

## STUDI PENGOLAHAN AIR BUANGAN IPAL INDUSTRI RUMPUT LAUT MENJADI AIR PROSES

Sri Wahyuni dan Prayitno

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia  
01.sri.wahyuni.0606@gmail.com ; [prayitno@polinema.ac.id]

### ABSTRAK

Pada industri pengolah rumput laut menjadi produk *Alkali Treated Cottonii Chips* (ATCC) akan dihasilkan suatu limbah cair, dimana limbah cair selanjutnya diolah dalam suatu IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) hingga memenuhi baku mutu. Namun demikian, volume air limbah yang sangat besar tersebut belum dilakukan pemanfaatan kembali (*reuse*), sedangkan kebutuhan air untuk proses produksi sangat besar. Air proses diperoleh dari air tanah melalui proses pengeboran, dimana proses pengeboran air tanah tersebut membutuhkan biaya yang cukup besar. Pengambilan air tanah secara terus menerus juga dapat mengganggu ekosistem air tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk pemanfaatan air buangan (*effluent*) IPAL menjadi air proses melalui proses adsorpsi dan mikrofiltrasi. Penelitian dilakukan dengan cara mengalirkan air buangan (*effluent*) IPAL ke dalam kolom adsorpsi yang berisi karbon aktif dan membran filtrasi. Variabel yang digunakan antara lain: berat adsorben 20 kg dan 25 kg dan ukuran mikrofiltrasi 5  $\mu\text{m}$  dan 10  $\mu\text{m}$ . Sedangkan parameter yang diukur adalah pH, *turbidity*, bau, rasa, warna, besi, mangan dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada berat adsorben 25 kg, diperoleh penurunan kadar kontaminan sebesar TDS (51,30%), *turbidity* (81,19%), kesadahan (26,71%), besi terlarut (95,43%), mangan (95,531%), pH 7, tidak berasa, tidak berwarna dan tidak berbau. Sedangkan hasil akhir air olahan *effluent* IPAL menggunakan media adsorpsi berat 25 kg dan ukuran membrane filtrasi 5  $\mu\text{m}$  diperoleh persen penurunan TDS (26,9%), kesadahan (13,76%), kekeruhan (28,09%), besi (74,98%), mangan (78,16%), tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, dan pH netral.

**Kata kunci:** adsorpsi, air buangan, air proses, membran filtrasi, mikrofiltrasi

### ABSTRACT

*In the seaweed processing industry into Alkali Treated Cottonii Chips (ATCC) products, liquid waste will be produced, where liquid waste is then processed in a WWTP (Wastewater Treatment Plant) to meet quality standards. However, the very large volume of wastewater has not been reused, while the need for process water for the production process is very large. Process water is obtained from groundwater through the drilling process, where the groundwater drilling process requires considerable costs. Continuous groundwater extraction can also disrupt groundwater ecosystems. The purpose of the study was to utilize WWTP effluent into process water through adsorption and microfiltration processes. The study was conducted by draining WWTP effluent into the adsorption column containing activated carbon and filtration membrane. The variables used, among others: adsorbent weights of 20 kg and 25 kg and microfiltration sizes of 5  $\mu\text{m}$  and 10  $\mu\text{m}$ . While the parameters measured are pH, turbidity, odorless, tasteless, colorless and Total Dissolved Solid (TDS). The experimental results showed that at an adsorbent weight of 25 kg, a decrease in contaminant levels by TDS (51,30%), turbidity (81,19%), hardness (26,71%), dissolved iron (95,43%), manganese (95,531%), pH 7, tasteless, colorless and odorless. While the final result of WWTP effluent treated water using adsorption media weighing 25 kg and filtration membrane size of 5  $\mu\text{m}$  obtained percent decrease in TDS 26,9%, hardness (13,76%), turbidity (28,09%), iron (74,98%), manganese (78,16%), tasteless, odorless, colorless, and neutral pH.*

