

UJI KINERJA MEMBRAN MIKROFILTRASI DAN *REVERSE OSMOSIS* PADA PROSES PENGOLAHAN AIR *RESERVOIR* MENJADI AIR MINUM ISI ULANG

PERFORMANCE TEST OF MICROFILTRATION AND REVERSE OSMOSIS MEMBRANE IN PROCESSING RESERVOIR WATER BECOME REFILLED DRINKING WATER

Anerasari Meidinariasty^{*1}, Mustain Zamhari¹, Dwi Septiani¹, Novianita¹

¹Teknologi Kimia Industri/ Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jalan Sriwijaya Negara Bukit Besar, Palembang 30139, Indonesia
e-mail: anerasari@gmail.com

ABSTRACT

Water in reservoir tank contains contaminant such as E.coli, Coliform and the highest TDS and Turbidity content. There many method that used to reduce contaminant in the water, such as by using microfiltration and reverse osmosis membrane. This research aimed to performace testing of microfiltration and reverse osmosis membrane in processing revervoir water become refilled drinking water by using flowrate as parameters to decrease contaminant in the reservoir water. Variations of flow rate (1.5; 2; 2.5; 3; 3.5 L/min) for microfiltration process and (2.2; 2.8; 3.4; 4.1; 5 L/min) for reverse osmosis process. The biggest flux at flow rate 1.5 L/min is 69,65 L/m²minute on microfiltration process and at 2.2 L/min is 16.6 L/m²minute on reverse osmosis process. The best rejection on microfiltration at flow rate 1.5 L/min, which is able to reduce the TDS parameters up to 77.31% on the 1 micron MF membrane and 66.68% on the 5 micron MF membrane. Turbidity rejection up to 70.62% on the MF 1 micron membrane and 64.97% on the 5 micron MF membrane. E.coli and Coliform rejection up to 63.57%.The effectiveness of RO membrane to reduce TDS is 97.18% and turbidity 85.71% at valve opening 20% with a pressure of 4 bar flow rate of 2.2 L/min where nothing E.coli and Coliform bacteria left.

Keywords: drinking water, microfiltration, reverse osmosis

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang melimpah, dapat ditemukan di setiap tempat di permukaan bumi, air juga merupakan sumber daya alam yang sangat penting dan dibutuhkan setiap makhluk hidup. Kebutuhan air bagi manusia tidak saja untuk keperluan hidup sehari-hari seperti makan dan minum tetapi juga sebagai alat transportasi, pembangkit tenaga, pertanian, peternakan dan banyak lagi kepentingan dari air (Saparuddin, 2010). Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (PERMENKES, 2010).

Air yang digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari wajib memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan, khususnya untuk air yang akan dikonsumsi akan berpengaruh pada kesehatan manusia. Ketentuan mengenai air minum isi ulang yang layak untuk dikonsumsi telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Persyaratan air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif. Hal tersebut bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel debu, bakteri *E.coli* dan *Coliform* yang terdapat pada air minum sehingga air minum yang dihasilkan terbebas dari bakteri-bakteri pengotor. Pengolahan air minum yang umum diterapkan di Indonesia berupa pengolahan konvensional yang terdiri dari Koagulasi-Flokulasi, Sedimentasi dan Filtrasi. Akan tetapi pengolahan konvensional ini memiliki kelemahan seperti membutuhkan luas lahan besar, operasional dan perawatan yang rumit, hingga kualitas air yang

masih dibawah standar. Hal ini menimbulkan pemikiran untuk mengembangkan lebih jauh hingga memodifikasinya dengan teknologi baru, seperti penggunaan teknologi membran. Teknologi membran merupakan teknologi bersih yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan, Teknologi membran dapat mengurangi senyawa organik dan anorganik yang berada dalam air tanpa adanya penggunaan bahan kimia dalam pengoperasiannya (Mahardani dan Kusuma, 2002). Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air minum menggunakan berbagai macam metode dan media pengolahan air, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Said dan Wahjono, 2005 dalam pengolahan air menggunakan *filter* mangan zeolit, *filter* karbon aktif, *filter cartridge 5 micron*, dan penggunaan uv sebagai sterilisator menghasilkan air minum yang secara umum belum memenuhi standar baku mutu air minum (PP No. 20 Tahun 1990) karena masih terdapat sedikit bakteri didalamnya. Perkembangan teknologi dalam pengolahan air telah berkembang demikian pesatnya, yang mana menjadi jawaban untuk sebagian permasalahan yang ada dalam pengolahan air bersih menjadi air minum salah satunya teknologi penyaringan atau filtrasi dengan menggunakan membran yaitu *Reverse Osmosis* (Said, 2009). *Reverse Osmosis* (RO) adalah media filter yang memiliki membran *semi-permeable* dengan pori-pori 0,0001 mikron yang dapat memisahkan air dari komponen-komponen yang tidak diinginkan dengan demikian akan didapatkan air dengan tingkat kemurnian yang tinggi (William, 2003). Mardiatin dan Purwoto, 2014 telah membuat alat pengolahan air bersih menggunakan *reverse*

