

# **Investigasi Kinerja Biofilter di Dalam Proses Pengolahan Air Minum Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Air Minum Palyja Taman Kota**

## **Investigation of Biofilter Performance in the Drinking Water Treatment Process Case Study: Palyja Taman Kota Drinking Water Treatment Plant**

**NUSA IDAMAN SAID\*, SATMOKO YUDO, DAN WAHYU WIDAYAT**

Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi  
Email: nusaidamansaid@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Taman Kota Drinking Water Treatment Plant is Palyja's drinking water treatment plant located in West Jakarta, which processes raw water from Cengkareng Drain. The Processing capacity of IPAM is 150 liters per second. Taman Kota Drinking Water Treatment Plant has a vital meaning of meeting the supply of drinking water in the West Jakarta area. In 2007, the installation stopped operating due to the poor quality of the raw water. Since 2012 the process has been modified by adding a biofiltration process to reduce pollutants, especially ammonia. This study aims to investigate the performance of the biofilter of the Taman Taman Water Treatment Plant after operating for eight years since the process was modified in 2012 by analyzing sampling data. Sampling was carried out every day from January 2019 to January 2020, and the parameters examined were pH, turbidity, ammonium, manganese and dissolved oxygen. In the biofiltration process with a 12–36 minutes contact time in a biofilter reactor, an average ammonium reduction was 42.8%, and the manganese reduction efficiency was 42.78%. The rapid sand filtration process can reduce ammonium concentration with an average efficiency of 49.04%. Using aerobic biofiltration process can significantly increase dissolved oxygen concentration; increasing the concentration of dissolved oxygen can reach 223.45%. The results study shows that the biofiltration process using honeycomb plastic media can reduce water pollutants, such as ammonia and manganese. It can be seen that the most significant portion of the reduction of ammonium concentration occurs in the process of biofiltration and rapid sand filtration.*

**Keywords :** biofilter, drinking water, treatment, ammonium

### **ABSTRAK**

Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Taman Kota, Jakarta Barat adalah instalasi pengolah air baku milik Palyja yang mengolah air baku dari Cengkareng Drain, Jakarta Barat. Kapasitas pengolahan IPAM adalah 150 liter per detik. Instalasi Pengolahan Air Minum Taman Kota mempunyai arti penting untuk memenuhi suplai air minum di wilayah Jakarta Barat. Pada tahun 2007, IPAM Taman Kota telah berhenti beroperasi disebabkan karena kualitas air bakunya yang buruk. Sejak tahun 2012 telah dilakukan modifikasi proses dengan menambahkan proses biofiltrasi untuk menurunkan konsentrasi polutan khususnya amoniak. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan investigasi kinerja proses biofilter IPAM Taman Kota yang telah beroperasi selama delapan tahun sejak dilakukan modifikasi proses pada tahun 2012 dengan melakukan analisa data sampling. Pengambilan sample dilakukan setiap hari dari bulan Januari 2019 sampai Januari 2020, dan parameter yang diperiksa yakni pH, kekeruhan, amonium, mangan dan oksigen terlarut. Dalam proses biofiltrasi dengan waktu kontak 12–36 menit di dalam reaktor biofilter didapatkan penurunan amonium rata-rata 42,8%, dan efisiensi penurunan mangan 42,78%. Proses filtrasi pasir cepat dapat menurunkan konsentrasi amonium dengan efisiensi penurunan rata-rata 49,04%. Dengan proses biofiltrasi aerobik dapat meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dengan sangat signifikan, peningkatan konsentrasi oksigen terlarut dapat mencapai 223,45%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa proses biofiltrasi menggunakan media plastik tipe sarang tawon dapat menurunkan polutan pencemar yang di dalam air misalnya amonia dan mangan serta dapat diketahui bahwa porsi penurunan konsentrasi amonium yang terbesar terjadi di proses biofiltrasi dan filtrasi pasir cepat.

**Kata kunci :** biofilter, air minum, pengolahan, amonium

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Taman Kota, Jakarta Barat adalah instalasi pengolah air baku milik Palyja, yang mengolah air baku dari Cengkareng *Drain*, Jakarta Barat yang telah beroperasi sejak tahun 1982. Kapasitas pengolahan IPAM 150 liter per detik. Instalasi Pengolahan Air Minum Taman kota berhenti beroperasi sejak tahun 2007 disebabkan karena air baku yang diambil dari Cengkareng *Drain* sudah sangat buruk. Salah satu permasalahan yang ada adalah konsentrasi zat organik dan amoniak di dalam air baku cukup tinggi<sup>(1)</sup>.

Pada awalnya, IPAM Taman Kota mempunyai kapasitas total 200 liter/detik, terdiri atas paket IPAM 50 liter per detik sebanyak 4 (empat) unit dengan proses konvensional yaitu proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi dan proses filtrasi dengan menggunakan saringan pasir cepat, kemudian dilanjutkan dengan proses disinfeksi. Sejak tahun 2012 telah dilakukan modifikasi proses dengan menambahkan proses biofiltrasi untuk menurunkan konsentrasi polutan khususnya zat organik dan amoniak.

Berdasarkan hasil penelitian pada musim kemarau pada bulan Agustus sampai dengan November 2008, konsentrasi zat organik di dalam air baku IPAM Taman kota berkisar antara 15–63 mg/l, besi 0,43–0,825 mg/l, mangan 0,48–0,923 mg/l<sup>(2)</sup>. Untuk konsentrasi ammonium berkisar antara 2,44–5,25 mg/l dan konsentrasi oksigen terlarut 1,8–4,5 mg/l<sup>(3)</sup>. Berdasarkan penelitian pada musim hujan pada bulan Desember 2010 sampai dengan Maret 2011, kekeruhan (*turbidity*) air baku yang IPAM Taman Kota yang diambil dari Cengkareng *Drain* berkisar antara 19,2–247 NTU, zat organik 8,45–25,5 mg/l, zat besi 0,26–8,45 mg/l, mangan 0,04–1,94 mg/l, ammonium 0,16–2,2 mg/l dan pH rata-rata 7,04<sup>(4)</sup>.

Polutan organik yang di dalam air baku dapat berupa senyawa organik alami maupun senyawa organik terlarut. Senyawa organik alami adalah campuran kompleks dari senyawa organik yang berasal dari peluruhan vegetasi dan material hewan<sup>(5)</sup>. Untuk senyawa organik terlarut meliputi senyawa, seperti karbohidrat, zat humat, asam karboksilat, asam hidrofilik dan asam amino<sup>(6)</sup>.

