

Pengaruh Ukuran Partikel dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyerapan Fenol Menggunakan Biosorben Kulit Kelengkeng (*Dimocarpus longan Lour*)

Satrio Prinandito, Desy Kurniawati*, Alizar, Edi Nasra

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia Telp. (0751)7057420

*desy.chem@gmail.com

Abstract— Pulp Industry produces phenol liquid wastes that pollute the environment. Phenol is a dangerous organic compound that has high toxicity so that the presence of phenol in the environment will disrupt the surrounding ecosystem and have an impact on human health. To overcome the problem of environmental pollution, an adsorption method is used by utilizing longan skin as an adsorbent. Longan shell is used as an adsorbent able to bind phenol in the environment because it has several active groups such as amines, hydroxyl, carbonyl, and carboxyl which can form hydrogen bonding with phenol solution. The purpose of this study was to determine the optimum conditions with variation in adsorbent particle sizes of 106, 150, 250, and 425 μm and stirring speeds of 50, 100, 150, 200, and 250 rpm. Phenol was analyzed using UV-Vis spectrophotometer (Specord 210). Adsorption phenol with longan shell biosorbent obtained optimum conditions at an adsorbent particle size of 106 with adsorption capacity of 4.583 mg/g and stirring speed of 200 rpm with adsorption capacity of 4.200 mg/g.

Keywords: Phenol Adsorption, Lengkeng shell (*Dimocarpus longan Lour*), Batch method

I. PENDAHULUAN

Kegiatan industri setiap tahunnya terus meningkat didorong oleh kebutuhan masyarakat yang semakin besar akan produk-produk industri, seperti industri farmasi, petrokimia, pestisida, dan kosmetik. Logam berat, zat warna, dan fenol merupakan limbah kimia yang dihasilkan industri tersebut dan memiliki sifat berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan[1].

Senyawa fenol di dalam lingkungan bersumber dari limbah cair industri pulp kertas yang bersifat toksik. Secara alami, senyawa fenol dapat ditemukan di perairan pada daerah pertambangan batu bara dan minyak bumi. Keberadaan fenol di perairan dapat pula bersumber dari tempat pembuangan sampah serta lokasi limbah berbahaya. Limbah industri seperti limbah penyulingan minyak, farmasi, petrokimia, batubara, cat, kertas, plastik, serta

produk kayu mengandung senyawa fenolik yang membahayakan manusia[2].

Fenol tergolong dalam limbah B₃ (Bahan Beracun dan Berbahaya) sehingga keberadaannya di lingkungan perlu diperhatikan. Apabila senyawa fenol terakumulasi dalam tubuh akan menimbulkan rasa mual, muntah, pingsan, hingga lumpuh. Bila kulit terkena fenol maka dapat menyebabkan iritasi atau luka bakar[3].

Teknologi yang dapat digunakan untuk menghilangkan fenol pada limbah pembuangan dibedakan menjadi dua metode yaitu metode konvensional dan metode modern. Beberapa metode konvensional yang telah dilakukan yaitu adsorpsi[4], ekstraksi cair-cair[5], destilasi uap[6], oksidasi uap[7], dan biodegradasi[8]. Sedangkan metode modern yang digunakan yaitu oksidasi elektrokimia[9], ozonisasi, UV H₂O₂[10], reaksi Fenton[11], membran[12], dan secara enzimatik. Namun cara ini membutuhkan biaya yang mahal dan banyak menggunakan bahan kimia[13]. Metoda

alternatif yang masih berkembang sampai saat ini dalam pengolahan limbah adalah metoda adsorpsi.

Metode adsorpsi telah berkembang setiap tahunnya[14] menggunakan kulit pisang kepok dalam mengadsorpsi fenol. Adsorpsi fenol menggunakan karbon aktif dari tempurung kelapa telah dilakukan [15]. [16] menggunakan jamur merang sebagai adsorben fenol. Penelitian mengenai adsorpsi fenol dari limbah pengeboran minyak bumi menggunakan lumut (*Octoblepharum albidum* Hedw) sebagai adsorben juga telah dilakukan [17].

