

## PENGARUH PENGGUNAAN KARBON AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT UNTUK MENURUNKAN BOD, CPD, DAN TSS LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT

Syardah Ugra Al Adawiyah<sup>1</sup>, Amanda Nur<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Politeknik ATI Makassar

syardah26@atim.ac.id<sup>1</sup>, @amanda.nur1026@gmail.com<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) atau Palm Oil Mill Effluent (POME) merupakan salah satu jenis limbah organik agroindustri berupa air, minyak dan padatan organik yang berasal dari hasil samping proses pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit untuk menghasilkan crude palm oil (CPO). Limbah yang dihasilkan dari pabrik pengolahan minyak kelapa sawit (PKS) akan memberikan dampak negatif bagi lingkungan karena memiliki kandungan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang sangat tinggi. Salah satu cara penurunan kadar BOD, COD dan TSS yaitu dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif cangkang kelapa sawit. Tujuan dari penelitian ini mengetahui bagaimana pengaruh penambahan adsorben terhadap penurunan kadar BOD, COD, dan TSS. Penentuan dilakukan dengan mengaktivasi adsorben secara kimia kemudian menentukan nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang diharapkan dapat digunakan sebagai peninjau dalam mengolah limbah kelapa sawit, sesuai dengan baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Anorganik UIN Alauddin Makassar pada tanggal 07 Juli – 30 Juli 2021. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil pengujian sampel air limbah secara kuantitatif dengan variasi sebelum pengolahan dan setelah penambahan adsorben cangkang kelapa sawit. Hasilnya menunjukkan penurunan nilai BOD setelah penambahan adsorben dengan nilai BOD sebesar 7,8 mg/L, COD sebesar 199,08 mg/L dan TSS sebesar 35 mg/L yang telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit yang dimana standar nilai BOD sebesar 100 mg/L, COD sebesar 350 mg/L dan TSS sebesar 250 mg/L.

**Kata kunci:** limbah cair, karbon aktif, cangkang kelapa sawit, BOD, COD.

### ABSTRACT

Palm oil mill effluent (LCPKS) or Palm Oil Mill Effluent (POME) is one type of agro-industrial organic waste in the form of water, oil and organic solids derived from the by-products of processing palm fresh fruit bunches (FFB) to produce crude palm oil. (CPO). Waste generated from palm oil processing plants (PKS) will have a negative impact on the environment because it contains very high BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen demand) and TSS (Total Suspended Solid). One way to decrease the level of BOD, COD and TSS is by adsorption method using activated carbon of palm oil shells. The purpose of this study was to determine how the effect of adding adsorbent to the decrease in BOD, COD, and TSS levels. The determination is made by chemically activating the adsorbent and then determining the values of BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen demand) and TSS (Total Suspended Solid) which are expected to be used as observers in processing palm oil waste, in accordance with the environmental quality standards that have been set. . This research was carried out at the Inorganic Chemistry Laboratory of UIN Alauddin Makassar on 07 July – 30 July 2021. The type of research used was experimental laboratory. The data obtained from the results of testing wastewater samples quantitatively with variations before and after the addition of oil palm shell adsorbents. The results show a decrease in the BOD value after the addition of adsorbents with a BOD value of 7.8 mg/L, COD of 199.08 mg/L and TSS of 35 mg/L which have met the standards set by the Regulation of the Minister of the

Environment Number 5 of 2014 regarding the quality standard of liquid waste for the palm oil industry where the standard value of BOD is 100 mg/L, COD is 350 mg/L and TSS is 250 mg/L.

