



## **PEMANFAATAN RUMPUT LAUT *SARGASSUM sp.* SEBAGAI BIOSORBEN DALAM PENYERAPAN LIMBAH LAUNDRY**

**Sarmila Pratama Ningsih<sup>1</sup>, Resti Wahyuni<sup>2</sup>, Cindy Grasella Sibuea<sup>3</sup>, Fitrah Amelia<sup>4\*</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau Kepulauan

<sup>4</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau Kepulauan

Diterima: 08 Januari 2022    Direvisi: 26 Januari 2022    Diterbitkan : 31 Januari 2022

### **ABSTRACT**

The high growth rate of the laundry industry in Batam resulted in high laundry waste generated. So this is at risk of increasing water pollution by the presence of detergent content in the waste. One way to reduce the level of pollution due to laundry waste is by absorption using biosorbent from *Sargassum sp.* *Sargassum sp.* made in powder form and activated with chitosan to maximize the absorption rate. The purpose of this study was to see the ability of *sargassum sp.*, in reducing the content of TDS (Total Dissolved Solid), EC (Electrical Conductivity), TSS (Total Suspended Solid), and Phosphate. The method used in this research is the experimental method. Analysis of the data used is descriptive. The results obtained on measurements of pH, TDS, EC, TSS and phosphate, showed that for each measurement there was a decrease in TDS, EC, and TSS after adding *sargassum sp.* Both activated and not compared with before adding *sargassum sp.* except in the measurement of phosphate the opposite occurs. For EC the decrease ranged from 34-59%, in the TDS measurement there was a decrease in the range of 14-46%. For the measurement of TSS and phosphate, the reductions ranged from 7-99% and 4-68%, respectively. Based on LHRI Regulation No. 5 of 2014 concerning wastewater quality standards, the highest phosphate level is 2 mg/L, TSS 60 mg/L and pH ranges from 6-9, it means that phosphate and pH still meet the standard while TSS before the addition of biosorbent exceeds the standard but after being added *sargassum sp.* activated to meet the standard except for the unactivated.

**Keywords:** laundry waste, sargassum sp., TDS, TSS, fosfat

### **PENDAHULUAN**

Limbah merupakan permasalahan umum yang harus segera ditangani, penanganan limbah yang kurang baik akan berakibat terhadap kelangsungan hidup manusia. Begitu juga halnya dengan wilayah yang ada di Kepulauan Riau khususnya Batam yang merupakan salah satu pusat perindustrian terbesar di Indonesia. Setiap industri menghasilkan limbah yang harus

ditangani dengan baik dan serius, baik itu berupa limbah organik maupun anorganik. Salah satu limbah anorganik yang menjadi permasalahan di Batam adalah limbah buangan laundry.

Dalam usaha laundry salah satu bahan yang digunakan adalah deterjen. Deterjen digunakan karena memiliki daya cuci yang baik dan tidak terpengaruh kesadahan air, namun deterjen mempunyai kandungan

\*Correspondence Address

E-mail: fitrahamelia10@gmail.com

fosfat yang cukup tinggi karena fosfat merupakan bahan pembentuk utama dalam deterjen (Yunarsih et al., 2013). Peningkatan jumlah usaha laundry jelas akan diikuti oleh peningkatan konsentrasi fosfat pada badan air (Badan Lingkungan Hidup Daerah [BLHD], 2016). Air limbah laundry mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi antara lain, fosfat, surfaktan, ammonia, dan nitrogen serta kadar padatan terlarut (TSS), kekeruhan, BOD dan COD (Pungut et al., 2021).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Francis liau (2020) pemerintahan Kota Batam kurang memperhatikan masalah limbah laundry. Dalam Peraturan Walikota Batam Nomor 13 Tahun 2010 tentang Pedoman Pemberian Izin Gangguan dan Izin Pembuangan Air Limbah Pasal 2 Ayat 2 tidak mencatat Usaha laundry sebagai salah satu usaha atau kegiatan yang berpotensi menimbulkan gangguan terhadap lingkungan. Padahal dengan angka usaha laundry yang semakin meningkat di Kota Batam, hal tersebut sudah cukup untuk menimbulkan pencemaran lingkungan dari limbah yang dihasilkan, apabila tidak ada pengaturan terhadap kegiatan atau usaha laundry tersebut (Liau, 2020).

Untuk mengatasi permasalahan ini, salah satu cara pengolahan limbah yang tidak membutuhkan biaya besar adalah dengan metode absorpsi (penyerapan). Salah satu absorben yang dapat digunakan adalah

rumpun laut. Penyerapan dengan rumput laut tidak membutuhkan biaya yang tinggi (Tabaraki et al., 2014; Velmurugan et al., 2011).

