

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1 Air Sungai

Sungai terbentuk secara alami di atas permukaan bumi, selain untuk menampung air, tetapi juga mengalirkan air dari bagian hulu menuju bagian hilir dan ke muara. Faktor kualitas air sungai ditentukan oleh pasokan air yang berasal dari daerah tangkapan, sedangkan faktor pengaruh kualitas pasokan air yaitu aktivitas manusia. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh keadaan sungai dan keadaan suplai air dari daerah penyangga. Keadaan suplai air dari daerah penyangga dipengaruhi oleh aktivitas dan perlakuan masyarakatnya (Wiwoho, 2005).

2.1.2 Air Bersih

Air bersih adalah air yang dapat dipakai untuk kebutuhan sehari-hari untuk keperluan mencuci, mandi, memasak, dan dapat diminum setelah dimasak (Kodoatie, 2003). Air yang dihasilkan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) bukan air yang dapat langsung diminum seperti air minum dari kemasan, tetapi air dari PDAM harus dimasak terlebih dahulu (Triono, 2018).

Dalam memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap air bersih, pengolahan air perlu mempertimbangkan kandungan yang terdapat air baku. Sehingga seminimal mungkin zat-zat yang dapat mempengaruhi kesehatan seperti banyak kadar polutan dan bakteri penyakit tidak layak untuk menjadi sumber air baku.

2.1.3 Karakteristik Air Sungai

Kandungan air sungai berbeda-beda tergantung pada kegiatan masyarakat sekitar. Kekeuhan, warna, TDS, rasa, bau, total coliform, e.coli, nitrat, nitrit, kesadahan, dan zat organik (KMnO_4) merupakan beberapa contoh dari parameter pencemar air sungai.

Berdasarkan baku mutu air bersih mengacu Peraturan Menteri Kesehatan no. 32 tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan

Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1Baku Mutu Air Bersih Sanitasi

Baku Mutu Air Bersih Sanitasi	
Parameter	Kadar maksimum
Kekeruhan	25 NTU
Warna	50 TCU
Zat padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	1000 mg/L
Suhu	Suhu udara ± 3
Rasa	Tidak berasa
Bau	Tidak berbau
Total coliform	50 CFU/100 mL
E. Coli	0 CFU/100 mL
pH	6,5 - 8,5
Kesadahan (CaCO_3)	500 mg/l
Nitrat	10 mg/L
Nitrit	1 mg/L
Zat organik (KMnO_4)	10 mg/L
<i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	≥ 4

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan no. 32 tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

Berikut ini adalah penjelasan dari parameter pada air sungai:

1. Kekeruhan

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala *NepHelometrix Turbidity Unit* (NTU) dan *Jackson Turbidity Unit* (JTU) atau *Formazin Turbidity Unit* (FTU). Kekeruhan ini disebabkan adanya benda koloid dalam air sehingga terlihat dari segi visual maupun kualitas air tersebut (Romain, 2014)

2. Warna

Warna dapat diamati secara *visual* (langsung) ataupun diukur berdasarkan skala *Platina Cobalt* (Pt. Co) atau *True Colour Unit* (TCU). Adanya kontak air dengan bahan-bahan organik seperti daun dan kayu memiliki kandungan seperti tannin, asam humus, dan bahan yang berasal dari humus serta bahan dekomposisi lignin merupakan bahan yang memberikan warna paling utama pada air (Andini, 2017).

3. Zat padat terlarut (TDS)

Total Dissolved Solid (TDS) yaitu ukuran zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganik) yang terdapat pada sebuah larutan. TDS menggambarkan jumlah zat terlarut dalam part per million (ppm) atau sama dengan milligram per liter (mg/L). Sumber padatan terlarut total dapat mencakup semua kation dan anion terlarut (Oram, B., 2010).

4. Suhu

Air yang baik memiliki suhu yang sama dengan temperatur udara (20°C - 30°C). Air yang tercemar memiliki suhu di atas atau di bawah suhu udara (Hasrianti dan Nurasia, 2016).

5. Rasa

Timbulnya rasa pada air minum biasanya berkaitan erat dengan bau pada air tersebut. Rasa yang terdapat di dalam air baku dihasilkan oleh kehadiran organisme seperti mikroalgae dan bakteri, adanya limbah padat dan limbah cair seperti hasil buangan dari rumah tangga dan kemungkinan adanya sisa-sisa bahan yang digunakan untuk disinfeksi misalnya klor (Quddus, 2014). Rasa pada air minum dapat di deteksi dengan menggunakan indera penyerap.

6. Bau

Bau pada air dapat disebabkan karena benda asing yang masuk ke dalam air seperti bangkai binatang, bahan buangan, ataupun disebabkan oleh poses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Pada peristiwa penguraian senyawa organik yang dilakukan oleh bakteri tersebut dihasilkan gas-gas berbau menyengat dan bahkan ada yang beracun (Quddus, 2014). Bau pada air dapat dideteksi dengan menggunakan indera penciuman.

