

PEMANFAATAN TULANG AYAM SEBAGAI ADSORBEN *METHYLENE BLUE*

UTILIZATION OF CHICKEN BONES AS METHYLENE BLUE ADSORBEN

Maulina^{1,*}, Devira Nur Ajizah², Indah Nur Fitriana³, Anita Setiawati⁴, Khusnul Khotimah⁵, Devi Listianingrum⁶, Ratna Kusumawardani⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Program Studi Sarjana Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman, 75123, Samarinda, Indonesia

*Penulis Korespondensi : 02maulina@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan tulang ayam sebagai adsorben *methylene blue*. Limbah tulang ayam banyak ditemukan di lingkungan masyarakat namun jarang dimanfaatkan atau bahkan tidak dimanfaatkan. Hal ini tentunya menimbulkan masalah lingkungan akibat sisa tulang yang tidak memiliki nilai ekonomi. Zat warna *methylene blue* merupakan pewarna sintetik yang dapat membahayakan makhluk hidup. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya adsorpsi zat warna dari lingkungan makhluk hidup, dengan menggunakan adsorben dari limbah tulang ayam. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan cara mengukur keadaan awal jenis sampel sampai dengan mengukur keadaan setelah diberi perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan kadar zat yang teradsorpsi maksimum berada pada kecepatan pengadukan 150 rpm pada serbuk dan abu tulang ayam sebesar 72,947% dan 64,183%. Pada konsentrasi optimum menunjukkan kadar zat yang teradsorpsi berada pada konsentrasi 125 ppm pada serbuk dan abu tulang ayam sebesar 58,710% dan 66,167%. Sedangkan pada pH optimum menunjukkan kadar zat yang teradsorpsi pada serbuk adalah pH 9 sebesar 78,831% dan pada abu adalah pH 7 sebesar 67,997%. Dapat disimpulkan bahwa limbah tulang ayam dapat mengadsorpsi zat warna *methylene blue*.

Kata kunci: adsorpsi, *methylene blue*, tulang ayam

Abstract

This study aims to find out the utilization of chicken bones as methylene blue adsorbens. Chicken bone waste is found in many communities so it is rarely utilized or even not utilized. This certainly causes environmental problems due to the rest of the bones that have no economic value. Methylene blue is a synthetic dye that can harm living things. Therefore, it is necessary to do efforts to adsorb color substances from the environment of living things, by using adsorbens from chicken bone waste. This study uses an experimental method, by measuring the initial state of the sample type to measure the state after being given a sample. The results showed maximum levels of the substance were at a stirring speed of 150 rpm in the powder and bone ash of chickens by 72.947% and 64.183%. At optimum concentrations indicate the levels of the absorbed substance are at a concentration of 125 ppm in the powder and bone ash of chickens by 58.710% and 66.167%. While at the optimum pH shows the level of the substance adsorption in the powder is pH 9 by 78.831% and in ash is pH 7 by 67.997%. It can be concluded that chicken bone waste can absorb substances of methylene blue color.

Keywords: adsorption, chicken bone, methylene blue

PENDAHULUAN

Tulang ayam merupakan sisa bahan makanan yang banyak ditemukan di lingkungan masyarakat. Selama ini tulang ayam dianggap

masyarakat memiliki nilai ekonomis yang rendah sehingga jarang dimanfaatkan atau bahkan tidak dimanfaatkan. Tingginya konsumsi ayam oleh masyarakat akan meningkatkan

limbah tulang ayam yang dihasilkan sehingga menimbulkan penumpukan (Fynnisa & Rodiansah, 2019). Tulang ayam dalam kehidupan sehari-hari dianggap sebagai sampah dan pemanfaatannya masih sangat kurang. Tulang ayam mempunyai kandungan garam-garam yang terdiri dari kalsium fosfat dan kalsium karbonat yang merupakan pembentuk hidroksiapatit. Hidroksiapatit ini dapat digunakan sebagai adsorben karena mempunyai pori dan tahan aus dan dapat menukar ion yang mampu mengurangi kadar logam berat (Ferriansyah, 2021).