Penelitian ini memanfaatkan kulit kelengkeng (*Dimocarpus longan* Lour) sebagai biosorben untuk mengadsorpsi fenol. Kulit kelengkeng mengandung glikosida flavon, asam galat, hidroksinamat berupa quercetin dan qaemferol[18]. Sehingga kulit dari buah kelengkeng (*Dimocarpus longan* Lour) merupakan salah satu limbah dari hasil perkebunan yang bisa digunakan sebagai biosorben.

Penelitian sebelumnya sudah memanfaatkan kulit kelengkeng (*Dimocarpus longan* Lour) sebagai biosorben dalam penyerap zat warna Rhodamin B[19], ion logam seperti Cu^{2+} [20], logam Pb^{2+} [21], dan logam Cd^{2+} . Sehingga peneliti tertarik melakukan penelitian untuk menentukan optimasi penyerapan fenol menggunakan biosorben kulit kelengkeng (*Dimocarpus longan* Lour).

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peralatan gelas, kertas saring, alu dan lumpang, cawan penguap, ayakan 106, 150, 250, dan 425 μm , oven, pH meter (Hanna Instruments HI 2211/ORP Meter), shaker, neraca analitik (ABS220-4), spektrofotometer UV-Vis (Specord 210), dan FTIR (Perkin Elmer Universal ATR Sampling Accessory 735 B). Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit kelengkeng, fenol, aquades, NaOH 0,1 M, dan HNO_3 0,1 M.

B. Prosedur Kerja

1. Pembuatan Larutan Induk Fenol 1000 mg/L

Melarutkan 0.25 gram fenol yang telah ditimbang di dalam labu ukur 250 mL dengan aquades sampai tanda batas.

2. Pembuatan Larutan HNO_3 0,1 M

Sebanyak 150 mL aquades dimasukkan kedalam labu ukur 250 mL, kemudian menambahkan 73 mL HNO_3 65% lalu di tambahkan dengan aquades sampai tanda batas.

3. Preparasi Sampel Kulit Kelengkeng

Limbah kulit kelengkeng hasil rumah tangga dan pasar dikumpulkan lalu dicuci bersih dan dikeringkan dalam suhu ruang selama 7 hari. Kulit kelengkeng kering dihaluskan menggunakan blender lalu diayak dengan ukuran 106, 150, 250, dan 425 μm . Setelah itu kulit kelengkeng ditimbang sebanyak 20 gram pada masing-masing ukuran dan diaktivasi menggunakan HNO_3 0,01 M sebanyak 100 mL lalu direndam selama 2 jam. Kemudian kulit kelengkeng dicuci menggunakan aquades sampai didapatkan pH netral dan dikeringkan pada suhu ruang[22].

4. Karakterisasi menggunakan FT-IR

Gugus fungsi pada biosorben dilihat menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR, Nicolet 5700,USA).

5. Mencari (λ) maksimum penyerapan Fenol

Larutan fenol dengan konsentrasi 50 mg/L diukur adsorbansinya pada panjang gelombang 200-350 nm menggunakan spektroskopi UV-Vis. Adsorbansi yang paling tinggi menunjukkan panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang maksimum digunakan untuk penentuan adsorbansi pada uji selanjutnya.

6. Penentuan Ukuran Partikel Adsorben Optimum

Larutan fenol sebanyak 25 mL pada konsentrasi 50 mg/L di pH 5 dikontakkan dengan 0.3 gram adsorben dengan variasi ukuran partikel 106, 150, 250, dan 425 μm . Larutan kemudian di *shaker* selama 60 menit pada kecepatan pengadukan 200 rpm, setelah itu larutan disaring dan ditampung filtratnya untuk diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, diperoleh ukuran partikel adsorben optimum.