osmosis, namun membran *reverse osmosis* cepat mengalami buntu akibat tidak adanya filter atau penyaring lain selain RO. Hal ini akan mempengaruhi kinerja RO, debit, serta kualitas air yang dihasilkan, maka dilakukan *pre-treatment* pada air umpan RO untuk menggunakan membran mikrofiltrasi. Mikrofiltrasi merupakan pemisahan partikel berukuran *micron* atau *submicron*. Bentuk umumnya berupa *cartridge*, *cartridge* tersebut diletakkan di dalam wadah tertentu (*housing*). Bahan *cartridge* beraneka, seperti: katun, wool, rayon, selulosa, fiberglass, polypropilen, dll (Agustina, 2006).

Adapun air yang digunakan untuk penelitian ini adalah air reservoir (tangki penampung) Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang digunakan untuk keperluan praktikum. Berdasarkan hal tersebut maka akan dilakukan penelitian lebih lanjut yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi laju alir, tekanan operasi dan melakukan peninjauan terhadap kinerja membran pada unit mikrofiltrasi dan *reverse osmosis* terhadap kualitas produk air minum isi ulang yang dihasilkan sehingga menghasilkan kualitas produk yang lebih optimal.

Parameter utama yang digunakan dalam penilaian kinerja membran filtrasi adalah fluks dan rejeksi. Fluks adalah jumlah volume permeat yang diperoleh pada operasi membran per satuan waktu per luas permukaan membran (Wenten, 1999). Fluks dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$J_v = \frac{V}{A \cdot t} \quad (\text{Mulder, 1996})$$

Keterangan:

J_v = fluks volume (L/m².jam)

A = luas permukaan membran (m²)

t = waktu (jam)

V = volume permeat (L)

Selektivitas membran (rejeksi) merupakan ukuran kemampuan membran untuk memisahkan komponen tertentu dari aliran umpan (Wenten, 1999). Selektivitas membran dinyatakan sebagai berikut:

$$R (\%) = \frac{C_{\text{umpan}} - C_{\text{permeat}}}{C_{\text{umpan}}} \times 100\% \quad (\text{Mulder, 1996})$$

Keterangan:

R = persentase rejeksi

C_{umpan} = konsentrasi partikel dalam umpan

C_{permeat} = konsentrasi partikel dalam permeat

2. METODOLOGI

Pendekatan Fungsional

Pada pendekatan fungsional ini rancangan alat pengolahan air minum dari air reservoir memiliki beberapa komponen dengan fungsinya masing – masing yaitu:

1. Filter multimedia

Filter multimedia ini berfungsi sebagai *pre-treatment* air umpan untuk mengurangi bahkan

menghilangkan kekeruhan, bau, warna, besi atau mangan yang masih terkandung dalam air umpan yang digunakan.

2. Mikrofilter

Fungsi dari mikrofilter adalah untuk menghilangkan material seperti pasir, lumpur, tanah liat atau bahan organik dari air. Mikrofilter ini mempunyai ukuran 1 μm dan 5 μm .

3. Filter Ultrafiltrasi

Fungsi utama dari membran UF ini adalah untuk menyaring total suspended solid (TSS). Kemampuan membran ultrafiltrasi dalam menyaring tss sampai 99%. Ultrafiltrasi membran juga banyak digunakan sebelum sistem reverse osmosis.

4. Booster Pump

Booster Pump dipasang pada rangkaian RO yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan. Dengan peningkatan tekanan booster pump mampu meningkatkan rejeksi dan laju alir produk.

5. Rangkaian Reverse Osmosis

Reverse osmosis dengan ukuran membran 0,0001 mikron dapat memisahkan komponen-komponen yang tidak diinginkan seperti komponen organik, non organik, bakteri, virus, partikulat, serta ion atau garam terlarut. Terdiri dari filter sedimentasi 1 μm dan 5 μm , *granular activated Carbon* dan karbon blok (CTO).

6. CTO Carbon (Colour Taste Odor)

CTO Carbon filter umumnya digunakan sebagai pre filter dan juga sebagai post filter sistem pengolahan air minum. CTO Carbon filter menghilangkan rasa tidak sedap, bau, dan warna dari air minum, mengurangi zat organik, pestisida, dan kimia lainnya dari dalam air.