7. Total coliform

Coliform merupakan golongan bakteri intestinal yang hidup dalam saluran pencernaan manusia dan hewan. Bakteri Coliform digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, maupun minuman. Keberadaan bakteri di dalam air minum menunjukkan rendahnya tingkat sanitasi (Treyens, 2009)

8. E. Coli

Escherichia coli (E.coli) adalah bakteri yang berbentuk batang gram negatif yang umumnya terdapat di usus organisme berdarah panas (*endotherms*). E.coli sangat sensitif terhadap panas dan dapat mati di suhu pasteurisasi dan pemasakan yang tepat (Frazier dan Westhoff, 1998). E.coli tidak tahan terhadap suhu yang tinggi, apabila suhu melebihi batas maksimal pertumbuhan ($40^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$) E.coli, maka akan mengalami inaktivasi (Hawa et al, 2011).

9. pH

pH masuk dalam salah satu kontaminan penting air yang tergolong dalam kategori kimiawi. Maksimumnya efisiensi pengurangan polutan terjadi apabila pH yang dimiliki larutan polutan optimum. pH larutan mempengaruhi efisiensi pengurangan polutan, efisiensi arus, kelarutan elektroda dalam larutan, dan produk hidrolisis (Vaujiah, 2018).

10. Kesadahan total

Kesadahan merupakan sifat air yang disebabkan adanya ion-ion (kation) logam valensi dua (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , dan Mn^{2+}). Kation tersebut bereaksi dengan sabun maupun dengan anion yang terdapat di dalam air membentuk kerak air, endapan, ataupun karat pada peralatan logam (Astuti, Siti, dan Sawlenitami, 2016). Kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} secara bersama-sama.

11. Nitrat

Nitrat adalah bentuk nitrogen utama diperairan alami. Nitrat berasal dari ammonium yang masuk ke dalam badan sungai terutama melalui limbah domestik konsentrasinya di dalam sungai akan semakin berkurang bila semakin jauh dari titik pembuangan yang disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme di dalam air contohnya bakteri *nitrosomonas*.

Mikroorganisme tersebut akan mengoksidasi ammonium menjadi nitrit dan akhirnya menjadi nitrat oleh bakteri. Proses oksidasi tersebut akan menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut semakin berkurang, terutama pada musim kemarau saat turun hujan semakin sedikit di mana volume aliran air sungai menjadi rendah. Dalam kondisi konsentrasi oksigen terlarut sangat rendah dapat terjadi

kebalikan dari stratifikasi yaitu proses denitrifikasi di mana nitrat akan menghasilkan nitrogen bebas yang akhirnya akan lepas ke udara atau dapat juga kembali membentuk ammonium dan amoniak melalui proses amonifikasi nitrat (Kusumaningtyas, 2010).

12. Nitrit

Nitrit adalah bentuk nitrogen yang hanya teroksidasi sebagian. Nitrit terdapat pada air limbah yang sudah lama. Nitrit tidak dapat bertahan lama dikarenakan nitrit merupakan keadaan sementara dari proses oksidasi antara nitrat dan amoniak. Nitrit terbentuk dari bahan-bahan yang bersifat korosif dan banyak digunakan di industri. Nitrit dapat berubah menjadi amoniak atau teroksidasi menjadi nitrat (Emilia, 2019).

13. Zat Organik

Zat organik atau kalium permanganate (KMnO_4) didefinisikan sebagai jumlah mg/l yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam satu liter sampel air. Zat organik banyak mengandung unsur karbon, seperti benzene, kloroform, deterjen, methoxychlor, dan pentachlorophenol (Sastrawijaya, 2000). Zat - zat organik lain yang dapat mengganggu penetapan nilai kalium permanganat adalah ion - ion reduktor seperti ferro, sulfida dan nitrit.

14. *Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, disingkat DO) merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kualitas air. Semakin besar nilai DO pada air, mengindikasikan air tersebut memiliki kualitas yang bagus (Simanjutak, 2007). Sebaliknya jika nilai DO rendah, dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemar. Satuan yang digunakan pada parameter DO adalah mg/l.

