

## Kajian Isoterm Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Komposit Adsorben Karbon Aktif Sekam Padi - Hidroksiapatit Tulang Ikan

Fitria Nur Hamidah<sup>1</sup>, Novi Eka Mayangsari<sup>\*</sup>, dan Adhi Setiawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>\*</sup>E-mail: [noviekam@ppns.ac.id](mailto:noviekam@ppns.ac.id)

### Abstrak

Kandungan zat warna metilen biru yang dihasilkan dari proses produksi industri mengakibatkan kerusakan lingkungan terutama di area perairan. Salah satu alternatif yang efektif adalah dengan metode adsorpsi. Adsorben yang digunakan berbahan dari tulang ikan. Daya serap tulang ikan masih rendah sehingga diperlukan kombinasi adsorben organik lain. Limbah sekam padi memiliki kandungan selulosa yang berpengaruh dalam adsorpsi zat warna metilen biru. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis kemampuan penyerapan adsorben komposit Hidroksiapatit tulang ikan – karbon aktif sekam padi dalam menurunkan zat warna metilen biru dalam air limbah dan menganalisis model isoterm adsorpsi. Penelitian dilakukan dengan sistem *batch* menggunakan variasi konsentrasi zat warna metilen biru 25 ppm dan 50 ppm dengan rasio komposit adsorben (AC:HAp = 1:1 dan 1:2) pada pH 9 dan waktu kontak 120 menit. Hasil penelitian adsorpsi menunjukkan konsentrasi zat warna metilen biru optimum (25 ppm) yang teradsorpsi menggunakan rasio komposit adsorben optimum (1:1) menghasilkan efisiensi penyisihan sebesar 90,95%. Adsorpsi dari kedua adsorben komposit (AC:HAp=1:1 dan 1:2) mengikuti model isotherm Freundlich dengan koefisien determinasi masing-masing sebesar  $R^2=0,9644$  dan  $R^2=0,9644$ .

**Keywords:** Adsorpsi, Metilen biru, tulang ikan, sekam padi, komposit

### 1. PENDAHULUAN

Pesatnya peningkatan industri di Indonesia baik industri kecil maupun industri besar mampu memicu munculnya limbah dengan jumlah yang cukup banyak yang dihasilkan dari kegiatan-kegiatan tersebut yang mampu mencemari lingkungan (Cordova dkk., 2011). Zat warna merupakan salah satu zat pencemar khususnya pada lingkungan air dari limbah industri yang terdapat lebih dari 700.000 ton bahan pewarna yang diproduksi tiap tahun di Indonesia dengan 10.000 jenis pewarna (Lestari dkk., 2021). Metilen biru merupakan salah satu zat warna dasar dengan struktur senyawa kimia aromatik heterosiklik (Baunsele dan Missa., 2020). Telah diketahui bahwa pada tingkatan tertentu, metilen biru dapat bersifat toksik terhadap jaringan saraf, kulit, dan sistem reproduksi makhluk hidup (Wei dkk., 2015).

Berbagai cara dipergunakan untuk mengolah limbah dengan kandungan zat pewarna sintetik, diantaranya dengan metode biologi, fisika, dan kimia meliputi biosorpsi, koagulasi/flokulasi, oksidasi lanjut, ozonisasi, filtrasi membran, dan ekstraksi cair (Riwayati dkk., 2019). Namun, metode tersebut tidak cukup efektif dan umumnya memerlukan biaya peralatan dan bahan yang relatif mahal, pengoperasian yang memakan waktu, kurang praktis, dan menggunakan bahan kimia yang berbahaya apabila terhirup. Adsorpsi atau penyerapan adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida, cairan, maupun gas, terikat pada suatu padatan atau cairan (zat penyerap, adsorben) dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis atau film (zat penyerap, adsorbat) pada permukaannya (Purwitasari dkk., 2022). Adsorpsi membutuhkan suatu adsorben yang dapat mengolah air limbah dengan baik, seperti adsorben dari tulang ikan dan karbon aktif biomassa sekam padi (Dwijayanti dkk., 2020).