7. Filter ORP Alkaline

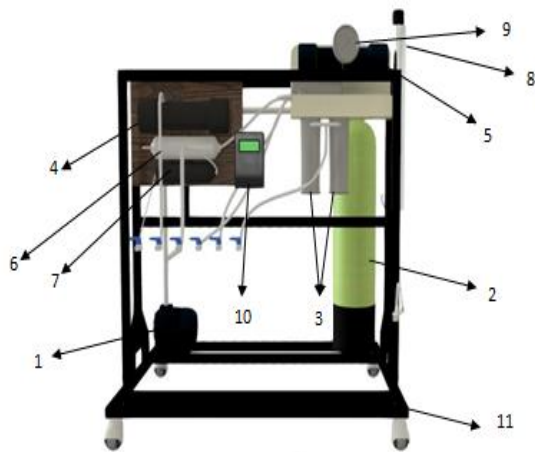
Berfungsi untuk menaikkan pH dan untuk memperbaiki rasa air setelah keluar dari RO dan mengurangi zat-zat yang mengandung racun di dalam tubuh.

8. Lampu Ultraviolet

Lampu Ultraviolet memancarkan sinar radiasi yang berfungsi untuk membunuh kuman, virus, dan protozoa di dalam air sehingga air aman untuk dikonsumsi.

Pendekatan Desain Struktural

Pada pendekatan fungsional ini rancangan alat pengolahan air minum dari air reservoir dengan berbagai komponen penyusunnya yang dapat di lihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Alat Pengolahan Air Minum dari Air Reservoir

Keterangan:

1. Pompa Umpan
2. Multimedia Filter
3. Mikrofilter
4. Ultrafilter
5. Reverse Osmosis
6. CTO filter (Colour Taste Odor)
7. Filter alkali
8. Ultraviolet
9. Pressure Gauge
10. Flowmeter Display
11. Kerangka alat

Prosedur Penelitian

Penelitian tersebut akan dilakukan melalui perancangan yang dilanjutkan dengan pengoperasian dan pengujian yang dilakukan secara eksperimental untuk mengetahui kinerja alat pengolahan air minum yang layak konsumsi. Tahapan umum penelitian ini yaitu :

Pengoperasian alat pengolahan air minum (pengambilan sampel)

Mengambil sampel umpan untuk dianalisa kondisi awal air sebelum dilakukan pengolahan pada mikrofilter dan membran RO. Setelah itu memastikan semua peralatan sudah terhubung dan siap dioperasikan dengan katup aliran produk air minum dalam kondisi terbuka. Selanjutnya menghidupkan alat dengan menekan *switch on*, memvariasikan laju alir (1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 L/menit) pada proses mikrofiltrasi dan variasi tekanan operasi (2; 2,5; 3; 3,5; 4 Bar) untuk melakukan filtrasi dengan membran RO. Mengambil sampel air hasil olahan pada mikrofilter dan RO untuk dianalisa kondisi akhir air setelah dilakukan pengolahan. Kemudian meletakkan galon atau wadah penampung untuk mendapatkan produk air minum. Alat akan bekerja secara kontinyu. Mematikan alat dengan menekan tombol *switch off* apabila sudah mendapatkan produk air minum.

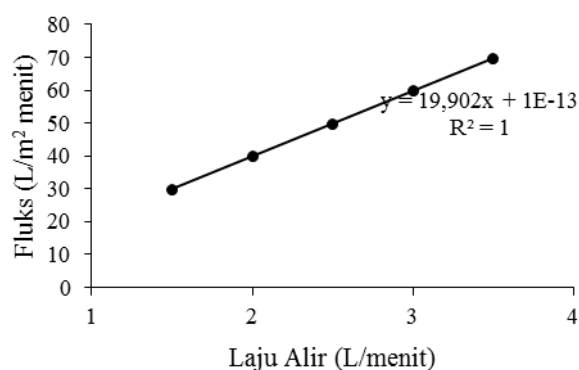
Pada penelitian ini dilakukan analisa parameter TDS, *turbidity*, *E.coli*, dan *Coliform*. Analisa TDS dilakukan menggunakan *Cyberscan Waterproof PCD 650*. Analisa *turbidity* dilakukan menggunakan *nefelometer* berdasarkan SNI 06-6989.25-2005. Analisa bakteri *Coliform* dan *E.Coli* dilakukan menggunakan metode standar *American Public Health Association (APHA, 1989)*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui kinerja dari membran mikrofiltrasi dan RO, maka dilakukan analisa air sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi pada masing-masing membran tersebut, dimana parameter yang dianalisa adalah parameter TDS, *Turbidity*, *E Coli*, dan *Coliform*. Analisa ini dilakukan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Penanggulangan Penyakit Kelas I, Palembang. Dengan melakukan variasi laju alir sehingga diketahui pengaruh dari laju alir terhadap parameter-parameter yang dianalisa dan dapat diketahui kinerja membran mikrofiltrasi dan RO dari hasil fluks dan rejeksinya.