Salah satu jenis rumput laut yang dapat digunakan sebagai penyerap logam adalah *Sargassum* sp.. Jenis Rumput laut ini banyak ditemukan di perairan laut pulau Batam, dimana pemanfaatannya belum begitu maksimal dan sering ditemukan berserakan menjadi sampai di sepanjang pantai. Selama ini rengkam (*Sargassum* sp.) tidak dilirik oleh masyarakat karena tidak dapat dimanfaatkan sebagai makanan manusia sebab kandungan seratnya sangat tinggi, namun rengkam bernilai jual tinggi sebagai pakan ternak (Syamsir, 2013)

Adsorpsi merupakan salah satu metode yang efektif untuk menghilangkan logam berat dari limbah buangan. Banyak penelitian yang telah membuktikan bahwa ganggang atau alga merupakan salah satu adsorben yang efektif pada pengolahan limbah (Antunes et al., 2003), diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim et al. (2012), Suriadi et al. (2012), (Barquilha et al., 2019) . Namun kemampuan serap biosorben yang telah dimodifikasi/aktivasi akan jauh baik jika dibandingkan dengan biosorben murni (Adewuyi, 2020). Pada penelitian ini dilakukan modifikasi biosorben dengan menambahkan kitosan.

Kitosan merupakan polimer alam yang dapat digunakan sebagai bahan baku

pembuatan biosorben. Polimer alam merupakan alternatif yang efisien dari segi biaya dan ketersediaan di alam. Kitosan memiliki sifat yang khas seperti bioaktif, biodegradasi dan tidak beracun, sehingga membuatnya menjadi salah satu polimer yang sangat banyak kegunaannya untuk kemaslahatan umat manusia (Kumar, 2000; Siregar, 2009). Kitosan merupakan kitin yang terdeasetilasi melalui proses reaksi kimia menggunakan basa Natrium Hidroksida (Siregar, 2009). Kitin dapat dihasilkan dari limbah hasil laut, khususnya golongan udang, kepiting, ketam, dan kerang (Sulistiyoningrum et al., 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan biosorben *Sargassum sp.* teraktivasi maupun tidak teraktivasi dalam menurunkan kadar Total Dissolved Solid (TDS), Electrical Conductivity (EC), Total Suspended Solid (TSS), dan fosfat.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen sedangkan Analisa data yang digunakan yaitu secara deskriptif. Dimana data yang diperoleh dari pengukuran selanjutnya diinterpretasikan dan dikonfirmasi berdasarkan teori dan penelitian terdahulu.

### Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah: peralatan gelas, timbangan,

ayakan 350 mesh, pH meter, magnetic stirrer, magnetic bar, oven, blender, kertas saring Whatman no.42, desikator, TDS meter, colorimeter, EC meter dan spektrofotometer. Bahan yang digunakan adalah rumput laut *Sargassum sp.*, aquades, kitosan, asam asetat 3%. limbah *laundry*.

### Cara kerja

#### 1. Preparasi biosorben *Sargassum sp.*

Rumput laut dikumpulkan, kemudian dicuci dengan air sampai bersih dan dikeringkan. Setelah kering dibilas dengan *aquadest*, selanjutnya dikeringkan lagi. Setelah kering kemudian digerus (di blender), rumput laut yang telah digerus diayak menggunakan ayakan 350 mesh. Rumput laut yang lolos pada ayakan 350 mesh disimpan dalam desikator untuk digunakan selanjutnya.

#### 2. Pembuatan larutan kitosan

Satu gram (1 g) kitosan ditambah dengan 250 ml asam asetat 3% di *stirer* sampai larut atau tercampur sempurna.

#### 3. Aktivasi biosorben rumput laut

Rumput laut yang lolos pada ayakan 350 mesh diaktivasi dengan kitosan, untuk 1 g *Sargassum sp.* dimasukkan ke dalam beker gelas, lalu ditambahkan 20 ml kitosan dan di *stirer* selama 60 menit kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman no 42, selanjutnya dikeringkan dalam oven selama 4 jam dengan suhu 100°C. Setelah kering

dicuci dengan *Aquadest* dan disimpan dalam desikator (Lessa et al., 2018; Sari, 2019; Sucinta, 2012).