Hal ini tentunya menimbulkan masalah lingkungan akibat sisa tulang yang tidak memiliki nilai ekonomi. Tulang juga sulit terurai sehingga hanya dapat mencemari lingkungan, untuk itu diperlukan alternatif agar limbah tulang dapat bermanfaat dan memiliki nilai ekonomi. Pada tulang ayam memiliki unsur-unsur penting yang dapat dimanfaatkan kembali di bidang pertanian. Menurut Mulyaningsih (2017), komposisi organik dalam tepung tulang terdiri dari kadar air 45%, lemak 10%, protein 20% dan abu 25%. Sedangkan anorganiknya terdiri dari kalsium 24-30% dan fosfor 12-15%. Dengan kandungan P dan kalsium yang tinggi, tulang dapat meningkatkan kualitas dan kandungan nutrisi pada kompos (Fynnisa & Rodiansah, 2019).

Tulang ayam merupakan sebuah limbah atau sisa makanan yang jarang dimanfaatkan, sebenarnya secara kimia tulang utamanya mengandung yaitu kira-kira 85% mineral kalsium fosfat, 14% kalsium karbonat, dan 1% magnesium, sehingga limbah tulang ayam memiliki potensi untuk dijadikan adsorben untuk menyerap ion logam berat di lingkungan perairan, pemanfaatan ini memberikan dampak positif terhadap penanggulangannya sebagai sampah mengingat bahwa konsumsi daging ayam di restoran-restoran umum atau cepat saji cukup besar serta dapat menjadi solusi untuk mengurangi pencemaran lingkungan, disamping itu limbah tulang ayam masih rendah nilai ekonominya (Amalia *et al.*, 2017).

Methylene blue adalah suatu zat warna yang sering digunakan karena mudah diperoleh dan harganya yang cukup murah serta seringkali digunakan sebagai bahan pewarnaan kain, penggunaan *methylene blue* ini dapat menyebabkan efek buruk bila tertelan seperti gangguan pada saluran pencernaan (Chandra *et al.*, 2019). Pencemaran zat warna adalah masalah utama dalam lingkungan karena bersifat

tidak terdegradasi, stabil dibawah cahaya, dan oksidasi. Oleh karena itu, penghapusan polutan pewarna dari lingkungan sangat mendesak (Nurhadi *et al.*, 2020). Dalam proses pengolahan limbah, untuk menurunkan kandungan senyawa toksik dalam larutan telah digunakan beberapa metode konvensional seperti pengendapan secara kimia, koagulasi (pengumpulan), dan jerapan (adsorpsi) (Simpem & Suastuti, 2016).

Adsorben berbiaya rendah mempunyai aplikasi yang luas untuk pengolahan limbah zat warna. Banyak peneliti telah melaporkan pemanfaatan limbah padat pertanian dan perikanan sebagai adsorben berbiaya rendah. Eksplorasi adsorben berbiaya rendah yang berasal dari limbah pertanian dan perikanan dapat berkontribusi terhadap kelestarian lingkungan, meningkatkan estetika lingkungan dan juga menawarkan manfaat yang menjanjikan untuk tujuan komersial di masa depan (Ramadhani *et al.*, 2019).

Pemanfaatan limbah tulang sebagai adsorben zat warna telah dilakukan oleh (Widiyowati *et al.*, 2022) yang menunjukkan bahwa limbah tulang bebek dapat menyerap zat warna metilen biru. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Amalia *et al.* (2017), bahwa efisiensi adsorpsi arang aktif tulang ayam terhadap ion logam tembaga dan kadmium meningkat dengan meningkatnya waktu kontak dan ukuran partikel dan menurun dengan peningkatan konsentrasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Farida Hanum *et al.* (2017) melaporkan bahwa semakin besar kecepatan pengadukan yang digunakan untuk mengadsorpsi zat terlarut, maka akan mengakibatkan jumlah adsorbat yang terserap akan semakin banyak.