Adanya senyawa organik alami (*natural organic matter*, NOM) dan bahan organik terlarut (*dissolved organic matter*, DOM) dalam sumber air adalah merupakan prekursor utama untuk pembentukan senyawa hasil samping disinfeksi (*disinfection by products*, DBPs) dalam air minum. Pembentukan senyawa hasil samping disinfeksi terjadi melalui reaksi antara polutan

organik (NOM dan/atau DOM) dengan senyawa klorin selama proses klorinasi<sup>(7)</sup>.

Senyawa klorin yang digunakan untuk disinfeksi dapat bereaksi dengan senyawa organik yang ada dalam air baku membentuk senyawa organik terhalogenasi seperti trihalometan, asam haloasetat, haloasetonitril, klorofenol, hidrat kloral (*chloral hydrate*) dan kloropikrin. Selain itu dapat membentuk DBPs non-terhalogenasi lainnya antara lain aldehida, asam keto (*ketoacid*), keton, asam karboksilat, asam maleat, nitrosamin, asam alkanoat dan benzena<sup>(8,9)</sup>. Trihalometan dan asam haloasetat adalah senyawa yang paling umum dalam air minum yang diklorinasi yang merupakan kelompok terbesar dalam hal kuantitas. Konsentrasi yang dilaporkan untuk trihalometan dalam pasokan air minum berkisar dari minimal 3,1 µg/l hingga maksimum 1280 µg/l dan untuk asam haloasetat dari 0,5 µg/l hingga 1230 µg/l, Haloacetonitril 0,04–12 µg/l, Haloketones 0,91–25,3 µg/l, Klorofenol 0,5–1 µg/l, Kloral hidrat 1,7–3,0 µg/l, dan Kloropikrin 0,1–0,6 µg/l<sup>(10)</sup>.

Adanya amoniak di dalam air baku akan menyebabkan kebutuhan zat oksidator (oksidan) menjadi tinggi dan mengurangi efisiensi disinfeksi. Reaksi antara amoniak dan klorin sangat cepat, dan amoniak dapat secara negatif mempengaruhi penghilangan senyawa organik dan anorganik seperti besi, mangan dan arsenik dengan mengurangi ketersediaan khlor untuk oksidasi<sup>(11,12)</sup>. Amoniak di dalam air berada dalam bentuk kation ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) dan amoniak bebas (NH<sub>3</sub>) yang ada dalam keadaan kesetimbangan di dalam air, tergantung pada pH dan suhu. Pada 20°C, ion ammonium mendominasi di dalam air minum di bawah pH 9,3, sedangkan amoniak bebas terutama ditemukan pada pH di atas 9,3<sup>(13)</sup>.

Amonium di dalam air beraksi dengan senyawa khlor membentuk senyawa khloramin. Perbandingan ketiga bentuk khloramin (mono-khloramin, dikhloramin dan trikhloramin) sangat tergantung pada pH air. *Breakpoint chlorination* adalah titik di mana kebutuhan untuk klorin telah dipenuhi sepenuhnya dalam hal penambahan klorin ke dalam air. Ketika klorin ditambahkan ke air, maka khlor akan bereaksi dengan senyawa polutan khususnya ammonium yang ada di dalam air. Senyawa ammonium ini akan bereaksi dengan klorin, sehingga residu atau sisa klorin di dalam air menjadi nol.

*Breakpoint chlorination* memerlukan dosis klorin sekitar 8–10 kali lebih tinggi (berdasarkan berat) daripada konsentrasi amoniak untuk mencapai residu klorin bebas. Proses ini merupakan serangkaian reaksi di mana monokhloramin terbentuk terlebih dahulu. Kecepatan reaksi pembentukan monokhloramin tergantung pada pH, suhu dan perbandingan

berat antara klorin dan amoniak-nitrogen ( $\text{Cl}_2 : \text{NH}_3\text{-N}$ ), umumnya dalam kisaran 3 : 1 sampai 5 : 1. Setelah monokloramin terbentuk dan  $\text{Cl}_2 : \text{NH}_3\text{-N}$  lebih besar dari 5 : 1, klorinasi *breakpoint* dihasilkan melalui dua tahapan reaksi yaitu monokloramin bereaksi dengan khlor membentuk dikhloramin dan trikloramin, selanjutnya adalah dekomposisi trikloramin menjadi gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) bebas. Kedua tahapan reaksi tersebut memerlukan dosis klorin yang berlebih<sup>(14)</sup>.

Dengan semakin tingginya konsentrasi amoniak di dalam air baku, maka kebutuhan senyawa Klorin untuk proses disinfeksi menjadi sangat besar. Selain itu, jika konsentrasi amoniak tinggi maka pembubuhan klorin akan menjadi besar, sehingga kemungkinan terbentuknya polutan mikro yang merupakan senyawa hasil samping proses klorinasi seperti trihalometan, khlorophenol dan lainnya juga semakin besar. Jika konsentrasi amoniak di dalam air baku dapat diturunkan maka kebutuhan khlor akan berkurang sehingga biaya produksi air minum juga menjadi lebih murah.

Untuk mencegah senyawa mikro polutan di dalam air minum dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain memperbaiki kualitas air baku yang digunakan untuk air minum dan juga dengan memilih teknologi pengolahan air yang sesuai dengan kualitas air olahan yang diharapkan. Untuk mencegah terbentuknya senyawa mikro polutan akibat terbentuknya senyawa hasil samping proses, dapat dilakukan dengan cara mencegah terjadinya reaksi antara senyawa *precursor* dengan senyawa disinfektan. Dengan menghilangkan atau memperkecil konsentrasi *precursor* dalam air sebelum dilakukan proses disinfeksi (klorinasi), akan dapat mencegah atau memperkecil terbentuknya senyawa hasil samping disinfeksi. Salah satu alteratif yakni dengan melakukan pengolahan dengan proses biofilter karena prosesnya sederhana tetapi hasilnya cukup baik. Dengan proses biofilter, selain dapat menghilangkan polutan organik juga dapat menghilangkan amoniak, deterjen, zat organik volatil serta dapat menguraikan beberapa senyawa organik lainnya<sup>(15)</sup>.