15. Sisa klor

Klorinasi atau pemberian zat klor dalam rangka membersihkan air bersih dari kuman-kuman penyakit adalah hal yang paling sering dilakukan (Azrul, 1979). Untuk air bersih dan air minum kadar klor yang dipandang sesuai dengan batas kesehatan adalah berkisar 0,2 - 0,5 ppm. Apabila air bersih dengan sisa chlor tinggi digunakan untuk mandi efek pada bagian luar tubuh dapat mengakibatkan

iritasi mata dan hidung, dapat terjadi akibat penggunaan klorin jangka panjang (Dirjen Yanmed, 2002).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sequencing Batch Reactor (SBR)

Sequencing Batch Reactor (SBR) merupakan suatu reaktor *cyclic (batch)* yang didesain pada basis aliran *intermittent* yang masuk ke dalam masing-masing reaktor (Syafila, dkk., 2003). Sistem SBR yang dinamis dan fleksibel memungkinkan ruang yang luas untuk ekspansi dan biaya operasional yang ekonomis (Bakare, 2017).

Prinsip pengoperasian SBR didasarkan pada prinsip mengisi dan menarik (*fill and draw*) yang terdiri dari lima tahap yaitu pengisian (*fill*), reaksi (*reaction*), pengendapan (*settle*), pengeluaran (*decant*) dan persiapan (*idle*) (Said, 2017). Tahapan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengisian (*Fill*)

Pada tahap ini air buangan dimasukkan ke dalam reaktor sampai mencapai volume tertentu.

2. Reaksi (*React*)

Pada tahap reaksi ini aliran air buangan dihentikan. Proses reaksi biologi yang sudah mulai berlangsung saat proses *fill* akan berlangsung sempurna pada periode ini sampai proses biodegradasi BOD dan nitrogen tercapai.

3. Pengendapan (*Settle*)

Selama fase *settle*, SBR berfungsi sebagai clarifier. Pada fase ini aerasi dihentikan untuk memberikan kesempatan pada biomassa untuk mengendap sehingga menghasilkan cairan supernatan yang terpisah dari lumpur. Pengendapan dapat berlangsung lebih sempurna karena kondisinya diam. Selama periode pengendapan tidak didapati adanya influen ataupun efluen pada reaktor untuk mencegah terjadinya turbulensi aliran.

4. Pembuangan air olahan (*Decant*)

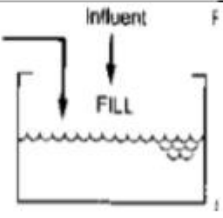
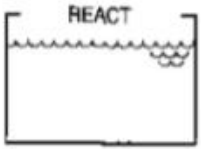
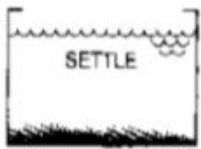
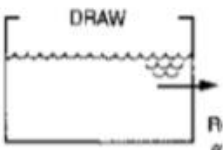
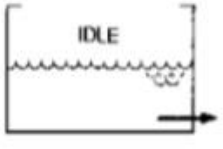
Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengeluarkan supernatan dari reaktor. Hal ini bisa dilakukan dengan pipa atau wire. Pada fase ini efluen dikeluarkan

(supernatan air limbah yang telah diolah) dan hanya menyisakan lumpur biomassa, biasanya volume liquid dalam jumlah sedikit.

5. Pembuangan lumpur (*Idle*)

Merupakan fase diam menunggu pengisian kembali. Fase *idle* tidak mutlak diperlukan, meskipun demikian *idle* kadang perlu untuk menstabilkan lumpur biomassa sebagaimana yang terjadi dalam proses kontak stabilisasi.

Tabel 2. 2 Skematik Proses SBR

Persen dari		Tahapan	Operasional
Maksimal Volume	Waktu Siklus		
25 - 100	25		Pemasukan air limbah (penambahan substrat) Aerasi <i>on / off</i>
100	35		Reaksi Aerasi <i>on / siklus</i>
100	20		Pengendapan Aerasi <i>off</i>
100 - 35	15		Pengeluaran effluent Aerasi <i>off</i>
35 - 25	5		Pembuangan lumpur Aerasi <i>on / off</i>

Sumber: Metcalf & Eddy, 2003

2.2.2 Kriteria Desain *Sequencing Batch Reactor* (SBR)

Dalam perencanaan unit *Sequencing Batch Reactor* (SBR), terdapat beberapa kriteria desain yang digunakan sebagai acuan untuk membuat desain unit SBR. Kriteria desain SBR secara umum dapat dilihat pada tabel 2.3, sebagai berikut:

Tabel 2. 3Kriteria Desain Unit SBR

Parameter	Nilai
BOD load (g/hari/m ³)	80-240
Waktu siklus (jam)	
<i>Fill</i> (aerasi)	1-3
<i>Settle</i>	0,7-1
<i>Draw</i>	0,5-1,5
MLSS (mg/L)	2300 - 5000
MLVSS (mg/L)	1500 - 3500
HRT (jam)	15 - 40
Θ_c (hari)	20 - 40
F/M (kg BOD/kg MLVSS.hari)	0,04 – 0,1

