

**PENGARUH KECEPATAN SHAKER DALAM ADSORPSI ZAT WARNA
(METHYL ORANGE) MENGGUNAKAN CANGKANG TELUR AYAM****Nurul Anggraeni Basri¹⁾, Indri Tri Wahyuni²⁾, dan Sirajuddin³⁾**^{1,2,3)} Program Studi D4 Teknologi Kimia Industri, Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia*) Email : nurulangraeni18@gmail.com

(Received : 10-03-2025; Revised: 15-03-2025; Accepted: 30-03-2025)

Abstrak

Industri Batik di Kota Samarinda terus mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data tahun 2024 Industri batik menghasilkan limbah mencapai 2.678.400 liter dalam setahun. Limbah ini mengandung senyawa-senyawa berbahaya, salah satu senyawa yang terkandung di dalamnya adalah *Methyl Orange* yakni termasuk kedalam gugus azo aromatik, yang memiliki ikatan rangkap (-N=N) dan bersifat karsinogenik. Untuk itu perlu dilakukan pengolahan limbah dalam menghilangkan zat warna azo secara keseluruhan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan adsorpsi, karena metodenya yang sederhana dan banyak diaplikasikan pada berbagai jenis polutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh tanpa atau dengan adanya shaker terhadap cangkang telur sebagai adsorben dalam menurunkan kadar zat warna. Metode pada penelitian ini meliputi preparasi adsorben, adsorpsi, dan analisa Spektrofotometri UV-Vis. Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi tanpa atau dengan adanya Shaker pada (120, 160, 200, 240, dan 280 RPM). Diperoleh hasil efisiensi adsorpsi terbaik yakni 57,80 %, pada massa adsorben 11 gram, di pH 1 selama 60 menit dengan kecepatan shaker 120 RPM.

Kata kunci: Adsorpsi, Cangkang Telur, *Methyl Orange*, Spektrofotometri Uv-Vis**Abstract**

The batik industry in Samarinda has been continuously developing from year to year. According to 2024 data, the batik industry generates wastewater amounting to 2,678,400 liters annually. This wastewater contains hazardous compounds, one of which is Methyl Orange, an aromatic azo compound characterized by a double bond (-N=N) and its carcinogenic properties. Therefore, it is necessary to treat the wastewater to eliminate the azo dye completely. One approach that can be applied is adsorption, due to its simplicity and widespread use in treating various types of pollutants. This study aims to investigate the effect of the presence or absence of a shaker on the effectiveness of eggshells as an adsorbent in reducing the dye concentration. The methods used in this research include adsorbent preparation, the adsorption process, and UV-Vis spectrophotometric analysis. Adsorption was carried out with variations in shaker speed at 120, 160, 200, 240, and 280 RPM. The results showed the highest adsorption efficiency of 57.80% at an adsorbent mass of 11 grams, pH 1, for 60 minutes, with a shaker speed of 120 RPM.

Keywords: Adsorption, Eggshell, *Methyl Orange*, UV-Vis Spectrophotometry

PENDAHULUAN

Industri Batik semakin maju dari tahun ke tahun. Berdasarkan data dari Direktori Hasil Usaha Produk Kecil dan Menengah, (2023) terdapat 2 usaha batik di Samarinda, salah satunya usaha batik atiqna. Usaha batik ini melakukan pewarnaan sebanyak 12 kali dalam sebulan, untuk sekali pewarnaan menghasilkan limbah sebanyak 200 liter/hari. Dari Hasil pengolahan data diperoleh bahwa pada tahun 2024 usaha batik di Kota Samarinda mampu menghasilkan limbah hingga mencapai 2.678.400 liter (Atiqna, 2024).

Penggunaan zat warna dapat menghasilkan limbah yang berpotensi berbahaya bagi lingkungan. Salah satu zat warna yang paling sering digunakan di industri batik yakni *Methyl orange*. Zat warna ini memiliki konsentrasi antara 10 – 50 mg/L Sihombing, (2019), termasuk kategori warna azo yang sering digunakan dalam laboratorium, serta industri pewarnaan kain. Meskipun begitu zat warna ini memiliki kandungan berbahaya yang dapat menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam perairan, sehingga membuat proses fotosintesis pada organisme terhambat karena kekurangan oksigen. (Varjani, 2018 dalam Rahadi dkk., 2020).

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam mengatasi permasalahan tersebut yakni dengan adsorpsi, metode ini mudah diterapkan karena berbiaya murah, dan menggunakan adsorben yang ramah lingkungan karena berasal dari bahan alami Mutia dkk., (2023). Selanjutnya metode lain yang dapat digunakan adalah proses oksidasi lanjutan (AOP). Oksidasi ini memerlukan zat pengoksidasi yang kuat, salah satunya metode oksidasi menggunakan ozon, metode ini termasuk metode yang ramah lingkungan juga karena banyak digunakan seperti pada limbah zat warna *methylene blue* karena tidak melepaskan polutan (Athikoh dan Nur, 2021).

Pengolahan limbah saat ini belum cukup mampu dalam menghilangkan zat warna azo secara menyeluruh, hal ini dikarenakan sifat ketahanan warna terhadap degradasi Malik, (2012) dalam Rahadi dkk., (2020). Salah satu metode yang paling sering digunakan industri adalah adsorpsi, metode ini tergolong sederhana dan dapat diaplikasikan pada beragam jenis polutan, serta memiliki ketahanan terhadap polutan yang bersifat toksik (Rahadi dkk., 2020).

