



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 6 Nomor 2 (2021)



SINTA Accreditation
Number 28/E/KPT/2019

Modifikasi Bioadsorben Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*)-Abu Sekam Padi Sebagai Bioadsorben Limbah Cair Industri Minuman Ringan

*(Modification Of Seaweed (Eucheumma Cottonii)-Rice Husk Ash As A Bioadsorbent of
Liquid Waste Beverage Industry)*

Agus Salim, Neny Rasnyanti M Aras*, Boy Chandra Sitanggang

Program Studi Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Desa Nipa-Nipa Kec Pajukukang
Kab. Bantaeng 9246, Indonesia

Inti Sari

Adsorpsi bahan pencemar dengan menggunakan biomassa telah banyak diteliti dua diantaranya adalah menggunakan abu sekam padi dan rumput laut. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana kombinasi dua biomassa tersebut dalam menurunkan nilai cemaran limbah serta untuk mengetahui bobot adsorben dan waktu kontak optimum terhadap kemampuan bioadsorben dalam mengadsorpsi limbah cair. Efektifitas bioadsorben diuji melalui beberapa parameter yakni pH, turbiditas, kadar logam Cd, total padatan tersuspensi (TSS) dan COD. Dosis optimum yang paling efektif dalam menurunkan cemaran limbah cair industri minuman ringan adalah pada 0,5 gram dalam 150 mL limbah cair selama 30 menit dan 1.5 gram selama 30 menit pada penurunan kadar logam Cd yang diuji menggunakan adsorben abu sekam padi. Kemudian dilakukan variasi kombinasi rumput laut dan abu sekam padi 100, 75, 50, dan 25(%). Dari kombinasi tersebut rumput laut sebanyak 100% memiliki efektifitas yang paling tinggi dengan penurunan kadar pH sebesar 27 %, turbiditas sebesar 75,16 %, TSS sebesar 91,43 % dan COD sebesar 97,77 %.

Kata Kunci: Bioadsorben;
rumput laut; abu sekam padi;
limbah industri

Key Words : Bioadsorben;;
seaweed; rice husk ash; liquid
waste industry

Abstract

Adsorption of pollutants using biomass has been widely studied, two of which are rice husk ash and seaweed. The purpose of this study was to determine the effect using seaweed combined with rice husk ash as a bioadsorbent in reducing liquid waste industry. The purpose of this research to examines the combination of two biomasses in reducing the value of waste contamination and to determine the weight of the adsorbent and the optimum contact time on the ability of the bioadsorbent to adsorb liquid waste. The effectiveness of bioadsorbent was tested through several parameters pH, turbidity, Cd metal content, Total Suspended Solids (TSS) and Chemical Oxygen Demand (COD). The most effective optimum dose in reducing the liquid waste load of the beverage industry is 0.5 grams for 30 minutes in 150 mL of liquid waste and 1.5 grams for 30 minutes in

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Phone Number

+62 852 5560 3559
+62 852 4220 3009

Corresponding Author

neny.rasnyanti@gmail.com



Journal History

Paper received : 10 September 2020
Received in revised : 21 Oktober 2021
Accepted 25 November 2021

reducing Cd content which was tested using rice husk ash adsorbents. Then, the combination of seaweed and rice husk ash was varied 100, 75, 50, and 25(%). From this combination, 100% seaweed has the highest effectiveness in decreasing 27% pH level, 75.16% turbidity, 91.43% of TSS of and 97.77% of COD level.

PENDAHULUAN

Di era globalisasi ini pertumbuhan industri kian hari kian tinggi. Hal ini berdampak langsung pada buangan limbah industri yang bersifat racun juga semakin meningkat. Aktivitas yang semakin masif dari berbagai sektor mulai dari pertanian, industri kecil hingga besar akan menghasilkan limbah yang memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Limbah ini semakin beragam volume dan jenisnya dikarenakan diversitas industri yang terus tumbuh [1]. Zat-zat pencemaran terutama dari industri lebih didominasi oleh bahan buangan logam berat [2]

Selama beberapa tahun terakhir, ada banyak metode dan teknik baru yang dikembangkan untuk menghilangkan bahan pencemar dari air limbah industri, seperti adsorpsi [3] [4], fitoremediasi untuk menurunkan kadar COD atau TSS [5]–[9], filtrasi [10] elektrodialisis, pertukaran ion [9], dan fotokatalisis [11]. Salah satu cara pengolahan limbah adalah dengan adsorpsi. Menurut Bagas dalam [12] adsorpsi terjadi didasarkan atas serapan yang terjadi antara adsorben dengan komponen yang dapat berupa gas ataupun cairan di bagian permukaannya.

Alumina, karbon aktif, silika gel, dan zeolit adalah contoh bahan alam yang sering digunakan. Sayangnya, adsorben ini memerlukan biaya operasional dan regenerasi yang relatif lebih mahal. Adsorben konvensional mempunyai kemampuan adsorpsi yang baik tetapi tidak ekonomis. Dewasa ini penelitian mengenai penggunaan adsorben alternatif yang berasal dari alam yang lebih ekonomis namun tetap memiliki kemampuan adsorpsi yang baik sedang difokuskan [13].