Sumber: Wang *et al*, 2009

Penentuan lamanya proses dalam siklus SBR tergantung dari kualitas air limbah yang masuk serta kondisi kecepatan pengendapan lumpur dalam tangki SBR. Kriteria jenis proses dalam satu siklus SBR dan waktu proses dapat dilihat pada tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2. 4Jenis Proses Satu Siklus SBR dan Waktu Proses

Jenis Proses	Lama Waktu
Pengisian (<i>filling</i>)	25-10 menit
Aerasi (<i>aeration</i>)	1,5-3 jam
Pengendapan (<i>sedimentation</i>)	1,5-2 jam
Pembuangan air olahan (<i>decantation</i>)	1,5-2 jam
Pembuangan lumpur (<i>idle</i>)	10 menit

Sumber: Said, 2017

2.2.4 Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi yaitu proses pencampuran koagulan (bahan kimia) atau pengendap ke dalam air baku dengan kecepatan perputaran yang tinggi dalam waktu yang singkat. Dari proses ini diharapkan flok-flok yang dihasilkan dapat disaring (Susanto, 2008). Proses koagulasi dapat dilakukan melalui tahap pengadukan antara koagulan dengan air baku dan netralisasi muatan. Prinsip dari koagulasi yaitu di dalam air baku terdapat partikel-partikel padatan yang sebagian besar bermuatan listrik negatif. Partikel-partikel ini cenderung untuk saling tolak-menolak satu sama lainnya sehingga tetap setabil dalam bentuk tersuspensi atau koloid dalam air.

Flokulasi adalah penyisihan kekeruhan air dengan cara pengumpulan partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar. Gaya antar molekul yang diperoleh dari agitasi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap laju terbentuknya partikel flok. Pengadukan lambat ini dilakukan secara hati-hati karena flok-flok yang besar akan mudah pecah melalui pengadukan dengan kecepatan tinggi (Susanto, 2008).

2.2.5 Kriteria Desain Koagulasi Flokulasi

Gradien kecepatan (G) dan power (P) dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut.

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu \cdot V}}$$

$$P = K_T \cdot n^3 \cdot D_i^5 \cdot \rho$$

- Dimana:
- P = suplai tenaga ke air (N.m/detik)
 - μ = viskositas absolut air (N.detik/m²)
 - V = volume air yang diaduk (m³)
 - K_T = konstanta pengaduk untuk aliran turbulen
 - ρ = massa jenis air (kg/m³)
 - n = kecepatan putaran (rps)

Dalam perencanaan unit koagulasi flokulasi, terdapat beberapa kriteria desain yang digunakan sebagai acuan untuk membuat desain unit koagulasi flokulasi. Kriteria desain koagulasi flokulasi secara umum dapat dilihat pada tabel 2.5 dan tabel 2.6 sebagai berikut:

Tabel 2. 5Kriteria Desain Pengaduk Cepat (Koagulasi)

Kriteria Desain	Nilai
Gradien kecepatan (G) *)	250 - 1500/detik
Waktu detensi (td) **)	60 - 180 detik
G.td (***)	10 ⁴ - 10 ⁵

Sumber: *) Ebeling, 2004, **) Samosir, 2009, ***) Hadi, 2012

Tabel 2. 6Kriteria Desain Pengaduk Lambat (Flokulasi)

Kriteria Desain	Nilai
Gradien kecepatan (G) *)	20 - 80/detik
Waktu detensi (td) **)	15 - 45 menit
G.td (**)	10 ⁴ - 10 ⁵

Sumber: *) Lee dan Lin, 2000, **) Droste, 1977

2.2.6 Poly Aluminium Chlorida (PAC)

Poly Aluminium Chlorida (PAC) merupakan garam dasar khusus aluminium klorida yang dirancang untuk memberikan daya koagulasi dan flokulasi yang lebih kuat dan lebih baik daripada aluminium biasa dan garam besi (Noviani, 2012).

PAC memiliki derajat polimerisasi yang tinggi, salah satu bentuk polimer anorganik dengan bobot molekul yang besar. PAC cocok digunakan untuk air yang memiliki alkalinitas rendah yang membutuhkan penghilang warna dan waktu reaksi cepat. Bentuk PAC dapat berupa cairan jernih kekuningan atau serbuk berwarna kekuningan. PAC mengandung Al_2O_3 sebanyak 10-12% dan kandungan basa minimal 50%.

2.2.7 Adsorpsi

Adanya gaya tarik-menaik antara molekul karbon aktif dengan zat-zat lain yang bersentuhan dengan permukaannya (gaya Van der Waals) maka pengolahan air yang menggunakan karbon aktif merupakan proses adsorpsi secara fisika. Karbon aktif memiliki daya serap untuk menyerap polutan yang ada pada air limbah sehingga zat tersebut akan menempel pada permukaan karbon aktif, sehingga polutan yang ada dalam air limbah berkurang maupun menghilang (Said, 2017).