4. Pengukuran pH, *Total Dissolved Solid* (TDS), *Electrical Conductivity* (EC), *Total Suspended Solid* (TSS), dan fosfat

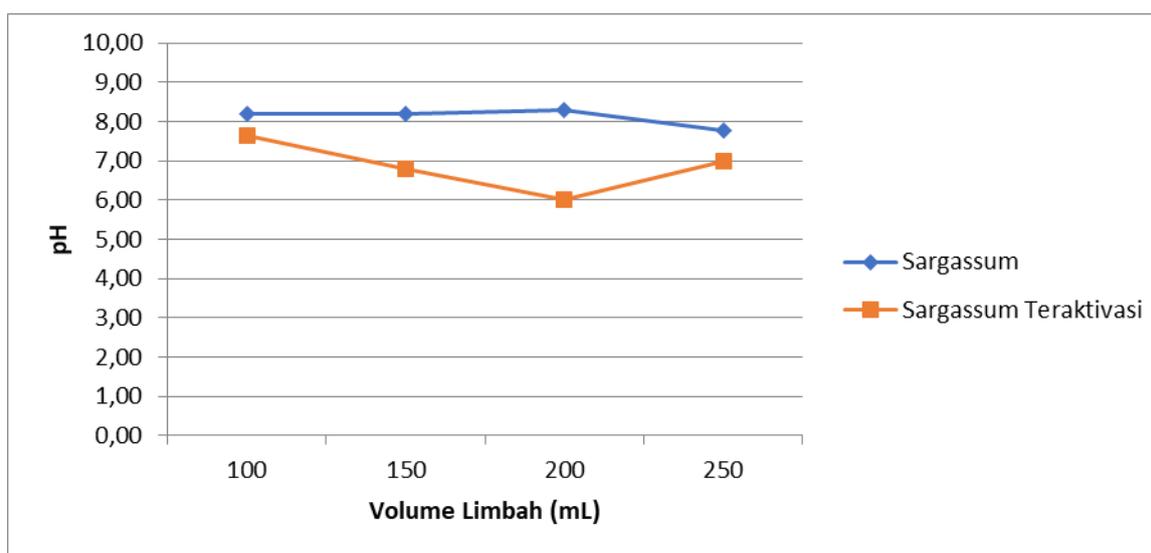
Rumput laut yang telah diaktivasi dan yang belum diaktivasi dengan kitosan ditimbang masing-masing sebanyak 0,5 g kemudian dimasukkan ke dalam wadah beker gelas, selanjutnya ditambah dengan limbah *laundry* dengan variasi 100 ml, 150 ml, 200 ml dan 250 ml (3x pengulangan). Setelah itu distirer selama 45 menit dan disaring

substratnya. Selanjutnya substratnya diambil untuk diukur pH nya menggunakan pH meter, TDS menggunakan *portable* TDS meter, EC menggunakan *portable* EC meter, TSS menggunakan alat colorimeter, dan fosfat menggunakan spektrofotometer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Pengukuran pH meter

Gambar 1 berikut merupakan hasil pengukuran pH pada limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum* teraktivasi dan tidak teraktivasi.



**Gambar 1.** Pengukuran pH limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum sp.*

Pada Gambar 1. dapat dilihat hasil pengukuran pH (*power of Hydrogen*) limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum sp.* dan *Sargassum sp.* teraktivasi. Hasil pengukuran pH setelah ditambahkan *Sargassum sp.* yaitu paling rendah 7,78 dan paling

tinggi 8,30. Adapun hasil pengukuran pH setelah ditambah *Sargassum sp.* teraktivasi paling rendah 6,02 dan paling tinggi 7,64. Berdasarkan data dapat dilihat bahwa limbah yang ditambahkan dengan *Sargassum sp.* teraktivasi mempunyai pH yang cenderung

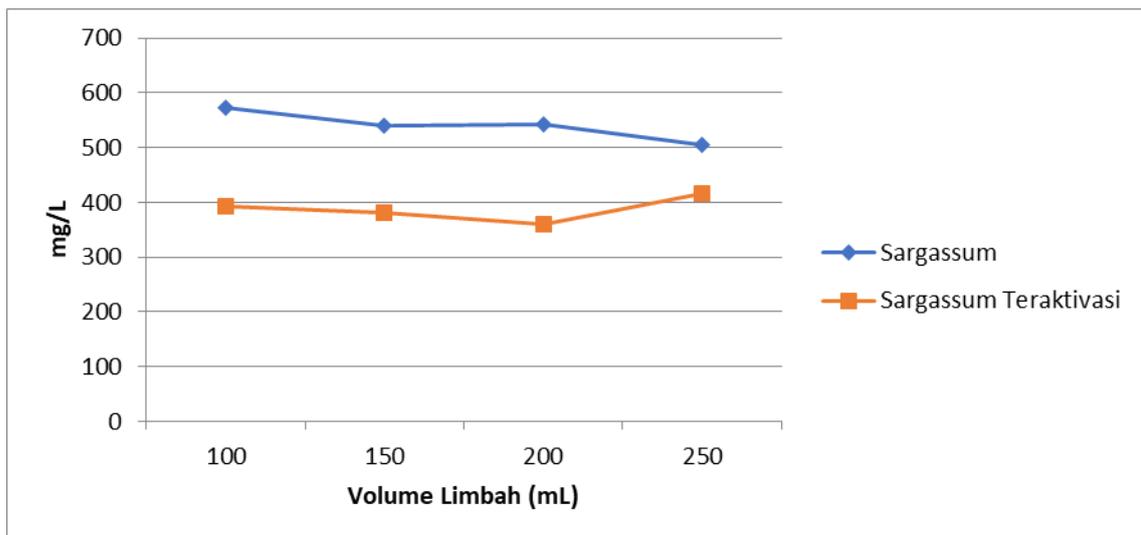
asam dibandingkan dengan yang tidak teraktivasi. Hal ini disebabkan pada pembuatan *Sargassum sp.* teraktivasi ditambahkan larutan asam asetat, sehingga saat dilakukan proses pengadukan menggunakan *stirer* kemungkinan asam asetat tersebut ikut larut dalam larutan, dimana pH limbah *laundry* tanpa penambahan (kontrol) *Sargassum sp.* adalah sebesar 8,29.