Tulang ikan mengandung 60-70% mineral dengan komponen penyusun berupa 30% protein kolagen dan sebagian besar bioapatit, termasuk hidroksiapatit dan *carbonated apatite* (Kakame dkk., 2018). Pada pemanasan hingga 600°C, bahan organik telah hilang sehingga yang tersisa adalah material anorganik yang didominasi oleh Hidroksiapatit (HAp) yang umumnya menyusun 60-70% berat tulang (Wuntu dkk., 2020). Dalam bidang lingkungan hidroksiapatit (HAp) telah diterapkan sebagai adsorben logam berat dan pewarna sintetik (Peng dkk., 2017). Namun, penggunaan hidroksiapatit secara langsung sebagai adsorben kurang efektif. Hal ini diketahui pada penelitian yang dilakukan oleh Selimin (2022) menyatakan bahwa

penggunaan hidroksiapatit sebagai adsorben mampu menyisihkan metilen biru sebanyak 61,43%, sehingga perlu dilakukan modifikasi pada hidroksiapatit salah satunya dengan penambahan karbon aktif sehingga terbentuk adsorben komposit.

Adanya sekam padi sebagai bahan adsorben yang mudah didapat dan proses yang mudah serta ramah lingkungan membuat industri di Indonesia dengan mudah untuk mengolah air limbah yang dihasilkan, karena sebelumnya bahan adsorben untuk mengolah air limbah cenderung menggunakan bahan kimia yang sangat mahal dan memerlukan proses yang lama. Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait dengan kemampuan adsorben dalam menyerap zat warna metilen biru pada proses adsorpsi diantaranya penelitian dari Riadi dkk (2017) mengenai penggunaan sekam padi sebagai adsorben dalam mengadsorpsi pewarna tunggal dan campuran metilen biru dengan *direct red 12B*. Penelitian ini mampu menyisihkan zat warna metilen biru sebanyak 91,82%.

Penelitian yang dilakukan Kakame (2018) mengenai mendegradasi dan mengadsorpsi zat warna metilen biru menggunakan komposit Ag-tulang ikan terkalsinasi. Penelitian ini mampu menyisihkan zat warna metilen biru sebanyak 77%. Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian tentang pemanfaatan komposit tulang ikan yang diekstraksi dan karbon aktif biomassa dari sekam padi sebagai adsorben yang dapat melakukan penyerapan untuk mengurangi kontaminasi zat warna metilen biru yang terkandung dalam air limbah. Pada penelitian ini juga dilakukan studi adsorpsi isothermal Langmuir dan Freudlich agar proses adsorpsi zat warna metilen biru dapat diketahui secara komprehensif.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi furnace, oven, neraca digital, ayakan 80 mesh, kertas pH (Merck), hot plate dan stirrer, desikator, Spektrofotometri Uv-Vis, dan beberapa glassware. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain tulang Ikan, sekam padi, aquades,  $H_3PO_4$  0,1M (SAP), NaOH 50%, aseton, metilen biru.

### 2.2 Pengekstraksian Hidroksiapatit pada Tulang Ikan

Tulang ikan dipisahkan dari pengotor dan dicuci bersih air. Tulang ikan yang sudah bersih kemudian diekstraksi dengan mengaduk 1 gram tulang ikan dalam 14 mL larutan NaOH 5% menggunakan kecepatan 400 rpm pada suhu 70 °C selama 5 jam. Setelah itu endapan putih yang dihasilkan dari proses ekstraksi disaring dan dibersihkan dengan menggunakan aquades, Setelah itu, endapan putih yang telah dibersihkan tersebut dikeringkan selama 1 jam pada suhu 100 °C. Endapan putih yang telah kering kemudian diekstraksi kembali dengan mengaduk 1 gram tulang ikan dalam 6 mL larutan NaOH 50% pada suhu 100 °C selama 1 jam. Setelah itu, endapan hasil ekstraksi disaring dan dibilas menggunakan aquades. Selanjutnya, endapan putih dinetralkan menggunakan 200 mL aquades dan dilakukan penambahan  $H_3PO_4$  0,1 M, kemudian diaduk secara terus menerus selama 1 jam. Endapan dikeringkan selama 2 jam pada suhu 100 °C

### 2.3 Pembuatan Karbon Aktif Biomassa dari Sekam Padi

Sekam padi dicuci menggunakan air mengalir. Sekam padi yang telah dicuci dikeringkan dengan sinar matahari. Sekam padi sebanyak 200 gram diletakkan pada cawan pengabuan. Sekam padi dikeringkan dalam *furnace* dengan suhu 500°C selama 30 menit hingga menjadi abu. Kemudian sekam padi dihaluskan lalu diayak dengan ayakan 80 mesh.