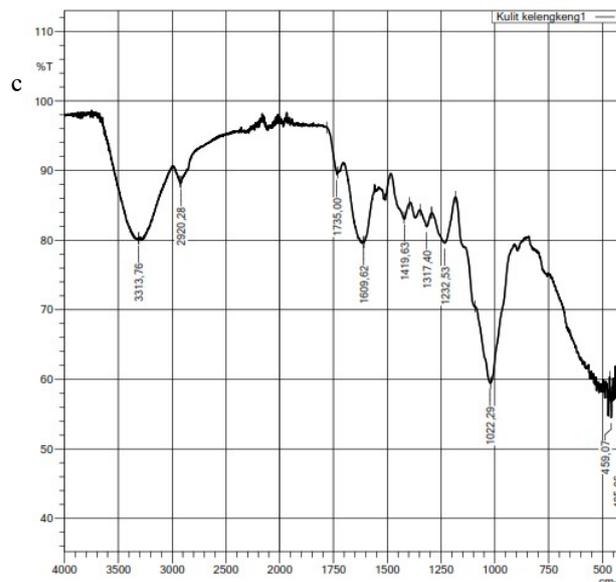
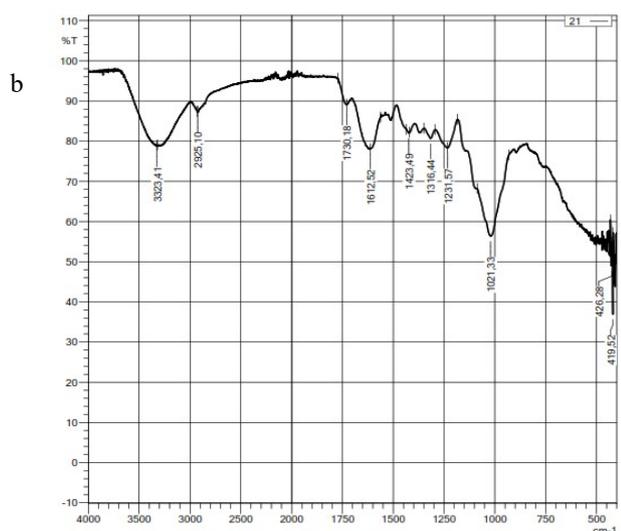
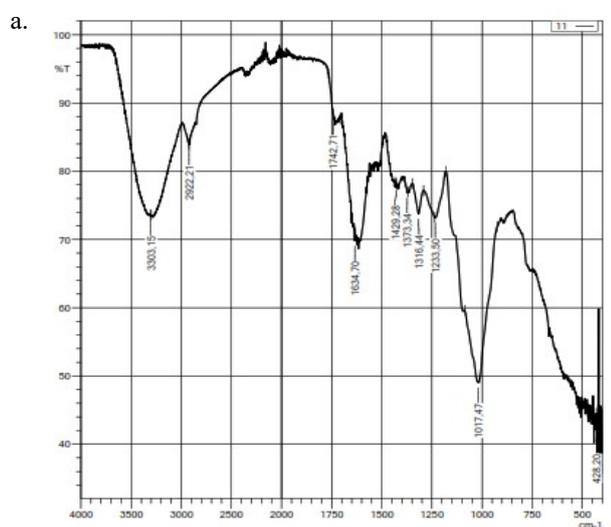
7. Penentuan kecepatan pengadukan optimum

Sebanyak 0,3 gram adsorben dengan ukuran partikel optimum dikontakkan dengan 25 mL larutan fenol konsentrasi 50 mg/L pada pH 5. Kemudian larutan di *shaker* dengan variasi kecepatan pengadukan 50, 100, 150, 200, dan 250 rpm selama 1 jam. Larutan disaring dan ditampung filtratnya untuk diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis, diperoleh kecepatan pengadukan optimum.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi FT-IR

Spektroskopi FT-IR adalah salah satu instrumen yang digunakan untuk melihat gugus fungsi yang terdapat pada kulit kelengkeng, biosorben kulit kelengkeng, dan biosorben yang telah dikontakkan dengan sampel. Gugus fungsi yang terdapat dalam biosorben kulit kelengkeng sangat berperan penting dalam proses penyerapan fenol yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah gugus fungsi, jenis gugus fungsi, interaksi kimia fisika dan afinitasnya. Adapun data analisis instrumen terhadap sampel kulit kelengkeng, biosorben kulit kelengkeng, dan biosorben setelah pengontakkan dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kulit kelengkeng (a) sebelum diaktivasi (b) setelah diaktivasi (c) setelah pengontakkan dengan fenol

