

Penurunan Kadar Besi dan Mangan Terlarut dalam Air Payau Melalui Proses Oksidasi Menggunakan Kalium Permanganat

Reduction of Iron and Manganese Content Dissolved In Brackish Water Through Oxidation Process Using Potassium Permanganate

J.M. Amin^{*)1} dan D.P. Sari²

¹Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya

²Alumni Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya

Tel./Faks. +62711353414/+62711355918

^{*)}Penulis untuk korespondensi: jaksenmamin@yahoo.com

ABSTRACT

The main objective of this research is to reduce the content of iron and manganese dissolved in brackish water as part of the treatment process into clean water. In the early stages, brackish water was coagulated and sediment using PAC 150 ppm. The water is then sent to the unit with KMnO₄ oxidation accompanied by stirring. KMnO₄ concentration varied three types namely 3.5 ppm, 4.5 ppm, 5.5 ppm. Water analysis is carried out on the raw water and any results of coagulation and sedimentation, until the result of oxidation. Based on the experiments, the best results obtained from using KMnO₄ oxidation of 4.5 ppm to lower the Fe content of 1.43 ppm to 0.28 ppm and lower levels of Mn from 0.35 ppm to 0.15 ppm. Coagulation and sedimentation process was instrumental in improving the quality of brackish water, especially in color, taste, pH, and dissolved solids turbidity eligible clean water. Coagulation and sedimentation are also less able to reduce levels of dissolved Fe and Mn. Two stages of treatment (coagulation and sedimentation and oxidation) has been successfully boost water quality and filtration will ease the workload on subsequent processing stages.

Keywords: Brackish water, coagulation, Fe, KMnO₄, Mn, oxidation

ABSTRAK

Tujuan utama penelitian ini adalah mengurangi kadar besi dan mangan terlarut dalam air payau sebagai bagian dari proses pengolahan menjadi air bersih. Pada tahap awal, air payau dikoagulasi dan sedimentasi menggunakan PAC 150 ppm. Air selanjutnya dikirim ke unit oksidasi dengan KMnO₄ disertai pengadukan. Konsentrasi KMnO₄ divariasikan 3 jenis yaitu 3,5 ppm, 4,5 ppm dan 5,5 ppm. Analisa air dilakukan mulai dari air baku dan setiap hasil dari koagulasi dan sedimentasi, sampai hasil dari oksidasi. Berdasarkan percobaan, hasil terbaik didapat dari oksidasi menggunakan KMnO₄ sebanyak 4,5 ppm dapat menurunkan kadar Fe dari 1,43 ppm menjadi 0,28 ppm dan menurunkan kadar Mn dari 0,35 ppm menjadi 0,15 ppm. Proses koagulasi dan sedimentasi sangat berperan dalam perbaikan kualitas air payau terutama pada warna, rasa, pH, turbiditi dan padatan terlarut yang memenuhi syarat air bersih. Koagulasi dan sedimentasi juga sedikit mampu menurunkan kadar Fe dan Mn terlarut. Dua tahap perlakuan (koagulasi dan sedimentasi, dan oksidasi) telah berhasil meingkatkan kualitas air dan akan meringankan beban kerja filtrasi bertahap pada proses berikutnya.

Kata kunci: air payau, Fe, KMnO₄, koagulasi, Mn, oksidasi

PENDAHULUAN

Sumatera Selatan terutama di bagian Timur, banyak terdiri dari lahan rawa lebak yang bergambut dan kondisi airnya keruh, berbau dan ada yang payau. Kondisi air payau tersebut tidak dapat digunakan sebagai bersih. Apabila air payau digunakan tanpa mengalami pengolahan terlebih dahulu maka akan menyebabkan penyakit, di antaranya diare, kerusakan gigi, kerusakan hati dan lain-lain (Sutrisno 1991). Hal ini dikarenakan air payau masih mengandung kadar garam, kesadahan, padatan, logam Fe dan Mn yang tinggi.

Air payau umumnya memiliki kualitas yang tidak memenuhi persyaratan air minum yang distandarkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Air yang baik untuk keperluan sehari-hari harus memenuhi standar mutu air bersih. Di Indonesia standar mutu air minum dan air bersih untuk keperluan rumah tangga telah ditetapkan berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MenKes/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat kualitas air minum dan air bersih. Standar mutu air minum dan air bersih untuk keperluan rumah tangga telah ditetapkan berdasarkan SNI No 01-3553-2006 tentang syarat-syarat kualitas air minum dan air bersih. Standar baku air minum yang telah disesuaikan dengan standar Internasional WHO bertujuan memelihara, melindungi dan mempertinggi derajat kesehatan masyarakat (Taufik 1986).