## 1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan investigasi efisiensi kinerja proses biofilter IPAM Taman Kota yang prosesnya telah dimodifikasi dari proses konvesional yakni yang terdiri dari koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi pasir cepat, dan klorinasi menjadi proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, biofiltrasi, filtrasi pasir cepat dan klorinasi. Penelitian ini dilakukan setelah IPAM beroperasi selama delapan tahun

sejak dilakukan modifikasi proses pada tahun 2012.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1 Bahan

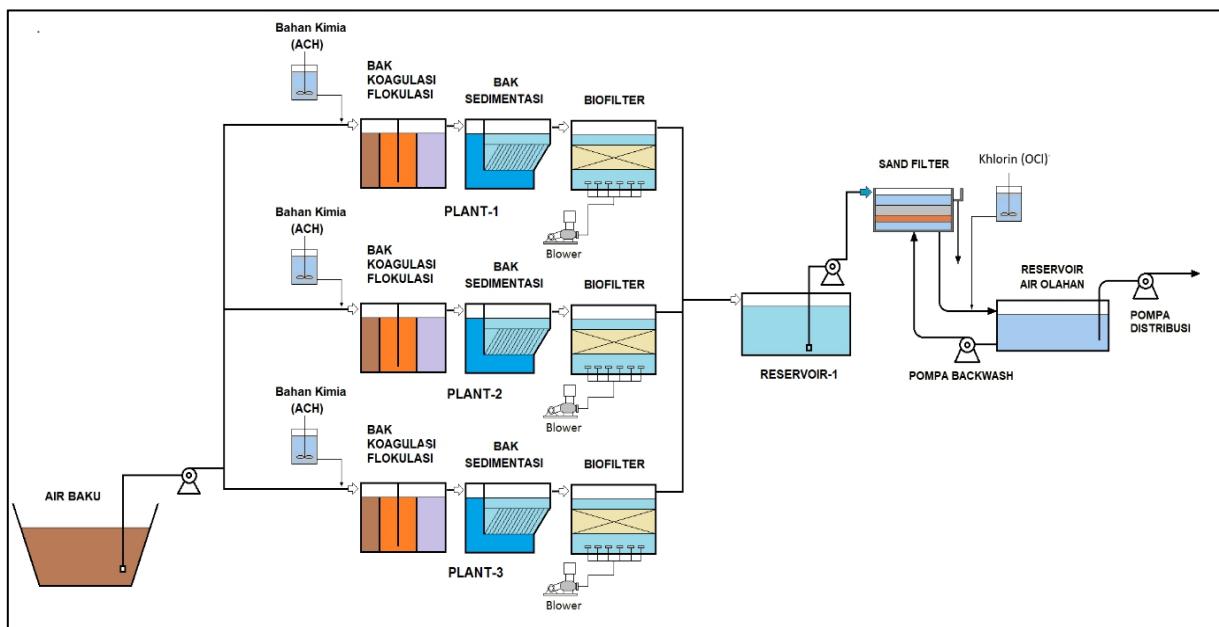
Penelitian dilakukan di Instalasi Pengolahan Air Minum Palyja Taman Kota, Jakarta Barat, dengan menggunakan air baku yang berasal dari Cengkareng *Drain*.

### 2.2 Proses Pengolahan

Proses pengolahannya adalah sebagai berikut: air baku dari Cengkareng *Drain* dipompa dan dialirkkan ke bak koagulasi-flokulasi sambil dibubuhkan bahan kimia koagulan *Aluminium Chlorhydrate* (ACH). Bak koagulasi-flokulasi menggunakan sistem *baffle* (sekat). Dari bak flokulasi air dialirkkan ke bak sedimentasi sistem lamella untuk mengendapkan flok yang telah terjadi. Air limpasan dari bak pengendap (sedimentasi) selanjutnya dialirkkan ke reaktor biofiltrasi yang diisi dengan media biofilter tipe sarang tawon sambil diaerasi dengan menggunakan *blower* udara. Air limpasan dari biofilter selanjutnya dialirkkan ke reservoir-1 yang berfungsi sebagai bak penampung sementara sebelum proses filtrasi. Air di reservoir-1 selanjutnya dipompa ke unit filtrasi pasir cepat, dan hasil filtrasi dialirkkan ke reservoir-2 (air olahan) sambil diinjeksi klorin untuk proses disinfeksi. Diagram pengolahannya secara sederhana dapat dilihat seperti pada Gambar 1, sedangkan unit biofilter yang terpasang dapat dilihat pada Gambar 2. Kapasitas pengolahan IPAM Palyja Taman Kota setelah modifikasi proses menjadi 100–150 liter/detik. Waktu tinggal hidrolik (HRT) di dalam reaktor biofilter berkisar antara 12–36 menit tergantung debit air yang diolah. Di dalam reaktor biofilter diisi dengan media dari bahan plastik (PVC) tipe sarang tawon dengan luas spesifik 150–200  $\text{m}^2/(\text{m}^3 \text{ media})$ . Ratio volume media terhadap volume reaktor sekitar 45–50%.

### 2.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sample dilakukan setiap hari kerja dari bulan Januari 2019 sampai Januari 2020 di beberapa titik yakni air baku, *outlet* bak sedimentasi, *outlet* biofilter, *outlet* filter pasir dan air olahan setelah proses klorinasi. Pengukuran parameter-parameter dilakukan di Laboratorium Palyja Instalasi Produksi Taman Kota, Jakarta Barat. Parameter yang diperiksa yakni pH, kekeruhan (*turbidity*), konsentrasi ammonium, mangan dan oksigen terlarut. Seluruh parameter dianalisa dengan metoda Standar Nasional Indonesia (SNI).



Gambar 1. Diagram proses pengolahan air minum IPAM Palyja Taman Kota.



Gambar 2. Unit biofilter di IPAM Palyja Taman Kota.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi dilakukan berdasarkan data analisa kualitas air IPAM Taman Kota selama satu tahun yakni dari bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Januari 2020. Pengambilan sample dilakukan setiap hari.