### 2.4 Proses Aktivasi Sekam Padi Menggunakan Larutan $H_3PO_4$ 1 M

Abu sekam padi sebanyak 25 gram menggunakan  $H_3PO_4$  1M sebanyak 250 mL selama 18 jam. Karbon dicuci dengan aquades dan disaring dengan kertas saring hingga pH filtrat menjadi netral. Karbon diletakkan kedalam oven dengan suhu 110°C selama 3 jam guna mengaktifkan pori-pori karbon. Karbon aktif dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit dan siap untuk dilakukan pengujian.

### 2.5 Komposit HAp Tulang Ikan dengan Karbon Aktif Biomassa Sekam Padi

Adsorben karbon aktif dan hidroksiapatit dilakukan perbandingan dengan rasio 1:1 dan 1:2 (Rahmayani dkk., 2020). Aseton sebanyak 25 mL ditambahkan pada 2,5 gram hidroksiapatit sebagai bahan pencampur komposit sambil diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 5 jam dan

dilakukan penambahkan 2,5 gram karbon aktif. Adsorben teraktivasi dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 5 jam.

### 2.6 Adsorpsi Penentuan Rasio Optimum

Pada tahap ini dilakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan komposit adsorben tulang ikan dan karbon aktif biomassa sekam padi terhadap laju penyisihan zat warna metilen biru dengan variasi rasio perbandingan massa adsorben. Penelitian pengaruh rasio massa adsorben yaitu 1:1 dan 1:2. Selain itu, pengujian ini juga dilakukan dengan pH awal larutan metilen biru, waktu kontak dan konsentrasi larutan metilen biru yang optimum dengan kecepatan pengadukan sebesar 100 rpm dalam menyisihkan zat warna metilen biru sebanyak 50 mL. Menyaring campuran yang telah mencapai waktu tertentu, kemudian menganalisis filtratnya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

### 2.7 Analisis Isoterm Adsorpsi

Studi isoterm adsorpsi dilakukan dengan mengontakkan 0,04 gram adsorben dengan 50 mL larutan metilen biru pada variasi konsentrasi 5, 10, 25 dan 50 mg/L. Larutan sampel tersebut diaduk menggunakan *magnetic stirrer*, pada pH larutan 9 dan waktu kontak 120 menit. Selanjutnya, adsorben dipisahkan dari larutan dan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui konsentrasi metilen biru yang tidak teradsorpsi.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengaruh Rasio Komposit Adsorben Terhadap Penurunan Zat Warna Metilen Biru

Hasil pengujian pengaruh rasio adsorben terhadap efektivitas adsorpsi komposit karbon aktif sekam padi/HAp (Hidroksiapatit) dalam menyisihkan zat warna metilen biru dapat dilihat pada Tabel 1.

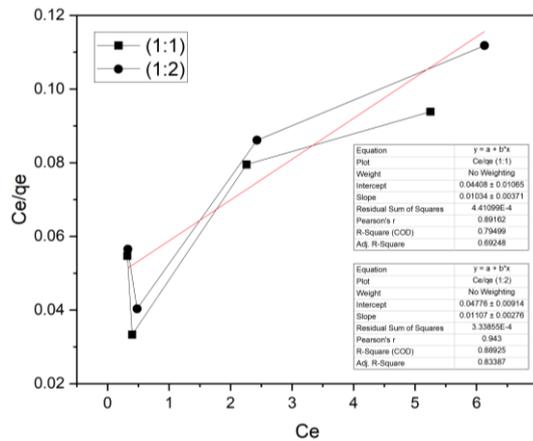
**Tabel 1.** Pengaruh Rasio Komposit Adsorben Terhadap Efisiensi Penyisihan Zat Warna Metilen Biru