Penggunaan berbagai macam limbah dapat digunakan sebagai adsorben diantaranya pada Tanasale *et al.* (2012) pada penelitian ini menggunakan kitosan dari limbah kulit kepiting rajungan yang dapat menyerap zat warna *methylene blue*. Adapun penelitian yang dilakukan Nurlaili *et al.* (2017) yang menunjukkan bahwa limbah cangkang telur ayam dapat digunakan sebagai adsorben zat warna *methyl orange*. Penelitian yang dilakukan Lantang *et al.* (2017) menunjukkan bahwa limbah kulit pisang gohoro dapat digunakan sebagai adsorben *methylene blue*. Penelitian yang dilakukan Baunsele & Missa (2020) menunjukkan bahwa adsorben terhadap *methylene blue* dapat dilakukan menggunakan adsorben dari limbah sabut kelapa. Adapun

penelitian dari Akhmad Anugerah S (2015) memaparkan bahwa limbah cangkang kerang bulu dapat memenuhi adsorben yang efektif dan komersil.

Berdasarkan apa yang telah dipaparkan, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pembuatan adsorben dari limbah yaitu abu dan serbuk dari tulang ayam sebagai material penyerap *methylene blue*. Abu tulang ayam melalui proses sulfonasi dan karbonasi, sedangkan serbuk tulang ayam tidak melalui kedua proses tersebut. Pada penelitian ini ingin melihat pengaruh dari kecepatan pengadukan, konsentrasi dan pH terhadap kedua jenis adsorbat tersebut yaitu abu dan serbuk tulang ayam. Dalam penggunaan limbah ini juga meningkatkan nilai kegunaan limbah tulang ayam dan menghasilkan lingkungan yang bersih jauh dari pencemaran limbah pewarna *textile metilen biru* dan pemanfaatannya sebagai adsorben aktif untuk mengadsorpsi larutan zat warna *methylene blue*. Pada penelitian ini bertujuan memanfaatkan abu dan serbuk limbah tulang ayam sebagai adsorben zat warna tekstil *methylene blue*.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan termasuk jenis penelitian eksperimen, dimana penelitian ini tidak hanya dilakukan dengan mengukur keadaan awal jenis sampel saja tetapi juga mengukur keadaan setelah diberi perlakuan, analisis data dan interpretasi data. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari–Maret 2021 di Laboratorim Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Kimia Universitas Mulawarman Samarinda.

A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan yaitu ayakan 250 *mesh*, batang pengaduk, botol semprot, bola isap, corong saring, Erlenmeyer, gelas kimia 100 mL, kaca arloji, labu takar 500 mL; 250 mL; 200 mL, *magnet stirrer*, *micropipet* 1 mL, pH indikator universal, pipet tetes, pipet volume 10 mL; 25 mL, spatula, Spektrofotometri Uv-Vis, timbangan digital, sentrifugasi. Bahan-bahan yang digunakan meliputi aquades, *methylene blue*, serbuk tulang ayam, abu tulang ayam, kertas saring, H₂SO₄, 10 N.

B. Prosedur kerja

1. Pembuatan Sampel

Limbah tulang ayam yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari limbah rumah tangga ataupun rumah makan, catering, serta dari produksi dan penjual daging ayam yang ada di Samarinda. Terlebih dahulu tulang ayam dibersihkan dari sisa-sisa kotoran, dan kemudian direbus ± 30 menit setelah itu digerus tulang ayam menjadi serbuk. Proses selanjutnya yaitu sulfonasi pada penelitian ini, sampel direndam dengan larutan H₂SO₄ pada konsentrasi 10 N, dan direndaman selama 24 jam, kemudian sampel disaring dan dicuci bersih dengan aquades hingga pH mendekati 7. Proses selanjutnya karbonisasi serbuk dimasukkan ke dalam *Furnance* dengan suhu 400°C, kemudian arang yang dihasilkan digerus kembali, dan diayak dengan ukuran 250 *mesh* untuk mendapatkan ukuran partikel yang lebih kecil dan homogen.

