen dan parasitik seperti kuman-kuman typhus, kolera, dysentri dan gastroenteris. Karena apabila bakteri patogen dijumpai pada air minum maka akan mengganggu kesehatan atau timbul penyakit.

Untuk mengetahui adanya bakteri patogen dapat dilakukan dengan pengamatan terhadap ada tidaknya bakteri E. Coli yang merupakan bakteri indikator pencemaran air. Secara bakteriologis, total Coliform yang diperbolehkan pada air bersih yaitu 0 koloni per 100 ml air bersih. Air bersih yang mengandung golongan Coli lebih dari kadar tersebut dianggap terkontaminasi oleh kotoran manusia.

4) Syarat Radiologis

Air bersih tidak mengandung zat-zat yang menghasilkan bahan-bahan yang mengandung radioaktif seperti sinar alfa, beta dan gamma.

4. Kadar Besi (Fe) dalam Air

Besi merupakan salah satu unsur logam dari hasil pelapukan batuan induk yang banyak di temukan pada perairan umum dan biasanya senyawa besi dalam air, umumnya dalam bentuk garam ferri atau garam ferro yang bervalensi 2 (Asmadi & Kasjono, 2011).

Sifat kimia perairan dari besi adalah sifat redoks, pembentukan kompleks, metabolisme oleh mikroorganisme, dan pertukaran dari besi antara fase padat dan fase cair pada besi karbonat, hidroksida, dan sulfida (Achmad, 2004).

Logam Fe merupakan logam essensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme, namun jika berlebihan akan bersifat toksik bagi organisme itu. Kadar Fe minimum

yang disarankan pada air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua Dan Pemandian Umum (2017) adalah 1 mg/L, sedangkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum (2010), adalah 0,3 mg/L.

Air tanah dalam dan dangkal banyak mengandung zat besi. Kandungan Fe dalam air ditandai dengan adanya perubahan fisis, yaitu ditunjukkan dengan perubahan warna air menjadi kuning-coklat setelah terjadi kontak dengan udara. Selain itu, juga menimbulkan bau yang kurang enak, serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian (Asmaningrum & Pasaribu, 2016).

Besi (II) sebagai ion berhidrat yang dapat larut (Fe^{2+}) merupakan jenis besi yang terdapat dalam air tanah. Air tanah yang mengandung Fe (II) memiliki sifat yang unik. Dalam kondisi tidak ada oksigen, air tanah yang mengandung Fe (II) jernih, begitu mengalami oksidasi oleh oksigen yang berasal dari atmosfer ion ferro berubah menjadi ferri dengan reaksi $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 8\text{H}^+$ dan menyebabkan air menjadi keruh (Achmad, 2004).

Menurut (Joko, 2010), penyebab utama tingginya kadar besi dalam air diantaranya:

a. Rendahnya pH

Potensial hydrogen atau pH air normal yang tidak menyebabkan masalah adalah ≥ 7 . Air yang mempunyai pH ≤ 7 dapat melarutkan logam termasuk pH.

b. Temperatur air

Kenaikan temperatur akan menyebabkan meningkatnya derajat korosif.

c. Gas-gas terlarut dalam air

Adanya gas-gas terlarut diantaranya adalah O₂, CO₂, dan H₂S. Beberapa gas terlarut dalam air tersebut akan bersifat korosif.

d. Bakteri

Secara biologis tingginya kadar besi dipengaruhi oleh bakteri besi yaitu bakteri yang hidupnya membutuhkan makanan dengan mengoksidasi besi sehingga larut.

5. Dampak Besi (Fe)

Menurut Joko (2010) kandungan Fe dalam air sumur bor dapat menyebabkan berbagai masalah diantaranya :

a. Gangguan Teknis

Endapan Fe(OH)₂ dapat menyebabkan efek-efek yang merugikan seperti mengotori bak dan seng, wastafel dan kloset. Bersifat korosif

terhadap pipa terutama pipa dan dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga menyebabkan pembuntuan.

b. Gangguan Fisik

Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya kekeruhan, warna (kuning), bau dan rasa.

c. Gangguan Kesehatan

Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Banyaknya Fe di dalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi. Zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengekskresikan Fe. Sehingga bagi mereka yang sering mendapatkan transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi Fe. Air minum yang mengandung Fe cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi. Selain itu dalam dosis besar dapat merusak dinding usus. Kadar Fe yang lebih dari 1 mg/L akan menyebabkan terjadinya iritasi. Apabila kelarutan dalam air melebihi 10 mg/L akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk.