Dari hasil yang didapatkan pH masih memenuhi standar yang ditetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, untuk limbah bagi usaha atau kegiatan industri sabun, detergen dan produk minyak nabati untuk pH berkisar antara 6-9. Dimana kondisi ini masih aman jika langsung dibuang ke perairan penerima. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam

maupun sangat basa dapat membahayakan kelangsungan hidup organisme karena menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Tinggi atau rendahnya nilai pH air tergantung pada beberapa faktor yaitu, kondisi gas-gas dalam air seperti CO<sub>2</sub>, konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat, proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan (Fadarina et al., 2021).

Detergen di dalam air akan mengganggu ekosistem air karena larutan sabun dapat menaikkan pH air. Tingginya nilai pH sebelum penambahan *sargassum sp.* dimungkinkan karena dalam detergen terdapat penambahan zat yang bersifat alkalis yang dapat mengikat kotoran (Hermawati et al., 2005).

#### b. Pengukuran *Total Dissolved Solid (TDS)*



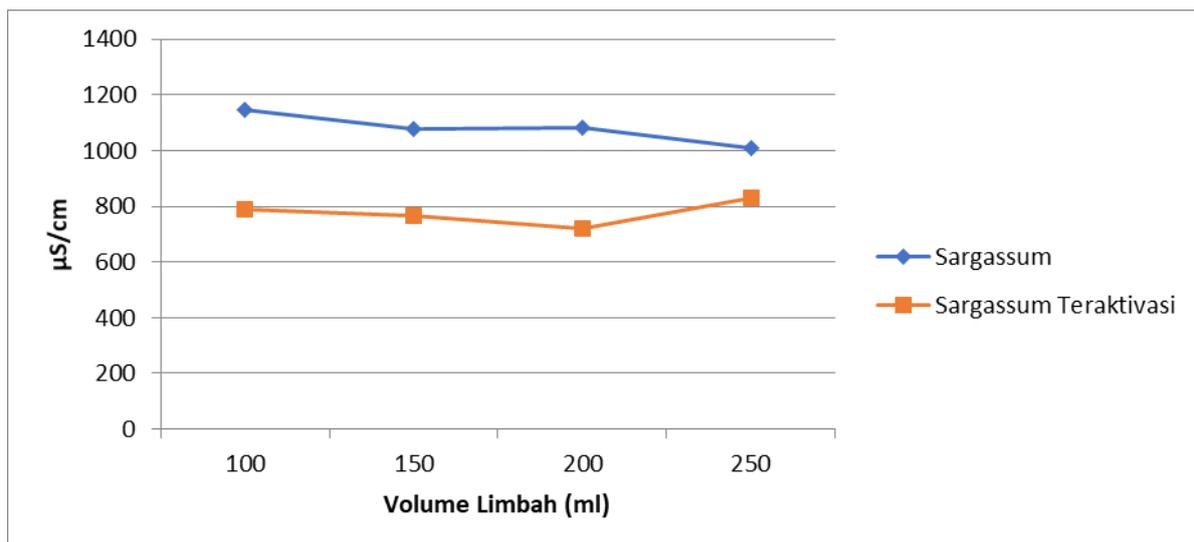
**Gambar 2.** Pengukuran TDS limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum sp.*

Pada Gambar 2. dapat dilihat hasil pengukuran TDS (*Total Dissolved Solid*) limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum sp.* dan *Sargassum sp.* teraktivasi. Hasil pengukuran TDS terendah dan tertinggi pada limbah yang ditambahkan *Sargassum sp.* 504 mg/ L dan 572 mg/L, Adapun hasil pengukuran TDS pada limbah yang ditambahkan *Sargassum sp.* teraktivasi berkisar antara 360 mg/L - 415 mg/L. Hasil yang diperoleh *Sargassum sp.* teraktivasi lebih efektif dalam menurunkan TDS limbah *laundry*. Nilai TDS sebelum ditambahkan *Sargassum sp.* (kontrol) adalah sebesar 669 mg/L. Terjadi penurunan TDS sekitar 14-25% untuk limbah yang ditambahkan dengan *Sargassum sp.* dan 37-46% untuk limbah yang ditambahkan *Sargassum sp.* teraktivasi.