#### 3.1 Kekkeruhan (*Turbidity*)

Kekkeruhan air baku sangat berfluktuasi berkisar antara 12,83–447 NTU, atau rata-rata 70,68 NTU. Setelah proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi kekeruhan air turun menjadi 1,34–9,12 NTU, atau rata-rata 4,22 NTU. Kemudian setelah proses biofilter kekeruhan air berkisar antara 0,91–7,35 NTU, atau rata-rata 3,87 NTU. Setelah proses filtrasi pasir cepat kekeruhan berkisar antara 0,58–5,08 NTU, rata-rata 0,8 NTU, dan setelah proses klorinasi (disinfeksi) kekeruhan berkisar antara 0,60–4,00 NTU, rata-rata 1,41 NTU. Grafik kekeruhan air di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019 sampai dengan Januari 2020 dapat dilihat pada Gambar 3,

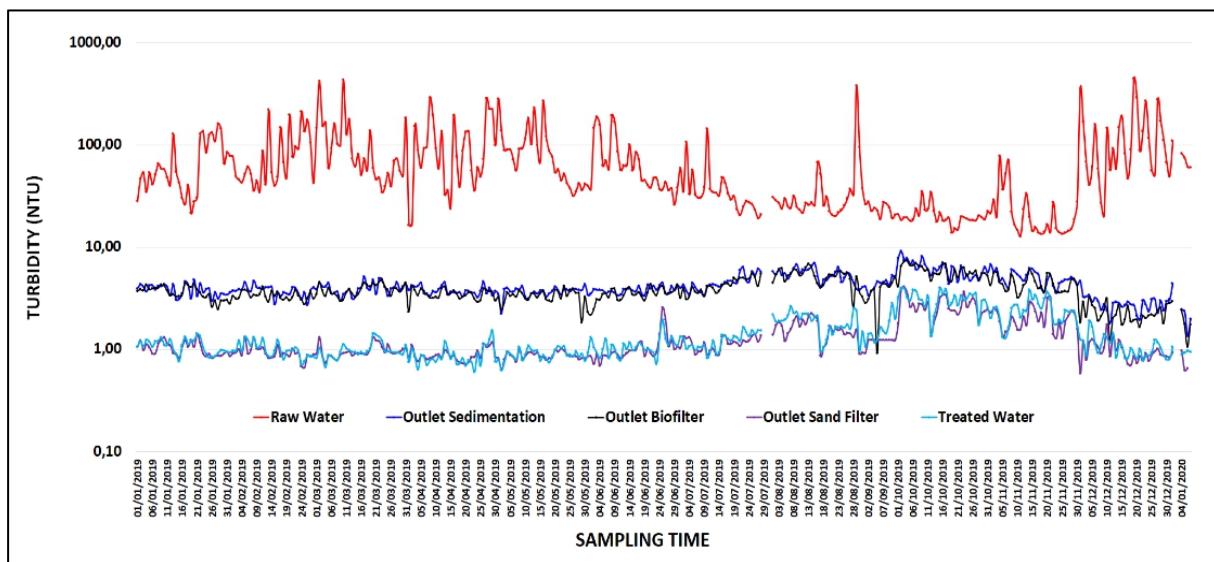
sedangkan kekeruhan air rata-rata di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020 dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil uji kinerja tersebut dapat dilihat bahwa dengan proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi, efisiensi penghilangan kekeruhan rata-rata 94,03%, sedangkan dengan proses biofilter rata-rata penghilangan kekeruhan tidak signifikan yakni dari 4,22 NTU turun menjadi 3,87 NTU. Hal ini disebabkan karena waktu tinggal di reaktor biofilter relatif singkat dan dengan adanya proses aerasi, maka partikel padatan tersuspensi tidak dapat mengendap. Total efisiensi penghilangan kekeruhan di IPAM Taman Kota rata-rata 98%.

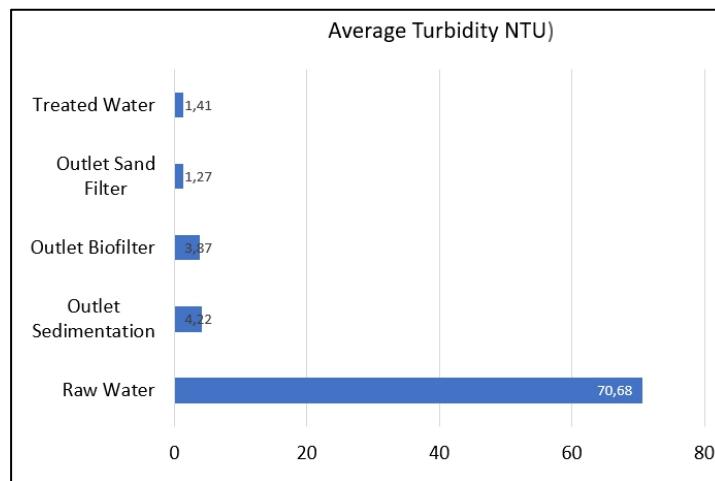
#### 3.2 pH

Grafik pH air harian di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020 dapat dilihat pada Gambar 5, sedangkan pH air rata-rata dapat dilihat pada Gambar 6. Nilai pH air baku rata-rata 7,17, kemudian setelah proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi pH rata-rata 7,11. Penurunan pH disebabkan karena penambahan bahan kimia koagulan yakni *Aluminium Chlorohydrate* (ACH)<sup>(16)</sup>. Reaksi hidrolisa ACH menjadi  $\text{Al(OH)}_3$  menghasilkan ion  $\text{H}^+$ , sehingga dengan penambahan ACH pH air akan sedikit turun.