6. Kadar Mangan (Mn) dalam Air

Air tanah sering mengandung zat Mangan (Mn) cukup besar. Mangan (Mn) merupakan kation logam yang memiliki ciri serupa seperti besi. Mangan (Mn) berada dalam bentuk manganous (Mn^{2+}) dan manganik (Mn^{4+}). Mn^{4+} dalam tanah, berada dalam bentuk senyawa mangan dioksida. Pada perairan dengan kondisi anaerob akibat

dekomposisi bahan organik dengan kadar yang tinggi, Mn^{4+} pada senyawa mangan dioksida mengalami reduksi menjadi Mn^{2+} yang bersifat larut. Mn^{2+} berikatan dengan nitrat, sulfat, dan klorida, dan larut dalam air. Mangan dan besi valensi dua hanya terdapat pada perairan yang memiliki kondisi anaerob. Jika perairan kembali mendapat cukup aerasi, Mn^{2+} mengalami reoksidasi membentuk Mn^{4+} yang selanjutnya mengalami presipitasi dan mengendap di dasar perairan (Effendi, 2003b).

Meskipun tidak bersifat toksik, mangan dapat mengendalikan kadar unsur toksik di perairan, misalnya logam berat. Jika dibiarkan di udara terbuka dan mendapat cukup oksigen, air dengan kadar mangan (Mn^{2+}) tinggi (lebih dari 0,01 mg/l) akan membentuk koloid karena terjadinya proses oksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{4+} . Koloid ini mengalami presipitasi membentuk warna cokelat gelap sehingga air menjadi keruh (Effendi, 2003b).

7. Dampak Mangan (Mn)

a. Pengaruh Mangan Terhadap Manusia

Dalam tubuh manusia mangan dalam jumlah yang kecil tidak menimbulkan gangguan kesehatan, tetapi jika dalam jumlah yang besar dapat tertimbun didalam hati dan ginjal yang bersifat toksik pada alat pernafasan. Paparan dosis tinggi dalam waktu singkat menunjukkan gejala berupa kegemukan, gangguan kulit, gangguan skleton, perubahan warna rambut, gangguan system saraf, serta iritasi alat pencernaan (Widowati et al., 2008).

b. Pengaruh Mangan Terhadap Lingkungan

Jika air yang mengandung mangan maka dapat membentuk endapan, endapan ini akan memebrikan noda pada benda yang berwarna putih, menimbulkan bau dan rasa pada minuman, dapat menimbulkan warna keruh pada air, serta menyebabkan warna kecokelatan pada cucian pakaian (Sutrisno, 2010).

8. Metode Menghilangkan Besi dan Mangan

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, 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.

a. Fitrasi

Metode fisika yang biasa digunakan dalam menghilangkan kadar besi (Fe) salah satunya yaitu teknik penyaringan (filtrasi). Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid.

Disamping mereduksi kandungan zat padat, filtrasi dapat juga mereduksi bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan. Dalam filtrasi, partikel padatan dapat dipisahkan dengan media berpori yang dapat menahan partikel tersebut yang disebut media filter (Masduqi dan Assomadi, 2012)

b. Media Filter

Bagian filter yang berperan penting dalam penyaringan adalah media filter. Media filter umumnya memiliki variasi dalam ukuran, bentuk, dan komposisi kimia. Pemilihan media filter menggunakan analisa ayakan (*sieve analysis*). Berdasarkan jenis dan jumlah media yang digunakan dalam filtrasi terbagi menjadi dua, yaitu:

- 1) *Single media*: menggunakan satu jenis media. Pada sistem ini penyaringan terjadi pada lapisan paling atas sehingga kurang efektif karena sering dilakukan pencucian.
- 2) *Dual media*: menggunakan dua jenis media. Keuntungan dari dual media, yaitu:
 - a) Kecepatan filtrasi lebih tinggi (10-15 m/jam)
 - b) Periode pencucian lebih lama
 - c) Peningkatan dari filter single media
- 3) *Multi media*: menggunakan lebih dari dua media. Fungsi multi media adalah untuk memfungsikan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring.