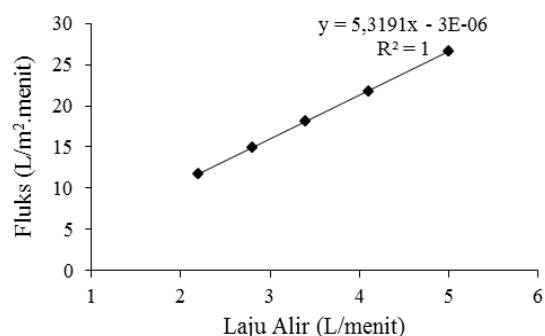
Pengaruh Laju Alir Terhadap Fluks

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan pengaruh laju alir terhadap fluks yang dihasilkan.



Gambar 2 Pengaruh Laju Alir Terhadap Fluks pada Mikrofiltrasi.

Dari Gambar 2 terlihat bahwa laju alir berbanding lurus dengan fluks aliran yang melewati filter mikrofiltrasi, semakin besar laju alirnya maka fluks yang dihasilkan semakin besar juga. Fluks tertinggi pada mikrofiltrasi terdapat pada laju alir 3,5 L/menit yang bernilai 69,6569 L/m² menit, dimana fluks merupakan jumlah volume permeat yang diperoleh pada operasi membran per satuan waktu per luas permukaan membran. Aliran yang semakin cepat menyebabkan banyaknya jumlah volume yang melewati filter MF per satuan waktu, hal tersebut yang menyebabkan laju alir berbanding lurus dengan nilai fluks yang dihasilkan, seperti yang dinyatakan oleh laju alir merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai fluks. Semakin tinggi laju alir maka semakin besar nilai fluks yang diberikan, karena semakin banyak partikel di permukaan membran yang dapat digerakkan oleh aliran umpan (Rahmatia, 2009).

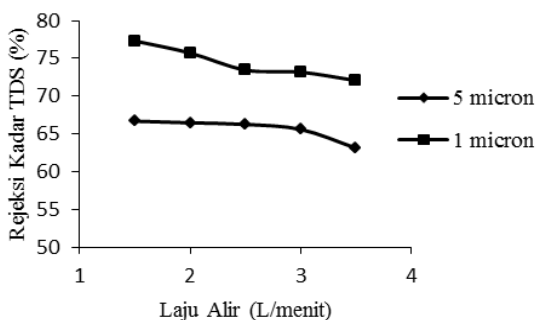


Gambar 3 Pengaruh Laju Alir Terhadap Fluks pada Reverse Osmosis.

Gambar 3 menunjukkan adanya peningkatan fluks seiring dengan peningkatan laju alir. fluks tertinggi pada RO dengan laju alir 5 L/menit, tekanan 4 bar sebesar 26,5957 L/m²menit. Penelitian yang dilakukan oleh Armedi dan Marina, 2008 menunjukkan bahwa fluks yang dihasilkan sebesar 43,14 L/m²menit dengan laju alir 6 L/menit dan tekanan operasi 7 bar. Fluks permeat di sepanjang membran memiliki hubungan langsung dengan tekanan dan laju alir umpan dimana semakin besar laju alir yang digunakan, maka volume fluida yang melewati membran akan meningkat sehingga terjadi peningkatan fluks. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cheryan, 1986 bahwa fluks berbanding lurus dengan laju alir dan tekanan operasi. Dengan konsentrasi yang sama, yang berarti tekanan osmotik juga tidak berubah, namun pemberian laju alir dan tekanan operasi terhadap air umpan semakin meningkat, menyebabkan perbedaan tekanan operasi yang diberikan dengan tekanan osmotik menjadi semakin besar, hal ini yang menyebabkan gaya dorong yang terjadi pada air yang melalui membran semakin besar, yang berdampak pada semakin besarnya fluks permeat yang dihasilkan.