**Keywords:** liquid waste, activated carbon, oil palm shells, BOD, COD.

## PENDAHULUAN

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) atau *palm oil mill effluent* (POME) merupakan salah satu jenis limbah organik agroindustri berupa air, minyak dan padatan organik yang berasal dari hasil samping proses pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit untuk menghasilkan *crude palm oil* (CPO). Limbah yang dihasilkan dari Pabrik pengolahan minyak kelapa sawit dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan khususnya pada biota laut maka untuk itu sebelum dialirkan ke sungai, kandungan BOD, COD dan TSS limbah cair tersebut harus diturunkan. Selain limbah cair, adapun limbah padat pabrik kelapa sawit berupa cangkang kelapa sawit dan pada dasarnya limbah cangkang kelapa sawit sangat melimpah dan dalam pemanfaatannya masih sangat terbatas penggunaannya seperti digunakan sebagai bahan bakar, asap cair, fenol, serta briket arang. Oleh karena itu, limbah cangkang kelapa sawit ini akan dijadikan sesuatu yang lebih bermanfaat yaitu sebagai adsorben. Dilihat dari kandungan cangkang kelapa sawit yang mengandung Lignin dan selulosa yang pada umumnya dapat dijadikan karbon aktif karena mempunyai daya serap yang besar terhadap zat lainnya baik dalam fase cair maupun gas sehingga nilai BOD, COD dan TSS turun dan limbah yang dihasilkan tidak merusak lingkungan.

Oleh karena itu, limbah cangkang kelapa sawit ini akan dijadikan sesuatu yang lebih bermanfaat yaitu sebagai adsorben. Dilihat dari kandungan cangkang kelapa sawit yang mengandung Lignin dan selulosa yang pada umumnya dapat dijadikan karbon aktif karena mempunyai daya serap yang besar terhadap zat lainnya baik dalam fase cair maupun gas sehingga nilai BOD, COD dan TSS turun dan limbah yang dihasilkan tidak merusak lingkungan. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu dengan diketahuinya pengaruh penambahan adsorben terhadap penurunan nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) maka diharapkan pengolahan ini mampu menghasilkan limbah cair kelapa sawit yang memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental, dimana dilakukan pengujian sampel air limbah kelapa sawit dengan menerapkan metode adsorpsi menggunakan adsorben cangkang kelapa sawit dengan mengetahui pengaruh massa dalam penurunan kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang sesuai dengan baku mutu lingkungan yang ditetapkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Hasil analisis kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) sebelum pengolahan dan setelah pengolahan memperlihatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 1.** Hasil pengamatan nilai BOD limbah kelapa sawit

BOD Sebelum Pengolahan (mg/L)		BOD Setelah Penambahan Adsorben (mg/L)					
		2 gram		3 gram		4 gram	
Simplo	Duplo	Simplo	Duplo	Simplo	Duplo	Simplo	Duplo
20.8	19.2	14.4	14.8	10.8	9.6	7.2	8.4
20		14.6		10.2		7.8	

(Sumber: Data Primer, 2021)

**Tabel 2.** Hasil pengamatan nilai COD limbah kelapa sawit

COD Sebelum Pengolahan (mg/L)		COD Setelah Penambahan Adsorben (mg/L)					
		2 gram		3 gram		4 gram	
Simplo	Duplo	Simplo	Duplo	Simplo	Duplo	Simplo	Duplo
322.32	312.84	255.96	246.48	224.36	230.68	202.24	195.92
317.58		251.22		227.52		199.08	

(Sumber: Data Primer, 2021)

**Tabel 3.** Hasil pengamatan nilai TSS limbah kelapa sawit

TSS Sebelum Pengolahan (mg/L)		TSS Setelah Penambahan Adsorben (mg/L)					
		2 gram		3 gram		4 gram	
Simplo	Duplo	Simplo	Duplo	Simplo	Duplo	Simplo	Duplo
990	812	586	582	284	282	42	28
901		584		283		35	

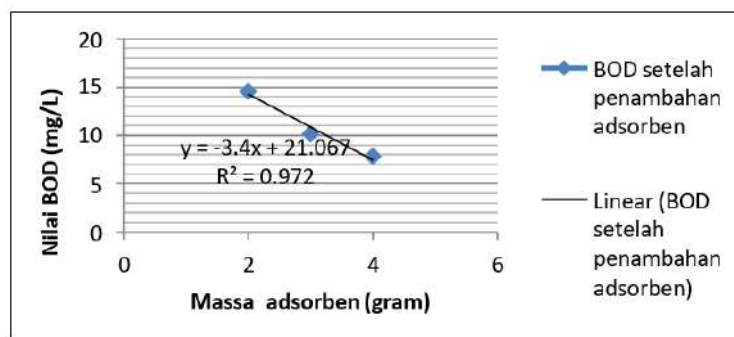
(Sumber: Data Primer, 2021)

### Pembahasan

Cangkang kelapa sawit merupakan limbah padat yang pada dasarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar sekali pakai. Selain itu dapat digunakan sebagai karbon aktif. Karbon aktif dapat digunakan sebagai penyerap dalam pengolahan limbah cair.