Hasil ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Apriyani & Novrianti (Apriyani & Novrianti, 2020).

Pengukuran Kadar TDS merupakan salah satu parameter yang sangat penting semakin rendah kadar TDS maka semakin rendah tingkat penyerapan, artinya semakin rendah juga tingkat pencemaran yang dihasilkan. TDS terdiri dari Zat organik, garam organik dan zat terlarut (Giono, 2016). Terbentuknya TDS dikarenakan adanya bahan anorganik berupa ion-ion yang umum dijumpai di perairan, seperti air buangan yang mengandung molekul sabun, deterjen dan surfaktan (Apriyani & Novrianti, 2020). Semakin rendah TDS

### c. Pengukuran EC (*Electrical Conductivity*)



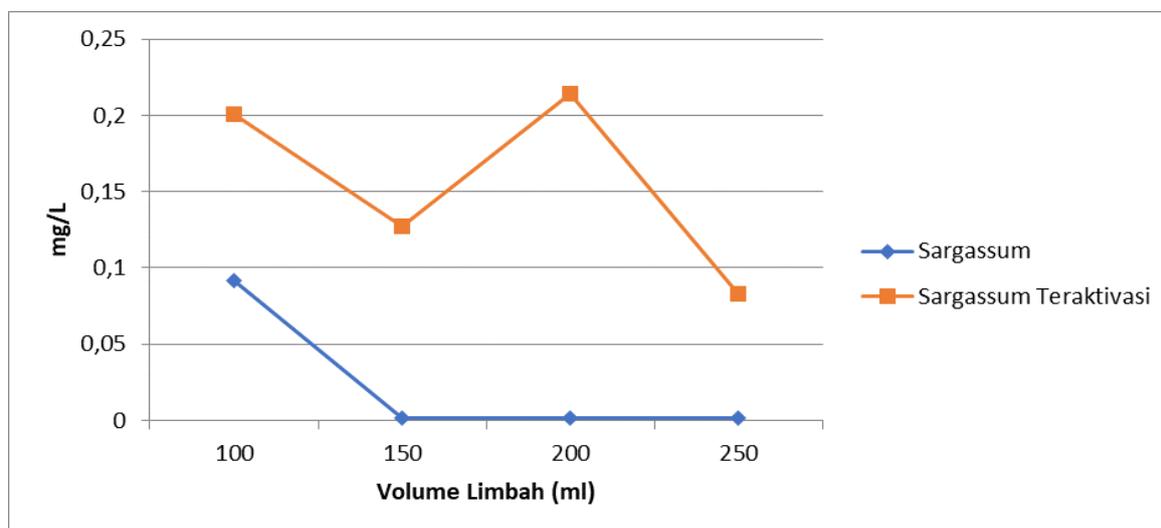
**Gambar 3.** Pengukuran EC pada limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum sp.*

Pada Gambar 3. dapat dilihat hasil pengukuran EC (*Electrical Conductivity*) limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum sp.* dan *Sargassum sp.* teraktivasi. Hasil pengukuran EC pada limbah setelah ditambahkan *Sargassum sp.* yaitu berkisar antara 1009- 1144  $\mu\text{S/cm}$ , dan setelah ditambahkan *Sargassum sp.* teraktivasi yaitu berkisar antara 721-831  $\mu\text{S/cm}$ . Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan pengukuran EC pada limbah tanpa penambahan *Sargassum sp.* (kontrol) yaitu sebesar 1739  $\mu\text{S/cm}$ . Dapat dikatakan bahwa *Sargassum sp.* efektif dalam menurunkan EC pada limbah *laundry*. Penurunan yang

signifikan terjadi pada limbah *laundry* yang telah ditambahkan dengan *Sargassum sp.* teraktivasi.

Konduktivitas menggambarkan kemampuan larutan dalam menghantarkan arus listrik yang dihantarkan oleh ion yang terkandung di dalamnya. Salah satu yang mempengaruhi jumlah ion dalam larutan adalah padatan terlarut di dalamnya. Jumlah padatan terlarut pada larutan berbanding lurus dengan jumlah ion, sehingga semakin besar jumlah padatan terlarut dapat meningkatkan nilai konduktivitas listrik (Irwan & Afdal, 2016) .