Material alam membutuhkan modifikasi lebih lanjut agar dapat berkerja sebagai adsorben secara optimal. Beberapa modifikasi yang biasa dilakukan misalnya pada Sargassum adalah modifikasi asam, modifikasi aldehyd dan modifikasi kalsium [14]. Kelompok lain yang juga potensial untuk dijadikan sebagai adsorben dan bahannya sangat melimpah di Indonesia adalah sekam padi. Sekam padi dapat dijadikan karbon aktif mengingat kandungan

lignoselulosanya sangat tinggi selain dari silika. Sakh satu jenis karbon aktif dari biomassa yang sering dimanfaatkan adalah sekam padi. Sekam padi dapat dipanaskan sampai menjadi abu pada suhu untuk mendapatkan abu sekam atau yang sering disebut *Rice Husk Ash* (RHA). Proses pengabuan ini akan mengubah kandungan kimia pada sekam yang semula terdiri atas 15-20% silika menjadi 72.28% [15].

Melalui proses pemanasan 400-600°C, sekam padi dapat menjadi karbon aktif. Karbon aktif inilah yang banyak dimanfaatkan sebagai adsorben karena kemampuannya dinilai cukup optimal dalam menyerap senyawa-senyawa organik. [16]. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya mengenai adsorben dari karbon aktif didapatkan hasil bahwa adsorben dari biomassa ini efektif dalam menyerap polutan, bau, minyak, serta senyawa organik beracun lainnya [17]. Meskipun demikian, karbon aktif dinilai kurang ekonomis sehingga dibutuhkan cara lain yang memiliki kemampuan kerja yang sama namun terjangkau dalam hal keekonomisannya. Beberapa penelitian telah memanfaatkan ganggang atau alga sebagai biomaterial untuk adsorpsi limbah [18]. Alga laut yang banyak tumbuh di Indonesia tidak hanya dijadikan sebagai bahan pangan atau kosmetik. Adanya kandungan selulosa, protein, karagenan maupun alginat merupakan gugus aktif yang menjadikannya potensial untuk dijadikan adsorben [19]. Beberapa penelitian yang memaparkan manfaat rumput laut dan sekam padi sebagai biosorben salah satunya dari penelitian yang menggunakan sekam padi sebagai adsorben untuk mengurangi limbah logam berat Cr [20]. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa aktivasi telah meningkatkan daya adsorpsi logam hingga mencapai 826.25 mg/L dengan menggunakan aktivasi fisik dan kimia menggunakan asam klorida 30% [12] menggunakan arang aktif sebagai adsorben limbah cair tahu. Berdasarkan penelitian [21] diperoleh bobot adsorben yang paling efektif dalam menurunkan kadar limbah cair industri rumah tangga perikanan adalah 1,0 gram dalam 100 mL limbah cair.

Pada penelitian ini akan difokuskan pada aktivasi adsorben rumput laut yang dicampur abu sekam padi terhadap penurunan kadar pencemaran limbah cair industri minuman dengan perbandingan kombinasi biomassa rumput laut dan sekam padi yang sejauh ini belum pernah diteliti. Variasi kombinasi biomassa tersebut antara lain 100 % rumput laut (RL) : 0% sekam padi (SP), 75 RL:25 SP, 50 RL : 50 SP, dan 100% sekam padi. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah pH, TSS, kekeruhan (turbiditas) dan COD, dan logam Kadmium. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi kadar pH, kekeruhan, TSS dan COD.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pH meter, turbidimeter, oven, tanur, pompa vakum, (*Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES). Adapun bahan yang digunakan terdiri atas limbah cair dari industri minuman ringan, larutan standar kadmium, rumput laut, sekam padi, asam klorida (HCl 0,1M), larutan asam sulfat-perak sulfat, kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$ 0,25 N), indikator ferroin, ferro ammonium sulfat (FAS 0,1 N), merkuri sulfat ($HgSO_4$), kertas saring Whatman No 41.

Teknik Pengumpulan Data

Pembuatan Adsorben Rumput Laut

Rumput laut yang telah dicuci kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari dan dihaluskan sampai lolos pada ayakan 100 *mesh*. Sebanyak 12,5 gram ditimbang lalu direndam dalam larutan HCl 0,1 M 500 mL dan diaduk selama 2 jam. Rumput laut yang telah teraktivasi disaring dan dioven pada suhu 60 °C selama 24 jam.

Pembuatan Adsorben Sekam Padi

Sekam padi dioven pada suhu 105 °C selama 1 jam dan diarangkan pada *hot plate* hingga uapnya hilang. Sekam padi dipanaskan pada suhu 400 °C selama 4 jam, ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan 100 *mesh*. Proses pengaktifan dilakukan dengan cara serbuk sekam padi ditimbang sebanyak 12,5 gram dalam 500 mL direndam dalam larutan HCl 0,1 M

selama 24 jam. Kemudian dicuci dengan aquades Sekam padi yang telah teraktivasi dioven selama 2 jam pada suhu 150 °C

Penentuan Dosis Optimum

Pengaruh Bobot Bioadsorben

Serbuk sekam padi ditambahkan ke dalam limbah dengan varian dosis (0,5; 1; 1,5) gram direndam dalam limbah sebanyak masing-masing 150mL lalu diaduk dengan stirrer selama 30 menit dan didiamkan selama 1 jam. Sedangkan untuk penentuan serapan logam ditentukan dengan mengontakan bioadsorben pada larutan standar 10 ppm 50 mL selama 1 jam kemudian disaring dengan Whatman No. 41. Kemudian dilakukan analisa.