Faktor yang mempengaruhi adsorpsi di antara lain:

1. Karakteristik adsorben

Karakteristik adsorben yang mempengaruhi laju adsorpsi adalah ukuran dan luas permukaan partikel. Semakin luas permukaan adsorben (semakin kecil ukuran adsorben) maka jumlah partikel adsorbat yang diserap akan semakin banyak (Haryadi, 2006).

2. Agitasi

Agitasi adalah keadaan bergolak atau bisa disebut turbulen. Laju adsorpsi keseluruhan dikendalikan oleh kecepatan difusi dari molekul-molekul zat terlarut dalam pori-pori kapiler dari partikel karbon (Widayatno, Yuliatwati, dan Susilo, 2017).

3. Ukuran pori adsorben

Proses adsorpsi lebih lancar apabila ukuran pori adsorben cukup besar sehingga adsorbat terserap ke dalam pori adsorben. Adsorben yang termasuk dalam klasifikasi mikropori ($< 2\text{nm}$) memiliki keterbatasan penjerapan adsorbat dikarenakan daya dukung fisiknya yang kurang menunjang (Alimano dan Syafila, 2014). Berbagai ukuran adsorbat pada air limbah merugikan, karena partikel yang lebih besar akan menghalangi partikel kecil untuk dapat masuk ke dalam pori adsorben.

4. pH

pH memiliki pengaruh yang besar terhadap tingkat proses adsorpsi, disebabkan ion hidrogen dapat menjerap dengan kuat, selain itu pH juga dapat mempengaruhi ionisasi. Senyawa organik asam lebih mudah diadsorpsi pada suasana pH rendah, sedangkan senyawa organik basa lebih mudah diadsorpsi pada suasana pH tinggi. Nilai optimum pH bisa ditentukan dengan melakukan pengujian di laboratorium (Utami, 2018).

5. Kelarutan adsorbat

Partikel adsorbat yang terlarut memiliki afinitas yang kuat, tetapi ada beberapa senyawa yang sedikit larut sulit untuk diserap. Sedangkan ada beberapa senyawa yang sangat larut, namun dapat diserap dengan mudah (Hassler, 1974).

6. Waktu kontak

Waktu kontak berpengaruh pada jumlah adsorbat yang terserap yang disebabkan perbedaan kemampuan adsorben dalam menyerap adsorbat berbeda-beda (Low, 1995). Kondisi ekuilibrium akan dicapai pada waktu yang tidak lebih dari 150 menit, setelah waktu itu jumlah adsorbat yang terserap tidak signifikan berubah terhadap waktu (Han, 2007).

7. Temperatur

Kenaikan temperatur mengakibatkan kenaikan kapasitas adsorpsi dan laju adsorpsi (Al-Ghouti et al., 2005). Peningkatan laju adsorpsi menyebabkan gaya adsorpsi yang kuat di antara sisi aktif adsorben dan molekul yang berdekatan dengan fasa adsorbat (Olushola et al., 2005).

2.2.8 Kulit Singkong

Kulit singkong merupakan limbah dari tanaman singkong yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi yang dapat digunakan sebagai sumber bagi ternak. Presentase jumlah kulit bagian luar sebesar 0,5-2% dari berat total singkong segar dan limbah kulit bagian dalam sebesar 8-15%. Kulit singkong memiliki kandungan Karbon sebesar 59,31%, Hidrogen sebesar 9,78%, Oksigen sebesar 28,74%, Nitrogen sebesar 2,06%, Sulfida sebesar 0,1%, air sebesar 11,405% dan abu sebesar 0,3% (Suherman, 2009). Serta selulosa merupakan penyusun kulit singkong terbesar bersama lemak, protein, dan senyawa lain yang umum terdapat dalam tumbuhan (Soebrata, dkk., 2006).



Gambar 2. 1Kulit Singkong

2.2.9 Serbuk Kayu Meranti

Meranti adalah kayu serbaguna yang memiliki tekstur yang padat dan kokoh, sehingga banyak digunakan untuk kebutuhan dekoratif, seperti finishing interior, furniture, dan sebagainya (Ahmad et al., 2009). Industri penggergajian kayu menghasilkan limbah berupa serbuk kayu sebanyak 20-30% dari aktivitas penggergajian (Setyowati, 2018). Limbah serbuk kayu meranti dapat dijadikan untuk bahan baku pembuatan karbon aktif karena kandungan karbon pada kayu meranti rata-rata lebih dari 60% (Sulistyo dan Fitriana, D, 2016).



Gambar 2. 2Serbuk Kayu Meranti

2.2.10 Powder Activated Carbon (PAC)

Karbon aktif berbentuk serbuk dengan ukuran lebih kecil dari 0,18 mm. Biasanya digunakan pada industri pengolahan air minum, industry farmasi, bahan tambahan makanan, penghalus gula, pemurnian glukosa dan pengolahan zat pewarna kadar tinggi. Karena sangat halus biasanya dicampur dengan kandungan air sekitar 30-50%.