Pengaruh Laju Alir Terhadap %Rejeksi TDS

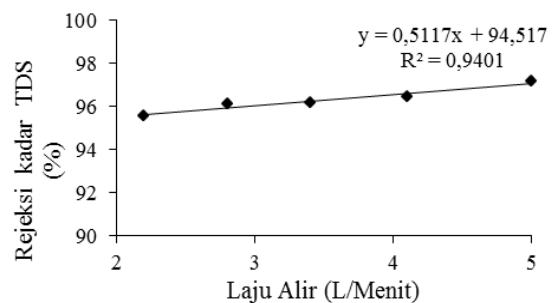
Berikut adalah gambar yang memperlihatkan grafik pengaruh laju alir terhadap % rejeksi kadar TDS pada proses mikrofiltrasi dan RO.



Gambar 4 Pengaruh Laju Alir terhadap %Rejeksi TDS pada Mikrofiltrasi.

Total Dissolved Solids (TDS) atau Padatan Terlarut Total adalah bahan-bahan terlarut dan koloid yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain. Air dengan TDS tinggi memiliki rasa yang buruk atau tidak enak. Selain itu, perubahan konsentrasi TDS dapat berbahaya karena berhubungan dengan massa jenis air. Jika konsentrasi terlalu tinggi kejernihan air akan menurun (Effendi,

2003). Oleh karena itu digunakan mikrofilter untuk menurunkan kadar TDS dalam air dengan melakukan variasi laju alir yang digunakan, Gambar 4 menunjukkan bahwa penurunan kadar TDS paling tinggi pada mikrofiltrasi dihasilkan dari laju alir 1,5 L/menit yaitu pada filter MF 1 micron yang mampu menurunkan kadar TDS sebesar 77,31%, sedangkan penurunan kadar TDS paling rendah dihasilkan dari laju alir 3,5 L/menit yaitu pada filter MF 5 micron yang mampu menurunkan kadar TDS sebesar 63,12%. Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi laju alir air maka semakin rendah penurunan kadar TDS-nya. Hal tersebut juga dinyatakan oleh Kholif dkk., 2018 bahwa semakin tinggi debit aliran, semakin rendah penurunan kadar TDS-nya, dikarenakan semakin kecil debit aliran, maka semakin lama waktu kontak antara air baku dengan media, sehingga semakin besar efektivitas penurunan TDS, dimana dalam penelitian yang telah dilakukan Kholif dkk., 2018 didapatkan laju alir optimum 1 L/menit dengan penurunan kadar TDS sebesar 64%.



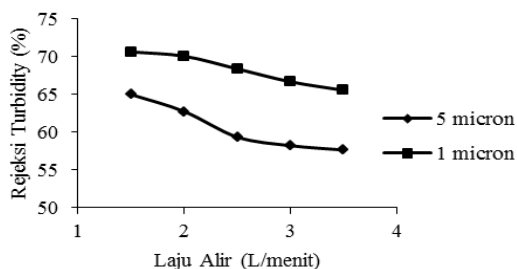
Gambar 5 Pengaruh Laju Alir terhadap % Rejeksi TDS pada RO.

Perbedaan laju alir yang terjadi disetiap variasi bukaan katup mempengaruhi rejeksi TDS dalam air. Tekanan akan berbanding lurus dengan laju alir pada proses RO sehingga hal ini menyebabkan adanya dorongan yang membuat air menerobos membran. Dari Gambar 5, hasil %rejeksi TDS (total dissolved solid) optimum berada pada tekanan operasi 4 bar laju alir 5 L/menit dengan % rejeksi sebesar 97,19%. Dapat dijelaskan bahwa kemampuan penyisihan kadar TDS dipengaruhi oleh laju alir dan tekanan operasi. Apabila tekanan besar hal ini menyebabkan adanya gaya dorong pada zat-zat terlarut di dalam air untuk berdifusi melalui membran sehingga persen rejeksi yang dihasilkan menjadi lebih besar karena zat-zat yang terlarut tersebut tertahan pada permukaan membran. Apabila tekanan yang diberikan pada membran terlalu rendah maka partikel-partikel yang disisihkan membran hanya sedikit sehingga penyisihan TDS meningkat. Pada debit air buangan akan semakin kecil apabila tekanan operasi semakin tinggi, sebaliknya debit air buangan akan semakin tinggi jika tekanan operasi semakin rendah. Pada Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Sastra dkk, 2016 bahwa laju alir dan tekanan operasi sangat mempengaruhi rejeksi TDS karena perbedaan tekanan operasi dengan tekanan air umpan sebelumnya, koefisien rejeksi TDS optimum yang di dapat adalah 91,26% pada tekanan 8 bar dengan air payau sebagai umpan. Apabila tekanan terlalu tinggi dan laju alir semakin

besar hal tersebut akan merusak membran dan menurunkan efektivitas membran terhadap %rejeksi TDS yang dihasilkan (Sastra, dkk.,2016).