Pengaruh Waktu Kontak

Dilakukan penambahan serbuk sekam padi sesuai dengan hasil optimum yang diperoleh dari penentuan bobot optimum dan diaduk dengan varian waktu (30, 60, 90) menit didiamkan selama 1 jam ke dalam masing-masing 150 mL air limbah. Sedangkan untuk penentuan kapasitas serapan logam dilakukan dengan mengontakkan sejumlah adsorben (bobot optimum) dengan 50 mL larutan standar Cd 10 ppm. Setelah itu disaring menggunakan kertas saring Whatman No 41. Kemudian dilakukan analisa menggunakan ICP-OES.

Pengujian Kombinasi

Pencampuran dengan perbandingan sebagai berikut;

0 gram contoh= tanpa adsorben

100% rumput laut

100% sekam padi

75% rumput laut : 25% abu sekam padi

50% rumput laut : 50% abu sekam padi

25% rumput laut : 75% abu sekam padi

Ditambahkan adsorben sebanyak bobot dan waktu optimum yang diperoleh lalu disaring dan dianalisa

Analisis Sampel

Dilakukan pengujian efektifitas rumput laut dengan menggunakan bioadsorben rumput laut- abu sekam padi dengan menggunakan pH meter, turbidimeter, *Chemical Oxygen Demand* (COD) (SNI 06-6989. 15-2004), *Total Suspended Solid* (TSS) (SNI 06-6989. 15-2004), dan analisa logam menggunakan alat ICP-OES.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Limbah Cair Industri Minuman ringan

Beberapa parameter hasil analisis limbah cair industri minuman disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis awal dijadikan sebagai dasar perlu tidaknya dilakukan tindakan terhadap limbah yang diperoleh. Parameter pH, kekeruhan, dan COD limbah dibandingkan dengan baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 dan Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan No. 69 Tahun 2010 tentang baku mutu air limbah khususnya limbah industri minuman ringan. Hasilnya dari empat parameter yang akan diuji tiga diantaranya tidak memenuhi baku mutu. Nilai pH limbah cair industri minuman yang diuji adalah 4,30; sedangkan menurut baku mutu adalah pH 6-9. Parameter kekeruhan tidak dijadikan sebagai standar karena keterkaitan langsung parameter ini terhadap kandungan total tersuspensi (TSS). Nilai COD limbah yang sesuai adalah maksimal 300 mg/L. Nilai TSS limbah yang sesuai dengan baku mutu adalah 6 mg/L.

Tabel 1. Karakteristik limbah cair industri minuman ringan

No	Parameter	Nilai
1	Warna	Keruh
2	pH	4,30
3	Kekeruhan (NTU)	20,1
4	COD (mg/l)	36864
5	TSS (mg/L)	2,685

Pengaruh Bobot Bioadsorben

Beberapa perlakuan yang dicoba pada penelitian ini adalah adsorben dengan variasi bobot mulai dari (0,5; 1; 1,5) gram menggunakan adsorben sekam padi. Hasil analisa setelah terjadi kontak antara bioadsorben dengan limbah cair dijabarkan pada Tabel 2 dan Gambar 2. Dari hasil penelitian diperoleh bobot yang optimum adalah pada perlakuan 0,5 gram.

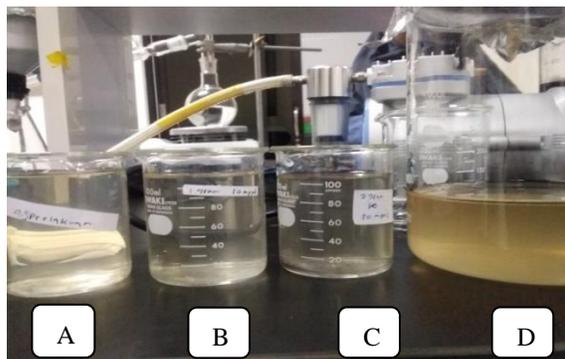
Dari tiga variasi penambahan bobot bioadsorben yang berbeda diperoleh beda nyata hasil sebelum dan sesudah perlakuan. Jika dibandingkan dengan kontrol penambahan bioadsorben memberikan perubahan yang cukup drastis pada nilai kekeruhan.

Seperti yang disinggung sebelumnya kekeruhan ini sangat erat kaitannya dengan warna limbah. Semakin keruh warna limbah maka nilai turbiditasnya (NTU) akan semakin meningkat.

Tabel 2. Hasil analisis pengaruh bobot bioadsorben

No	Bobot bioadsorben	Warna	pH	Kekeruhan (NTU)	Cd (mg/L)
1	Kontrol (0)	Keruh	4,30	20,2	9,98
2	0,5	Agak bening	4,23	11,81	9,73
3	1,0	Agak bening	4,12	12,10	9,62
4	1,5	Agak bening	4,05	15,46	9,48

Jika ditinjau dari nilai pH tampak bahwa semakin banyak bioadsorben yang digunakan maka derajat keasamannya juga meningkat. Hal tersebut sebagai dampak dari proses aktivasi bioadsorben dengan asam.