Air payau mempunyai ciri-ciri antara lain berwarna kuning, derajat keasaman (pH) 7-9, salinitas 0,5-30 ppm, kesadahan lebih dari 500 mg.L⁻¹, zat padat terlarut (TDS) 1500-6000 ppm, kandungan logam Fe 2-5 ppm dan kandungan Mn 2-3 ppm. Air payau memiliki kadar air (95,5-96,5)% dan sisanya (3,3-4,5)% terdiri dari berbagai macam mineral yang melarut (Mudiat 1996). Kandungan Fe dan Mn terlarut yang tinggi akan menyebabkan kualitas air menurun. Pemakaian air minum yang tidak memenuhi syarat dapat mengakibatkan kerawanan kesehatan. Adapun kadar besi

(Fe) dalam air minum yang diperbolehkan adalah kurang dari 0,3 mg.L⁻¹ dan kadar mangan (Mn) yang diperbolehkan adalah kurang dari 0,1 mg.L⁻¹. Air dengan kadar Fe dan Mn yang tinggi akan menyebabkan pakaian mudah rusak dan bila diminum dalam jangka lama dan jumlah banyak akan merusak hati.

Permasalahan yang timbul yaitu masih banyaknya air yang kurang memenuhi syarat sebagai air minum yang sehat yaitu air payau di atas. Air yang layak diminum mempunyai standar persyaratan tertentu yaitu persyaratan fisis, kimiawi dan bakteriologis dan syarat tersebut merupakan kesatuan. Jadi jika ada satu saja parameter yang tidak memenuhi syarat maka air tersebut tidak layak untuk diminum.

Pada pengolahan air secara konvensional yang meliputi koagulasi atau sedimentasi dan filtrasi ternyata Fe dan Mn terlarut masih tinggi dikarenakan logam tersebut tidak mengendap pada proses sedimentasi dan tidak dapat disaring pada saat filtrasi. Oleh sebab itu, perlu perlakuan agar Fe dan Mn terlarut dapat mengendap. Perlakuan yang dapat diberikan kepada air adalah oksidasi dengan KMnO₄ sehingga valensi Fe berubah dari +2 (fero) yang larut menjadi +3 (feri) yang mengendap. Demikian pula valensi Mn naik dari +1 yang larut menjadi +2 yang mengendap.

Proses oksidasi dilakukan dalam reaktor yang dirancang setelah koagulasi atau sedimentasi atau sebelum unit filtrasi. Proses oksidasi menggunakan KMnO₄ selaku reduktor dimaksudkan untuk merubah agar Fe dan Mn terlarut masing-masing dapat menjadi oksida besi dan oksida mangan yang tak larut dalam air atau dapat mengendap.

Berdasarkan uraian di atas maka proses pengolahan air payau menjadi air bersih meliputi tahapan koagulasi atau sedimentasi, oksidasi, filtrasi bertahap dan *reverse* osmosis. Peralatan unit penjernihan air payau ini sudah dirancang sebelumnya yang digunakan untuk meneliti rancangan percobaan yang lebih luas. Pada artikel ini yang menjadi pokok bahasan

adalah variasi konsentrasi KMnO_4 untuk menurunkan kadar Fe dan Mn terlarut atau membuat sebagian besar Fe dan Mn mengendap. Penurunan kadar Fe dan Mn dilakukan karena logam terlarut tersebut tersebut membahayakan kesehatan, pakaian dan peralatan. Deposit besi dan mangan membangun kerak dalam jaringan pipa, tangki bertekanan, pemanas air dan peralatan pelunasan air. Deposito tersebut membatasi aliran air dan mengurangi tekanan air (McFarland dan Dozier 2001).