(Masduqi dan Assomadi, 2012)

Susunan media berdasarkan ukurannya dibedakan menjadi:

- 1) Seragam (*uniform*): ukuran butiran media filter relatif sama dalam satu bak.
- 2) Gradasi (*Stratified*): ukuran butiran media tidak sama dan tersusun bertingkat.
- 3) Tercampur (*Mixed*): ukuran butiran media tidak sama dan bercampur.

(Masduqi dan Assomadi, 2012)

c. Faktor yang Mempengaruhi Proses Filtrasi

Pada proses filtrasi juga terjadi reaksi kimia dan fisika, sehingga banyak faktor yang saling berkaitan akan mempengaruhi kualitas air hasil filtrasi. Faktor-faktor tersebut yaitu debit filtrasi, ukuran dan ketebalan media, kecepatan filtrasi, waktu kontak.

Debit yang terlalu cepat akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Debit aliran adalah laju aliran (dalam bentuk volume air). Bila kecepatan aliran debit dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan akan semakin menurun, kecepatan aliran air dan debit akan mempengaruhi kejenuhan (Sudarmadji et al., 2014).

Tebal media akan mempengaruhi lama aliran dan besar daya saring demikian pula dengan diameter butiran media berpengaruh pada porositas, rate filtrasi dan daya saring.

Waktu kontak dapat diketahui dengan perhitungan ruang kosong dibagi dengan debit. Semakin lama media digunakan maka semakin

banyak filter yang bertahan dalam media filter, sehingga media tersebut lama-lama akan tersumbat atau jenuh. Untuk itu perlu dilakukan pencucian atau regenerasi media filter (Kuentaedi, 2010).

9. Cangkang Telur Ayam Ras sebagai Media Filtrasi

a. Cangkang Telur Ayam Ras

Cangkang telur ayam ras merupakan limbah dapur yang berpotensi untuk dimanfaatkan. Potensi limbah cangkang telur ayam di Indonesia cukup besar. Menurut data Direktorat Jenderal Peternakan, 2018 dalam Dewi et al., (2020), produksi telur di Indonesia tahun 2018 mencapai 2.561.481 ton atau setara 213.457 ton per bulannya. Produksi cangkang telur tersebut akan terus melimpah selama telur diproduksi dibidang peternakan.

Cangkang telur ayam merupakan bagian terluar dari telur yang berfungsi untuk melindungi komponen isi telur dari kerusakan, baik secara fisika, kimia, maupun mikrobiologi (Jasinda, 2013).

b. Komposisi Cangkang Telur Ayam Ras

Komposisi cangkang telur secara umum terdiri atas : air (1,6%) dan bahan kering (98,4%). Dari total bahan kering yang ada, dalam cangkang telur terkandung unsur mineral (95,1%) dan protein (3,3%) . Berdasarkan komposisi mineral yang ada, maka cangkang telur tersusun atas CaCO_3 (98,34%); MgCO_3 (0,84%) dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (0,75%) (Yuwanta, 2010).

Menurut (Stadelman & Cotterill, 1973), komposisi dari cangkang telur adalah 98,2% kalsium karbonat, 0,9% magnesium dan 0,9% fosfor. Hunton (2005) melaporkan bahwa cangkang telur terdiri atas 97% kalsium karbonat. Rerata dari cangkang telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, kalium, natrium, seng, mangan, besi dan tembaga (Butcher Gary D. & Richard Miles, 2004).

Cangkang telur juga mengandung hampir 95,1% adalah garam-garam organik, 3,3% bahan organik (terutama protein), dan 1,6% air (Zulfita & Dwi Raharjo, 2012). Tingginya kadar garam yang disertai adanya senyawa organik dalam telur ayam berpotensi mencemari lingkungan akibat aktivitas mikroba di dalamnya. Oleh karena itu, pemanfaatan cangkang telur sebagai media filtrasi merupakan usaha yang cukup relevan untuk meningkatkan nilai ekonomi cangkang telur dan mengurangi beban lingkungan (Jasinda, 2013).

c. Kalsium Karbonat

Kalsium karbonat merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia CaCO_3 . Kalsium karbonat merupakan komponen utama penyusun cangkang organisme laut, siput, mutiara, dan kulit telur. Kalsium karbonat umumnya berwarna putih terdiri dari beberapa unsur yaitu kalsium, karbon dan oksigen. Kalsium karbonat adalah mineral yang stabil, terdapat dalam berbagai jenis mineral seperti

batu kapur, marmer, kalsit, aragonit, dolomit, kapur (Pancawati, 2016).