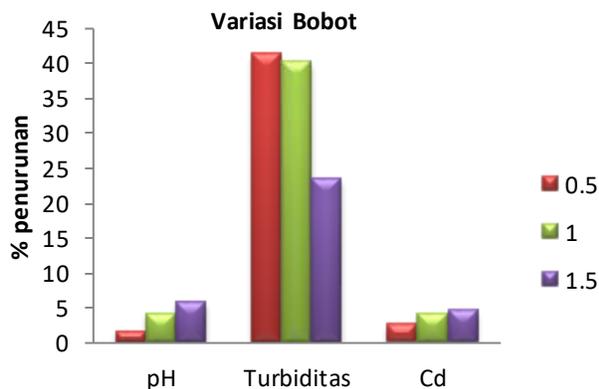
Gambar 1. Perubahan warna limbah pada berbagai variasi penambahan bobot adsorben

Keterangan

- A = Pemberian adsorben sekam padi 0,5 gram
- B = Pemberian adsorben sekam padi 1,0 gram
- C = Pemberian adsorben sekam padi 1,5 gram
- D = Tanpa perlakuan

Secara visual limbah cair industri minuman ringan yang digunakan pada penelitian ini berwarna keruh. Perubahan nyata terhadap warna limbah dari keruh menjadi bening tidak lepas dari proses pengikatan partikel koloid/suspensi secara fisik maupun kimia pada permukaan bioadsorben. Berdasarkan Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa 0.5 gram bioadsorben merupakan bobot optimum dalam menurunkan pencemaran limbah industri berdasarkan parameter pH dan turbiditas sedangkan untuk kadar logam Cd, bobot optimum yakni pada 1.5 gram.

Pengikatan logam pada bioadsorben disebabkan adanya gugus aktif penyusun bioadsorben .



Gambar 2. Hasil penentuan pengaruh bobot bioadsorben

Pengaruh Waktu Kontak

Proses adsorpsi tidak hanya terkait dengan besarnya bobot adsorben yang dipakai tapi juga berapa lama limbah dikontak dengan bioadsorben. Waktu kontak merupakan salah satu dari faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Proses adsorpsi pada arang aktif/abu sekam padi akan maksimal jika luas permukaan adsorpsi arang aktif diperluas baik secara fisik dengan pemanasan maupun dengan penambahan zat kimia. Lamanya waktu kontak berbanding lurus terhadap jumlah zat yang diserap oleh bioadsorben. Namun seiring berjalannya waktu lama kelamaan bioadsorben akan mencapai titik jenuhnya dimana seluruh permukaan adsorben akan tertutupi oleh adsorbat/limbah [22]. Beberapa variasi waktu kontak telah diuji pada penelitian ini mulai dari 30, 60, dan 90 menit dengan menggunakan adsorben abu sekam padi. Hasil analisis limbah cair pada perlakuan lama waktu kontak disajikan pada Tabel 3.

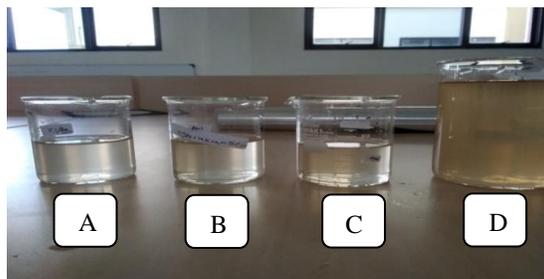
Tabel 3. Analisis pH, Turbiditas, TSS, dan kandungan logam Cd

No	Waktu kontak (menit)	Warna	pH	Kekeruhan (NTU)	TSS (mg/L)	Cd (mg/L)
1	0	Keruh	4,3	20,1	0,53	9,98
2	30	Agak bening	4,2	9,1	0,08	9,48

No	Waktu kontak (menit)	Warna	pH	Kekeruhan (NTU)	TSS (mg/L)	Cd (mg/L)
3	60	Agak bening	4,1	12,7	0,11	9,51
4	90	Agak keruh	4,2	15,1	0,505	9,53

[23]

Dapat terlihat pada Tabel 3 bagaimana waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat telah mempengaruhi tingkat pencemaran limbah. Dari tiga perlakuan waktu yang berbeda nampak bahwa perubahan pH tidak terlalu terdampak terhadap lamanya waktu kontak antara adsorben dengan limbah. Jika dilihat secara umum didapatkan waktu kontak paling optimum adalah 30 menit yang ditandai dengan persen penurunan terhadap parameter turbidimeter dan TSS yang cukup signifikan. Waktu kontak erat kaitannya dengan frekuensi tumbukan yang mungkin terjadi antara adsorben dengan adsorbat. Tingkat kekeruhan limbah cair yang terbaik terlihat pada perlakuan selama 30 menit penampakan perubahan warna limbah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perubahan warna limbah pada berbagai variasi waktu kontak adsorben dengan limbah