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat terjadinya pergeseran bilangan gelombang pada kulit kelengkeng, biosorben kulit kelengkeng, dan biosorben setelah pengontakkan dengan fenol. Dapat dilihat pada tabel 1

TABEL 1

PERGESERAN BILANGAN GELOMBANG GUGUS FUNGSI

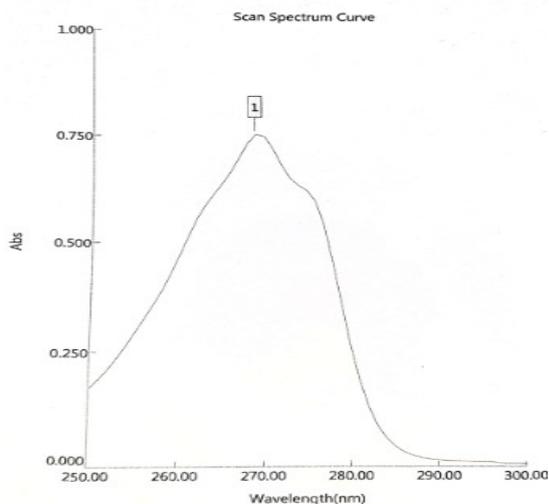
	Sebelum aktivasi	Sesudah aktivasi	Setelah kontak dengan enol
O-H	3303.15	3323.41	3313.76
C-H	2922.21	2925.10	2920.28
C=C	1634.70	1612.52	1609.62
C=O	1429.28	1423.49	1419.63
C-N	1316.44	1316.44	1317.40

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat terjadi pergeseran bilangan gelombang gugus fungsi kulit kelengkeng, biosorben kulit kelengkeng, biosorben yang telah dikontakkan dengan fenol setelah dikarakterisasi dengan FT-IR. Gugus fungsi yang terlihat adalah O-H, C-H, C=O, C=C, dan C-N yang umum terdapat dalam biosorben. Terjadinya pergeseran bilangan gelombang di berbagai gugus fungsi menandakan telah terjadi penyerapan fenol oleh biosorben kulit kelengkeng.

B. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Fenol

Penentuan ini ditujukan untuk melihat daerah serapan fenol berupa nilai adsorbansi. Penentuan panjang gelombang menggunakan larutan fenol konsentrasi 50 mg/L. Berdasarkan hasil analisis spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200-350 nm didapatkan panjang

gelombang maksimum untuk penyerapan fenol yaitu 269 nm. Dapat dilihat pada gambar 2.

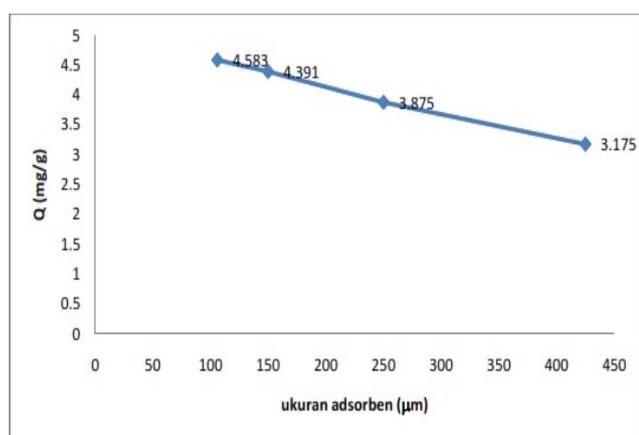


Gambar 2. Bilangan gelombang maksimum fenol

C. Penentuan ukuran partikel adsorben optimum

Ukuran adsorben termasuk ke dalam salah satu faktor penting yang mempengaruhi kapasitas serapan fenol. Pengaruh ukuran adsorben terhadap kapasitas serapan dilakukan pada kondisi larutan optimum yaitu pada pH 5 dan konsentrasi 50 mg/L dengan massa adsorben optimum 0.2 gram. Variasi ukuran adsorben yang digunakan yaitu 106, 150, 250, dan 425 μm .