Kalsium karbonat memiliki sifat yang khas dibandingkan dengan senyawa karbonat lainnya, khususnya (Silalahi, 2018).

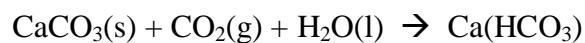
1. Bereaksi dengan asam kuat, melepas karbon dioksida:



2. Melepaskan karbon dioksida jika dipanaskan, disebut dengan reaksi dekomposisi termal, atau kalsinasi (di atas 840°C pada kalsium karbonat), untuk membentuk kalsium oksida, yang biasa disebut batu kapur dengan entalpi reaksi 178 KJ/mol :



Kalsium karbonat akan bereaksi dengan air akan tetapi jenuh terhadap karbon dioksida untuk membentuk kalsium bikarbonat yang terlarut.



Oleh karena itu, cangkang telur yang ketersediaannya melimpah sangat potensial untuk dipergunakan sebagai adsorben.

d. Aktivasi Cangkang Telur Ayam Ras

Aktivasi dalam pengolahan cangkang telur ayam ras terbagi menjadi dua yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Aktivasi yang digunakan dalam penelitian yaitu aktivasi secara fisik. Aktivasi fisika (secara termal) adalah suatu perlakuan terhadap adsorben yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan

ikatan kimia atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga mengalami perubahan sifat secara fisika yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Tujuan dari proses ini adalah mempertinggi volume, memperluas diameter pori dan dapat menimbulkan beberapa pori yang baru (Andri, 2008 dalam Jasinda, 2013).

Berdasarkan (Hajar et al., 2016) pembuatan adsorben teraktivasi dapat dilakukan dengan cara cangkang telur ayam ras dicuci dengan air bersih dan dihilangkan kulit ari yang melekat pada cangkang telur. Cangkang telur ayam kemudian direndam dengan aquadest untuk penghilangan bau amis dan kotoran pada cangkang telur selama 15 menit, kemudian dijemur dibawah sinar matahari selama 2 jam untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam cangkang telur setelah adanya proses perendaman. Kemudian diayak hingga diperoleh ukuran butir lolos ayakan 60-75 mesh. Setelah diayak dipanaskan dengan oven pada temperatur 150°C selama 15 menit sehingga didapat adsorben teraktivasi fisik. Selanjutnya dilakukan karakterisasi terhadap adsorben teraktivasi.

e. Efektifitas Cangkang Telur Ayam Ras sebagai Media Filter

Cangkang telur memiliki sifat-sifat adsorpsi yang baik, seperti struktur pori, kandungan CaCO_3 dan protein asam mukopolisakarida. Cangkang telur yang berpori membuat dirinya

menjadi bahan yang menarik untuk dijadikan sebagai adsorben (Arunlertaree et al., 2007).

Setiap cangkang telur memiliki 10.000-20.000 pori-pori yang berukuran nano, sehingga diperkirakan dapat menyerap suatu solut dan dapat digunakan sebagai adsorben. Ukuran pori pada cangkang telur berkisar 1-10 nm (Asip et al., 2008). Kandungan terpenting dalam cangkang telur adalah kalsium karbonat CaCO_3 dimana terdiri dari 90% bahan tersebut (Pramanpol & Nitayapat, 2006). Kalsium karbonat merupakan adsorben polar (Asip et al., 2008), yang dapat mengikat ion logam berat seperti ion Fe(II) dan dapat menetralisasi asam (Mutiara, 2008), dimana logam besi (Fe) dan mangan (Mn) mudah mengalami kesetimbangan sehingga logam berat dapat mengendap dan terdeposit dalam partikel cangkang telur (Arunlertaree et al., 2007).

Pada bagian dalam kutikula cangkang telur terdapat kristal hidroksiapatit yang memiliki struktur pori-pori mengandung asam protein mukopolisakarida. Asam amino memiliki gugus penting, yaitu karboksil, amina, dan sulfat yang dapat mengikat ion logam membentuk suatu ikatan ionik (Maslahat dalam Faradila, 2019). Beberapa ion logam divalent (M^{2+}) berinteraksi dengan CaCO_3 , kemudian ion logam dapat berkurang karena proses penyerapan yang terjadi (Godelitsas et al., 2003). Proses penyerapan biasanya

terjadi secara bersamaan dengan pelarutan pada permukaan kalsium karbonat.