Keterangan

A = Pengadukan selama 30 menit

B = Pengadukan selama 60 menit

C = Pengadukan selama 90 menit

D = Tanpa perlakuan

Setelah pengadukan 30 menit, terjadi penurunan keefektifan adsorben dalam menyerap pengotor pada limbah maupun logam. Hal ini sesuai dengan penelitian [24] yang menyatakan bahwa efisiensi penyerapan berbanding lurus dengan waktu sampai pada titik tertentu. Pada titik jenuh adsorbat pada akhirnya akan lepas kembali akibat interaksi fisik yang lemah antara adsorbat dengan adsorben. Interaksi fisik yang lemah ini diakibatkan Gaya Van Der Waals. Ikatan fisik yang terjadi mengakibatkan adsorbat

mudah lepas pada permukaan adsorben sehingga pada waktu tertentu parameter yang diukur nilainya kembali meningkat kecuali pH. Penurunan pH disebabkan aktivasi bioadsorben dengan asam sehingga ketika adsorbat (suspensi atau koloid dari limbah) melekat pada adsorben terjadi deprotonisasi. Terlepasnya ion H^+ inilah yang menyebabkan turunnya pH limbah [25].

Analisis kombinasi sekam padi-rumput laut

Setelah didapatkan bobot dan waktu optimum kemudian dicoba untuk dimodifikasi dengan mengkombinasikan abu sekam padi dengan rumput laut. Kombinasi yang dilakukan mulai dari variasi 100 % sekam padi (SP), 75SP : 25RL, 50SP : 50RL, 25SP : 75RL dan 100 % rumput laut. Hasil analisis limbah cair pada perlakuan kombinasi abu sekam padi-rumput laut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis pH, kekeruhan, TSS, dan COD pada kombinasi rumput laut-abu sekam padi

Kombinasi Sekam Padi-Rumput Laut		Warna	pH	Kekeruhan (NTU)	TSS (mg/L)	COD (mg/L)
RL	SP					
0(perlakuan)		Keruh	4,30	27,3	2,68	36864
100 %	0%	Agak bening	3,10	6,78	0,23	819
75%	25 %	Agak bening	3,48	14,52	0,73	4096
50%	50 %	Agak bening	3,80	15,98	0,96	4096
25%	75 %	Agak bening	4,09	20,3	1,49	9011
0 %	100 %	Agak bening	4,21	21,3	1,18	2744

Perlakuan kombinasi sekam padi-rumput laut dapat menurunkan nilai kekeruhan limbah. Penambahan adsorben pada beberapa variasi komposisi yang berbeda-beda juga dapat menurunkan pH. Dari nilai pada Tabel 4 terlihat jelas bahwa dibandingkan dengan sekam padi, rumput laut lebih mampu menurunkan nilai turbiditas, TSS, dan COD

limbah. Semakin banyak penambahan rumput laut pada komposisi maka semakin bagus kualitas limbah yang diperoleh.

Proses Pengujian

Analisis pH

Penambahan adsorben 0,5 gram dalam 150 limbah cair berdampak terhadap nilai pH limbah cair industri minuman ringan. Dari hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan nilai pH setelah pemberian adsorben rumput laut –abu sekam padi pada dosis yang berbeda. Sebelum penambahan adsorben nilai pH limbah cair industri minuman yaitu 4,30 sedangkan setelah penambahan adsorben pH berubah menjadi 3,10-4,21.

Aktivasi kimia menggunakan asam klorida menjadikan rumput laut terprotonisasi. Peristiwa protonisasi ini menyebabkan gugus karboksil, hidroksil, maupun ester menjadi aktif. Gugus-gugus aktif inilah yang disebut sebagai sisi aktif sehingga menyebabkan kapasitas adsorpsi bioadsorben semakin meningkat. Terlepasnya ion H^+ membuat gugus karboksil ($COOH$) misalnya menjadi COO^- sehingga akan lebih mudah menarik partikel koloid yang bermuatan. Pada akhirnya aktivasi adsorben dengan asam ini akan mengurangi pengotor-pengotor yang terdapat pada adsorben [26].

Analisis Turbiditas

Dari hasil penelitian pada kombinasi rumput laut -abu sekam padi diperoleh penurunan nilai turbiditas setelah pemberian adsorben rumput laut dan abu sekam padi dengan perbandingan dosis yang berbeda. Sebelum penambahan adsorben, nilai turbiditas limbah cair industri minuman yaitu 27,3 NTU sedangkan setelah penambahan adsorben nilai turbiditas berubah menjadi 6,78-21,3 NTU. Dari hasil kombinasi tersebut, penggunaan 100%rumput laut memiliki penyerapan yang paling tinggi dengan nilai penurunan sebesar 75,16 %. Hal ini dikarenakan rumput laut memiliki gugus-gugus aktif seperti karboksilat, ester, amina, dan hidroksil yang berasal dari protein, karbohidrat maupun sulfur ester yang berasal dari karagenan [19]. Kandungan yang terdapat pada rumput laut terutama yang mampu membentuk ion positif maupun negatif inilah yang sangat berperan untuk menjelaskan penurunan parameter limbah buangan setelah dikontakkan dengan adsorben rumput

laut. Kandungan karagenan pada rumput laut jenis *Eucheuma Cottonii* ini bahkan hingga lebih dari 60%. Dengan kata lain bioadsorben dengan gugus ester sulfat akan terdistribusi lebih dominan pada bioadsorben. Muatan negatif yang dibawa oleh sulfur ester akan memecah partikel-partikel koloid atau suspensi bermuatan sehingga tingkat kekeruhan akan menurun. Interaksi tersebut mempengaruhi gaya yang menyebabkan stabilitas partikel menjadi terganggu sehingga bioadsorben bisa berikatan dengan partikel kecil membentuk endapan.