**Keywords:** adsorption, wastewater, process water, membrane filtration, microfiltration

## 1. PENDAHULUAN

*Alkali Treated Cottoni Chips* merupakan produk olahan rumput laut setengah jadi yang dihasilkan oleh PT. Industri Pengolahan Rumput Laut. Dalam proses pengolahan rumput laut menjadi produk ATCC dengan menggunakan proses alkali akan dihasilkan limbah cair yang memiliki karakteristik sebagai berikut: pH 12 - 13, kandungan senyawa organik tinggi, kadar kalium 1% - 7% [1]. Volume limbah cair yang dihasilkan dalam proses produksi rata-rata sebesar 150 - 200 m<sup>3</sup> per hari. Pada sisi lain, untuk proses produksi ATCC membutuhkan air proses, dimana air proses digunakan dalam proses pencucian, perebusan, pembilasan dan air umpan boiler. Kebutuhan air proses untuk proses produksi rata-rata sebesar 125 – 175 m<sup>3</sup> per hari. Air proses diperoleh dari air tanah sumur bor yang berlokasi di sekitar pabrik, dimana untuk mendapatkan air proses tersebut dibutuhkan biaya operasional yang cukup besar, antara lain untuk biaya listrik, biaya perizinan hingga biaya investasi pompa. Selain itu terdapat pajak air tanah yang harus dibayarkan oleh wajib pajak atas pengambilan dan pemanfaatan air tanah dalam jumlah besar. Pajak yang ditetapkan yaitu sebesar 20% dari pendapatan wajib pajak sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2022. Selain itu pengambilan air tanah dalam jumlah besar secara terus menerus dapat berakibat pada penurunan kualitas lingkungan, baik dalam bentuk penurunan permukaan tanah, tanah longsor dan ketidakseimbangan distribusi pemakaian air tanah. Proses menggunakan daur ulang air limbah merupakan salah satu alternatif yang banyak mendapat perhatian di banyak negara di dunia.

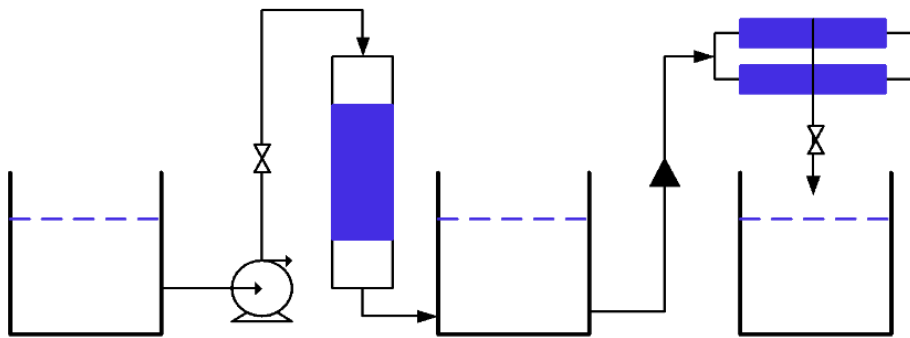
Penelitian yang telah dilakukan oleh Husaini, dkk (2020) menyatakan bahwa pH air setelah diolah menggunakan metode adsorpsi dan filtrasi mengalami peningkatan. Sampel awal pHnya 4 setelah di adsorpsi selama 120 menit menjadi 6,7. Tingkat kesadahan air mengalami penurunan dari 560 menjadi 208 dengan penurunan 62,85% [2]. Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif menurut Khairunnisa (2017) dapat menurunkan kadar COD 88,52%, warna 90,99% [3]. Penelitian yang telah dilakukan M. Sintya (2021) menyatakan kualitas air payau mengalami penurunan kontaminan sebesar TDS 38,77%, kesadahan 52,12%, dan klorida 47,38% [4].

Pengolahan air limbah menggunakan teknologi membran dinilai memiliki nilai efisien yang tinggi. Proses pemisahan dengan membran dimungkinkan karena membran dapat memindahkan satu komponen lebih cepat dibandingkan dengan komponen lainnya berdasarkan perbedaan sifat fisik dan kimia membran dan komponen yang akan dipisahkan. Penelitian yang telah dilakukan oleh Meidinariasty, dkk (2019) menyatakan bahwa kontaminan yang ada pada air reservoir dapat dihilangkan dengan metode membran filtrasi dan reverse osmosis, dimana proses membran filtrasi ini dapat menurunkan kontaminan sebesar TDS (77,31%), kekeruhan (70,62%), E.coli dan coliform (63,57%)[5]. Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut dilakukan penelitian proses daur ulang air *effluent* IPAL menggunakan metode AMFIL yang menggabungkan antara proses adsorpsi dan membran filtrasi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi pemanfaatan air buangan (*effluent*) IPAL menjadi air proses dengan menggunakan proses adsorpsi dan membran filtrasi. Selanjutnya dilakukan kajian tentang pengaruh berat adsorben dan ukuran membran filtrasi terhadap penurunan konsentrasi beberapa parameter yang ada dalam air proses. Pengolahan *effluent* IPAL menjadi air proses diharapkan dapat berkontribusi dalam menjaga keseimbangan lingkungan dengan mengurangi penggunaan air bersih skala besar dan dapat mengurangi biaya pengadaan air proses.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian pengolahan air buangan (*effluent*) menjadi air proses dilakukan dengan metode kuantitatif, menggunakan media adsorpsi dan membran filtrasi untuk mendapatkan air proses yang sesuai dengan standar baku mutu air proses yang telah ditetapkan perusahaan sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI No.32 Tahun 2017.