Rasio Adsorben	Konsentrasi Awal(mg/L)	Konsentrasi Akhir(mg/L)	Efisiensi Penyisihan(%)
1:1	25	2,26	90,95
1:2	25	2,43	90,29

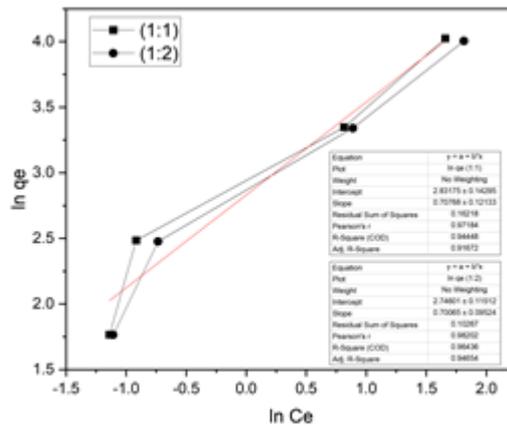
Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan metilen biru tertinggi diperoleh pada rasio komposit adsorben (AC:HAp) 1:1 yaitu sebesar 90,95%, sedangkan untuk rasio komposit adsorben (AC:HAp) 1:2 memiliki efisiensi penyisihan sebesar 90,29%. Rasio komposit adsorben berhubungan dengan luas permukaan pada jenis material adsorben yang dapat mempengaruhi efektifitas penyerapan pada proses adsorpsi. Semakin luas permukaan suatu adsorben, maka semakin maksimal penyerapan terhadap adsorbat. Luas permukaan yang dimiliki hidrpkksiapatit (HAp) kecil membuat mudah teraglomerasi sehingga kemampuan dispersi menurun. Hal ini mengakibatkan kinerja pada proses adsorpsi mengalami penurunan (Balasooriya dkk., 2022). Oleh karena itu dilakukan kombinasi dengan karbon aktif sekam padi yang memiliki luas permukaan cukup tinggi berkisar antara 300-3500 m<sup>2</sup>/g membuat karbon aktif sekam padi cocok digunakan sebagai penunjang yang dapat mencegah terjadinya aglomerasi dan mampu meningkatkan dispersi sehingga proses adsorpsi lebih efisien dan cepat (Kurniawan dkk., 2014).

### 3.2 Isoterm Adsorpsi

Analisis isoterm adsorpsi dilakukan untuk menganalisis interaksi adsorpsi antara adsorben dengan adsorbat dan mengkaji kemampuan optimum adsorben dalam mengadsorpsi adsorbat. Model isoterm yang digunakan pada penelitian ini yaitu isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dibuat dengan cara menghubungkan  $c_e/q_e$  terhadap  $c_e$ . Kurva isoterm adsorpsi Freundlich dibuat dengan cara menghubungkan  $\log(c_e)$  terhadap  $\log(q_e)$ . Nilai dari masing-masing parameter model isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut.



Gambar 1. Kurva Isoterm Langmuir



Gambar 2. Kurva Isoterm Freundlich

kurva isoterm tersebut, diperoleh nilai parameter isoterm Langmuir dan Freundlich yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Parameter Isoterm Langmuir Adsorpsi

Variasi Adsorben	Persamaan Linier	$Q_{max}$ (mg/gr)	$K_L$ (1/gr)	$R^2$
Rasio 1:1	$y = 0,0103x + 0,0441$	97,087	0,234	0,795
Rasio 1:2	$y = 0,0111x + 0,0478$	90,090	0,232	0,889

Tabel 2. Parameter Isoterm Freundlich Adsorpsi

Variasi Adsorben	Persamaan Linier	n	$K_f$	$R^2$
Rasio 1:1	$y = 1,3346x - 1,6388$	0,727	5,149	0,945
Rasio 1:2	$y = 1,3764x - 1,6381$	0,749	5,145	0,964