Analisis Total Padatan Tersuspensi (TSS)

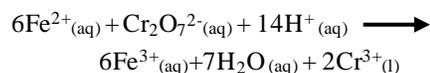
Pada penelitian ini semakin meningkat bobot adsorben dan pencampuran adsorben rumput laut-abu sekam padi semakin menurunkan pula nilai TSS pada limbah cair minuman. Padatan tersuspensi memiliki sifat yang dapat terbedakan dari larutannya karena ukuran partikel tersebut lebih besar dari 1 mikrometer. Ukuran partikel yang cukup besar ini berkontribusi pada keruhnya warna dari limbah. [21][19]. Menurut [28], adanya padatan tersuspensi pada air limbah menjadi sumber pencemaran dikarenakan padatan ini akan menghalangi masuknya matahari pada lapisan air. Pada akhirnya mikroorganisme yang ada dalam air akan mati karena tidak memperoleh suplai matahari begitu pula tumbuhan dalam air yang tidak dapat melakukan proses fotosintesis. Fotosintesis sendiri akan menghasilkan oksigen yang dibutuhkan oleh organisme yang hidup dalam badan air. Rangkaian siklus tersebut bermuara pada terganggunya organisme dan mikroorganisme dalam air yang berujung pada matinya biota laut sehingga menimbulkan pembusukan. TSS dapat menimbulkan pendangkalan pada badan air dan menimbulkan tumbuhnya tanaman air tertentu dan dapat menjadi racun bagi makhluk hidup lainnya [29]

Dari hasil penelitian kombinasi rumput laut dan abu sekam padi dengan varian 100 % abu sekam padi, 75 SP : 25RL, 50SP : 50 RL, 25SP : 75 RL dan 100 % rumput laut, diperoleh penurunan nilai TSS setelah pemberian adsorben rumput laut dan abu sekam padi dengan perbandingan dosis yang berbeda. Sebelum penambahan adsorben nilai TSS limbah cair industri minuman yaitu 2,685 mg/L sedangkan setelah penambahan adsorben nilai TSS berubah menjadi 0,23-1,185 mg/L dari hasil kombinasi tersebut rumput laut sebanyak 100% memiliki penyerapan yang paling tinggi dengan nilai penurunan sebesar 91,43 % .

Seperti yang dijelaskan sebelumnya adanya sisi aktif pada permukaan adsorben baik dari gugus ester sulfat, hidroksil maupun amina menyebabkan mudahnya partikel bermuatan berinteraksi dengan adsorben sehingga parameter seperti COD, TSS dan kekeruhan akan menurun [19].

Nilai Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh oksidator (misal kalium dikromat) untuk mengoksidasi seluruh zat organik yang ada di dalam air [18][19]. Nilai COD yang tinggi menjadi indikator terhadap tingginya tingkat pencemaran [30]. Penentuan COD didasarkan pada penitrasi kalium dikromat yang tidak bereaksi dengan zat organik dalam limbah menggunakan ferro amonium sulfat. Proses oksidasi kalium dikromat dengan material organik dilakukan dengan metode refluks dengan penambahan asam sulfat pekat. Perak sulfat pada pengujian COD berfungsi membantu proses oksidasi untuk sampel yang mengandung senyawa alifatik. Penambahan zat kimia HgSO_4 bertujuan untuk menghilangkan adanya gangguan unsur klorin yang ikut teroksidasi dalam air, karena hal tersebut dapat mengganggu reaksi. Penambahan katalisator perak sulfat bertujuan/berfungsi untuk mempercepat reaksi. Sampel dipanaskan pada suhu 150 °C selama 2 jam yang bertujuan untuk mempercepat reaksi dan mempercepat proses oksidasi bahan organik yang terdapat dalam sampel air limbah yang dianalisis. Penambahan larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ bertujuan sebagai oksidator (*oxidizing agent*) bahan organik yang terdapat dalam air limbah. Jumlah oksigen yang terpakai dihitung dari $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang tersisa di dalam larutan. Oleh karenanya, penggunaan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ harus berlebih sehingga zat organik dalam larutan dapat teroksidasi sempurna. Kelebihan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ditentukan melalui titrasi dengan $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ atau FAS (Ferro Amonium Sulfat) yang reaksinya sebagai berikut :



Pada penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh bobot adsorben dan kombinasi rumput laut-abu sekam padi terhadap signifikansi nilai COD limbah cair industri minuman. Dari hasil penelitian kombinasi rumput laut dan abu sekam padi pada berbagai variasi komposisi, diperoleh terjadinya penurunan nilai COD setelah pemberian adsorben

rumpun laut dan abu sekam padi dengan perbandingan dosis yang berbeda-beda. Sebelum penambahan adsorben nilai COD limbah cair industri minuman yaitu 36864 mg/L sedangkan setelah penambahan adsorben nilai COD berubah menjadi 819,2 -27443,2 mg/L. Dari hasil kombinasi tersebut, rumput laut sebanyak 100 % memiliki penyerapan yang paling tinggi dengan nilai penurunan sebesar 91,43 %. Peranan abu sekam padi membantu dalam penyerapan tidak hanya kimia tapi juga aspek fisik. Aktivasi dengan menggunakan pemanasan serta asam membuat pori-pori abu sekam padi membesar. Luas permukaan yang besar membuat probabilitas kontak antara adsorben dengan adsorbat menjadi tinggi karena adanya perbedaan energi potensial antar muka keduanya. Tidak hanya dari aspek fisik kombinasi penggunaan rumput laut juga berkontribusi terhadap turunnya nilai cemaran limbah melalui ikatan kimia yang terjadi. Keberadaan gugus aktif seperti amino, hidroksil, karboksil dan sulfat yang terkandung dalam bioadsorben sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh S Beina [31].