Untuk menurunkan kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang sangat tinggi, sebelum dialirkan ke sungai, maka perlu dilakukan metode adsorpsi dengan menggunakan adsorben dengan memanfaatkan limbah padat kelapa sawit yang diharapkan dapat digunakan sebagai peninjau dalam mengolah limbah industri kelapa sawit dengan melihat indikator BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang sesuai dengan baku mutu lingkungan yang ditetapkan.

BOD (*Biological Oxygen Demand*) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan-bahan organik yang terdapat didalam air. Pengujian BOD menggunakan metode Winkler-Alkali iodida azida, dilakukan dengan cara mengukur berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam sampel yang disimpan dalam botol tertutup rapat, diinkubasi selama 5 hari pada temperatur kamar dengan tujuan mengurangi oksidasi ammonia (NH<sub>3</sub>) yang cukup tinggi sehingga dapat mempengaruhi hasil penentuan BOD.



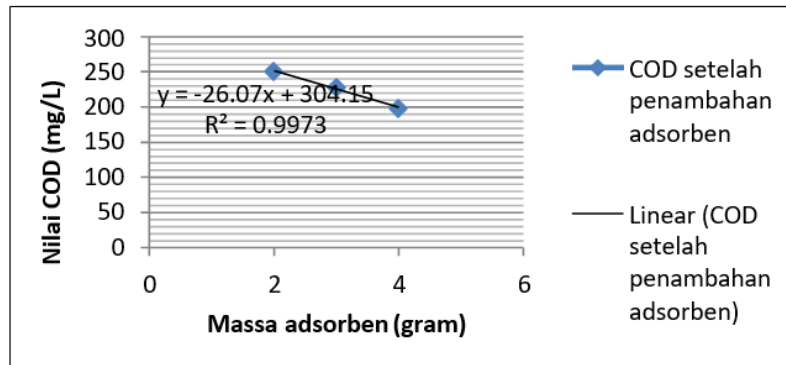
**Gambar 1.** Grafik hubungan massa karbon aktif cangkang kelapa sawit terhadap penurunan nilai BOD

Berdasarkan gambar 1, terlihat nilai BOD limbah cair kelapa sawit dari variasi massa adsorben cangkang sawit 2 gram, 3 gram dan 4 gram berturut-turut adalah 14,6 mg/L, 10,2 mg/L dan 7,8 mg/L. Penurunan BOD yang paling baik pada penambahan 4 gram karbon aktif cangkang kelapa sawit dengan penurunan 7,8 mg/L. Nilai BOD dipengaruhi oleh jumlah TSS (*Total Suspended Solid*) dan juga zat organik yang ada dalam air. Maka berkurangnya zat-zat organik dalam limbah akan menurunkan nilai BOD karena oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik tersebut dalam

menjadi berkurang (Mustafa, 2016).

Maka nilai BOD yang didapatkan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Permen LH Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit, yaitu 100 mg/L.

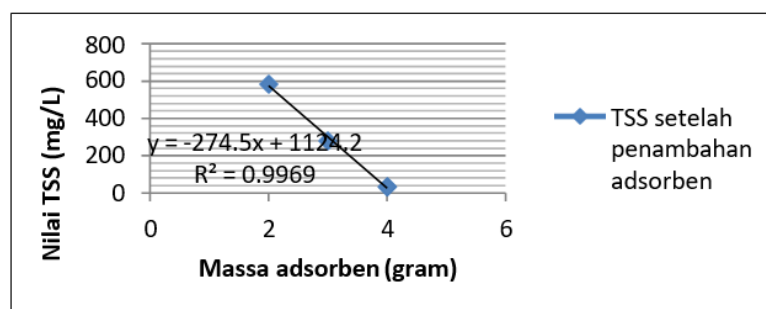
*Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel, dengan penambahan kalium permanganat (KMnO<sub>4</sub>) sebagai oksidator. Dilakukan pemanasan selama beberapa menit dilanjutkan dengan penambahan asam oksalat (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) lalu dititrasi dengan kalium permanganat (KMnO<sub>4</sub>).