2. Uji Adsorpsi *Methylene Blue* Serbuk dan Abu Tulang Ayam

a. Variasi Kecepatan Pengadukan

Larutan *methylene blue* diambil 25 mL dan dimasukkan masing-masing kedalam 6 buah gelas kimia 50 mL, kemudian dimasukkan sebanyak 0,04 gram sampel adsorben berbeda kecepatan pengadukan (110, 130, 150, 170, 190, dan 210) ke dalam masing-masing gelas kimia tersebut dan di *stirrer* selama 40 menit. Selama kontak ini, gelas kimia di tutup dengan aluminium foil agar tidak ada zat yang berkurang sehingga nilainya tetap konstan. Selanjutnya adalah di ukur adsorbansi masing-masing sampel dengan panjang gelombang 664 nm.

b. Variasi Konsentrasi

Larutan sampel dibuat dengan variasi konsentrasi larutan 25, 50, 75, 100, 125, dan 150 ppm. Ditimbang adsorben sebanyak 0,04 gram, kemudian masing-masing larutan *methylene blue* diambil 25 mL dimasukkan ke Erlenmeyer dan ditutup dengan aluminium foil. Kemudian di *stirrer* selama 40 menit dan disentrifugasi selama 10 menit. Selanjutnya diukur adsorbansi masing-masing sampel dengan panjang gelombang 664 nm.

c. Variasi pH optimum

Langkah awal dibuat 200 mL HCl 0,1 M dari asam pekat dengan cara pengenceran, kemudian dibuat larutan *methylene blue* dengan pH 3 dari larutan HCl sebanyak 200 ml, selanjutnya dimasukkan sampel kedalam larutan yang berisi pH 3 sebanyak 0,04 gram, kemudian dilakukan *stirrer* selama 40 menit pada kecepatan pengadukan optimum yaitu 150 rpm, diulangi langkah-langkah diatas dengan memvariasikan pH yaitu (3, 5, 7, 9, dan 11), selanjutnya diukur adsorbansi masing-masing sampel dengan panjang gelombang 664 nm.

C. Teknik Analisa Data

Tahap analisis dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui *methylene blue* yang terserap oleh tulang ayam. Jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$MB \text{ adsorpsi} = MB \text{ awal} - MB \text{ akhir} \quad (1)$$

Dimana MB adalah *methylene blue*.

Konsentrasi *methylene blue* yang terserap oleh tulang ayam dapat diolah menjadi % teradsorpsi dengan menggunakan rumus berikut.

$$\% \text{ teradsorpsi} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana C_0 adalah konsentrasi awal larutan dan C_e adalah Konsentrasi larutan pada kesetimbangan.

Selain dalam bentuk % teradsorpsi, konsentrasi *methylene blue* yang terserap oleh adsorben juga dapat dinyatakan dengan rumus berikut.

$$Q_e = (C_0 - C_e) \times \frac{v}{m} \quad (3)$$

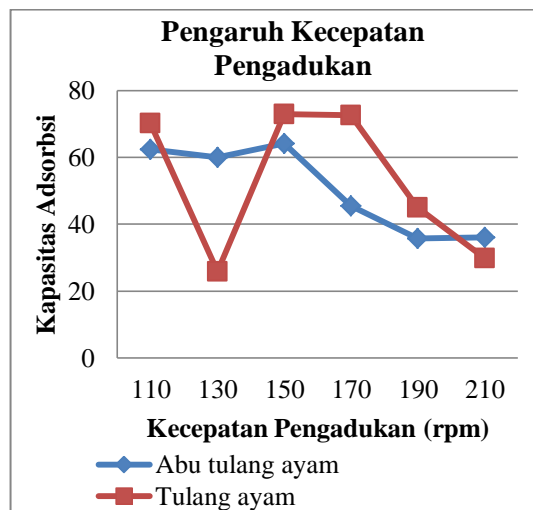
Dimana Q_e adalah, C_0 adalah konsentrasi awal larutan, C_e adalah konsentrasi larutan pada kesetimbangan, v adalah volume larutan pada percobaan dan m adalah massa adsorben.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Kecepatan Pengadukan Optimum

Penelitian ini menggunakan variasi kecepatan pengadukan sebesar 110, 130, 150, 170, 190 dan 210 rpm, untuk mengetahui kecepatan pengadukan optimum dalam

mengadsorpsi *methylene blue*. Hasil pengujian kecepatan pengadukan optimum dengan spektrofotometer UV-Vis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Pengadukan pada Serbuk dan Abu Tulang Ayam.