Pengaruh Laju Alir Terhadap % Rejeksi Kekeuhan (*Turbidity*)

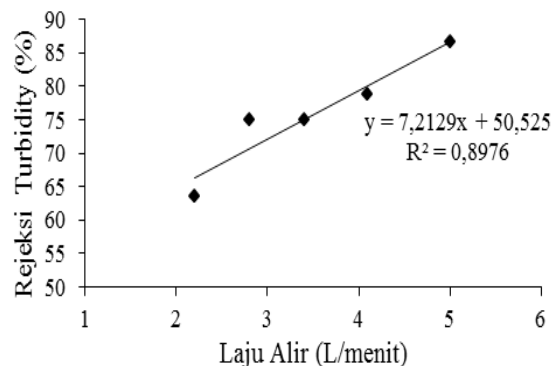
Pengaruh laju alir umpan terhadap % rejeksi kekeuhan yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6 Pengaruh Laju Alir terhadap % Rejeksi Kekeuhan pada Mikrofiltrasi.

Turbidity (kekeuhan) air dapat disebabkan oleh partikel-partikel tersuspensi di dalam air yang menyebabkan air terlihat keruh, kotor, bahkan berlumpur. Bahan-bahan yang menyebabkan air keruh antara lain tanah liat, pasir, dan lumpur. Pada Gambar 6 terlihat bahwa rejeksi *turbidity* semakin kecil seiring dengan besarnya laju alir yang digunakan karena tingginya laju alir akan mendorong partikel pengotor dalam air melewati membran mikrofiltrasi sehingga *turbidity* dalam air yang dihasilkan tinggi. Baik menggunakan filter MF dengan pori 5 micron maupun 1 micron, laju alir yang paling baik digunakan adalah 1,5 L/menit karena memiliki nilai rejeksi *turbidity* paling tinggi yaitu 70,62% pada filter MF 1 dan 64,97% pada filter MF 5. Besarnya nilai *turbidity* juga dipengaruhi oleh tingginya TDS dalam air yang dapat menyebabkan air menjadi keruh karena mengandung padatan terlarut yang tidak berhasil tertahan oleh membran mikrofiltrasi akibat tingginya laju alir yang digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh Karuniastuti, 2008 yang menggunakan air baku dari PDAM dengan mikrofilter lilitan kain dan penambahan zeolit menghasilkan efisiensi penurunan parameter kekeuhan sebesar 95,35% yang disebabkan oleh sifat zeolit sebagai adsorben yang baik karena sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul yang memiliki struktur berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya.

Pengaruh laju alir umpan terhadap % rejeksi kekeuhan pada RO yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini.

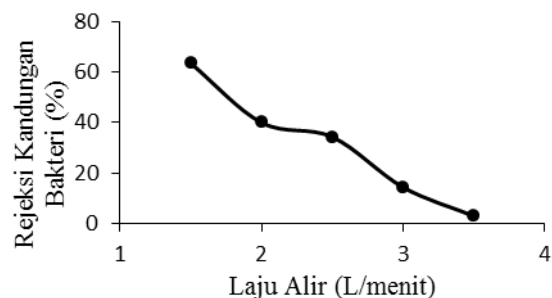


Gambar 7 Grafik Pengaruh Laju Alir terhadap % Rejeksi Kekeuhan pada RO.

Variasi laju alir umpan yang digunakan pada percobaan ini memberikan pengaruh yang signifikan terhadap % rejeksi kekeuhan yang dihasilkan pada proses pengolahan air menggunakan membran RO. Dapat dilihat pada Gambar 7 bahwa laju alir terbesar atau optimum yaitu 5L/menit yang mampu merejeksi kekeuhan hingga 86,54%. Hal ini disebabkan karena untuk melewati membran membutuhkan dorongan (tekanan tinggi) dan laju alir yang besar sehingga umpan dapat menerobos membran dan padatan yang akan tertahan pada permukaan membran. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Nanik, 2005 didapatkan tekanan optimum sebesar 7,5 bar dengan laju alir 5,5 L/menit yang mampu merejeksi 90,21% kekeuhan pada air PDAM sebagai umpan.