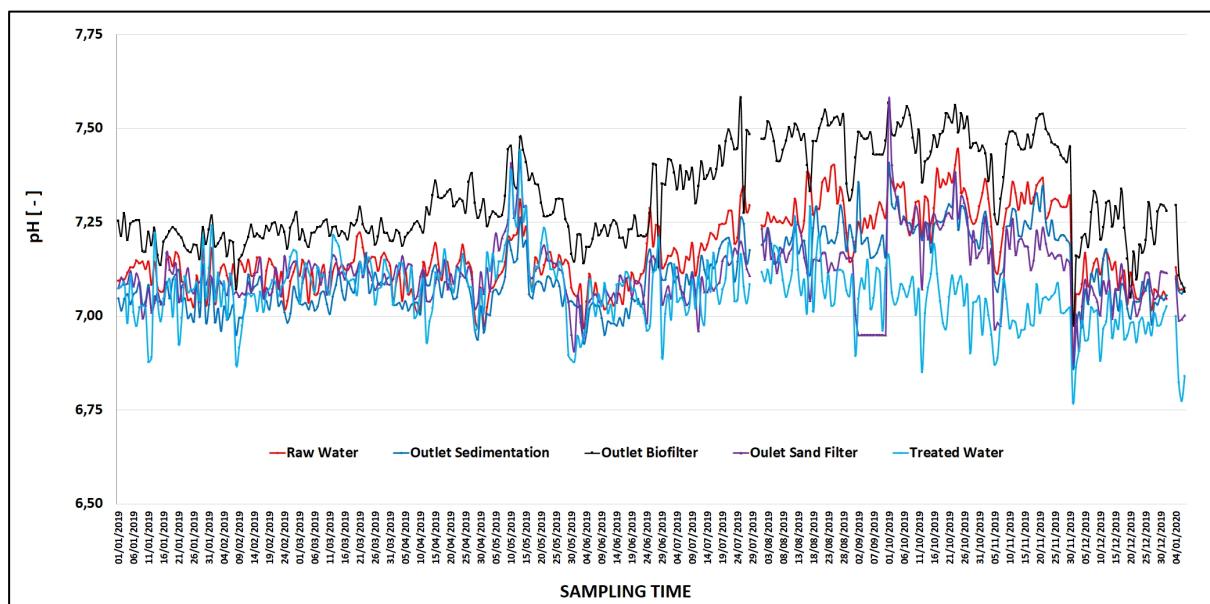
Setelah proses biofiltrasi, pH rata-rata naik dari 7,11 menjadi 7,32. Kenaikan pH setelah proses biofilter kemungkinan disebabkan adanya proses aerasi sehingga gas  $\text{CO}_2$  yang larut di dalam air terlepas keluar sehingga pH air naik. Setelah proses filtrasi pasir cepat pH air turun menjadi 6,87–7,57, rata-rata 7,12. Setelah proses disinfeksi (klorinasi) pH air turun menjadi 6,77–7,44, rata-rata 7,06.



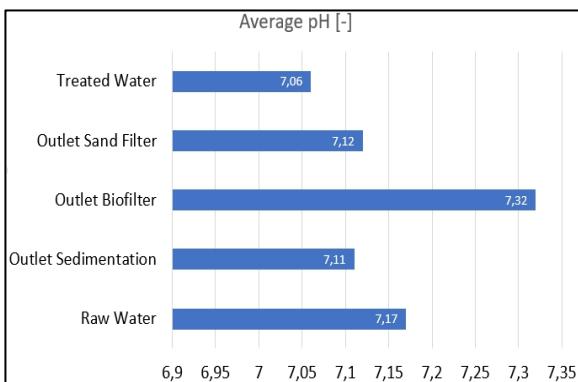
Gambar 3. Grafik kekeruhan air harian di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020.



Gambar 4. Kekeruhan air rata-rata di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020.



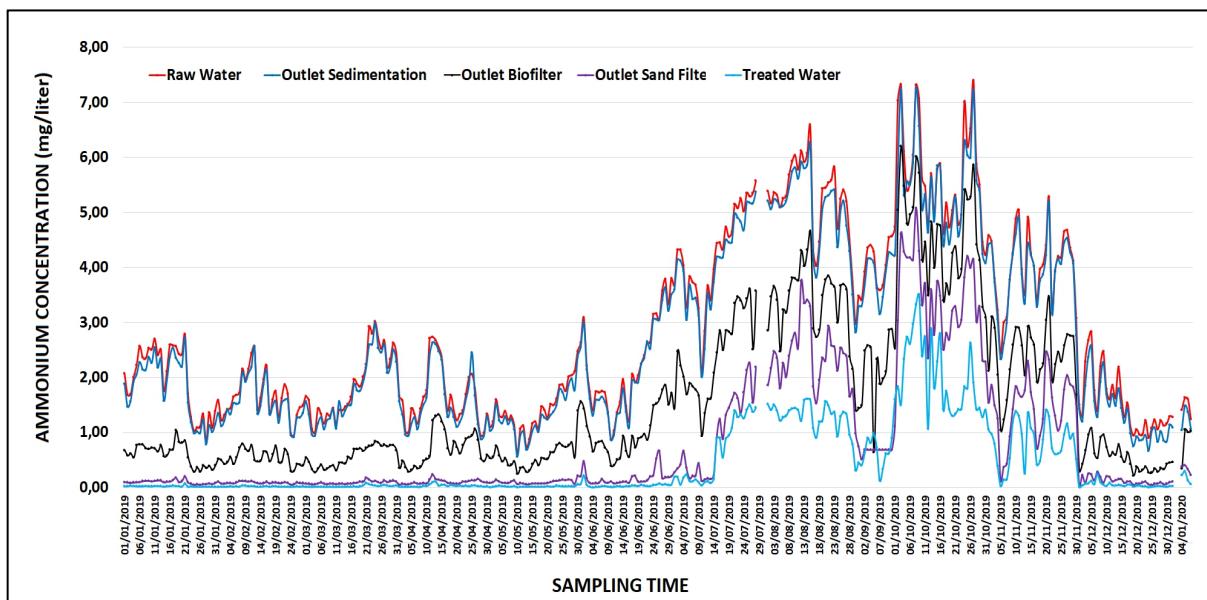
Gambar 5. Grafik pH air harian di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020.



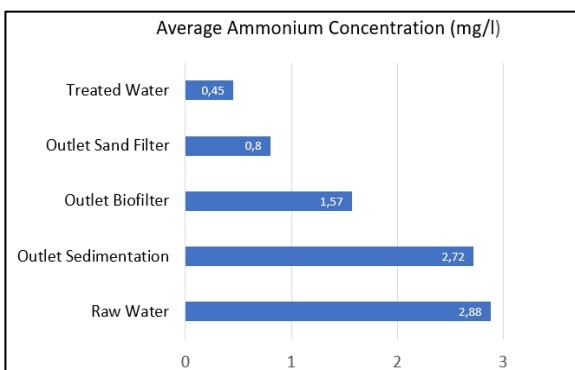
Gambar 6. pH air rata-rata di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020.

### 3.3 Penghilangan Amonium

Grafik konsentrasi ammonium harian di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020



Gambar 7 : Konsentrasi ammonium harian di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020.



Gambar 8. Konsentrasi ammonium rata-rata di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020.

Air yang masuk reaktor biofilter merupakan outlet dari bak sedimentasi. Konsentrasi ammonium yang masuk biofilter berkisar antara

dapat dilihat pada Gambar 7, sedangkan pH air rata-rata dapat dilihat pada Gambar 8. Konsentrasi ammonium di dalam air baku sangat berfluktuasi berkisar antara 0,62–7,41 mg/l, rata-rata 2,88 mg/l. Konsentrasi ammonium di dalam air baku meningkat pada saat musim kemarau yaitu antara bulan Juli dan bulan November. Kemudian setelah melalui proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi, konsentrasi ammonium berkurang menjadi berkisar antara 0,56–7,26 mg/l, rata-rata 2,72 mg/l (Gambar 8). Dengan demikian efisiensi penghilangan ammonium di dalam proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi rata-rata 5,55%. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi tidak efektif untuk menurunkan konsentrasi ammonium.