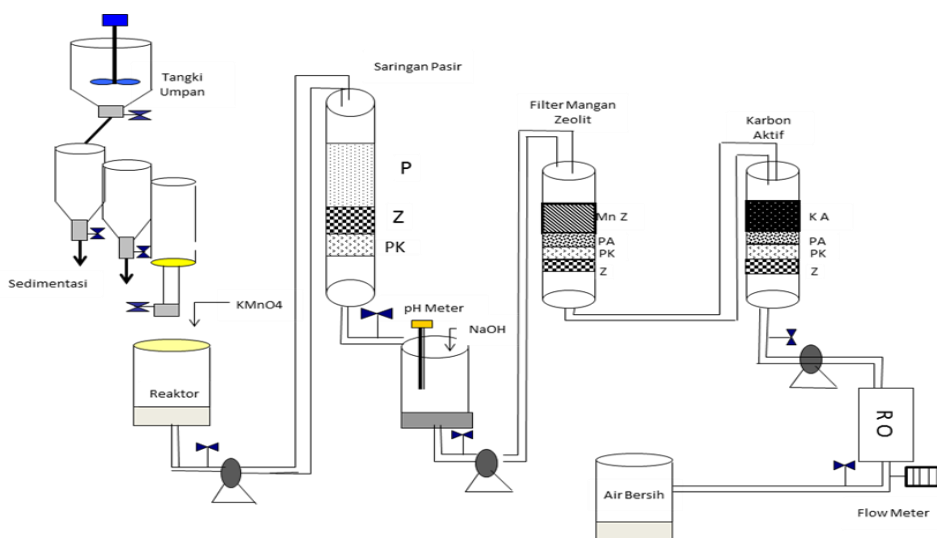
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia dan Laboratorium Analitik Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang terhitung sejak April sampai Agustus 2012. Suhu dan kelembaban nisbi selama penelitian rata-rata ialah $28,75^\circ\text{C}$ dan $79,62\%$. Bahan utama air payau yang diambil di daerah rawa lebak di sekitar Kenten Laut Banyuasin. Bahan lain adalah PAC, KMnO_4 , NaOH dan zat-zat kimia lainnya untuk analisa. Peralatan utama adalah Unit penjernihan air yang sudah dirancang, alat-alat gelas, neraca analitik,

turbidimeter, UV/VIS, AAS dan alat bantu lainnya untuk analisa air.

Gambaran Umum Unit Pengolahan Air Payau menjadi Air Bersih

Unit pengolahan air payau menjadi air minum terdiri dari proses koagulasi, sedimentasi, oksidasi (reaktor) dan filtrasi bertingkat yang terdiri dari filter pasir, filter mangan zeolit, filter karbon, dan reverse osmosis (Gambar 1). Pada artikel ini pembahasan difokuskan pada kualitas air masuk dan keluar reaktor setelah dilakukan oksidasi dengan KMnO_4 yang digunakan untuk mengendapkan besi dan mangan terlarut. Perlakuan pertama sampel yang berupa air payau di koagulasi menggunakan koagulan Alum dan PAC pada tangki umpan, kemudian dilakukan proses sedimentasi secara *overflow* lalu direaksikan dengan KMnO_4 dan disaring menggunakan filter pasir dan filter mangan zeolit, filter karbon, dan membran *Reverse Osmosis* (RO). Air payau yang telah melewati proses-proses tersebut akan menjadi air tawar dan akan keluar dari filter membran.



Gambar 1. Unit pengolahan air payau menjadi air minum secara koagulasi, sedimentasi dan filtrasi bertingkat

Analisis Sampel Awal dan Air Hasil Olahan

Baik sampel berupa air payau yang diambil dari sungai di daerah Kenten Laut

Kabupaten Banyuasin, air olahan setelah proses koagulasi dan sedimentasi, maupun setelah keluar unit oksidasi dilakukan parameter fisika dan kimianya meliputi

rasa, *turbidity*, warna, pH, *Total Dissolved Solid* (TDS), besi dan mangan. Kekeruhan diukur dengan turbidimeter, kadar Fe dianalisis dengan alat AAS, dan kadar Mn dianalisis dengan alat UV/VIS.

Proses Koagulasi dan Sedimentasi

Fungsi unit koagulasi dan sedimentasi adalah untuk menggumpalkan dan mengendapkan koloid dan kotoran yang masih terlarut atau melayang di dalam air. Pada tahap ini dilakukan penambahan PAC untuk mengendapkan koloid dan/atau padatan terlarut dengan konsentrasi tetap 150 ppm yang diambil dari konsentrasi terbaik pada penelitian sebelumnya Amin *et al.* (2013).

Proses Oksidasi

Logam besi dan mangan yang terlarut akan menurunkan kualitas air dan dari segi kesehatan akan berbahaya. Oksidasi dalam suatu reaktor menggunakan KMnO_4 dimaksudkan ingin merubah logam Fe dan Mn terlarut menjadi besi oksida dan mangan oksida yang tidak larut dan mengendap. Sampel air olahan yang keluar dari unit sedimentasi dan telah dianalisa dialirkan ke unit reaktor dimana terjadi proses oksidasi menggunakan oksidator larutan KMnO_4 . Pada proses oksidasi divariasikan konsentrasi KMnO_4 dimulai dari 2,0 ppm dengan skala naik setiap 1,0 ppm sampai 6,0 ppm. Air yang keluar dari unit oksidasi dianalisis untuk melihat penurunan kadar Fe dan Mn terlarut. Selanjutnya air dikirim ke unit filtrasi bertahap dan unit reverse osmosis yang telah dibahas dalam Amin *et al.* (2013).