Gambar 2. 3 Powdered Activated Carbon (PAC)

2.2.11 Desinfeksi

Desinfeksi pada pengolahan air minum dilakukan untuk mengurangi kadar mikroorganisme dalam air sehingga pemakai air akan terlindungi. Metode desinfeksi yang umum digunakan yaitu kimiawi, fisik, dan radiasi. Umumnya pada pengolahan air minum menggunakan desinfeksi secara kimiawi dan beberapa dengan radiasi (Masduqi & Assomadi, 2016).

2.2.12 Klorinasi

Klorin memiliki hubungan kuat dengan tingkat keberadaan bakteri. Semakin banyak kadar klorin yang diberikan, semakin banyak bakteri yang tereduksi. Kaporit dipilih sebagai desinfektan karena pada kaporit terutama HOCl umumnya efektif untuk mereduksi patogen dan bakteri indikator (Said, 2007). Selain itu, kaporit digunakan sebagai desinfektan karena harga yang relatif murah, lebih stabil, dan lebih mudah larut dalam air (Ali, 2010).

2.3 Hasil Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian tentang penggunaan SBR dan adsorben untuk mengurangi kadar pencemar parameter Kekeruhan, warna, TDS, rasa, bau, total coliform, e.coli, nitrat, nitrit, kesadahan, dan zat organik (KMnO₄).

Sumber	Judul	Perlakuan	Hasil
Pratama, Andhika. 2020	Efektivitas Penambahan <i>Green</i>	SBR dioperasikan dengan waktu retensi hidrolis (HRT) dan	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karbon aktif dapat

Sumber	Judul	Perlakuan	Hasil
	<i>Adsorbent di Sequencing Batch Reactor</i> Untuk Menurunkan Parameter BOD, TSS, dan Warna Pada Limbah Industri Batik	konsentrasi limbah yang bervariasi, yaitu masing-masing sebesar 36 dan 48 jam dan konsentrasi limbah sebesar 50% dan 100% dengan penambahan karbon aktif. Sebelum diolah dengan SBR, dilakukan koagulasi untuk menurunkan kadar TSS.	menguraikan parameter sesuai dengan baku mutu terutama tempurung kelapa dapat menurunkan COD sebesar 98,27%
Putri, Ade, dkk., 2015	Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Kulit Singkong Terhadap Penyisihan Kadar COD dan BOD Pada Pengolahan Limbah Cair Tahu	Variasi massa dan ukuran partikel dari adsorben kulit singkong untuk mereduksi kandungan BOD dan COD dengan waktu kontak dan kecepatan pengadukan yang sama.	Efisiensi penyisihan kadar BOD dan COD berturut-turut 71,48% dan 74,74% pada ukuran partikel 170 mesh dan massa adsorben 2,5 gr.
Busyairi, Muhammad, dkk., 2019	Pemanfaatan Serbuk Serbuk Kayu Meranti Menjadi Karbon Aktif untuk Penurunan Kadar Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kondisi PH pada Air Asam Tambang	Aktivasi Serbuk Kayu dengan karbonisasi dengan suhu 600°C selama 2 jam dengan furnace. Dilanjutkan dengan aktivasi kimia menggunakan activator Kalium Hidroksida (KOH).	Adsorben serbuk Serbuk Kayu Meranti mampu menurunkan kadar logam besi pada variasi ukuran adsorben 100 mesh sebesar 99,909%. Pada kadar logam mangan, ukuran adsorben 100 mesh mampu mereduksi sebesar 92,919%.
Mardiana, dkk., 2014	<i>The Decrease Of Nitrate and PHospHate On Tofu Liquid Waste By Combined Biofilter and</i>	Menggabungkan proses biofilter bermedia botol plastik dengan tanaman air dengan menggunakan enam unit reaktor, dimana	Konsentrasi nitrat, fosfat dan suhu yang diturunkan telah memenuhi baku mutu (PP.82/2001), begitu juga dengan peningkatan PH, dan