Penelitian ini dilakukan secara sistem kontinu dengan menggunakan alat yang telah didesain skala *pilot plant*. Bahan utama dalam penelitian ini adalah *effluent* PT. Industri Pengolahan Rumput Laut, adsorben yang digunakan adalah karbon aktif komersial yang telah diaktifkan, dan membran filtrasinya menggunakan *cartridge filter*. Tahapan penelitian terdiri dari tahap persiapan alat dan bahan, proses adsorpsi, proses membran filtrasi dan proses analisis. Alat AMFIL dirancang sebagai berikut.



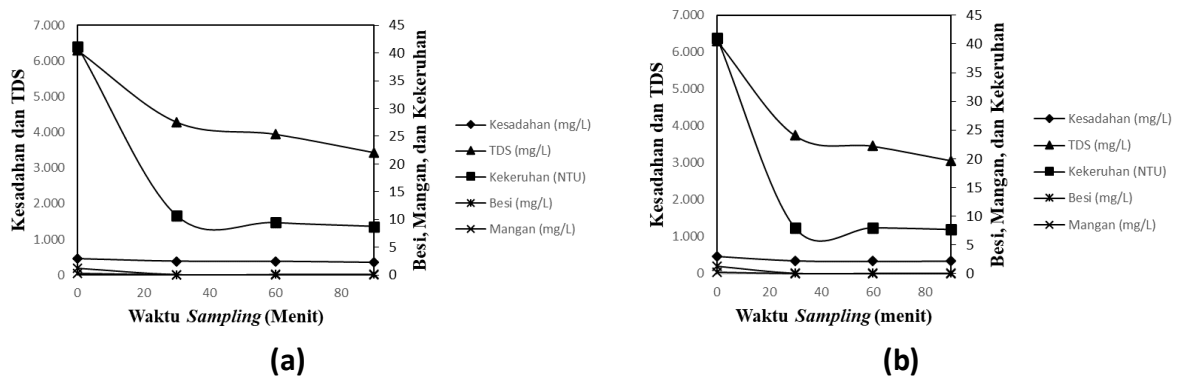
**Gambar 1.** Sketsa peralatan percobaan AMFIL

Tahap persiapan dilakukan dengan mengisi kolom adsorpsi dengan karbon aktif komersial yang telah diaktifkan sesuai variabel yakni sebanyak 20 kg atau 25 kg dengan ukuran 5 mesh. Menyiapkan membran filtrasi *cartridge filter* dengan panjang 10 inch dan ukuran pori 5  $\mu\text{m}$  atau 10  $\mu\text{m}$ . Dilanjutkan *sampling inlet* yang akan digunakan. *Inlet* di bak penampung diumpangkan menuju kolom adsorpsi yang telah terisi karbon aktif 20 kg atau 25 kg, setelah itu dilakukan *sampling* dengan interval waktu 0, 30, 60, dan 90 menit. Air keluaran kolom adsorpsi diumpangkan menuju membran filtrasi yang berukuran pori 5  $\mu\text{m}$  atau 10  $\mu\text{m}$ , selanjutnya dilakukan *sampling* air hasil olahan AMFIL dengan interval waktu 0, 30, 60, dan 90 menit.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan utama dalam penelitian ini adalah *effluent* PT. Industri Pengolahan Rumput Laut, adsorben yang digunakan adalah karbon aktif komersial yang telah diaktifkan, dan membran filtrasinya menggunakan *cartridge filter*. Pengolahan air buangan (*effluent*) menjadi air proses dilakukan dengan metode kuantitatif dengan tujuan mendapatkan air proses yang sesuai dengan standar baku mutu air proses yang telah ditetapkan perusahaan sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI No.32 Tahun 2017. Media adsorben yang digunakan untuk mengisi kolom adsorpsi adalah karbon aktif komersial dengan berat 20 kg atau 25 kg ukuran 5 mesh. Sedangkan membran filtrasi *cartridge filter* ukuran pori 5  $\mu\text{m}$  atau 10  $\mu\text{m}$  dengan panjang 10 inch.

### 3.1 Pengaruh Berat Adsorben terhadap Penurunan Kadar Kontaminan



Gambar 2. Pengaruh berat adsorben terhadap penurunan TDS (a) berat 20 (b) berat 25

#### ▪ Pengaruh Berat Adsorben pada Parameter TDS

*Effluent* yang telah diuji konsentrasi awalnya dipompa menuju kolom adsorpsi dengan variasi variabel berat adsorben 20 kg dan 25 kg. Gambar 2 (a) menunjukkan pengaruh berat adsorben 20 kg, sedangkan gambar 2 (b) menunjukkan pengaruh berat adsorben 25 kg. Nilai TDS berdasarkan kedua grafik tersebut cenderung mengalami penurunan. Penurunan terbesar terdapat pada berat adsorben 25 kg waktu *sampling* 90 menit dengan nilai TDS mula – mula 6298 mg/L menjadi 3067 mg/L dengan persen penurunan 51,30%. Hal ini menunjukkan semakin berat adsorben yang digunakan semakin besar penurunan konsentrasi polutannya. Semakin banyak karbon aktif yang digunakan akan menyebabkan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan sehingga penurunan konsentrasi polutannya akan semakin maksimal [6].