HASIL

Pengolahan air payau ini menggunakan unit penjernihan air yang dirancang berdasarkan Gambar 1 dengan ruang lingkup penelitian yang lebih luas (Gambar 2). Secara keseluruhan unit pengolahan air payau menjadi layak minum ini terdiri dari beberapa tahapan, antara lain dengan proses koagulasi, sedimentasi, filtrasi bertingkat (filter pasir, filter Mangan

Zeolit dan filter Karbon aktif) dan *Reverse Osmosis*. Menurut Widayat (2005) membran osmosis balik air payau mampu mengolah air dengan kandungan TDS sampai 12.000 ppm dan tekanan operasi sampai 10 kg.cm^{-2} .



Gambar 2. Alat pengolah air payau menjadi air minum secara koagulasi, sedimentasi dan filtrasi bertingkat.

Pada sub penelitian ini dilakukan analisis pendahuluan terhadap sampel air payau dan analisis air hasil pengolahan dengan menggunakan proses koagulasi & sedimentasi dan luaran dari proses oksidasi dengan tiga variasi KMnO_4 . Parameter yang dianalisis adalah warna, rasa, pH, turbiditi, *total dissolved solid* (TDS), Fe dan Mn (Tabel 1).

PEMBAHASAN

Hasil Analisis Air Baku dan Air Olahan

Sampel air payau diambil pada pagi hari sekitar pukul 7.00 sampai 9.00 WIB. Pertimbangan pemilihan waktu dikarenakan pada rentang waktu tersebut perairan masih relatif sepi dari aktivitas orang sehingga kondisi aktual air diharapkan dicapai. Air payau diambil di perairan daerah Kenten Laut pada beberapa titik yang kemudian dilanjutkan dengan

melakukan analisis yang meliputi warna, rasa, pH, turbiditi, TDS, kadar Fe dan kadar Mn (Tabel 1). Selanjutnya dilakukan proses koagulasi dan sedimentasi pada sampel air payau. Air payau dikoagulasi menggunakan koagulan PAC 150 ppm yang didasarkan pada penelitian sebelumnya (Amin *et al.* 2013). Jika tidak ada PAC dapat menggunakan koagulan lain. Yusnimar

et al. (2010) mengolah air gambut dengan bentong; pemberian bentonit pada awal proses pengolahan air mengurangi warna dan bau. Selain itu, bentonit sebagai adsorben dapat menyerap kadar Fe^{2+} dan Cu^{2+} sangat signifikan pada air. Ali *et al.* (2010) menggunakan biji kelor sebagai koagulan alami dan diterapkan dalam pengolahan air kekeruhan rendah.

Tabel 1. Analisis pendahuluan sampel awal, luaran koagulasi dan sedimentasi, luaran oksidasi.

Parameter	Satuan	Hasil analisis sampel awal	Luaran unit koagulasi (PAC) dan sedimentasi	Luaran oksidasi dengan $KMnO_4$ (ppm)			Kadar maksimum yang diperbolehkan
				3,5	4,5	5,5	
Warna	-	Keruh	Agak jernih	jernih	jernih	jernih	Jernih
Rasa	-	Agak Asin	Agak asin	Tak berasa	Tak berasa	Tak berasa	Tidak Berasa
Ph	-	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5 – 8,5
Turbidity	NTU	14,8	8,3	6,7	5,0	5,3	5
TDS	ppm	1367	995	899	760	775	1000
Fe	ppm	2,26	1,43	0,38	0,28	0,30	0,3
Mn	ppm	1,3	1,02	0,35	0,15	0,17	0,1

Hasil analisis terhadap parameter yang sama misalnya pada air baku menunjukkan peningkatan kualitas air (Tabel 1). Hasil analisis air setelah penambahan $KMnO_4$ dengan tiga variasi konsentrasi (3,5 ppm; 4,5 ppm; 5,5 ppm) menunjukkan kualitas air semakin lebih baik. Hal ini terutama terlihat dari penurunan kadar Fe dan Mn (Tabel 1).

Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) air payau pada penelitian ini 6,0. Setelah dilakukan koagulasi dengan penambahan PAC 150 ppm mengakibatkan pH menjadi 6,5. Pada proses oksidasi menggunakan $KMnO_4$ derajat keasaman (pH) air masih tetap 6,5 (Tabel 1). Ini berarti proses oksidasi dengan $KMnO_4$ tidak mempengaruhi pH air. Derajat keasaman (pH) digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan.

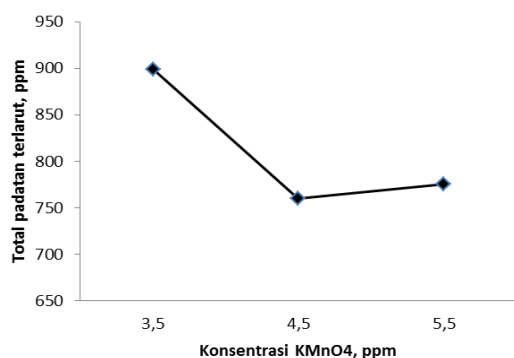
Total dissolved solids (TDS) pada sampel air payau sangat tinggi yaitu 1.367 ppm (Tabel 1) sehingga perlu dilakukan perlakuan yang memadai agar diperoleh air tawar yang memenuhi kualitas air golongan

A. Total padatan terlarut adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu 105 °C (Widiyanti 2003). TDS diukur menggunakan alat TDS meter. Pada proses koagulasi dan sedimentasi dengan koagulan PAC, TDS menurun menjadi 995 ppm (Tabel 1).

Hasil gabah tertinggi juga diperoleh pada perlakuan tanah dengan mulsa jerami 4t/hatanah dengan mulsa jerami 4 t/ha, yakni 5,7 t/ha. Hasil gabah terendah diperoleh pada perlakuan pengolahan tanah tanpa mulsa jerami, yakni 5,0 t/ha.

Pada proses oksidasi dengan $KMnO_4$ terjadi penurunan TDS cukup signifikan (Gambar 3). Persyaratan TDS dibolehkan sampai 1.000 rpm. Ketiga konsentrasi $KMnO_4$ yang ditambahkan mampu menurunkan TDS dan semuanya memenuhi syarat. Nilai TDS yang paling kecil (760 ppm) terjadi pada oksidasi dengan konsentrasi $KMnO_4$ 4,5 ppm. Penurunan padatan terlarut dapat diartikan bahwa padatan yang di antaranya berupa logam atau ion dapat teroksidasi dan mengendap.

Penurunan ini disebabkan oleh terikatnya padatan yang terlarut pada air yang dapat diikat oleh koagulan menjadi flok-flok sehingga terjadi penurunan TDS pada sampel air payau. Ketika oksidasi dengan konsentrasi KMnO_4 dinaikkan menjadi 5,5 ppm, TDS justru naik sedikit menjadi 775 ppm. Ini diperkirakan ada ion yang tidak stabil dalam pengendapannya sehingga ketika ion K^+ dan MnO_4^- berada dalam larutan maka akan bereaksi dengan anion atau kation dan larut dalam air. Berdasarkan fenomena ini konsentrasi KMnO_4 yang relatif baik ditambahkan pada penelitian ini adalah 4,5 ppm. Amin *et al.* (2013) menekankan bahwa penurunan nilai TDS akan meningkatkan kualitas air karena banyaknya kandungan zat padat yang terlarut (dalam mg.L^{-1}) akan menentukan kualitas air yang layak dikonsumsi atau tidak. Semakin kecil kandungan TDS maka semakin baik pula air tersebut untuk dikonsumsi.

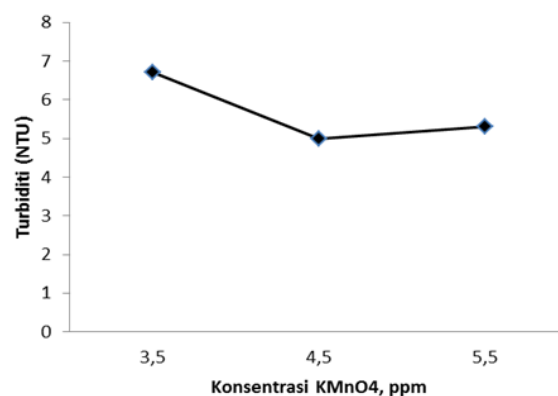


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi KMnO_4 terhadap total padatan terlarut.