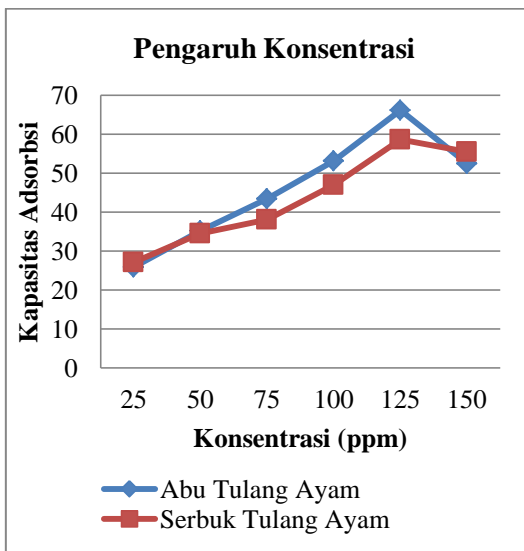
Berdasarkan Gambar 1, hasil penelitian menggunakan variasi kecepatan pengadukan, zat warna *methylene blue* yang terserap maksimal pada adsorben serbuk tulang ayam dengan kecepatan pengadukan 150 rpm yaitu 72,947% yang terserap. Dan pada adsorben abu tulang ayam dengan kecepatan sama yaitu 150 rpm yaitu 64,183 % yang terserap. Hal ini dapat terlihat dari hasil penelitian serbuk tulang ayam dan abu tulang ayam, larutan *methylene blue* pada kecepatan pengadukan 150 rpm terjadi peningkatan daya serap adsorpsi namun pada kecepatan 130 rpm terjadi penurunan daya serap adsorpsi pada adsorben tulang ayam. Hal ini berarti bahwa pada pengadukan 130 rpm, kecepatan tersebut belum mampu membuat adsorbat melekat pada permukaan adsorben sedangkan pada pengadukan 190 rpm, kecepatan sudah terlalu cepat sehingga adsorben tidak bekerja dengan baik. Dengan demikian, kecepatan pengadukan terbaik pada proses adsorpsi pada larutan *methylene blue* yaitu pada 150 rpm.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Farida Hanum *et al.* (2017), dimana semakin besar kecepatan pengadukan yang digunakan untuk mengadsorpsi zat terlarut maka akan mengakibatkan jumlah adsorbat yang terjerap akan semakin banyak. Akan tetapi jumlah zat yang diadsorpsi akan jenuh apabila telah mencapai nilai batas atau mencapai keadaan

optimum yang disebabkan karena pori-pori yang terdapat pada permukaan adsorben sudah jenuh, sehingga adsorpsi pada permukaan adsorben cenderung mencapai batas maksimum. Hal ini sejalan dengan pendapat Syauqiah *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa apabila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat pula, tetapi bila pengadukan terlalu cepat dapat melewati batas maksimum sehingga memungkinkan struktur adsorben rusak dan proses adsorpsi kurang optimal.

B. Penentuan Konsentrasi Optimum

Konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 25, 50, 75, 100, 125, dan 150 ppm. Hasil pengujian konsentrasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Konsentrasi pada Serbuk dan Abu Tulang Ayam