#### d. Pengukuran fosfat



**Gambar 4.** Pengukuran kandungan Fosfat limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum sp.*

Pada gambar 4 bisa dilihat hasil pengukuran Fosfat limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum sp.* dan *Sargassum sp.* teraktivasi. Hasil pengukuran Fosfat pada limbah *laundry* setelah ditambahkan

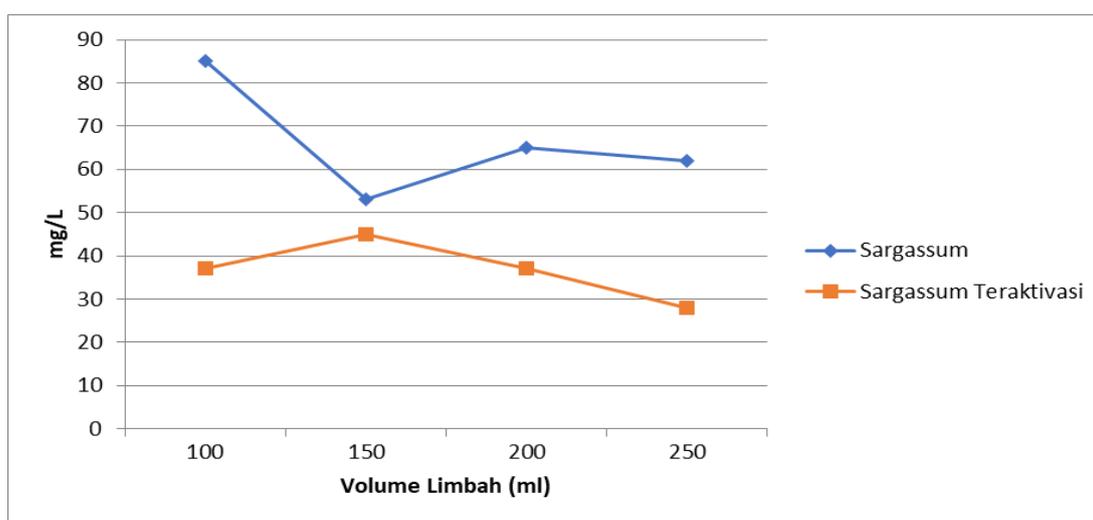
*Sargassum sp.* teraktivasi yaitu paling rendah 0,083 mg/L dan paling tinggi 0,214 mg/L, sedangkan hasil pengukuran Fosfat setelah ditambahkan *Sargassum sp.* paling rendah <0,002 dan paling tinggi 0,092.

Kandungan fosfat sebelum ditambahkan *Sargassum sp.* (kontrol) yaitu sebesar 0,231 mg/L. kedua jenis biosorben mempunyai kemampuan dalam menurunkan kandungan fosfat. Penurunan kandungan fosfat pada limbah *laundry* yang baik terjadi pada limbah *laundry* yang ditambahkan dengan *Sargassum sp.*, dapat dikatakan bahwa penambahan aktivator kitosan tidak memberikan hasil yang baik dalam menurunkan kadar fosfat. Hal ini disebabkan oleh air limbah *laundry* selain memiliki kandungan fosfat juga tercampur material lain seperti lemak yang terikat oleh gugus hidrofob dari detergen selama proses pencucian ataupun surfaktan penyusun detergen itu sendiri. Material lainnya ikut tersaring menyebabkan terjadi *fouling* (proses terbentuknya lapisan oleh material yang tidak diinginkan pada permukaan biosorben). Pengendapan material lain pada

permukaan biosorben menyebabkan penurunan kinerjanya terutama sifat kationik dan kereaktifannya tidak berfungsi secara optimal dalam mengikat fosfat yang terdapat pada air limbah *laundry* (Stuart, 2003).

Fosfat pada air limbah biasanya berupa fosfat organik, *orthophosphate* anorganik atau fosfat kompleks. Fosfat organik dapat berasal dari bakteri atau tumbuhan penyerap fosfat. Deterjen yang mengandung fosfat dapat menyebabkan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan surfaktan pada deterjen dapat bersifat toksik. Fosfat tinggi yang berasal dari sodium tripoly fosfat yang merupakan bahan detergen berfungsi sebagai builder untuk menghilangkan kesadahan air sehingga detergen berfungsi optimal (Ikhwan, 2017; Sri Widya Astuti & Mersi Suriani Sinaga, 2015; YU et al., 2008).