Grafik hubungan antara ukuran adsorben dengan kapasitas serapan ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh ukuran partikel adsorben terhadap penyerapan fenol oleh biosorben kulit kelengkeng

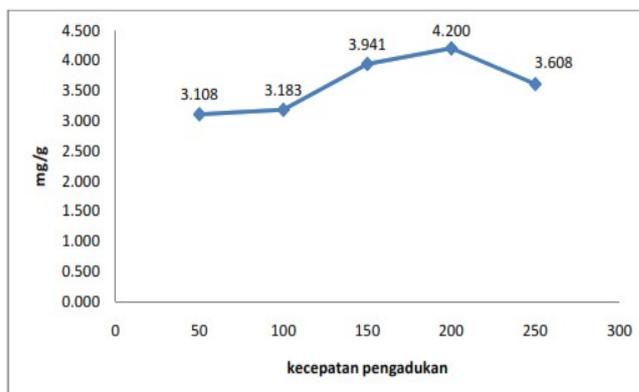
Berdasarkan gambar 3 diatas, terlihat bahwa ukuran adsorben mempengaruhi penyerapan fenol oleh adsorben. Terlihat terjadi penurunan kapasitas serapan seiring dengan bertambahnya ukuran adsorben. Kapasitas serapan paling tinggi terjadi pada ukuran adsorben 106 μm sebesar 4.583

mg/g. Penurunan kapasitas serapan terus terjadi pada ukuran adsorben 150-425 μm sebesar 4.391 mg/g, 3.875 mg/g, dan 3.175 mg/g. Faktor yang mempengaruhi besarnya kapasitas serapan pada penelitian ini disebabkan karena ukuran adsorben yang semakin kecil menandakan semakin luasnya permukaan suatu adsorben tersebut sehingga kemungkinan adsorben berkontak dengan adsorbat akan semakin besar, dimana luas permukaan adsorben berbanding lurus dengan banyaknya sisi aktif adsorben. Kemampuan penyerapan suatu adsorben menjadi lebih baik dikarenakan semakin kecil ukuran partikel adsorben akan memiliki tenaga inter molekuler yang lebih besar[23].

Penurunan kapasitas serapan yang terjadi dapat disebabkan karena ukuran adsorben yang semakin besar. Bertambahnya ukuran adsorben berdampak pada luas permukaan yang semakin kecil, sehingga sisi aktif yang berinteraksi dengan adsorbat semakin sedikit akibatnya penyerapan fenol oleh adsorben menjadi kurang maksimal. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kapasitas serapan optimum fenol oleh biosorben kulit kelengkeng yaitu pada ukuran partikel adsorben 106 μm dengan kapasitas serapan 4.583 mg/g.

D. Penentuan kecepatan pengadukan optimum

Faktor yang mempengaruhi kapasitas serapan salah satunya adalah pengaruh kecepatan pengadukan. Pengaruh kecepatan pengadukan dilakukan pada kondisi larutan optimum yaitu konsentrasi 50 mg/L pada pH 5 dengan massa adsorben 0.2 gram ukuran 106 μm . Variasi kecepatan pengadukan dilakukan dengan kecepatan 50, 100, 150, 200, dan 250 rpm. Hubungan kecepatan pengadukan dengan kapasitas serapan ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyerapan Fenol oleh Biosorben Kulit Kelengkeng

Gambar 4 menunjukkan kapasitas serapan paling tinggi dicapai pada kecepatan pengadukan 200 rpm sebesar 4.200

mg/g adsorben. Semakin cepat proses pengontakan maka kapasitas serapan yang didapatkan akan semakin besar, hal ini dikarenakan proses pengontakan yang semakin cepat menyebabkan kontak antara adsorben dengan adsorbat akan lebih besar, sehingga adsorben dapat menyerap adsorbat secara optimal. Penurunan kapasitas serapan terjadi pada kecepatan pengadukan paling tinggi yaitu 250 rpm sebesar 3.608 mg/g, hal ini bisa disebabkan karena adsorben akan menyerap adsorbat lebih cepat sehingga sisi aktif dari adsorben akan jenuh lebih cepat yang mengakibatkan adsorben tidak bisa lagi menyerap fenol lagi, hal ini dikarenakan molekul adsorbat tidak seluruhnya berikatan dengan sisi aktif adsorben. Sehingga sebagian adsorben akan melepas ikatan dengan adsorbat yang menyebabkan kapasitas serapan pada kondisi optimum menurun[24].