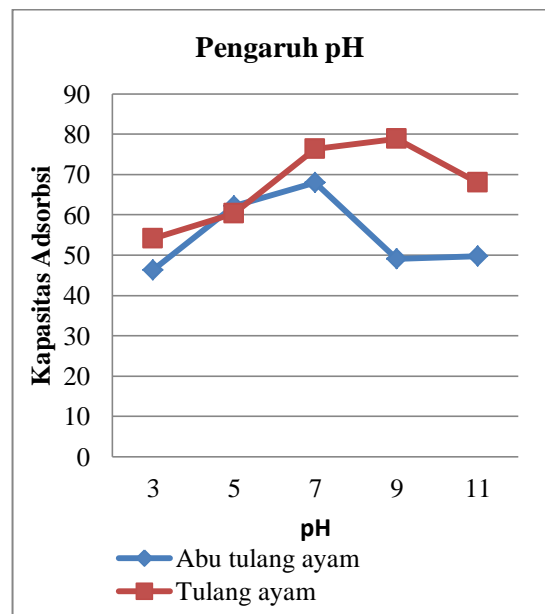
Berdasarkan Gambar 2, didapat hasil konsentrasi optimum abu tulang ayam dan serbuk tulang ayam pada konsentrasi 125 ppm, penyerapan zat warna *methylene blue* berturut-turut sebesar 66,167% dan 58,710%. Pada grafik dapat dilihat bahwa konsentrasi 25 ppm-125ppm mengalami peningkatan yang signifikan, tetapi setelah mencapai daya serap optimum pada konsentrasi 125 ppm, mengalami penurunan pada konsentrasi 150 ppm. Hal ini dikarenakan bahwa hidroksiapatit pada tulang ayam sudah mulai berkurang, sehingga penyerapan terhadap zat warna *methylene blue* juga mulai menurun. Semakin besar konsentrasi *methylene blue*, maka semakin besar konsentrasi jumlah yang

teradsorpsi, namun jika telah mencapai kejenuhan jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi relatif tetap atau menurun.

Semakin besar konsentrasi *methylene blue* yang digunakan maka semakin banyak jumlah molekulnya. Banyaknya molekul tersebut menyebabkan hasil antara molekul *methylene blue* untuk teradsorpsi semakin besar (Dony & Azis, 2013). Pada konsentrasi rendah untuk jumlah adsorben yang sama dalam percobaan persentase penghilangan zat warna menjadi tinggi, karena hampir semua konsentrasi zat warna terserap secara keseluruhan. Sebaliknya, jumlah penyisihan zat warna menjadi rendah karena pada konsentrasi rendah jumlah zat warna yang teradsorpsi juga kecil untuk jumlah adsorben yang sama. Seiring dengan meningkatnya konsentrasi zat warna maka persentase penyisihan zat warna menjadi rendah karena meningkatnya konsentrasi zat warna yang teradsorpsi (Kusumawardani *et al.*, 2019).

C. Penentuan pH Optimum

Variasi pH pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh derajat keasaman terhadap adsorpsi *methylene blue* menggunakan serbuk dan abu tulang ayam. Variasi pH larutan *methylene blue* yang digunakan adalah 3, 5, 7, 9, dan 11 dengan tujuan untuk mengetahui pH optimum yang dibutuhkan oleh adsorben dalam mengadsorpsi *methylene blue*. Hasil pengujian dengan variasi pH adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Hasil Pengujian pH Optimum Pada Serbuk dan Abu Tulang Ayam

Berdasarkan Gambar 3, zat warna *methylene blue* yang terserap maksimal adalah pada adsorben serbuk tulang ayam dengan pH optimum 9 yaitu 78,831% yang terserap. Dan pada adsorben abu tulang ayam dengan pH optimum sama yaitu 7 yaitu 67,998% yang terserap.

Proses adsorpsi menggunakan adsorben dari tulang ayam dilakukan dengan memvariasikan pH dari *methylene blue*. Variasi pH yang digunakan adalah 3, 5, 7, 9, dan 11. Variasi pH dilakukan untuk mengetahui berapakah pH optimum yang dibutuhkan oleh serbuk tulang ayam sebagai adsorben dalam mengadsorpsi *methylene blue* hingga keadaan kesetimbangan. Semakin tinggi pH atau derajat keasaman dapat menurunkan penyerapan zat warna. Variasi pH dilakukan karena dapat mempengaruhi kesetimbangan adsorpsi.