KESIMPULAN

Dalam hasil percobaan pembuatan adsorben dari abu sekam padi-rumput laut diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Bobot dan waktu optimum adsorben yang paling efektif dalam menurunkan kadar pH, turbiditas, TSS dan COD limbah cair industri minuman adalah 0,5 g dalam waktu 30 menit sedangkan untuk penurunan kadar logam Cd dengan abu sekam padi sebesar 1.5 gram dalam waktu 30 menit.
2. Perlakuan kombinasi rumput laut-abu sekam padi dengan kombinasi 100 % abu sekam padi, 75 SP : 25 RL, 50 SP : 50 RL, 25 SP : 75 RL dan 100 % rumput laut dapat menurunkan kadar pH yang semula 4,30 menjadi 3,10-4,21, turbiditas yang semula 27,3 NTU menjadi 6,78-21,3 NTU, TSS yang semula 2,685 mg/L menjadi 0,23-1,185 mg/L dan COD yang semula 36864 mg/L menjadi 819,2 -27443,2 mg/L.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben rumput laut lebih baik dalam menurunkan nilai cemaran limbah (pH, turbiditas, TSS dan COD) dibandingkan abu sekam padi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada tim peneliti Prodi Analisis Kimia Akademi komunitas Industri Manufaktur Bantaeng yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Industri minuman ringan yang bersedia bekerja sama dalam pengambilan sampel, Laboratorium Analisis Kimia Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng sebagai tempat pelaksanaan pengujian sampel penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. N. Hakim, S. A., and S. Hamzani, "Efektivitas Abu Sekam Padi Dan Poly Aluminium Chloride Dalam Menurunkan Zat Warna Limbah Cair Industri Sasirangan," *j. kesehatan. lingkungan*, vol. 13, no. 2, p. 346, Jul. 2016, doi: 10.31964/jkl.v13i2.32.
- [2] J. S. Tangio, "Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)," p. 7.
- [3] S. Andrejkovičová *et al.*, "The effect of natural zeolite on microstructure, mechanical and heavy metals adsorption properties of metakaolin based geopolymers," *Applied Clay Science*, vol. 126, pp. 141–152, Jun. 2016, doi: 10.1016/j.clay.2016.03.009.
- [4] Y. C. Xu, Z. X. Wang, X. Q. Cheng, Y. C. Xiao, and L. Shao, "Positively charged nanofiltration membranes via economically mussel-substance-simulated co-deposition for textile wastewater treatment," *Chemical Engineering Journal*, vol. 303, pp. 555–564, Nov. 2016, doi: 10.1016/j.cej.2016.06.024.
- [5] Y. Albasthomi, N. A. Sholikah, and K. Udyani, "Pengolahan Limbah Cair Industri Cat dengan Proses Adsorpsi untuk Menurunkan COD dan TSS," p. 6, 2019.
- [6] Putra, Daud Satria., Ardian Putra., "Analisis pencemaran limbah cair kelapa sawit berdasarkan kandungan logam, konduktivitas, TDS dan TSS.," *Jurnal fisika unand*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [7] D. Islamawati, Y. H. Darundiati, and N. A. Dewanti, "Studi Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Menggunakan Ferri