#### ▪ Pengaruh Berat Adsorben pada Parameter Kesadahan

Metode analisa kesadahan yang digunakan adalah metode *kompleksometri* yang mengacu pada prosedur SNI 06-6989.12-2004. Kesadahan awal *effluent* IPAL sebelum dilakukan pengolahan metode AMFIL adalah 461,27 mg/L. Konsentrasi kesadahan pada kedua gambar tersebut cenderung mengalami penurunan secara konstan, penurunan terbesar terletak pada waktu kontak pada variabel berat adsorben 25 kg dengan persen penurunan 26,71%. Penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Husaini, dkk (2020), yang menyatakan bahwa air sumur yang telah diolah menggunakan metode filtrasi dan adsorpsi mengalami penurunan kesadahan dan menghasilkan pH netral. Dapat disimpulkan bahwa nilai konsentrasi kesadahan sebelum dan sesudah *treatment* sudah sesuai standar baku mutu air proses sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI No.32 Tahun 2017. Penurunan konsentrasi kesadahan terjadi karena adanya proses penyerapan ion – ion kalsium dan magnesium padatan [2].

#### ▪ Pengaruh Berat Adsorben pada Parameter Kekeruhan

Hasil analisa kekeruhan pada air keluaran kolom adsorpsi dengan berat adsorben 20 kg dan 25 kg. Penurunan konsentrasi kekeruhan terbaik terletak pada variabel berat 25 kg. Nilai *turbidity* sebelum *treatment* adalah 41,1 NTU menjadi 7,7 NTU dengan penurunan 81,19% setelah di adsorpsi. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Salsyabila Fanani & Prayitno (2023) dalam penelitiannya mengolah limbah rumput laut menggunakan kombinasi AF2B (*Aerated Fixed Film Biofilter*) dan adsorpsi granular [7]. Penurunan kadar kekeruhan setelah proses adsorpsi diakibatkan adanya gaya tarik menarik antar adsorben dengan adsorbat. Berat karbon aktif yang digunakan berbanding lurus

dengan jumlah partikel dan luas permukaan. Semakin banyak karbon aktif yang digunakan akan menyebabkan bertambahnya total luas permukaan dan jumlah pori yang digunakan [8]. Waktu kontak mempengaruhi proses adsorpsi, hasil optimum nilai konsentrasi kekeruhan terletak pada waktu kontak 90 menit. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin lama waktu kontak, akan semakin maksimal dalam penurunan konsentrasi polutan [9]. Berdasarkan standar baku mutu air proses sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI No.32 Tahun 2017 nilai kekeruhan *outlet* kolom adsorpsi sudah memenuhi air proses.

▪ **Pengaruh Berat Adsorben pada Parameter Besi dan Mangan**

Metode analisa kadar besi yang digunakan adalah Metode Analisa APHA 3120B.ed 23-2017 [10]. Kadar besi terlarut air *outlet* kolom adsorpsi dengan variasi berat adsorben 20 kg dan 25 kg mengalami penurunan secara konstan. Analisa besi terlarut ini dilakukan oleh Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta. Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif komersial mampu menurunkan kadar besi hingga 95%. Kadar besi terlarut dalam *inlet* awal sebelum masuk kolom adsorpsi adalah 1,252 mg/L menjadi 0,0572 mg/L. Karbon aktif mampu menyerap zat terlarut seperti besi, hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Sa'diyah, dkk (2022) [11]. Penelitian serupa dilakukan oleh Said (2005) pada pengolahan air minum domestik. Penurunan kadar besi terlarut dipengaruhi oleh berat adsorben yang digunakan [12]. Semakin berat karbon aktif yang digunakan semakin banyak pula penurunan ion logam, semakin banyak massa adsorben maka akan semakin baik penurunan besi terlarutnya [13].