Pengujian persamaan adsorpsi Langmuir dan Freundlich dapat dibuktikan dengan grafik linierisasi yang baik serta mempunyai nilai koefisien determinasi  $R^2$  mendekati 1 (Apriyanti dkk., 2018). Berdasarkan Tabel 1 dan 2 terlihat bahwa pada model isoterm adsorpsi Freundlich dapat menghasilkan nilai  $R^2$  terbesar dari grafik yaitu 0,964 pada adsorben 1:2. Hal ini menunjukkan bahwa linieritas yang terbaik ditunjukkan oleh isoterm Freundlich, sehingga tipe Freundlich lebih tepat digunakan untuk mencirikan mekanisme adsorpsi zat warna metilen biru. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Fauziyah dkk (2017) yaitu memodelkan adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan adsorben campuran karbon aktif ampas tebu – bentonit dengan isotherm Freundlich dimana adsorben yang berasal dari sifat campuran memiliki energi adsorpsi atau penyerapan yang berbeda sesuai kapasitas dari masing-masing sifat.

Nilai  $n$  terkecil yang diperoleh yaitu 0,727 pada adsorben rasio 1:1. Menurut nilai  $n$  yang diperoleh dapat diketahui apabila semakin kecil nilai  $n$  dalam suatu isotherm maka akan semakin baik proses adsorpsi. Hal ini sejalan dengan penelitian Apriyanti dkk, (2018) yang menyatakan bahwa semakin besar parameter intensitas adsorpsi ( $n$ ) maka akan semakin kecil afinitas dari adsorben dalam mengadsorpsi. Nilai  $n$  dapat juga menunjukkan *favorability* dari adsorpsi. Jika nilai  $n$  lebih dari 1 maka mekanisme adsorpsi yang berlangsung secara fisika, sedangkan apabila  $n$  kurang dari 1 maka mekanisme adsorpsi berlangsung secara kimia (Nguyen dan Juang., 2015). Proses adsorpsi dalam menurunkan kadar zat warna metilen biru menggunakan komposit adsorben dari karbon aktif sekam padi/hidroksiapatit dari tulang ikan berlangsung secara proses kimia karena nilai yang diperoleh kurang dari 1.