Berdasarkan data yang diperoleh pH adsorben sangat mempengaruhi kadar *methylene blue* yang terserap. Hal ini dikarenakan pada tulang ayam terdapat senyawa Hidroksiapatit. Hidroksiapatit merupakan senyawa mineral apatit yang merupakan komponen utama penyusun tulang, dan mempunyai kemampuan dalam mengadsorpsi zat-zat lain kedalam pori-pori di permukaannya dengan adanya gaya adhesi, rumus kimia dari Hidroksiapatit adalah $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Diperoleh pH optimum pada serbuk tulang ayam sebesar 78,831% dan pada abu tulang ayam sebesar 67,998%.

Adsorpsi *methylene blue* maksimal atau pengikatan terbaik ion *methylene blue* yang dapat diikat kedalam struktur pori adsorben pada serbuk abu tulang ayam dan abu tulang ayam terjadi berturut-turut pada pH 9 dan 7 hal ini dikarenakan pada pH diatas 7 maupun basa, terdapat ion OH^- yang dilepaskan pada larutan basa mampu membantu atom O yang bermuatan negatif yang berasal dari permukaan adsorben hidroksiapatit dalam penyerapan atau adsorpsi zat warna *methylene blue*. mengelilingi permukaan *methylene blue* dan dapat terikat ke gugus N yang terdapat dalam *methylene blue*. Dengan demikian, akan meningkatkan interaksi gaya tarik menarik yang besar antara *methylene blue* dengan adsorben. Sementara itu, pada pH kurang dari 7, kecenderungan atom O bermuatan negatif pada hidroksiapatit

cenderung berikatan pada gugus H^+ yang berasal dari larutan asam daripada mengikat gugus N yang terdapat dalam *methylene blue*. Selain itu, pada pH asam terjadi protonasi yang berlebihan sehingga menyebabkan kecilnya persentase zat yang teradsorpsi (Puspita & Cahyaningrum, 2017)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penentuan variasi kecepatan pengadukan, konsentrasi dan pH optimum terhadap adsorpsi *methylene blue* menggunakan limbah tulang ayam teraktivasi larutan H_2SO_4 10 N, diperoleh adalah variasi kecepatan pengadukan optimum pada serbuk dan abu tulang ayam yaitu pada kecepatan 150 rpm sebesar 72,947% yang terserap. Dan pada adsorben abu tulang ayam dengan kecepatan sama yaitu 150 rpm yaitu 64,183 % yang terserap. Pada variasi konsentrasi optimum adsorben serbuk tulang ayam dengan konsentrasi 125 ppm yaitu 58,710% yang terserap. Dan pada adsorben abu tulang ayam dengan konsentrasi 125 ppm yaitu 66,167% yang terserap. Pada variasi derajat keasaman (pH) optimum serbuk tulang ayam memiliki pH optimum 9 penyerapan sebesar 78,831%. Dan pada adsorben abu tulang ayam dengan pH optimum 7 penyerapan sebesar 67,997% .

DAFTAR RUJUKAN

- Akhmad Anugerah S, I. (2015). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Bulu sebagai Adsorben Untuk Menjerap Logam Kadmium (II) dan Timbal (II). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(3).
- Amalia, V., Layyindah, F., Zahara, F., & Hadisantoso, E. P. (2017). Potensi Pemanfaatan Arang Tulang Ayam sebagai Adsorben Logam Berat Cu dan Cd. *Al-Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 4(1), 31–37.
- Baunsele, A. B., & Missa, H. (2020). Kajian Kinetika Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Sabut Kelapa. *Akta Kimia Indonesia*, 5(2), 76. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v5i2.7791>
- Chandra, D. E., Hindryawati, N., & Koesnarpadi, S. (2019). Degradasi Metilen Biru dengan Metode Fotokatalitik Berdasarkan Variasi Berat Katalis Zeolit-WO₃. *Prosiding Seminar Nasional Kimia FMIPA UNMUL*.