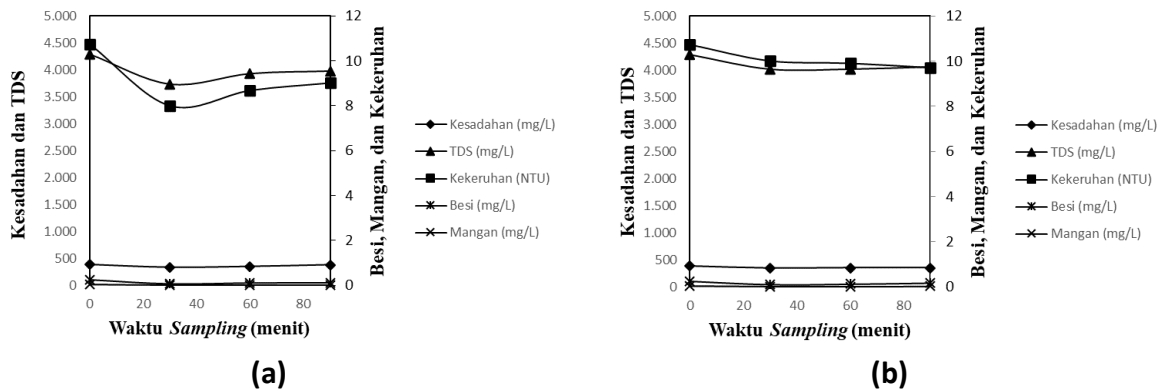
Metode analisa kadar mangan yang digunakan adalah Metode Analisis APHA 3120B.ed 23-2017 [10]. Analisa mangan terlarut ini dilakukan oleh Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta. PT. Industri Pengolah Rumput Laut merupakan industri pengolahan bahan organik hasil kekayaan laut yakni rumput laut, sehingga limbah yang dihasilkan minim kandungan mangan (Mn) terlarut. Kadar mangan awal sebelum diolah menjadi air proses 0,2551 mg/L. Nilai tersebut menunjukkan parameter mangan yang sudah sesuai baku mutu air proses. Kadar mangan terlarut air *outlet* kolom adsorpsi dengan variasi berat adsorben 20 kg dan 25 kg mengalami penurunan 95,53% secara konstan dengan nilai 0,0114 mg/L. Proses adsorpsi mampu menurunkan kadar mangan terlarut hingga 95,531% penurunan. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Trianah & Sani (2023) dalam menurunkan kadar besi dan mangan pada air sumur [14].

▪ **Pengaruh Berat Adsorben pada Parameter pH, suhu, rasa, dan warna**

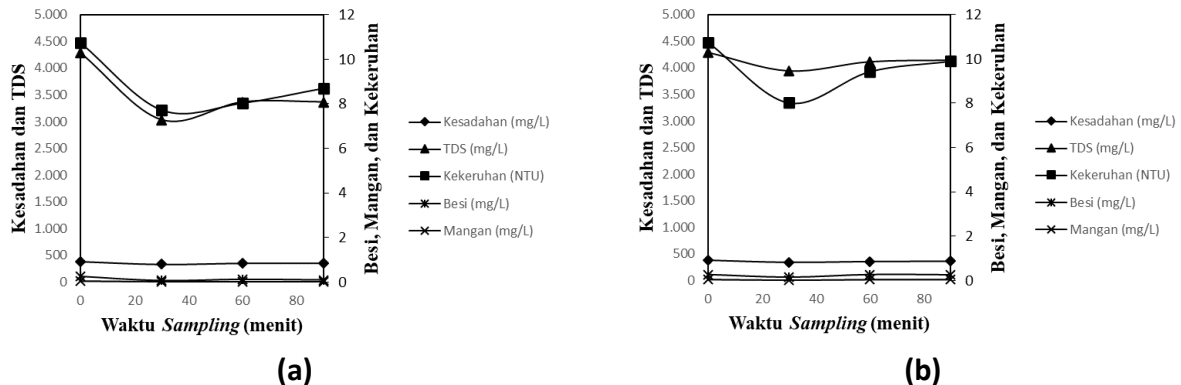
Derajat keasaman hasil analisa *outlet* kolom adsorpsi dengan berat 20 kg dan 25 kg menunjukkan pH netral, sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Safira, dkk (2022) pada pengolahan limbah rumput laut, penelitian tersebut menyatakan bahwa pH hasil analisa berada pada kisaran 6 – 9 [15]. Penelitian serupa dilakukan oleh Indah (2021) pada limbah rumput laut dengan nilai pH konstan 8,1 pada beberapa variabel konsentrasi yang digunakan [16]. Suhu *outlet* kolom adsorpsi berada dalam rentang 25 – 26,3° C, hasil analisa suhu tersebut mengindikasikan bahwa air tersebut berada dalam standar baku mutu air proses. Berdasarkan hasil uji *organoleptik* rasa, bau, dan warna, menunjukkan rasa tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak berbau. Penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Hasrianti & Nurasia (2016) [17].