0,56–7,26 mg/l, rata-rata 7,26 mg/l, dan setelah proses biofiltrasi konsentrasi ammonium turun menjadi 0,22–1,57 mg/l, rata-rata 1,57 mg/l. Dengan demikian, efisiensi penghilangan ammonium di dalam reaktor biofilter rata-rata 42,8%. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Said & Nugroho<sup>(4)</sup>, yang telah melakukan penelitian peningkatan kualitas air baku yang diambil dari Cengkareng Drain dengan proses biofilter dengan menggunakan media plastik tipe sarang tawon. Dengan waktu tinggal hidrolis 30 menit didapatkan efisiensi penurunan konsentrasi ammonium rata-rata sebesar 40–45%<sup>(4)</sup>. Suprihatin dkk.<sup>(16)</sup>, juga telah melakukan penelitian penghilangan polutan di dalam air baku dengan proses biofiltrasi dengan menggunakan media plastik tipe sarang tawon. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan proses biofiltrasi dapat menurunkan konsentrasi

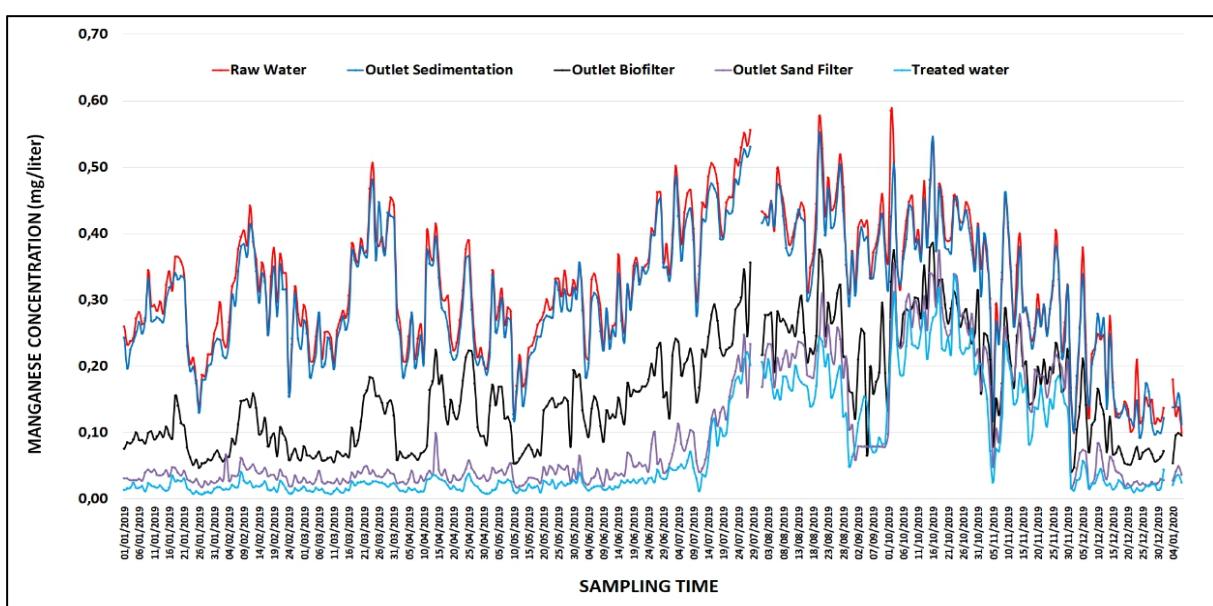
amonium berkisar antara 40,0–82,8%, tergantung dari waktu tinggal hidrolisnya. Semakin lama waktu tinggal di dalam reaktor biofilter efisiensi penghilangan amonium juga semakin besar<sup>(17)</sup>.

Konsentrasi amonium yang masuk filter pasir cepat berkurang antara 0,22–6,2 mg/l, rata-rata 1,57 mg/l. Setelah melalui proses filtrasi konsentrasi amonium turun menjadi 0,58–4,07 mg/l, rata-rata 1,27 mg/l. Efisiensi penghilangan amonium di dalam filter pasir cepat rata-rata 49,04%. Konsentrasi amonium di dalam air olahan setelah proses klorinasi berkurang antara 0–3,51 mg/l, rata-rata 0,45 mg/l. Sebuah studi instalasi skala penuh menggunakan filter medium pasir tunggal dapat menghilangkan amonia sekitar 20%<sup>(18)</sup>. Studi lain instalasi skala penuh menggunakan saringan pasir yang dilapisi dengan mangan dioksida mampu mengurangi konsentrasi amonia rata-rata dari

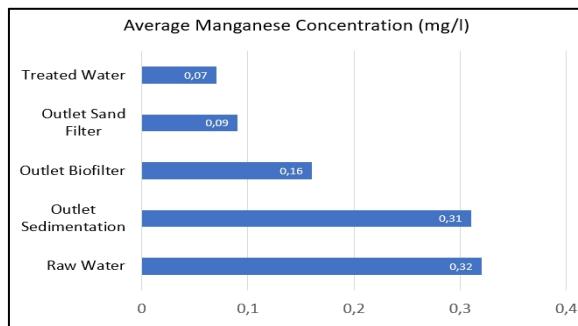
4,38 mg/l menjadi 0,13 mg/l, efisiensi penurunan konsentrasi amonia 97%<sup>(19)</sup>.

### 3.4 Penghilangan Mangan (Mn)

Grafik konsentrasi Mangan (Mn) harian di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020 dapat dilihat pada Gambar 9, sedangkan pH air rata-rata dapat dilihat pada Gambar 10. Konsentrasi Mangan (Mn) di dalam air baku berkurang antara 0,1–0,58 mg/l, rata-rata 0,32 mg/l. Konsentrasi mangan (Mn) setelah proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi berkurang menjadi 0,09–0,55 mg/l, rata-rata 0,31 mg/l. Dengan demikian efisiensi penurunan mangan rata-rata sebesar 5,55%. Setelah proses biofiltrasi konsentrasi mangan turun menjadi 0,04–0,39 mg/l, rata-rata 0,16 mg/l. Efisiensi penghilangan Mangan di dalam proses biofiltrasi rata-rata 42,78%.