Kekeruhan pada Air Payau

Salah satu syarat air minum yaitu harus jernih, pada sampel air payau ini warnanya keruh karena dipengaruhi oleh partikel-partikel pengotor dan logam misalnya Fe dan logam berat lainnya. Kekeruhan air payau sebelum diolah 14,8 NTU. Proses pengolahan awal secara koagulasi dan sedimentasi menggunakan PAC 150 ppm telah berhasil menurunkan kekeruhan menjadi 8,3 NTU (Tabel 1). Kemampuan koagulan PAC menangkap koloid dan menggumpalkannya sangat baik

pada penelitian ini. Gumpalan koloid selanjutnya mengendap dan air bagian atas menjadi jernih. Pengaruh penambahan KMnO_4 terhadap turbiditi cukup signifikan (Gambar 4). Dari koagulasi menggunakan PAC turbiditi air olahan menjadi 8,3 NTU dan dikirim ke unit oksidasi. Pada oksidasi menggunakan KMnO_4 dengan konsentrasi 3,5 ppm turbiditi air yang keluar reaktor menurun menjadi 6,7 NTU. Penurunan lebih drastis lagi sampai turbiditi mencapai 5,0 NTU ketika oksidasi menggunakan konsentrasi KMnO_4 4,5 ppm. Sementara penggunaan KMnO_4 sebanyak 5,5 ppm, turbiditi sedikit naik menjadi 5,3 NTU (Tabel 1). Hal ini menyerupai fenomena yang terjadi pada total padatan terlarut.

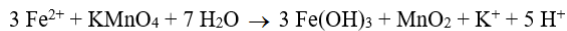


Gambar 4. Pengaruh penambahan KMnO_4 terhadap turbiditi.

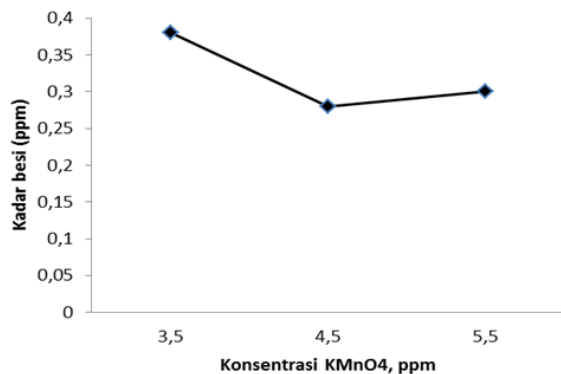
Kandungan Fe

Kandungan besi (Fe) dalam air payau sangat tinggi yaitu Pau 2,26 ppm (Tabel 1). Setelah mengalami proses koagulasi dengan koagulan PAC 150 ppm maka kadar besi berkurang menjadi 1,43 ppm. Penurunan kadar Fe setelah proses koagulasi terjadi karena proses penggumpalan ion-ion Fe^{2+} yang membentuk flok-flok pada dasar tangki penampung (Effendy 2003). Nilai tersebut masih belum memenuhi persyaratan air bersih (0,3 ppm). McFarland dan Dozier (2001) menyatakan bahwa besi menyebabkan noda coklat kemerahan pada laundry, porselen, piring, peralatan, kaca, wastafel, perlengkapan dan beton. Penurunan kadar besi terlarut dilakukan dengan oksidasi menggunakan KMnO_4 yang akan menghasilkan besi oksida dan

mangan oksida yang tak larut dalam air dengan persamaan berikut:



Oksidasi dengan KMnO_4 terhadap air keluaran dari unit koagulasi dan sedimentasi memberikan dampak penurunan kadar besi terlarut yang sangat signifikan. Kadar besi terlarut dalam air, dianalisis dengan AAS, masuk reaktor semula 1,43 ppm turun menjadi 0,38 ppm bila menggunakan KMnO_4 dengan konsentrasi 3,5 ppm. Penurunan akan lebih drastis lagi menjadi 0,28 ppm kadar Fe terlarut bila konsentrasi KMnO_4 naik menjadi 4,5 ppm (Gambar 5). Pada kenaikan konsentrasi KMnO_4 menjadi 5,5 ppm, kadar besi terlarut sedikit naik menjadi 0,30. Kedua kadar Fe terakhir (0,28 ppm dan 0,30 ppm) sudah memenuhi persyaratan air bersih. Kadar Fe terlarut sesungguhnya akan semakin kecil mengingat setelah oksidasi, air akan dilewatkan melalui filtrasi bertahap dan membran *reverse* osmosis. Penurunan yang signifikan kadar Fe sesungguhnya dikarenakan ada proses oksidasi melalui penambahan KMnO_4 pada reaktor dan terjadinya pengadukan sehingga terjadi kontak antara zat besi yang ada di dalam air dengan oksigen yang ada di udara. Dari reaksi ion besi (fero) dengan oksigen akan terbentuk besi (feri) oksida yang tak larut dalam air (mengendap). Hal tersebut akan meringankan beban filter Mangan Zeolit.