Pengaruh Laju Alir Terhadap % Rejeksi Bakteri *E.coli* dan *Coliform*

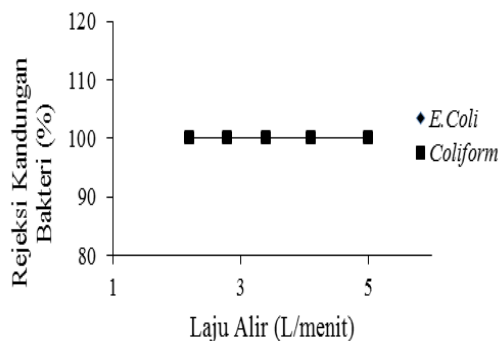
Adapun pengaruh laju alir umpan terhadap % rejeksi bakteri *E.coli* dan *Coliform* yang dihasilkan dapat di lihat pada Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8 Pengaruh Laju Alir terhadap % Rejeksi Bakteri *E.coli* dan *Coliform* pada Mikrofiltrasi.

Pada hasil analisa yang dilakukan di BTKL PP kelas I Palembang didapatkan hasil pengujian bakteri *E.coli* dan *Coliform* dengan jumlah yang sama sehingga menghasilkan grafik pengaruh laju alir terhadap rejeksi *E.coli* dan *Coliform* yang sama. Dari Gambar 8 diketahui bahwa laju alir berbanding terbalik dengan rejeksi bakteri *E Coli* dan *Coliform*, dimana semakin tinggi laju alir maka rejeksi bakterinya akan semakin rendah, begitu juga sebaliknya. Dari gambar tersebut juga terlihat bahwa pada laju alir 3,5 L/menit menghasilkan rejeksi bakteri yang paling rendah yaitu 2,85% dan yang paling tinggi terdapat pada laju alir 1,5 L/menit dengan rejeksi bakteri 63,57%, hal ini menunjukkan bahwa filter MF dengan ukuran pori 1 dan 5 mikron kurang efektif untuk menghilangkan bakteri, karena

bakteri *E.coli* dan *Coliform* memiliki ukuran yang lebih kecil dari ukuran pori membran mikrofiltrasi yang digunakan sehingga bakteri tersebut berhasil lolos melalui membran mikrofiltrasi. Bakteri *E.coli* memiliki ukuran 1-1,5 μm x 2,0-6,0 μm dan *Coliform* memiliki ukuran 0,5x0,3 μm (Nurtsani, 2018).



Gambar 9 Pengaruh Laju Alir terhadap % Rejeksi Bakteri *E.coli* dan *Coliform* pada RO.

Berdasarkan hasil pemeriksaan bakteriologis pada RO, jumlah bakteri dari kelima sampel dengan laju alir berbeda menunjukkan bahwa tidak ada lagi (0 MPN/100 mL) kandungan bakteri yang terdapat di produk RO. Dapat dilihat pada Gambar 9 bahwa efektivitas membran untuk merejeksi bakteri *E.Coli* dan *Coliform* sebesar 100%. Hal ini dapat terjadi karena bakteri *E.coli* dan *Coliform* memiliki ukuran yang lebih besar dari ukuran pori membran RO sehingga bakteri tersebut dapat tertahan pada permukaan membran. Bakteri *E.Coli* memiliki ukuran 1-1,5 μm x 2,0-6,0 μm dan *Coliform* memiliki ukuran 0,5x0,3 μm (Nurtsani, 2018) sedangkan pori membran RO adalah 0,0001 μm . Artinya produk keluaran RO sudah memenuhi standar dari Permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 yaitu bakteri *E.coli* dan *Coliform* harus 0 jumlah bakteri/ 100 ml sampel.