Gambar 9. Konsentrasi mangan (Mn) di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020.



Gambar 10. Konsentrasi mangan (Mn) rata-rata di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020.

Penurunan konsentrasi Mangan didalam proses biofiltrasi disebabkan karena adanya proses aerasi di dalam reaktor biofilter<sup>(20)</sup>,

sehingga senyawa mangan terlarut teroksidasi menjadi oksida mangan membentuk flok halus yang selanjutnya akan dipisahkan dengan proses filtrasi pasir cepat.

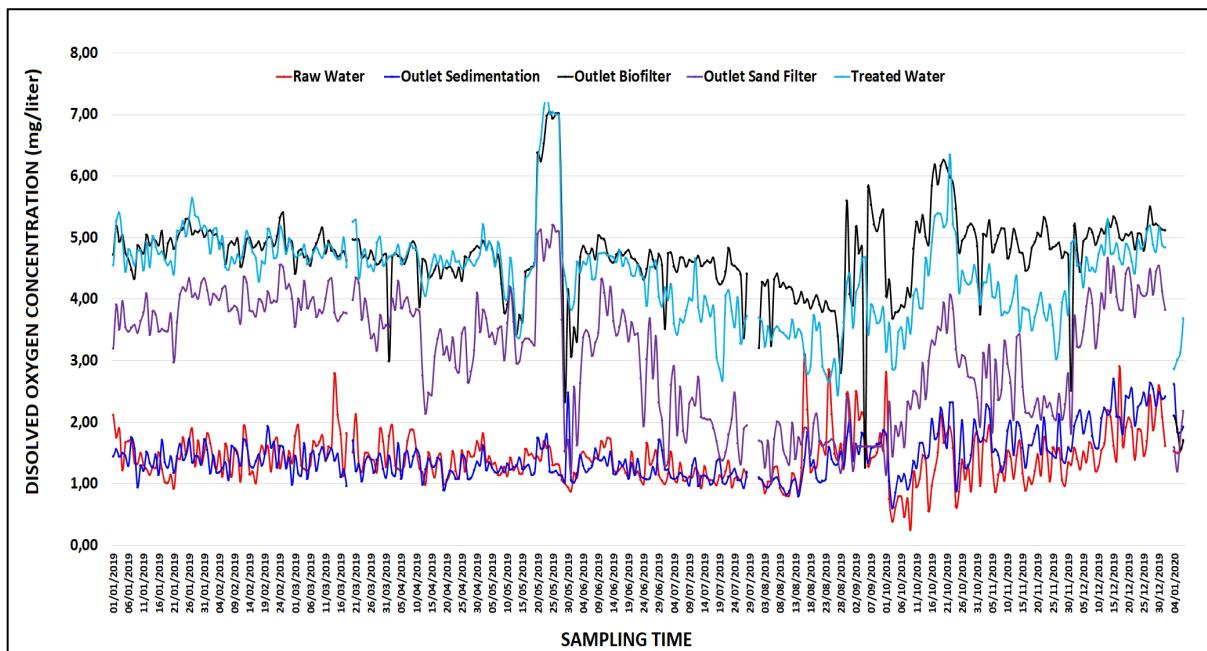
### 3.5 Konsentrasi Oksigen Terlarut

Grafik konsentrasi oksigen terlarut (DO) harian di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020 dapat dilihat pada Gambar 11, sedangkan DO rata-rata dapat dilihat pada Gambar 12. Konsentrasi oksigen terlarut di dalam air baku sangat rendah yakni 0,25–3,10 mg/l, rata-rata 1,41 mg/l. Setelah proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi konsentrasi oksigen terlarut berkurang antara 0,6–2,27 mg/l, rata-rata 1,45 mg/l. Kenaikan konsentrasi oksigen terlarut setelah proses koagulasi-

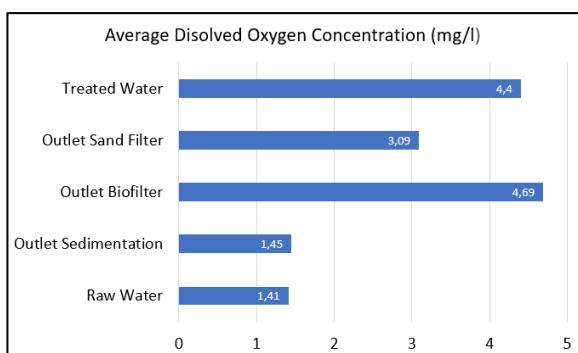
flokulasi-sedimentasi rata-rata 2,83%. Hal ini disebabkan karena terjadinya aliran turbulensi proses pencampuran cepat pada saat proses koagulasi sehingga oksigen udara luar terlarut kedalam air.

Setelah proses biofiltrasi konsentrasi oksigen terlarut berkisar antara 1,26–7,04 mg/l, rata-rata 4,69 mg/l. Kenaikan konsentrasi oksigen terlarut setelah proses biofiltrasi rata-rata adalah 223,45%. Hal ini disebabkan karena di dalam reaktor biofilter dilakukan proses aerasi

dengan menggunakan blower udara sehingga konsentrasi oksigen terlarut menjadi naik<sup>(21)</sup>. Konsentrasi oksigen terlarut rata-rata setelah proses filtrasi pasir cepat sedikit turun menjadi 3,09 mg/l, dan setelah proses klorinasi konsentrasi rata-ratanya naik menjadi 4,4 mg/l. Penurunan konsentrasi DO setelah filter pasir dapat kemungkinan disebabkan karena adanya proses oksidasi biologis yang terjadi selama filtrasi<sup>(22)</sup>. Hal ini ditunjukkan adanya penurunan konsentrasi amonium yang cukup signifikan



Gambar 11. Konsentrasi oksigen terlarut (DO) di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020.



Gambar 12. Konsentrasi oksigen terlarut (DO) rata-rata di IPAM Taman Kota bulan Januari 2019–Januari 2020.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi sangat efektif untuk menghilangkan kekeruhan air baku, dengan efisiensi penghilangan rata-rata 94,03%. Proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi tidak efektif untuk menurunkan konsentrasi amonium di

dalam air baku, efisiensi penurunan konsentrasi amonium rata-rata hanya 5,55%.