Terjadi kenaikan kapasitas serapan seiring kecepatan pengadukan yang semakin meningkat, pada kecepatan 50, 100, dan 150 rpm kapasitas serapan yang tercapai berturut-turut adalah sebesar 3.108 mg/g, 3.183 mg/g, dan 3.941 mg/g. Proses adsorpsi akan melambat jika proses pengontakannya terlalu lambat yang mengakibatkan penyerapan kurang optimal. Hal ini dikarenakan sisi aktif dari adsorben belum sepenuhnya mengikat adsorbat akibat tidak teraduk secara maksimal. Namun bila pengadukan terlalu cepat memungkinkan sisi aktif adsorben dalam mengikat fenol menjadi kurang optimal. Hasil analisis ini menyatakan bahwa pada kecepatan pengadukan 200 rpm dengan kapasitas serapan sebesar 4.200 mg/g merupakan kapasitas adsorpsi optimum.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil pembahasan yang telah dijabarkan, maka kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut.

1. Kapasitas serapan optimum berdasarkan variasi ukuran partikel adsorben 106, 150, 250, dan 425 μm dengan 0.2 gram adsorben yang dikontakkan pada kecepatan pengadukan 200 rpm selama 60 menit adalah optimum pada ukuran 106 μm sebesar 4.583 mg/g
2. Kapasitas serapan optimum berdasarkan variasi kecepatan pengadukan 50, 100, 150, 200, dan 250 rpm dengan ukuran partikel adsorben optimum yaitu pada kecepatan 250 rpm sebesar 4.200 mg/g.
3. Biosorben kulit kelengkeng (*Dimocarpus longan* Lour) dapat dimanfaatkan sebagai penyerap limbah berbahaya salah satunya adalah fenol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis kepada Ibu Desy Kurniawati selaku dosen pembimbing penelitian yang telah membimbing penulis hingga penelitian ini dapat diselesaikan. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada Bapak/Ibu dosen yang membimbing dan memberi masukan tentang penelitian ini. Ucapan terimakasih kepada pihak laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang yang memberikan dukungan pada penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Singh, S., Parveen, N., & Gupta, H. (2018). Adsorptive Decontamination Of Rhodamine- B From Water Using Banana Peel Powder. *Environmental Technology And Innovation* , 189-195.
- [2] Kumar, N. S., Asif, M., & Al-Hazza, M. I. (2018). Adsorptive Removal Of Phenolic Compounds From Aqueous Solutions Using Pine Cone Biomass: Kinetics And Equilibrium Studies. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 21949-21960.
- [3] Juwita, K. N. (2011). Adsorpsi Fenol dengan TiO₂/Zeolit Artificial Berbahan Dasar Sekam Padi dan Limbah Kertas. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi* , 14 (1), 26-31.
- [4] Mukherjee R, D. S. (2014). Adsorptive Removal of Phenolic Compounds using Cellulose Acetate Phthalate - Alumina Nanoparticle Mixed Matrix Membrane. *J Hazard Mater* , 500, 8-19.
- [5] Abbasi A., e. a. (2014). Cloud Point Extraction of Phenolic Compounds from Pretreated Olive Mill Wastewater. *J Environ Chem Eng* , 2, 1480-6.
- [6] Sklavos S, G. G. (2015). Use of Solar Distillation for Olive Mill Wastewater Drying and Recovery of Polyphenolic Compounds. *J Environ Manag* , 162, 46-52.
- [7] Monteros, E. d. (2015). Catalytic wet Air Oxidation of Phenol Over Metal Catalyst (Ru,Pt) supported on TiO₂-CeO₂ Oxides. *Catal Today* , 258 (2).
- [8] Rafiei B., e. a. (2014). Bio-Film and Bio-Entrapped Hybrid Membrane Bioreactor in Wastewater Treatment : Comparison of Membrane. *Desalination* , 337 (1), 16-22.
- [9] Tasic Z., e. a. (2014). The Mechanism and Kinetics of Degradation of Phenolics in Wastewaters using Electrochemical Oxidation. *Int J Electrochem Sci* (9), 3473- 90.
- [10] Karci A., e. a. (2013). Degradation and Detoxification