Dalam proses produksi air minum ini, RO bekerja secara maksimal karena adanya filter-filter sebelum RO sehingga RO secara efektif menyisihkan bakteri yang melewati membran. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mardiatin dan Purwoto, 2014 Efisiensi membran RO dalam merejeksi bakteri *E.Coli* sebesar 91% dengan jumlah bakteri *E.Coli* yang tersisa sebesar 8 kol/ml sedangkan pada proses pengolahan ini terdapat mikrofiltrasi yang memiliki fungsi yang sama dengan RO (hanya saja beda ukuran pori) yaitu untuk menyisihkan bakteri dan kontaminan lainnya yang terdapat di dalam air, apabila bakteri dan kontaminan lainnya masih lolos melewati mikrofilter, maka dapat dihilangkan dengan menggunakan RO, adanya filter tersebut mengurangi beban RO dan menyempurnakan kinerja RO sehingga umur pemakaian RO lebih panjang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat pengolahan air reservoir menjadi air minum isi ulang dengan berbagai filter dan membran telah menghasilkan air minum isi ulang yang telah memenuhi syarat dari PERMENKES 2010.
2. Kinerja filter mikrofiltrasi ini ditentukan dari nilai fluks dan rejeksinya. Fluks tertinggi sebesar 69,65 L/m² menit terdapat pada proses filtrasi yang menggunakan laju alir tertinggi yaitu 3,5 L/menit yang menyatakan banyaknya produk yang dihasilkan, sedangkan % rejeksi yang paling tinggi yaitu sebesar 63-78% pada laju alir 1,5 L/menit, dimana % rejeksi ini menunjukkan kemampuan selektivitas dari membran yang digunakan.
3. Kinerja *Reverse Osmosis* ini juga ditentukan dari nilai fluks dan rejeksinya. Tekanan optimum yang didapat adalah 4 bar, laju alir 5,0 L/menit dengan fluks sebesar 26,5957 L.m²/menit dan efektivitas membran RO untuk merejeksi TDS adalah 97,18% dan kekeruhan 85,71%. Tidak terdapat bakteri *E.coli* dan *Coliform* pada produk RO dengan % rejeksi bakteri sebesar 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S. (2006). Teknologi Membran Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri. *Jurnal Bulletin Penelitian*, 28.
- American Public Health Association. 1989. *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater*. 17th ed. Washington D. C.
- Armedi, P., dan Marina A. 2008. *Kinerja Membran Reverse Osmosis Terhadap Rejeksi Kandungan Garam Air Payau Sintetis*. Pekanbaru: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). Sni 06-6989.25-2005 Tentang Cara Uji Kekeruhan Dengan Nefelometer.
- Cheryan, M. 1986. *Ultrafiltration Handbook*. Technomic Publishing Co. Inc Lancaster.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius
- Iso 9001. (2014). *Integrated Instruction Manual Wp 600 Series Meters*.
- Karuniastuti, N. (2008). Pengaruh Mikrofilter Lilitan Kain Terhadap Kualitas Air Dari Pdam Cepu Ditinjau Dari Parameter Kekeruhan, Warna Dan Zat Organik, 02(1).
- Kholif, M. Al, Ma'fuddin, T. Y., dan Widyastuti, S. (2018). Tingkat Penyisihan Cemar Air Sungai Menggunakan Coagulant Aid, Sediment Polypropylene, Dan Manganese. *Jurnal Waktu*, 16, 1-8.
- Mahardani, N. S., dan Kusuma, F. H. (2002). *Pengolahan Air Baku Menjadi Air Minum Dengan Teknologi Membran Mikrofiltrasi Dan Ultrafiltrasi*, 1-13.

- Mardiatin, P., dan Purwoto, S. (2014). Penurunan Kandungan Bakteri *Escherichia Coli* Dan Timbal Pada Air Bersih Menggunakan Membran Reverse Osmosis. *Jurnal Teknik Waktu*, 12(1), 65–70.
- Mulder M. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*. Nederland: Kluwer Academic Publishers.
- Nanik, R. 2005. *Peningkatan Kualitas Air Minum Menggunakan Membran Reverse Osmosis*. Jawa Timur: Staff Pengajar Teknik Lingkungan FSP-UPN.
- Nurtsani, R. 2018. *Analisis Bakteri Patogen Escherichia coli dan Coliform Pada Tiram (Crassostrea sp.) Yang Berasal Dari Perairan Laut Kecamatan Barru*. Makassar: Universitas Hassanudin.
- Permenkes. 1990. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 416 /Menkes/Per/Ix/1990 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air, 1 – 10.
- Permenkes. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492/Menkes/ Per/ 1v/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, (492).
- Rahmatia, A. (2009). *Alginat Dari Bakteri Pseudomonas Aeruginosa*. Institut Pertanian Bogor.
- Said, N. I. (2009). Uji Kinerja Pengolahan Air Siap Minum Dengan Proses Biofiltrasi, Ultrafiltrasi Dan Reverse Osmosis (Ro) Dengan Air Baku Air Sungai. *Jurnal Air Indonesia*, 5(2), 144–161.
- Said dan Wahjono. 2005. *Pengolahan air menggunakan multimedia filter, filter cartridge 5 dan Ultraviolet*. Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Sapparudin. 2010. *Pengolahan Air Minum Dalam Kemasan Teknologi Reverse Osmosis*. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Sastra, S. G., Jhon, A. P., dan Rozzana, S. 2016. *Pengaruh Kombinasi Proses Pretreatment (Koagulasi-Flokulasi) dan Reverse Osmosis pada Air Payau*. Riau: Universitas Riau.
- William, M.E.2003. *A Brief Review of Reverse osmosis Membrane Technology*. EET Corporation and Williams Engineering Services Company.
- Wenten, I. G. (1999). *Teknologi Membran Industrial*. Bandung: Institut Teknologi Bandung