### 3.2 Pengaruh Ukuran Membran Filtrasi Pada Penurunan Konsentrasi Polutan

*Outlet* (air keluaran) kolom adsorpsi diumpungkan menuju membran filtrasi ukuran 5  $\mu\text{m}$  atau 10  $\mu\text{m}$  dengan panjang 10 inch secara kontinu untuk mendapatkan penurunan konsentrasi polutan secara maksimal. Rangkaian pengolahan *effluent* IPAL menjadi air proses menggunakan metode adsorpsi – membran filtrasi (AMFIL) menggunakan dua variasi yakni proses adsorpsi dengan berat 20 kg dilanjutkan proses membran filtrasi menggunakan *cartridge filter* ukuran 5  $\mu\text{m}$  atau 10  $\mu\text{m}$  dengan panjang 10 inch, variasi kedua adalah berat adsorben 25 kg dilanjutkan proses membran filtrasi secara kontinu dengan menggunakan *cartridge filter* ukuran 5  $\mu\text{m}$  atau 10  $\mu\text{m}$  dengan panjang 10 inch.



Gambar 3. Pengaruh ukuran membran filtrasi pada berat adsorben 20 kg (a) 5  $\mu\text{m}$  (b) 10  $\mu\text{m}$



Gambar 4. Pengaruh ukuran membran filtrasi pada berat adsorben 25 kg (a) 5  $\mu\text{m}$  (b) 10  $\mu\text{m}$

#### ▪ Pengaruh Ukuran Membran pada Parameter TDS

Gambar 3 menunjukkan hasil analisis pengaruh membran pada berat adsorben 20 kg, sedangkan Gambar 4 menunjukkan hasil analisis pengaruh membran pada berat adsorben 25 kg. Gambar 3 (a) menunjukkan pengaruh ukuran membran filtrasi 5  $\mu\text{m}$  pada berat adsorben 20 kg. Gambar 3 (b) menunjukkan pengaruh membran filtrasi ukuran 10  $\mu\text{m}$  pada berat adsorben 20 kg. Hasil analisis penurunan terbesar kadar TDS keluaran membran dengan ukuran 5  $\mu\text{m}$  dengan interval waktu 30 menit diperoleh nilai TDS sebesar 3736 mg/L dengan penurunan sebesar 12,8%. Sedangkan pada Gambar 3 (b) diperoleh penurunan konsentrasi TDS sebesar 4014 mg/L dengan penurunan sebesar 6,3%.

Gambar 4 (a) menunjukkan pengaruh membran filtrasi ukuran 5  $\mu\text{m}$  pada berat adsorben 25 kg. Gambar 4 (b) menunjukkan pengaruh membran filtrasi ukuran 10  $\mu\text{m}$  pada berat adsorben 25 kg. Keluaran membran filtrasi dilakukan *sampling* dengan interval waktu (30, 60, dan 90) menit. Gambar 4 (a) menunjukkan persen penurunan terbesar 29,2%

dengan nilai TDS 3033 mg/L. Sedangkan pada gambar Gambar 4 (b) didapatkan nilai TDS terbaik pada waktu 30 menit dengan nilai TDS 3943 mg/L dengan persen penurunan 8%.

Berdasarkan Gambar 3 dan 4 dapat disimpulkan bahwa pengaruh membran dengan ukuran 5  $\mu\text{m}$  lebih efektif dalam menurunkan kadar kontaminan dibandingkan *cartridge filter* ukuran 10  $\mu\text{m}$ , dikarenakan ukuran 5  $\mu\text{m}$  lebih kecil dan mampu menyaring polutan yang ukurannya lebih besar dari 5  $\mu\text{m}$ . Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Yang, dkk (2020) bahwa proses membran dapat menurunkan nilai TDS pada pengolahan air reuse [18]. Hal serupa dilakukan oleh Chairunissa, dkk (2021) dalam pengolahan air demineral [19]

#### ▪ Pengaruh Ukuran Membran pada Parameter Kesadahan

Berdasarkan Gambar 3 (a) menunjukkan hasil analisis pengaruh ukuran membran filtrasi 5  $\mu\text{m}$  pada berat adsorben 20 kg pada parameter kesadahan. Hasil analisis penurunan terbesar kadar kesadahan diperoleh sebesar 338,04 mg/L dengan penurunan sebesar 11,92%. Sedangkan pada Gambar 3 (b) menunjukkan hasil analisis pengaruh membran filtrasi ukuran 10  $\mu\text{m}$  pada berat adsorben 20 kg. Nilai kesadahannya turun sebesar 10,09% dengan konsentrasi kesadahan sebesar 345,08 mg/L.

Gambar 4 menunjukkan hasil analisis pengaruh membran pada berat adsorben 25 kg. Hasil analisis kesadahan berdasarkan Gambar 4 (a) dan (b) cenderung mengalami penurunan. Penurunan terbesar terjadi pada variabel ukuran membran filtrasi ukuran 5  $\mu\text{m}$  dengan persen penurunan 13,76% dan nilai kesadahan 330,99 mg/L. Partikel kalsium dan magnesium yang terdapat di air olahan *effluent* berukuran kecil sehingga mampu disaring dengan menggunakan *cartridge filter* baik ukuran 5  $\mu\text{m}$  ataupun 10  $\mu\text{m}$ .