- of Industrially Important Phenol Derivates in Water by Direct UV-C Photolysis and H/UV-C Process: A Comparative Study. *Chem Eng J*, 224 (1), 4-9.
- [11] Amor C., e. a. (2015). Combined Treatment Olive Mill Wastewater by Fenton's Reagent and Anaerobic Biological Process. *J Environ Sci Health*, 50, 161- 8.
- [12] Loh CH., e. a. (2016). Composite Hollow Fiber Membranes with Different Poly(Dimethylsiloxane) Intrusions Into Substrate for Phenol Removal via Extractive Membrane Bioreactor. *J Membr Sci*, 500, 236-44.
- [13] Aufa, R. (2017). *Teknik Penyisihan Fenol dari Air Limbah*. Bandung: Teknik Kimia ITB.
- [14] Nasra, E., Sari, R., Etika, S. B., Kurniawati, D., & Sari, T. K. (2019). Optimization of Phenol Absorption Using Banana Peel (*Musa balbisiana* Colla) as Biosorbent. *Advances in Biological Sciences Research*, 10.
- [15] Alisyah. (2002). Pemanfaatan Karbon Aktif Lokal dari Tempurung Kelapa untuk Adsopsi Fenol. *jurnal kimia*, 63-70.
- [16] Sulistiawaty. (2003). Metoda Penyerapan Fenol secara Mikrobiologik dengan Enzim Polifenol Oksidase yang berasal dari Jamur Merang.
- [17] Fatma, N. Y. (2005). Penggunaan Lumut (*Octoblepharum albidum* Hedw) untuk Menyerap Fenol dari Limbah Pengeboran Minyak Bumi. 66-75.
- [18] Jaitrong, S. N. (2006). Analysis of The Phenolic Compounds in Longan (*Euphoria longan* Lour) Peel.
- [19] Ali, R. K., & Kurniawati, D. (2021). Effect of Contact Time and Rate of Stirring of Rhodamine B Dyestuff on Lengkeng Shell (*Euphoria longan* Lour) Adsorption.
- [20] Khairunnisa. (2019). Pengaruh Kulit Lengkeng (*Euphoria longan* Lour) yang Diimobilisasi dengan Natrium Silikat Terhadap Penyerapan Ion Logam Cu²⁺ Dalam Larutan.
- [21] Putra, D. K. (2019). Immobilisasi Kulit Lengkeng (*Euphoria longan* Lour) untuk Menyerap Ion Logam Pb²⁺. *Reposiory UNP*.
- [22] Kurniawati, D. (2019). Reduction of lead (II) from aqueous solution by biosorbent derivated from lengkeng (*euphoria longan* lour) shell with batch method. *journal of phisics*, 1-6.
- [23] Istighfarini, S. A., Daud, S., & Hs, E. (2017). Pengaruh Massa dan Ukuran Partikel Adsorben Sabut Kelapa Terhadap Efisiensi Penyisihan Fe pada Air Gambut. *Jom FTEKNIK*, 4 (1), 1-8.
- [24] Syafrianda, I., Yenie, E., & Daud, S. (2017). Pengaruh Waktu Kontak dan Laju Pengadukan Terhadap Adsorpsi Zat Warna pada Air Gambut Menggunakan Adsorben Limbah Biosolid Land Application Industri Minyak Kelapa Sawit. *Jom FTEKNIK*, 4 (2), 1-6.