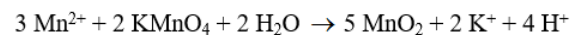
Gambar 5. Pengaruh penambahan KMnO_4 terhadap kadar Fe terlarut

Kandungan Mn

Kandungan mangan (Mn) merupakan parameter penting selain kandungan besi. Kandungan mangan dalam air payau baku masih tinggi yaitu 1,3 ppm, jauh di atas nilai yang diperbolehkan 0,1 ppm (Tabel 1). McFarland dan Dozier (2001) menyatakan bahwa besi dan mangan dapat memberikan suasana yang tidak menyenangkan terhadap rasa, bau dan warna.

Setelah perlakuan koagulasi dan sedimentasi dengan koagulan PAC 150 ppm, terjadi penurunan menjadi 1,02 ppm. Penurunan kadar Mn setelah proses koagulasi terjadi karena koagulan-koagulan yang digunakan dapat mengikat ion-ion Mn sehingga kadar Mn pada sampel yang telah keluar proses koagulasi menurun.

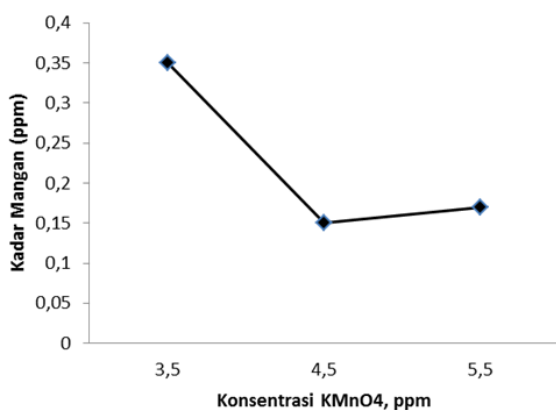
Setelah itu air olahan dari koagulasi dan sedimentasi diproses dengan penambahan KMnO_4 untuk mengoksidasi mangan yang terlarut dalam air menjadi oksida mangan yang tak larut dalam air dengan persamaan berikut:



Analisis menggunakan alat UV/VIS menghasilkan penurunan kadar Mn terlarut yang sangat signifikan. Penambahan KMnO_4 sebanyak 3,5 ppm pada oksidasi air luaran proses koagulasi dan sedimentasi berhasil menurunkan kadar Mn terlarut secara signifikan menjadi 0,35 ppm. Pada penggunaan KMnO_4 sebanyak 4,5 ppm dan 5,5 ppm semakin menurunkan kadar Mn terlarut yaitu masing-masing menjadi 0,15 ppm dan 0,17 ppm (Gambar 6) walaupun masih berada di atas nilai yang diperbolehkan (0,1 ppm). Penurunan drastis terjadi ketika penambahan KMnO_4 sebanyak 4,5 ppm, kemudian kandungan Mn terlarut naik sedikit (0,17 ppm) ketika oksidasi menggunakan KMnO_4 sebanyak 5,5 ppm. Hal ini dimungkinkan karena endapan tidak stabil pada satu sisi dan di sisi lain KMnO_4 terionisasi yang dapat mempengaruhi endapan mangan oksida.

Kadar mangan dari luaran oksidasi ini masih belum memenuhi persyaratan air minum. Mangan harus diturunkan

seminimal mungkin karena membahayakan kesehatan. Hasan *et al.* (2010) melaporkan bahwa mangan merupakan salah satu kontaminan anorganik yang menyebabkan penurunan kadar hemoglobin, neurotoksisitas, penyumbatan dan rasa tidak enak jika konsentrasi Mn dalam air yang dikonsumsi tinggi dan terus. Mangan juga akan merusak pakaian. McFarland dan Dozier (2001) menyatakan bahwa mangan menyebabkan noda berwarna hitam kecoklatan. Deterjen tidak dapat menghilangkan noda tersebut.



Gambar 6. Pengaruh penambahan KMnO₄ terhadap Mn terlarut.

Penurunan kadar Mn terlarut juga dipicu oleh adanya pengadukan dalam reaktor ketika proses oksidasi. Dalam reaktor terjadi reaksi ion mangan dengan udara membentuk oksida mangan (MnO₂) yang tak larut dalam air dan berbentuk gumpalan (molekul) yang sangat halus. Jika dibiarkan di udara terbuka dan mendapat cukup oksigen mangan akan membentuk koloid karena terjadinya proses oksidasi Mn²⁺ menjadi Mn⁴⁺ (Effendi 2003).