**Gambar 2.** Grafik hubungan massa karbon aktif cangkang kelapa sawit terhadap penurunan nilai cod

Pada gambar 2 dapat diketahui COD limbah cair dengan variasi massa 2 gram, 3 gram dan 4 gram karbon aktif cangkang kelapa sawit, nilai COD semakin menurun masing-masing menjadi 251.22 mg/L, 227.52 mg/L, dan 199 mg/L. Penurunan COD yang paling baik pada penambahan 4 gram karbon aktif cangkang kelapa sawit dengan penurunan 199 mg/L. Turunnya nilai COD menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen total untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah cair, dimana senyawa organik dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut melalui suatu oksidasi kimia hingga nilai COD dalam limbah menurun (Mustafa, 2016). Maka nilai COD yang didapatkan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Permen LH Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit, yaitu sebesar 350 mg/L.

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan satu parameter yang mengindikasikan laju sedimentasi agar mengetahui jumlah konsentrasi TSS pada suatu perairan. Penentuan TSS dilakukan dengan metode gravimetri dengan cara penimbangan hasil reaksi pengendapan. Langkah pengukuran gravimetri adalah pengukuran berat.



**Gambar 3.** Grafik hubungan massa karbon aktif cangkang kelapa sawit terhadap penurunan nilai TSS

Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui TSS limbah cair kelapa sawit dengan penambahan 2 gram, 3 gram dan 4 gram karbon aktif cangkang kelapa sawit didapatkan secara berturut-turut adalah 584 mg/L, 283 mg/L, dan 35 mg/L. Penurunan nilai TSS yang paling baik pada penambahan 4 gram karbon aktif cangkang kelapa sawit dengan penurunan 35 mg/L. Hal ini dipengaruhi oleh ukuran partikel cangkang kelapa sawit yang semakin kecil menjadikan partikel semakin rapat menyebabkan padatan tersuspensi tertahan di permukaan adsorben sehingga nilai TSS mengalami penurunan (Mustafa, 2016).

Turunnya nilai TSS dalam air limbah menunjukkan bahwa parameter-parameter lain seperti BOD dan COD juga akan mengalami penurunan karena suspensi yang terdapat dalam partikel koloid merupakan faktor penyebab tingginya konsentrasi BOD dan COD (Arief dkk, 2017). Dengan demikian nilai TSS yang didapatkan telah memenuhi standar yang telah

ditetapkan oleh Permen LH Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit, yaitu 250 mg/L.

#### KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi massa adsorben, maka semakin turun nilai BOD, COD dan TSS. Nilai BOD, COD, dan TSS yang didapatkan setelah penambahan adsorben secara berturut-turut adalah 7,8 mg/L, 199,08 mg/L dan 35 mg/L telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Permen LH Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit yang dimana standar nilai BOD sebesar 100 mg/L, COD sebesar 350 mg/L dan TSS sebesar 250 mg/L.