Kalsium karbonat pada air yang mengalami proses kalsinasi akan menghasilkan kalsit (CaO) dengan persamaan kimia sebagai berikut (Nurlaela dalam Jasinda, 2013):

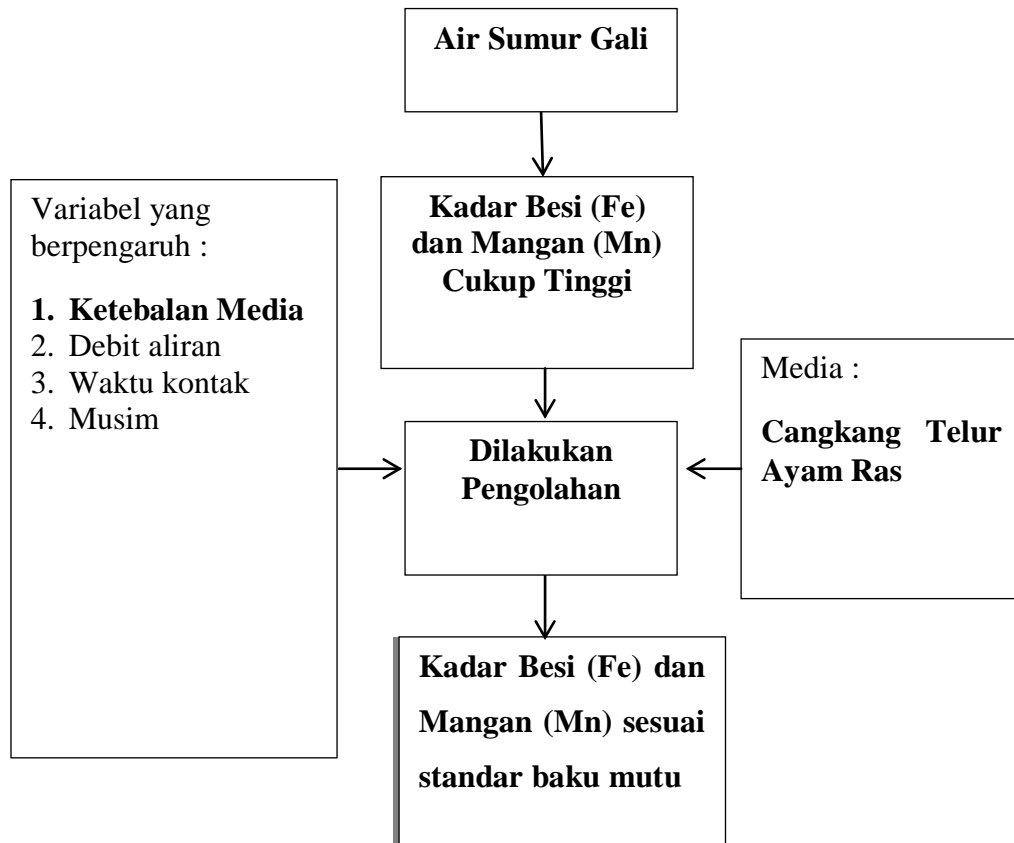


Proses kalsinasi menyebabkan CaCO_3 terdekomposisi menjadi CaO dan CO_2 . Adanya kalsit (CaO) yang ada pada cangkang telur dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi logam berat seperti besi (Fe) dan mangan (Mn).

Salah satu keuntungan menggunakan biomaterial (cangkang telur) sebagai adsorben adalah mudah diregenerasi (Arunlertaree et al., 2007). Cangkang telur memiliki luas permukaan yang besar, sehingga memiliki daya adsorpsi yang tinggi.

Luas permukaan cangkang telur sekitar 2200-2700 m^2/g . Kemampuan adsorben dalam menyerap logam berat sangat bergantung pada luas permukaan porinya. Adapun luas permukaan cangkang telur lebih besar, sehingga daya adsorpsinya lebih tinggi (Jasinda, 2013).

B. Kerangka Konsep



Gambar 1. Kerangka Konsep

C. Hipotesis

Terdapat perbedaan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) sebelum dan sesudah disaring media cangkang telur ayam ras dengan berbagai variasi ketebalan pada air sumur gali.