#### ▪ Pengaruh Ukuran Membran pada Parameter Turbidity

Berdasarkan keempat gambar grafik tersebut dapat dilihat kondisi optimum berada pada titik *sampling membrane* filtrasi dengan ukuran 5  $\mu\text{m}$  dengan berat karbon aktif 25 kg sesuai dengan Gambar 4 (a). Konsentrasi polutan pada parameter analisa kekeruhan terjadi penurunan 28,09% dengan nilai *turbidity* sebesar 7,73 NTU. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Meidinariasty (2019) pada proses pengolahan air reservoir menjadi air minum isi ulang menggunakan media membran mikrofiltrasi dan reverse osmosis [5].

#### ▪ Pengaruh Ukuran Membran pada Parameter Besi dan Mangan

Kondisi optimum dalam menurunkan kadar besi dan mangan dilihat dari Gambar 3 dan 4 didapatkan kondisi optimum pada Gambar 4 (a) pada variabel berat 25 kg dan ukuran membran filtrasi 5  $\mu\text{m}$ . Kadar besi terlarut mengalami penurunan sebesar 74,98% dengan konsentrasi 0,0645 mg/L. Sedangkan pada parameter mangan terlarut mengalami penurunan sebesar 78,16% dengan kadar mangan terlarut 0,0114 mg/L.

#### ▪ Pengaruh Ukuran Membran pada Parameter pH, Rasa, Bau, dan Warna

Hasil analisa pengolahan *effluent* IPAL menunjukkan derajat keasaman netral dengan nilai pH = 7 pada setiap variabel. Hal ini mengindikasikan bahwa proses membran filtrasi mampu menyetabilkan dan menetralkan pH. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Maulana, dkk (2021) dalam penelitian Penerapan Teknologi Membran untuk Mengolah Limbah Cair Industri Tahu [20]. *Outlet* pengolahan *effluent* IPAL menggunakan media adsorpsi dan membran filtrasi mengindikasikan air yang tidak berbau, tidak berwarna, serta tidak berasa.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berat adsorben mempengaruhi terhadap penurunan konsentrasi pencemar, dimana pada berat adsorben 25 kg mampu menurunkan konsentrasi pencemar secara maksimal sebesar TDS (51,30%), kesadahan (26,7%), kekeruhan (81,19%), besi (95,49%), mangan (95,531%), rasa secara keseluruhan tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, dan pH netral. Ukuran membran mempengaruhi terhadap penurunan konsentrasi pencemar, dimana pada ukuran membran 5  $\mu\text{m}$  mampu menurunkan konsentrasi pencemar secara maksimal sebesar TDS (29,2%), kesadahan (13,76%), kekeruhan (28,09%), besi (74,98%), mangan (78,16%), pH 7, tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak berbau.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh konsentrasi TDS pada pengolahan *effluent* IPAL belum memenuhi baku mutu air proses sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017, agar hasil olahan *effluent* bisa digunakan sebagai air proses bisa dilakukan proses *make up* dengan menambah air bersih. Variabel yang berpengaruh pada penurunan konsentrasi polutan terbesar adalah variabel berat adsorben. Hasil penelitian dari beberapa variabel tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan oleh peneliti selanjutnya. Saran untuk peneliti selanjutnya, hendaknya mengkombinasikan berat dan ukuran yang lebih signifikan yakni dengan ukuran membran yang lebih kecil dan halus, agar mendapat penurunan konsentrasi polutan yang maksimal.