Disarankan perlu adanya penelitian lanjutan dengan variasi ukuran partikel adsorben dan persentase penurunan BOD, COD dan TSS, serta adanya kegiatan evaluasi dan pemantauan air setiap bulan untuk mengetahui perubahan kualitas air sehingga kadar limbah cair industri minyak sawit memenuhi syarat baku mutu lingkungan yang ditetapkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alaerts, G., & Santika, S. S. (1984). Metode Penelitian Air. Surabaya: Usaha Nasional.
- [2] Alberty. (1990). Kimia Fisika Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- [3] Andara, Haeruddin, & Suryanto. (2014). Kandungan Total Padatan Tersuspensi, Biochemical Oxygen Demand dan Chemical Oxygen Demand Serta Indeks Pencemaran Sungai Klampisan di Kawasan Industri Candi. *Diponegoro Journal of Maquares*, 177–187.
- [4] Arief, Legiso, & Alex. (2017). Pengaruh Waktu Kontak Optimum dan Massa Adsorben Terhadap Kemampuan Limbah Karbit Mengadsorpsi Pb dan Cr Dalam Limbah Kain Jumputan Dengan Metode Fixed Bed Coloum Flow Up. *Distilasi*, 9-22.
- [5] Atkins. (1999). Kimia Fisika Jilid II. Jakarta: Erlangga.
- [6] Bansal. (2005). Activated Carbon Adsorption. LLC: Taylor & Francis Group.
- [7] Budianta. (2005). Potensi limbah cair pabrik kelapa sawit sebagai sumber hara untuk tanaman perkebunan. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 273-282.
- [8] Cechinel. (2013). Study of lead adsorption onto activated carbon originating from cow bone. *Journal of Molecular Liquid*, 33-40.
- [9] Culp, R., & Culp, G. (1986). Hand Book of Public Water System. New York: Mc GrawHill.
- [10] Donda, Silalahi, & Fransisco. (2019). Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai arang aktif dalam adsorpsi minyak goreng bekas. *Regional Development Industry & Health Science, Technology and Art of Life*, 74- 78.
- [11] Effendi, & Hefni. (2003). Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- [12] Estikarini, Hadiwidodo, & Luvita. (2016). Penurunan kadar cod dan tss pada. Penurunan kadar COD dan TSS pada limbah tekstil dengan metode ozonasi, 1-11.
- [13] Ginting. (2008). Kemampuan Penyerapan *Saccharomyces cereviseae* Terimobilisasi Pada campuran Antara Silika Gel dan Zeolit Terhadap ion timbal (Pb) II. Medan: Unimed Medan.
- [14] Giyatmi. (2008). Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah Cair. Yogyakarta: Seminar Nasional SDM Teknologi Nuklir.
- [15] Hassler. (1974). Purification With Activated Carbon. New York: Chemical Publishing .
- [16] Kambuaya, B. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan industri minyak sawit. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- [17] Khairunisa. (2008). Kombinasi Teknik Elektrolisis dan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol dalam Air. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [18] Kristanto. (2002). Ekologi Industri. Yogyakarta: Ando Offest.
- [19] Lia. (2020). Teknologi aktivasi fisika pada pembuatan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*, 42-53.
- [20] Ma, A. N. (2000). Management of pal oil industrial effluent. *Advances in oil palm research*, 67-73.
- [21] Manocha. (2003). Porous Carbons. *Sadhana*, 335-348.
- [22] Mustafa. (2016). Penurunan Kadar Krom Pada Air Limbah Elektropating dengan Menggunakan Bentonit Aktif Sebagai Adsorben. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 66-75.
- [23] Naibaho. (1998). Teknologi Pengolahan Kelapa sawit. Medan: PPKS.

- [24] Nasution. (2004). Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit yang berasal dari kolam akhir (final pond) dengan proses koagulasi melalui elektrolisis. *Jurnal Sains Kimia*, 38-40.
- [25] Novaviro. (2008). *Methane Recovery By KS Anaerobic Digester Technology For Palm Oil Mill Effluent*. Malaysia: Novaviro Technology SDN BHD.
- [26] Nusantara, P. P. (2021). Laporan Kerja Kuliah Praktek. Malili: PT. Perkebunan Nusantara XIV unit usaha luwu. Oscik. (1982). *Adsorption*. England: Ellis Horwood Ltd.
- [27] Perkebunan, D. (2007). *Statistik perkebunan Indonesia 2006-2008*. Jakarta: Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan.
- [28] Rozali, Mubarak, & Nurrachmi. (2016). *Patterns of distribution total suspended solid (tss) in river estuary kampar pelalawan*. Riau: Universitas Riau.
- [29] Saragih. (2008). *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau sebagai Adsorben*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [30] Sembiring. (2003). *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. USU Digital Library, 1-9.
- [31] Setia, & Sasongko. (1990). *Beberapa Parameter Kimia Sebagai Analisa*. Semarang: Reaktor.
- [32] Siswanto. (2010). *Analisa Sebaran Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Pantai kabupaten B*. *Jurnal kelautan*, 54-59.
- [33] Sucianti, & Sutrisno. (1987). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta Karya.
- [34] Sudirjo. (2005). *Penentuan Distribusi Benzen Toluene pada Kolom Adsorpsi. Fixed Bed Carbon Active*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [35] Sugiharto. (1987). *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia Prees.
- [36] Yani. (2021). *Penuntun Kimia Anorganik Praktikum*. Makassar: Universitas Islam Negeri.