Sumber	Judul	Perlakuan	Hasil
	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart) Solms For Fish Life Media	tiga unit reaktor biofilter diisi dengan media botol plastik dan tiga unit reaktor sebagai kontrol (tanpa media). Hasil pengolahan limbah cair tahu dengan proses biofilter dilanjutkan ke unit fitoremediasi, dimana hanya 1 unit fitoremediasi yang berisikan tanaman air eceng gondok, sedangkan 1 unit lainnya tanpa diisikan tanaman air.	DO. Hasil olahan limbah cair tahu telah mampu mendukung kehidupan ikan(Nila, Sepat rawa dan Pantau janggut) seiring dengan penurunan nitrat, fosfat dan suhu begitu juga dengan parameter lainnya seperti peningkatan PH dan DO.
Said, 2006	Aplikasi Proses Biofiltrasi dan Ultra Filtrasi untuk Pengolahan Air Minum	Pertumbuhan mikroorganismen dilakukan secara alami yaitu dengan cara mengalirkan air baku sungai yang akan diolah ke dalam reaktor secara terus-menerus melalui media PVC sarang tawon hingga terbentuk lapisan biomassa (biofilm) yang melakat pada permukaan media, dan proses berjalan stabil setelah operasi berjalan sekitar 3 minggu.	Efisiensi penurunan amoniak berdasarkan variasi waktu tinggal hidrolis 1-3 jam berkisar antara 48,74 % - 73.59 %. Pada pengolahan dengan pengkondisian waktu tinggal hidrolis 1 jam efisiensi penurunan sebesar 48.74%, untuk waktu tinggal 2 jam menunjukkan efisiensi sebesar 67.98 %, untuk waktu tinggal 3 jam efisiensi sebesar 73,59 %.
Nugroho & Said, 2011	Perbaikan Kualitas Air Baku Perusahaan Air Minum (PAM) dengan Biofiltrasi	Pengaliran air selama proses penelitian dilakukan secara terus-menerus	Proses pre-treatment untuk perbaikan kualitas air baku IPA Taman Kota yang memiliki kandungan polutan diantaranya TSS, Organik,

Sumber	Judul	Perlakuan	Hasil
		<p>(<i>continues flow</i>). Pemberian oksigen dilakukan menggunakan blower udara yang diinjeksikan ke dalam reaktor melalui suatu difuser. Pada saat awal biofiltrasi beroperasi, ditambahkan starbio yang merupakan enzim untuk mempercepat perkembangan biakan mikroorganisme. Sampling dilakukan setiap hari di inlet dan outlet biofiltrasi,</p>	<p>Amonia dan MBAS tinggi dapat dilakukan dengan menggunakan reaktor biofiltrasi. Dengan hydraulic retention time (HRT) 1 jam, kualitas air hasil olahan biofiltrasi dapat mencapai baku mutu air baku air minum golongan B dalam SK Gub DKI No. 582 tahun 1995. Dengan demikian, air setelah di pre-treatment dengan biofiltrasi ini diharapkan dapat diolah dengan Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang ada saat ini untuk menghasilkan kualitas air olahan yang memenuhi standard kualitas air minum.</p>
Sumiyati, 2006	Pengaruh Waktu Stabilisasi pada Sequencing Batch Reactor Aerob terhadap Penurunan Karbon	Variabel bebas yang digunakan yaitu waktu, reaksi dan waktu stabilisasi, sedangkan variabel terikatnya adalah konsentrasi karbon (COD). Pengambilan sampel COD dilakukan saat akhir <i>fill</i> , akhir reaksi dan influen rata-ratanya sesuai dengan masing-masing variasi waktu dengan	Pada variasi waktu reaksi dan stabilisasi 1:6 memberikan efisiensi penyisihan COD yang optimum yaitu sebesar 95,23%. Proses penyisihan COD yang terjadi didominasi adanya fenomena biosorpsi. Hal ini dapat diketahui dari hasil perhitungan COD pengenceran yang

Sumber	Judul	Perlakuan	Hasil
		3 kali pengulangan. Tahap pelaksanaan dilakukan dengan memvariasikan waktu reaksi dan waktu stabilisasi. Waktu siklus yang digunakan yaitu waktu pengisian 0,5 jam, waktu pengendapan 1 jam, waktu penuangan 15 menit. Sedangkan variasi waktu reaksi yaitu 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 jam, dan waktu stabilisasi 3, 4, 5, 6 jam.	ternyata lebih besar dari COD yang terukur. Penyisihan COD yang sudah terjadi sejak tahap pengisian merupakan akibat dari adsorpsi materi organik ke dalam flok biomassa yang terjadi dengan cepat setelah mengalami tahap stabilisasi.
Mirwan, Agus, dkk., 2010	Penurunan Kadar BOD, COD, TSS, CO ₂ Air Sungai Martapura Menggunakan Tangki Aerasi Bertingkat	Sampel air sungai yang ditampung dalam tangki penampung kemudian dialirkan ke dalam tangki aerator yang terdiri dari 5 (lima) kompartemen yang sebelumnya dilakukan pengujian awal untuk BOD, COD, TSS dan CO ₂ menggunakan berbagai metode analisis. Setiap kompartemen air dikontakkan dengan	Dari hasil penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu teknologi tangki aerasi bertingkat dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan CO ₂ sampel air sungai Martapura; makin banyak kompartemen dan lama waktu aerasi yang digunakan maka kadar BOD, COD, TSS dan CO ₂ makin rendah. Namun pada penelitian ini kadar COD, TSS dan CO ₂ yang diturunkan masih belum memenuhi standar dari Baku Mutu Kualitas Air Sungai yang ditetapkan