- Klorida (FeCl_3) Pada Limbah Cair Tapioka Di Desa Ngemplak Margoyoso Pati,” *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 6, p. 10, 2018.
- [8] P. Pungut, M. Al Kholif, and W. D. I. Pratiwi, “Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan Fosfat Pada Limbah Laundry dengan Metode Adsorpsi,” *jstl*, vol. 13, no. 2, Jun. 2021, doi: 10.20885/jstl.vol13.iss2.art6.
- [9] S. Sani, U. A. Istiqomah, N. S. Prabowo, and D. H. Astuti, “Penurunan BOD dan COD Pada Limbah Cair Industri Rumput Laut Dengan Metode Ion Exchange,” *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 13, no. 2, Apr. 2019, doi: 10.33005/tekkim.v13i2.1413..
- [10] X. Wang, P. Tang, Y. Xu, X. Yang, and X. Yu, “In vitro study of strontium doped calcium polyphosphate-modified arteries fixed by dialdehyde carboxymethyl cellulose for vascular scaffolds,” *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 93, pp. 1583–1590, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2016.04.047.
- [11] D. Kanakaraju, S. Ravichandar, and Y. C. Lim, “Combined effects of adsorption and photocatalysis by hybrid TiO_2/ZnO -calcium alginate beads for the removal of copper,” *Journal of Environmental Sciences*, vol. 55, pp. 214–223, May 2017, doi: 10.1016/j.jes.2016.05.043.
- [12] H. Setyawati, N. A. Rakhman, and D. A. Anggorowati, “PENERAPAN PENGGUNAAN ARANG AKTIF SEBAGAI ADSORBEN UNTUK PROSES ADSORPSI LIMBAH CAIR DI SENTRA INDUSTRI TAHU KOTA MALANG,” *Spectra*, vol. XIII Juli-Desember, no. 26, pp. 67–78, 2015.
- [13] Wiloso and Setiawan, “Penyerapan Zat Wama Basic Red 18 dalam Kolom dengan Menggunakan Media Dedak,” *Majalah Dasar-Dasar Teknik Kimia*, Puspitek: Pusat Pengetahuan Indonesia., 2003.
- [14] E. Rubin, P. Rodriguez, R. Herrero, J. Cremades, I. Barbara, and M. E. Sastre de Vicente, “Removal of Methylene Blue from aqueous solutions using as biosorbent *Sargassum muticum*: an invasive macroalga in Europe,” *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, vol. 80, no. 3, pp. 291–298, Mar. 2005, doi: 10.1002/jctb.1192.
- [15] D. I. Safitri, “Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Adsorben Pada Air Laut dan Zat Warna,” *Pharmacoscript*, vol. 1, no. 2, Feb. 2019, doi: 10.36423/pharmacoscript.v1i2.146.
- [16] Velmurugan .P, Rathina kumar.V, and Dhinakaran.G, “Dye removal from aqueous solution using low cost adsorbent,” *International Journal Of Environmental Sciences*, vol. 1, no. 7, 2011.
- [17] D. Herawati, S. D. Santoso, and I. Amalina, “Kondisi Optimum Adsorpsi-Fluidisasi Zat Warna Limbah Tekstil Menggunakan Adsorben Jantung Pisang,” *Jurnal SainHealth*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2018, doi: 10.51804/js.v2i1.169.
- [18] W. M. Antunes, A. S. Luna, C. A. Henriques, and A. C. A. Da Costa, “An evaluation of copper biosorption by a brown seaweed under optimized conditions,” *Electron. J. Biotechnol.*, vol. 6, no. 3, pp. 0–0, Dec. 2003, doi: 10.2225/vol6-issue3-fulltext-5.
- [19] R. R. Kannan, M. Rajasimman, N. Rajamohan, and B. Sivaprakash, “Brown marine algae *turbinaria conoides* as biosorbent for Malachite green removal: equilibrium and kinetic modeling,” *Frontiers of Environmental Science and Engineering in China*, vol. 4, no. 1, pp. 116–122, 2010.
- [20] Fasya, A.Z., Fadila, N., “Pemanfaatan Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben Guna Mengurangi Limbah Cr,” Program Studi Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Indonesia, 2017.
- [21] B. Ibrahim, D. R. Sukarsa, and L. Aryanti, “Pemanfaatan Rumput Laut *Sargassum* sp. Sebagai Adsorben Limbah Cair Industri Rumah Tangga Perikanan,” vol. 15, p. 7, 2012.
- [22] A. Sugiharto, I. Hoyali, A. F. A. Ghifari, dan T. H. Nabilla, “Effect of Contact Time of Rice Husk Ash and Poly Aluminum Chloride to Reduce the Concentration of Rhodamin B Dyes Using the Adsorption- Fluidization Method,” vol. 7, no. 1, p. 5, 2020.

- [23] Agus Salim, Neny Rasnyanti M Aras, dan Boy Chandra Sitanggang, "Pemanfaatan Adsorben Sekam Padi Teraktivasi untuk Menurunkan Kandungan Cemarkan Limbah Cair Industri Minuman," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI) VII*, pp. 405–409.
- [24] S. P. Raghuvanshi, "Kinetics Study Of Methylene Blue Dye Bioadsorption On Bagasse," *Appl Ecol Env res*, vol. 2, no. 2, pp. 35–43, Dec. 2004, doi: 10.15666/aer/03035043.
- [25] A. S. Parubak, E. Sugiharto, and M. Mudjiran, "The Effect of Salinity on the Release of Copper (Cu), Lead (Pb) And Zinc (Zn) from Tailing," *Indones. J. Chem.*, vol. 1, no. 1, pp. 16–22, Jun. 2010, doi: 10.22146/ijc.21956.
- [26] I. W. Sudiarta, "Teraktivasi Asam Sulfat," *Jurnal Kimia*, p. 8, 2009.
- [27] MetCalf, Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, 4th ed. New York: McGraw Hill Book Co., 2003.
- [28] Kristanto, P., *Ekologi Industri*. Yogyakarta: CV. Andi Offset., 2013.
- [29] Asmadi and Suharno, *Dasar – dasar teknologi pengolahan air limbah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing., 2012.
- [30] S. Yudo, "Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung Di Wilayah Dki Jakarta Ditinjau Dari Paramater Organik, Amoniak, Fosfat, Deterjen Dan Bakteri Coli," *JAI*, vol. 6, no. 1, Feb. 2018, doi: 10.29122/jai.v6i1.2452.
- [31] S. Benaissa, "Biosorption of Fe (III) from a aqueous solution using brown algae," *J. Mater. Environ. Sci.*, vol. 7(5), pp. 1461–1468, 2016.