Air yang terkontaminasi dengan zat besi dan mangan sering mengandung bakteri besi atau mangan. Bakteri ini memakan mineral dalam air. Bakteri tersebut tidak menyebabkan masalah kesehatan, tetapi membentuk warna coklat kemerahan (besi) atau berwarna hitam kecoklatan (mangan), menimbulkan lendir dalam tangki toilet dan dapat menyumbat sistem air (McFarland dan Dozier 2001). Oleh sebab itu, setelah proses oksidasi

dilakukan filtrasi bertahap sampai osmosis balik agar ion dan bakteri dapat ditangkap.

KESIMPULAN

Proses koagulasi dan sedimentasi menggunakan koagulan PAC 150 ppm berhasil menjernihkan air payau dimana turbiditi menurun dari 14,8 NTU menjadi 8,3 NTU. Koagulasi dan sedimentasi juga menurunkan kadar total padatan terlarut dari 1.367 ppm menjadi 995 ppm. Parameter lainnya yaitu warna, rasa dan pH air sudah memenuhi persyaratan.

Proses oksidasi Fe dan Mn terlarut menggunakan KMnO₄ pada penelitian ini telah berhasil menurunkan kadar keduanya dalam air. Penggunaan KMnO₄ sebanyak 4,5 ppm telah menurunkan kadar Fe dari 1,43 ppm menjadi 0,28 ppm dan menurunkan kadar Mn dari 0,35 ppm menjadi 0,15 ppm. Kondisi ini merupakan hasil terbaik yang diperoleh pada penelitian ini. Kualitas air dari dua unit pengolahan ini yaitu koagulasi dan sedimentasi dan oksidasi cukup baik. Dari hasil ini menunjukkan bahwa pada pengolahan melalui filtrasi bertahap sampai reverse osmosis, beban filter tidak terlalu berat dan kualitas air bersih yang layak untuk dijadikan air minum akan dicapai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Jurusan Teknik Kimia Polstri, laboran dan teknisi sehingga penelitian ini berjalan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin JM, Nopriyanto, Nalista M. 2013. Pengolahan air payau menjadi air bersih (variasi koagulan dan ketinggian filter). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Palembang, 20-21 September 2013. Penyelenggara Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Ali EN *et al.* 2010. Production of natural coagulant from Moringa Oleifera seed for application in treatment of low

- turbidity water. *J. Water Resource and Protection* 2: 259-266.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hasan HA, Abdullah SRS, Kofli NT, dan Kamaruddin SK. 2010. Biosorption of manganese in drinking water by isolated bacteria. *Journal of Applied Sciences* 10(21): 2653-2657.
- Herlambang A. 2010. Teknologi penyediaan air minum untuk keadaan tanggap darurat. *JAI* 6:1.
- Kusnaedi. 1995. *Mengolah Air kotor untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- McFarland ML, Dozier MC. 2001. Drinking Water Problems: Iron and Manganese. Texas A&M: Agrilife extension. The Texas Water Resources Institute. U.S. Department of Agriculture, under Agreement No. 2001-45049-01149.
- Mudiat T. 1996. *Desalinasi Air Laut dengan Destilasi*. Jakarta: PLTU/PLTG Sektor Priok.
- Said NI. 2009. Uji kinerja pengolahan air siap minum dengan proses biofiltrasi, ultrafiltrasi dan Reverse osmosis (RO) dengan air baku air sungai. *JAI* 5(2).
- Soedjiran R, Kartawinata K, Soegiarto R. 1984. *Pengantar Ekologi*. Jakarta: CV. Remaja Karya.
- Sutrisno T, Suciastuti E. 1991. *Teknologi Penyediaan Air Bersih. Cetakan Kedua*. Jakarta: Rineka Cipta
- Taufik L. 1986. *Pengolahan Air Bersih*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum.
- Widayat W. 2005. Pengolahan air payau menggunakan teknologi membran sistem osmosis balik sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan air minum masyarakat kepulauan Seribu. *JAI* 1(3).
- Widayat, W. 2007. Teknologi pengolahan air minum dari air baku yang mengandung kesadahan tinggi. *JAI* 1(1).
- Widiyanti. 2003. Rancang bangun alat desalinasi air payau menggunakan resin penukar ion secara *bacth*. Laporan Akhir. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Kimia.
- Yusnimar *et al.* 2010. Pengolahan air gambut dengan bentonit. *Jurnal Sains dan Teknologi* 9(2): 77-81.