Dengan proses biofiltrasi menggunakan media plastik tipe sarang tawon dapat menurunkan polutan pencemar yang ada di dalam air misalnya amonium, mangan. Dengan waktu kontak 12–36 menit di dalam reaktor biofilter didapatkan penurunan amoniun rata-rata 42,8%, dan efisiensi penurunan mangan 42,78%.

Proses filtrasi pasir cepat dapat menurunkan konsentrasi amonium dengan efisiensi penurunan rata-rata 49,04%. Dengan proses biofiltrasi aerobik dapat meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dengan sangat signifikan, peningkatan konsentrasi oksigen terlarut dapat mencapai 223,45%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa porsi penurunan konsentrasi amonium yang terbesar terjadi di proses biofiltrasi dan filtrasi pasir cepat.

#### PERSANTUNAN

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Vita Chandra Dewi sebagai Kepala Instalasi

IPAM Palyja Taman Kota, yang telah membantu serta mendukung terlaksananya kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. (2016). Biofiltrasi. Teknologi IPA Taman Kota Mengolah Air Baku Kualitas Buruk. Available from : <https://palyja.co.id/id/bersama-demi-air/biofiltrasi-teknologi-ipa-taman-kota-mengolah-air-baku-kualitas-buruk/>(viewed February 10th, 2019).
2. Permana R.A. (2008). Variasi Waktu Tinggal Pengolahan Biologis Pada Pengolahan Air Minum Menggunakan Reaktor Kombinasi Biofilter Dan Ultrafiltrasi Dengan Parameter Zat Organik, Besi, Mangan Dan Total Suspended Solids (TSS). Skripsi - Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Trisakti. Jakarta.
3. Ferdica T. (2008). Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Pada Kombinasi Biofilter dan Ultrafiltrasi Dalam Pengolahan Air Baku Air Minum Dengan Parameter Amonia, Nitrit, Nitrat dan Deterjen. Skripsi - Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Trisakti. Jakarta.
4. Said N. I., & Nugroho R. (2014). Peningkatan Kualitas Air Baku Air Minum Dengan Teknologi Biofiltrasi. BPPT Press, Jakarta.
5. Hua G., Yeats S.A. (2010). Control of Trihalomethanes in Wastewater Treatment. Florida Water Resources Journal.
6. Thurman, E.M. (1985). Organic Geochemistry of Natural Waters, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands.
7. Anonim. (2016). EPA Drinking Water Guidance On Disinfection By-Products. Advice Note No. 4. Version 2. Disinfection By-Products In Drinking Water. The Environmental Protection Agency.
8. Krasner, S. W., M. J. McGuire, J. G. Jacangelo, N. L. Patania, K. M. Reagan & E. M. Aieta. (1989). The Occurrence of Disinfection By-products in US Drinking Water. Journal of the American Water Works Association, 81(8): 41-53.
9. Froese, K. L., A. Wolanski & S. E. Hrudey. (1999). Factors Governing Odorous Aldehyde Formation As Disinfection By-Products In Drinking Water. Water Research 33(6): 1355-1364.
10. ICPS. (2000). Disinfectants and Disinfectant By-products. Environmental Health Criteria 216. Geneva, International Program on Chemical Safety. World Health Organization.
11. Lytle, D., Sorg, T., Wang, L., Muhlen, C., Rahrig, M. & French, K. (2007). Biological Nitrification In A Full Scale And Pilot Scale Iron Removal Drinking Water Treatment Plant. J. Water SRT-Aqua, 56(2) :125–136.
12. White, C., Lytle, D., DeBry, R. & Galloway, A. (2009). Design, Evaluation And Molecular Microbial Ecology O Fa Pilot Scale Biologically Active Filter For Ammonia Oxidation. In: Proceedings of the American Water Works Association Water Quality Technology Conference, Seattle, WA, November 15–19, 2009. American Water Works Association, Denver, Colorado.
13. Baribeau, H. (2010). Chloramination Issues: Overview of Nitrification. In: Proceedings of the American Water Works Association Inorganic Contaminants Workshop, Denver, Colorado. March 2, 2010. American Water Works Association, Denver, Colorado.
14. Kirmeyer, G.J., LeChevallier, M., Baribeau, H., Martel, K., Thompson, G., Radder, L., Klement, W. & Flores, A. (2004). Optimizing Chloramine Treatment. 2nd Edition. American Water Works Research Foundation and American Water Works Association, Denver, Colorado (AwwaRF Report 90993).
15. Said N. I. & Ruliasih. (2005). Masalah Polutan Mikro Di Dalam Air Minum Dan Cara Penanggulangannya. JAI Vol. 1 , No.2 2005.
16. Gebbie P. (2006). An Operator's Guide To Water Treatment Coagulants. 31st Annual Qld Water Industry Workshop – Operations Skills University Central Queensland - Rockhampton 4 to 6 July, 2006, 14-20.
17. Suprihatin, Wiryastuti N.U., Yani M. (2016). Effectiveness Of Raw Water Pollutant Removal By Aerated Plastic Honeycombs And Quartz Sand Biofilters. Fourth International Conference On Sustainable Built Environment (icsbe 2016), 244-253.
18. Bablon, G.P., Ventresque, C. & Ben Aim, R. (1988). Developing A Sand-GAC Filter To Achieve High-Rate Biological Filtration. J. Am. Water Works Assoc., 80(12): 47–53.
19. Darren A. L., Sorg T. J., Wang L., Muhlen C., Rahrig M., French K., (2007), Biological Nitrification In A Full-Scale And Pilot-Scale Iron Removal Drinking Water Treatment Plant. Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA, 56(2) :125-136.
20. Suryawan I.K.G., Mahardika I.G., Suyasa I.W.B., (2017), Pemanfaatan Biofilter Untuk Mengurangi Pemakaian Bahan Kimia Dalam Proses Pengolahan Air Estuary. Jurnal Ecotrophic, 11(1) : 1-7.

21. Adiyana K., Supriyono E., (2015), Efisiensi Daya Listrik dan Kondisi Oksigen Terlarut Pada Pemeliharaan Postlarva Udang Vaname *Litopenaeus Vannamei* Menggunakan Sumber Energi Surya. *Jurnal Kelautan Nasional*, 10(1) : 33-41.
22. Prasasti D. J., Yulianto A., Hakim L., (2011). Peningkatan Kinerja Unit Filtrasi di Instalasi Pengolahan Air Minum Unit Sewon-Bantul dengan Penggantian Sistem Backwash Ditinjau dari Parameter Besi (Fe) dan Mangan (Mn). *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 3(2), Juni 2011 : 125-135.