- Dony, N., & Azis, H. (2013). Studi Fotodegradasi Biru Metilen Di Bawah Sinar Matahari oleh ZnO-SnO₂ yang dibuat dengan Metoda Solid State Reaction. *Prosiding SEMIRATA 2013*, 1(1).
- Farida Hanum, Rikardo Jgst Gultom, & Maradona Simanjuntak. (2017). Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru dengan Karbon Aktif dari Kulit Durian Menggunakan KOH dan NaOH sebagai Aktivator. *Jurnal Teknik Kimia*, 6(1), 49–55. <https://doi.org/10.32734/jtk.v6i1.1565>
- Ferriansyah, R. (2021). Penggunaan Serbuk Tulang Ayam sebagai Adsorben. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 7(9), 494–499.
- Fynnisa, Z., & Rodiansah, A. (2019). Karakterisasi Morfologi Limbah Tulang Ayam. *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Universitas Asahan*.
- Kusumawardani, R., Nurhadi, M., Wirhanuddin, W., & Gunawan, R. (2019). Carbon-containing Hydroxyapatite Obtained from Fish Bone as Low-cost Mesoporous Material for Methylene Blue Adsorption. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 14(3), 660–671. <https://doi.org/10.9767/bcrec.14.3.5365.660-671>
- Lantang, A. C., Abidjulu, J., & Aritonang, H. F. (2017). Pemanfaatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Pisang Goroho (*Musa acuminata*) sebagai Adsorben Zat Pewarna Tekstil Methylene Blue. *Jurnal MIPA*, 6(2), 55. <https://doi.org/10.35799/jm.6.2.2017.17759>
- Mulyaningsih, R. (2017). *Pemanfaatan Tepung Tulang Ayam (Tta) untuk Meningkatkan Kadar N, P dan K Pada Pupuk Organik Cair Industri Limbah Tahu*. Skripsi.
- Nurhadi, M., Kusumawardani, R., Rindoi, M., Apriliani, A. D., Khair, A. F., Noor, A., & Lumbantobing, T. P. (2020). The Removal of Methylene Blue and Congo Red Dyes from Aqueous Solution by Using Sulfonated Carbon Derived Fishbone The Removal of Methylene Blue and Congo Red Dyes from Aqueous Solution by Using Sulfonated Carbon Derived Fishbone. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012047>
- Nurlaili, T., Kurniasari, L., & Ratnani, R. D. (2017). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam sebagai Adsorben Zat Warna Methyl Orange dalam Larutan. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 2(2).
- Puspita, F. W., & Cahyaningrum, S. E. (2017). Sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit dari cangkang telur ayam ras (*Gallus gallus*) menggunakan metode pengendapan basah. *UNESA Journal of Chemistry*, 6(2), 100–106.
- Ramadhani, P., Zein, R., Chaidir, Z., & Hevira, L. (2019). Pemanfaatan Limbah Padat Pertanian dan Perikanan Sebagai Biosorben untuk Penyerap Berbagai Zat Warna: Suatu Tinjauan. *Jurnal Zarah*, 7(2), 46–56.
- Simpem, I. N., & Suastuti, N. G. A. M. D. A. (2016). Modifikasi Limbah Tulang Sapi Bali dan Pemanfaatannya untuk Adsorpsi Methylene Blue. *Jurnal Veteriner*, 17(4), 597–605.
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Jurnal Info Teknik*, 12(1), 11–20.
- Tanasale, M. F. J. D. P., Killay, A., & Laratmase, M. S. (2012). Kitosan dari Limbah Kulit Kepiting Rajungan (*Portunus sanguinolentus* L.) sebagai Adsorben Zat Warna Biru Metilena. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(2), 165. <https://doi.org/10.31258/jnat.14.1.165-171>
- Widiyowati, I. I., Arif, A. R., Habibah, S., Andriani, E., Sari, L. R., & Izzati, Z. A. N. (2022). Pemanfaatan Tulang Bebek sebagai Adsorben Metilen biru pada Limbah Industri Tekstil. *Bivalen: Chemical Studies Journal*, 5(1), 21–25.