Sumber	Judul	Perlakuan	Hasil
		<p>udara menggunakan aerator melalui bagian bawah tangki dengan variasi waktu 10, 15 dan 20 menit secara kontinyu. Aliran air mengalir secara <i>over flow</i> dari kompartemen ke 1 sampai 5. Air pada masing-masing kompartemen dan tangki effluen diambil untuk dilakukan pengujian BOD, COD, TSS dan CO₂.</p>	<p>Gubernur Kalimantan Selatan dikarenakan waktu aerasi yang singkat.</p>
<p>Mayasari & Hastarina, 2018</p>	<p>Optimalisasi Dosis Koagulan Aluminium Sulfat Dan Poli Aluminium Klorida (PAC) (Studi Kasus Pdam Tirta Musi Palembang)</p>	<p>Penambahan tawas/PAC dengan variasi dosis 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm dan 60 ppm untuk masing-masing wadah. Kemudian melakukan pengadukan cepat selama satu menit dengan kecepatan putar 100-150 rpm untuk meratakan penyebaran tawas/PAC sehingga kinerja dari koagulan bisa efektif. Setelah itu dilakukan</p>	<p>Dosis optimum tawas yang digunakan untuk penjernihan air di Intake Karang Anyar dan Intake 1 Ilir adalah berturut-turut 30 ppm dengan nilai kekeruhan 4,54 NTU dengan pH 6,7 dan 50 ppm dengan nilai kekeruhan 3,85 NTU dengan pH 6,7.</p>

Sumber	Judul	Perlakuan	Hasil
		<p>pengadukan lambat dengan kecepatan putar 20 rpm selama 15 menit. Pada tahap ini flok mulai terbentuk dan tunggu 10 menit sampai pembentukan flok sempurna.</p>	<p>Sedangkan PAC yang digunakan untuk penjernihan air di Intake Karang Anyar dan Intake 1 Ilir adalah 20 ppm menghasilkan kekeruhan masing-masing 2,62 NTU dengan pH 7,6 dan 4,15 NTU dengan pH 7,6. Untuk penjernihan air, pemakaian koagulan PAC dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengolahan air baku Intake Karang Anyar dan Intake 1 Ilir untuk IPA PDAM Tirta Musi. Koagulan PAC lebih cepat menurunkan kekeruhan dibanding tawas. Sehingga penggunaan PAC tidak sebanyak dibandingkan</p>

Sumber	Judul	Perlakuan	Hasil
			dengan Aluminium sulfat
Wityasari, 2016	Penentuan Dosis Optimum PAC (Poly Aluminium Chloride) Pada Pengolahan Air Bersih Di Ipa Tegal Besar Pdam Jember	Penentuan dosis optimum PAC pada penelitian ini menggunakan tiga metode. Pertama berdasarkan pada acuan penggunaan PAC di IPA Tegal Besar PDAM Jember pada musim hujan. Penggunaan PAC selama musim hujan sebesar 40-50 mg/l. Namun IPA Tegal Besar PDAM Jember tidak mencatat nilai kekeruhan. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan metode yang kedua yaitu trial and error dengan menaikkan dan menurunkan range dari acuan PDAM Jember yaitu dosis 10-90 mg/l. Selanjutnya menggunakan metode yang ketiga yaitu jar test dengan perbedaan jumlah koagulan yang digunakan. Metode jar test mempunyai tahap penting, tahap pertama pelarutan reagen dengan pengadukan cepat (koagulasi) selama 40 detik dengan kecepatan 400 rpm.	Dosis optimum PAC dapat dilihat dari pengukuran kekeruhan setelah proses koagulasi-flokulasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Khafila (2013), bahwa parameter yang sangat berpengaruh terhadap penentuan dosis optimum adalah kekeruhan. Dosis yang paling optimum dipilih berdasarkan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2010), batas maksimum nilai kekeruhan akhir adalah 5 NTU dan nilai ekonomis. Nilai ekonomis maksudnya dosis yang paling rendah dengan nilai kekeruhan yang sesuai baku. Rata-rata nilai kekeruhan di IPA Tegal Besar PDAM Jember selama musim hujan adalah 10 NTU sampai 500 NTU dengan range dosis optimum PAC adalah 60 mg/L sampai 85 mg/l.

Sumber	Judul	Perlakuan	Hasil
		Tahap kedua pengadukan lambat untuk pembentukan flok-flok (flokulasi) selama 7 menit dengan kecepatan 200 rpm. Tahap ketiga proses sedimentasi atau pengendapan selama 20 menit	