#### e. Pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS)



**Gambar 5.** Pengukuran TSS pada limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum sp.*

Pada gambar 5 dapat dilihat hasil pengukuran TSS limbah *laundry* setelah ditambahkan *Sargassum sp.* dan *Sargassum sp.* teraktivasi. Hasil pengukuran TSS pada limbah *laundry* yang telah ditambahkan *Sargassum sp.* berkisar antara 53 – 85 mg/L, sedangkan yang ditambahkan *Sargassum sp.* teraktivasi yaitu berkisar antara 28-45 mg/L dan kandungan TSS tanpa penambahan (kontrol) adalah 89 mg/L. Dapat disimpulkan terdapat penurunan TSS setelah ditambahkan *Sargassum sp.*, baik yang teraktivasi maupun tidak. Penurunan kandungan TSS setelah penambahan *Sargassum sp.* dapat disebabkan karena dalam limbah *laundry* terdapat zat yang tersuspensi, yang terdiri dari zat organik dan anorganik yang melayang-layang. Bahan organik tersebut dapat mengalami pengurangan karena adanya proses fisik dan biologis. Proses fisik terjadi karena adanya perbedaan energi atau gaya tarik menarik, sehingga molekul-molekul pada limbah *laundry* yang merupakan adsorbat tertarik pada molekul adsorben (Sisyanreswari et al., 2017)

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Terjadi penurunan TDS, EC, TSS, dan fosfat setelah ditambahkan *sargassum sp.* baik yang teraktivasi ataupun tidak

dibandingkan dengan tanpa ditambahkan *sargassum sp.*

2. Penurunan EC berkisar dari 34-59%, pada pengukuran TDS terjadi penurunan berkisar antara 14-46%. Untuk pengukuran TSS dan fosfat penurunan secara berturut-turut berkisar 7-99% dan 4-68%.

3. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah, untuk limbah bagi usaha atau kegiatan industri sabun, detergen dan produk minyak nabati kadar fosfat paling tinggi 2 mg/L, TSS 60 mg/L dan pH berkisar antara 6-9, itu artinya untuk fosfat dan pH masih memenuhi standar sedangkan TSS sebelum penambahan biosorben melebihi standar tetapi setelah ditambahkan *sargassum sp.* teraktivasi menjadi memenuhi standar.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Belmawa (DIKTI) yang telah memberikan bantuan dana penelitian melalui Hibah Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) 2021. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Belmawa (DIKTI) yang telah memberikan bantuan dana penelitian melalui Hibah Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) 2021.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeuwuyi, A. (2020). Chemically modified biosorbents and their role in the removal of emerging pharmaceutical waste in the water system. *Water (Switzerland)*, 12(6), 1–31. <https://doi.org/10.3390/W12061551>
- Antunes, W. M., Luna, A. S., Henriques, C. A., & Da Costa, A. C. A. (2003). An evaluation of copper biosorption by a brown seaweed under optimized conditions. *Electronic Journal of Biotechnology*, 6(3), 11–21. <https://doi.org/10.2225/vol6-issue3-fulltext-5>
- Apriyani, N., & Novrianti, N. (2020). Penggunaan Karbon Aktif Dan Zeolit Tak Teraktivasi Dalam Alat Penyaring Air Limbah Laundry. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(1). <https://doi.org/10.20527/jukung.v6i1.8240>
- Badan Lingkungan Hidup Daerah [BLHD]. (2016). *Data IPAL Laundry Kota Parepare*.
- Barquilha, C. E. R., Cossich, E. S., Tavares, C. R. G., & Silva, E. A. (2019). Biosorption of nickel(II) and copper(II) ions by *Sargassum* sp. in nature and alginate extraction products. *Bioresource Technology Reports*, 5(II), 43–50.
- Fadarina, Purnama Sari, I., & Rasi Harahap, H. (2021). Pengolahan Air Bungan Limbah Laundry Menggunakan Bottom Ash Sebagai Media Adsorpsi. *Jurnal Kinetika*, 12(02), 21–28. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Giono. (2016). *Studi Penurunan TDS (Total Dissolved Solid) Pada Limbah Laundry Menggunakan Adsorben Arang Aktif Kulit Siwalan*. Brawijaya.
- Hermawati, E., Wiryanto, & Solichatun. (2005). Fitoremediasi Limbah Detergen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) dan Genjer (*Limncharis flava* L.). *BioSMART*, 7(2), 115–124. <http://biosmart.mipa.uns.ac.id/index.php/biosmart/article/viewFile/9/10>
- Ibrahim, B., Sukarsa, D. R., & Aryanti, L. (2012). Pemanfaatan rumput laut *Sargassum* Sp sebagai adsorben limbah cair industri rumah tangga perikanan. *Jphpi*, 15(1), 52–58.
- Ikhwan, Z. (2017). Efektifitas Bio Sorben Keladi, Eceng Gondok Dan Batang Pisang Pada Kandungan Fosfat Limbah Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 10(1), 45. <https://doi.org/10.24893/jkma.v10i1.162>
- Irianti, T. T., Kuswandi, Nuranto, S., & Budiyatni, A. (2017). *Logam Berat Dan Kesehatan* (Issue November).
- Irwan, F., & Afdal, A. (2016). Analisis

- Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur Pada Beberapa Jenis Air. *Jurnal Fisika Unand*, 5(1), 85–93. <http://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/download/192/172>
- Kumar, M. N. . kumar. (2000). A review of chitin and chitosan applications. *Reactive & Functional Polymers*, 46, 1–27.
- Lessa, E. F., Nunes, M. L., & Fajardo, A. R. (2018). Chitosan/waste coffee-grounds composite: An efficient and eco-friendly adsorbent for removal of pharmaceutical contaminants from water. *Carbohydrate Polymers*, 189, 257–266. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.02.018>
- Liau, F. (2020). Efektivitas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Terhadap Pencemaran Air Akibat Usaha Laundry Di Kota Batam. *Conference on Business, Social Sciences and Innovation Technology*, 1, 214–228.
- Pungut, P., Al Kholif, M., & Pratiwi, W. D. I. (2021). Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (Cod) Dan Fosfat Pada Limbah Laundry Dengan Metode Adsorpsi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 155–165. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss2.art6>
- Sari, F. P. (2019). Pembuatan dan Karakterisasi Kitosan – Karbon Aktif dari Ampas Kopi sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Logam Kadmium dan Nikel. In *Universitas Sumatera Utara*. universitas sumatera utara.
- Siregar, M. (2009). *Pengaruh Berat Molekul Kitosan Nanopartikel untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Zat Warna pada Limbah Industri Tekstil Jeans*. universitas sumatra utara.
- Sisyanreswari, H., Oktawan, W., & Rezagama, A. (2017). Penurunan Tss, BOD, dan Fosfat pada Limbah Laundry Menggunakan Koagulan Tawas dan Media Zeolit. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(4), 1–11. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/7133>
- Sri Widya Astuti, & Mersi Suriani Sinaga. (2015). Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode Biosand Filter Untuk Mendegradasi Fosfat. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(2), 53–58. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i2.1471>
- Stuart, B. (2003). *Infrared Spectroscopy: Fundamental and application*.
- Sucinta, W. (2012). *Pengaruh Biosorpsi Rumput Laut (Sargassum) Setelah Dilapisi Kitosan Sebagai Adsorben*

- Untuk Menyerap Ion Logam Kadmium (Cd<sup>2+</sup>)*. universitas sumatera utara. 93, 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.03.022>
- Sulistiyoningrum, R. S., Suprijanto, J., & Sabdono, A. (2013). Aktivitas Anti Bakteri Kitosan Dari Cangkang Kerang Simpson Pada Kondisi Lingkungan Yang Berbeda: Kajian Pemanfaatan Limbah Kerang Simpson (Amusium Sp.). *Journal Of Marine Research*, 2(4), 111–117. <https://doi.org/10.1038/141548c0>
- Suriadi, Gunawan, E. R., & Purwoko, A. A. (2012). Pengembangan Biosorben dari Rumput Laut Sargassum sp. untuk Remediasi Tembaga. *Chemistry Progress*, 5(1), 19–24.
- Syamsir, E. R. (2013, November). Nelayan batam terpicat rengkam. *Antarakepri*. <https://kepri.antaranews.com/berita/26926/nelayan-batam-terpicat-rengkam>
- Tabaraki, R., Nateghi, A., & Ahmady-Asbchin, S. (2014). Biosorption of lead (II) ions on Sargassum ilicifolium: Application of response surface methodology. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 93, 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.03.022>
- Velmurugan, kumar V, R., & Dhinakaran. (2011). Dye removal from aqueous solution using low cost adsorbent. *Dye Removal from Aqueous Solution Using Low Cost Adsorbent*, 1(7), 1492–1503.
- YU, Y., ZHAO, J., & Bayly, A. E. (2008). Development of Surfactants and Builders in Detergent Formulations. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 16(4), 517–527. [https://doi.org/10.1016/S1004-9541\(08\)60115-9](https://doi.org/10.1016/S1004-9541(08)60115-9)
- Yunarsih, N. made, Manurung, M., & Putra, K. G. D. (2013). Efektifitas Membran Khitosan Dari Kulit Udang Galah (*Macrobrachium Rosenbergii*) Untuk Menurunkan Fosfat. *Cakra Kimia*, 1(2), 1–1.