Nilai  $K_f$  pada tipe isotherm Freundlich merupakan parameter Freundlich yang menunjukkan kapasitas adsorpsi suatu adsorben. Nilai  $K_f$  terbesar yang diperoleh yaitu 5,149 pada adsorben rasio 1:1. Menurut nilai  $K_f$  yang diperoleh dapat diketahui apabila Semakin besar nilai  $K_f$  maka semakin besar kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi. Hal ini sejalan dengan penelitian Apriyanti dkk (2018) yang menyatakan bahwa semakin besar parameter  $K_f$  maka daya adsorpsi dari adsorben yang diuji akan semakin baik.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengadsorpsi zat warna metilen biru menggunakan adsorben komposit karbon aktif sekam padi – hidroksiapatit tulang ikan. Hasil dari penelitian diperoleh rasio komposit adsorben optimum dalam menurunkan zat warna metilen biru yakni pada rasio komposit adsorben (AC:HAp) 1:1 dengan efisiensi penyisihan 90,95%. Model isotherm adsorpsi pada penelitian ini mengikuti model isotherm Freundlich dengan nilai  $R^2$  pada rasio komposit adsorben (AC:HAp) 1:1 sebesar 0,9945 dan (AC:HAp) 1:2 sebesar 0,9964. Nilai  $K_f$  pada parameter isotherm Freundlich (AC:HAp) 1:1 dan (AC:HAp) 1:2 masing-masing sebesar 5,149 dan 5,145 L/g dan nilai  $n$  pada isotherm Freundlich (AC:HAp) 1:1 dan (AC:HAp) 1:2 masing-masing sebesar 0,727 dan 0,749.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti, H., Candra, I. N., & Elvinawati, E. (2018). Karakterisasi isotherm adsorpsi dari ion logam besi (Fe) pada tanah di kota Bengkulu. *Alotrop*, 2(1).
- Balasoorya, I. L., Chen, J., Korale Gedara, S. M., Han, Y., & Wickramaratne, M. N. (2022). Applications of nano hydroxyapatite as adsorbents: A review. *Nanomaterials*, 12(14), 2324.
- Baunsele, A.B. dan Missa, H. (2020) "Kajian Kinetika Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Sabut Kelapa," *Akta Kimia Indonesia*, 5(2), hal. 76.
- Cordova, M.R. (2011) "Identifikasi Industri Berdasarkan Limbah yang Menunjang Perekonomian Nelayan Namun Relatif Menurunkan Kualitas Air dan Produksi Perikanan".
- Dwijayanti, U. (2020) "Adsorpsi *Methylene Blue* (MB) Menggunakan Abu Layang batubara Teraktivasi Larutan NaOH," *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 5(01), hal. 01–14.
- Fauziyah, Oktavia R. 2017. Pemanfaatan Campuran Limbah Ampas Tebu dengan Bentonit Sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Pb<sup>2+</sup>. Skripsi. Universitas Airlangga. Surabaya
- Kakame, D.Y.N. dan Wuntu, A.D. (2018) "Degradasi dan Adsorpsi Zat Warna *Methylene Blue* Menggunakan Komposit Ag-Tulang Ikan Terkalsinasi," 11(2), hal. 58–62.
- Kurniawan, R., Lutfi, M., & Nugroho, W. A. (2013). Karakterisasi luas permukaan BET (Braunear, Emmelt dan Teller) karbon aktif dari tempurung kelapa dan tandan kosong kelapa sawit dengan aktivasi asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 2(1).
- Lestari, N.C., Budiawan, I. dan Fuadi, A.M. (2021) "Pemanfaatan cangkang telur dan sekam padi sebagai bioadsorben metilen biru pada limbah tekstil," *Jurnal Riset Kimia*, 12(1), hal. 36–43.
- Nguyen, M. L., & Juang, R. S. (2015). Modification of crosslinked chitosan beads with histidine and *Saccharomyces cerevisiae* for enhanced Ni (II) biosorption. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 56, 96-102.
- Peng, Q. dkk. (2017) "Carbon-containing bone hydroxyapatite obtained from tuna fish bone with high adsorption performance for Congo red," *RSC Advances*, 7(43), hal. 26968–26973.
- Purwitasari, D., Tussania, R. dan Fathoni, an (2022). "Adsorpsi Logam Kadmium (Cd) pada Kadmium Sulfat (CdSO<sub>4</sub>) Menggunakan Batang Pohon Pisang Sebagai Adsorben *Adsorption Of Metal*

*Cadmium (Cd) to Cadmium Sulphate (CdSO<sub>4</sub>) Using Banana Trees As Adsorbent," Jurnal Chemurgy*, 06(1), hal. 131–136. Tersedia pada: <http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TK>.

- Rahmayani, I., Zaharah, T. A., dan Alimuddin, A. H. (2020). Karakterisasi Adsorben Komposit Selulosa-Limbah Karet Alam Untuk Penurunan Kadar COD dan Minyak Lemak LCPKS. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(3).
- Riadi, L., Lidiawati, T., dan Anggraini, M. D. (2017). Sekam Padi Sebagai Adsorben: Evaluasi Adsorpsi Untuk Pewarna Tunggal dan Campuran. In *Seminar Nasional Teknik Kimia UNPAR 2017* (p. B2). Universitas Katolik Parahyangan.
- Riwayati, I., Fikriyyah, N. M., & Suwardiyono, S. (2019). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Abu Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) Teraktivasi Asam Sulfat. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 4(2).
- Selimin, M. A., Latif, A. F. A., Lee, C. W., Muhamad, M. S., Basri, H., dan Lee, T. C. (2022). Adsorption efficiency of hydroxyapatite synthesised from black tilapia fish scales for chromium (VI) removal. *Materials Today: Proceedings*, 57, 1142-1146.
- Wei, W., Yang, L., Zhong, W. H., Li, S. Y., Cui, J., dan Wei, Z. G. (2015) "Fast Removal Of Methylene Blue From Aqueous Solution By Adsorption Onto Poorly crystalline Hydroxyapatite Nanoparticles," *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*.
- Wuntu, A.D., Koleangan, H.S., dan Wuntu, N.L. (2020) "Adsorpsi Metilen Biru Pada Hidroksiapatit Dari Tulang Ikan Kakap Merah," *JURNAL ILMIAH SAINS*, 20(1), hal. 6