#### REFERENSI

- [1] N. M. Ariani, H. B. Cahyono, B. I. Surabaya, dan K. Perindustrian, "Pemanfaatan Limbah Alkali Industri Rumput Laut dan Limbah Pickling Industri Pelapisan Logam Sebagai Pupuk Organik," *J. Ris. Ind. (Journal Ind). Res.*, vol. 9, hal. 39–48, 2015.
- [2] A. Husaini, M. Yenni, dan C. Wuni, "Efektivitas Metode Filtrasi dan Adsorpsi dalam Menurunkan Kesadahan Air Sumur di Kecamatan Kota Baru Kota Jambi," *J. Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati*, vol. 5, no. 2, hal. 91, 2020.
- [3] Khairunnisa, A. Rezagama, dan F. Arianto, "Penurunan Kadar COD dan Warna pada Limbah Artifisial Batik Zat Warna Turunan AZO Menggunakan Metode Adsorpsi Arang Aktif dan Ozonasi," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 6, no. 3, hal. 1–7, 2017,
- [4] M. Sintya, "Perbaikan Kualitas Air Payau Menggunakan Media Karbon Aktif dan Zeolit," vol. 15, no. 3, hal. 124–129, 2021.
- [5] A. Meidinariasty, M. Zamhari, dan D. Septiani, "Uji Kinerja Membran Mikrofiltrasi dan Reverse Osmosis pada Proses Pengolahan Air Reservoir Menjadi Air Minum Isi Ulang," *J. Kinet.*, vol. 10, no. 03, hal. 35–41, 2019.
- [6] U. Meila Anggriani, dkk "Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif dalam Penurunan Konsentrasi Logam Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb)," *J. Kinet.*, vol. 12, no. 02, hal. 29–37, 2021.
- [7] F. Salsyabila Fanani dan Prayitno, "View of Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Rumput Laut Menggunakan Kombinasi Proses Aerated Fixed Film Biofilter (AF2B) dan Adsorpsi Granular." *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 9, no. 1, hal. 59-65, 2022.
- [8] A. Takwanto, A. Mustain, dan H. Priya Sudarminto, "Penurunan Kandungan Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi dan Adsorpsi Karbon Aktif," *Jl. Soekarno-Hatta*, vol. 2, no. 1, hal. 11–16, 2018.
- [9] Prayitno, N. Hendrawati, I. Siradjuddin, dan Sri Rulianah, "an Analysis of Performance of Combined Aerobic Biofilter – Granular Adsorption – Nano Adsorption Process in Seaweed Industrial Wastewater Treatment," *Eastern-European J. Enterp. Technol.*, vol. 3, no. 10–117, hal. 20–36, 2022.



- [10] E. Greenberg, Arnold, S. Cleseri, Lenore, dan D. Eaton, Andrew, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater," *Am. Public Heal. Assoc. Am. Water Work. Assoc. Water Environ. Fed.*, vol. 552, hal. 34–40, 1992.
- [11] K. Sa'diyah, dkk "Pengaruh Suhu dan Jenis Aktivator pada Karbon Aktif Limbah Daun Nanas Terhadap Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Air Sumur," *J. Kim.*, vol. 6, no. 2, hal. 33–42, 2022.
- [12] N. I. Said, "Metoda Penghilangan Zat Besi dan Mangan di dalam Penyediaan Air Domestik," *Jai*, vol. 1, no. 3, hal. 239–250, 2005.
- [13] S. T. Rapang, S. D. Devy, W. Nugroho, H. Hasan, R. Oktaviani, dan T. Trides, "Penurunan Kadar Logam Besi dan Mangan pada Air Asam Tambang Menggunakan Karbon Aktif Cangkang Telur," *J. Chemurg.*, vol. 6, no. 2, hal. 58, 2022.
- [14] Y. Trianah dan S. Sani, "Keefektifan Metode Filtrasi Sederhana dalam Menurunkan Kadar Mangan dan Besi Air Sumur di Kelurahan Talang Ubi Kabupaten Musi Rawas," *J. Deform.*, vol. 8, no. 1, hal. 90–99, 2023.
- [15] A. D. Safira, P. Prayitno, J. T. Kimia, P. N. Malang, J. Soekarno, dan H. No, "Pengaruh Konsentrasi Nano Adsorben Terhadap Penurunan Bahan Pencemar Pada Proses Adsorpsi Air Limbah Industri Pengolahan Rumput Laut," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 8, no. 1, hal. 118–125, 2022.
- [16] H. Indah, "Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Rumput Laut Menggunakan Nano Adsorben Tersuspensi," *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, hal. 514–521, 2021.
- [17] Hasrianti dan Nurasia, "Analisis Warna, Suhu, pH, dan Salinitas Air Sumur Bor di Kota Palopo," *Pros. Semin. Nas.*, vol. 2, no. 1, hal. 747–753, 2016.
- [18] J. Yang, M. Monnot, L. Ercolei, dan P. Moulin, "Membrane - Based Processes Used in Municipal Wastewater Treatment for Water Reuse: State of the art and performance analysis," *Membranes (Basel)*, vol. 10, no. 6, hal. 1–56, 2020.
- [19] A. A. Chairunissa, D. Prasetyo, dan E. Mulyadi, "Pembuatan Air Demineral Menggunakan Membran Reverse Osmosis (Ro) dengan Pengaruh Debit dan Tekanan," *J. Tek. Kim.*, vol. 15, no. 2, hal. 66–72, 2021.
- [20] M. R. Maulana dan B. D. Marsono, "Penerapan Teknologi Membran untuk Mengolah Limbah Cair Industri Tahu (Studi Kasus: UKM Sari Bumi, Kabupaten Sumedang)," *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, 2021.