Penggunaan cangkang telur ayam sebagai adsorben merupakan sebuah potensi yang dapat menyelesaikan permasalahan limbah. Kandungan terbesar dari cangkang telur ayam yakni kalsium karbonat yang bersifat polar, memiliki 10.000 – 20.000 pori-pori sehingga dapat digunakan sebagai biosorben (Muzhaffar, 2021).

Penelitian pengolahan limbah cangkang telur ayam sebagai adsorben zat warna *Methyl orange* dengan konsentrasi 20 ppm dalam 50 mL telah dilakukan oleh Nurlaili dkk., (2017) dengan variasi massa adsorben sebesar (7, 9, 11, dan 13 gram), waktu kontak (20, 40, 60, dan 80 menit), pH (1, 3, 5, dan 7). Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh efisiensi adsorpsi terbaik yakni 41,46 %, pada massa adsorben 11 gram dengan ukuran partikel 100 *mesh*, selama 60 menit, di pH 1, serta pengadukan dengan *stirrer*.

Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Frista dkk., (2024) tentang Adsorpsi Zat Warna *Methyl Orange* menggunakan Biji Kelengkeng dengan konsentrasi larutan 80 ppm sebanyak 25 mL, dengan variasi waktu kontak (30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit), variasi kecepatan shaker (50, 100, 150, 200, 250, 300 RPM), Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh hasil terbaik persentase penyerapan sebesar 45% pada massa adsorben 0,2 gram dengan ukuran partikel 150 *microns* selama 150 menit dan kecepatan shaker 200 RPM. Penelitian yang telah dilakukan oleh Nurlaili dkk., (2017) dengan efisiensi adsorpsi yang masih cukup rendah yaitu 41,46%, hal ini disebabkan karena proses pengadukan yang tidak merata. Sehingga penelitian ini masih dapat ditingkatkan efisiensi adsorpsinya dengan melakukan variasi kecepatan Shaker.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan potensi limbah cangkang telur ayam sebagai adsorben sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan terutama perairan.

METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Methyl Orange*, cangkang telur ayam, HCL, dan Aquades. Kertas saring, *aluminium foil*. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, neraca analitik, peralatan gelas, ayakan 100 dan 120 *mesh*, corong, Shaker.

Preparasi cangkang telur ayam (adsorben)

Cangkang telur ayam dicuci bersih dan dihilangkan dari membrane dan kotoran yang menempel pada cangkang telur ayam. Cangkang telur ayam djemur hingga kering dan diayak menggunakan ukuran -100+120 *mesh*. Setelah diayak dipanaskan dioven selama 15 menit pada temperature 105 o C.

Persiapan Adsorbat 20 mg/L.

Memasukkan 0,02 g serbuk *Methyl Orange* ke dalam labu ukur 1 L. .Setelah itu tambahkan aquadest hingga tanda batas dan dihomogenkan.

Proses Adsorpsi

Memasukkan sampel zat warna *Methyl orange* sebanyak 50 mL kedalam erlenmeyer 100 mL, menimbang adsorben sebanyak 11 gram dengan ukuran partikel -100+120 *mesh* lalu masukkan kedalam erlenmeyer 100 mL pada pH 1, melakukan proses adsorpsi dengan kecepatan pengadukan 120 RPM selama 60 menit. Menghentikan pengadukan dan menyaring untuk memisahkan adsorben dari larutan zat warna *Methyl orange* dengan menggunakan kertas saring lalu filtrate dimasukkan kedalam botol yang ditutupi *aluminium foil*. Melakukan hal berulang dengan variasi tanpa atau dengan adanya kecepatan shaker (120 RPM, 160 RPM, 200 RPM, 240 RPM, 280 RPM) lalu analisa konsentrasi larutan dengan UV-Vis.

Analisa Konsentrasi *Methyl Orange* dengan Spektrofotometri UV-Vis

Pembuatan Larutan Standar dari larutan induk 20 ppm

1. Membuat larutan induk 20 ppm dalam 250 mL dengan memasukkan 0,005 g serbuk *Methyl Orange* kedalam gelas kimia 100 mL.
2. Kemudian memipet sebanyak (5 mL; 10 mL; 20 mL; 15 mL; 20 mL; 25 mL: 30 mL: 35 mL) sesuai perhitungan untuk membuat larutan standar (1 ppm; 2 ppm; 4 ppm; 6 ppm; 8 ppm; 10 ppm; 12 ppm; 14 ppm) dari larutan induk 20 ppm dan larutan yang dipipet dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL dan 50 mL, kemudian ditambahkan aquadest hingga tanda tera lalu dihomogenkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui %*Removal* dari zat warna *Methyl Orange* menggunakan adsorben cangkang telur ayam. Dalam adsorpsi dilakukan variasi kecepatan shaker untuk meningkatkan penyerapan terhadap *Methyl orange*. Analisa Konsentrasi dilakukan dengan UV-Vis : SNI 6989.80-2011. Sebelum diaplikasikan pada limbah zat warna cangkang telur ayam di preparasi, kemudian dilakukan pemanasan yang bertujuan untuk menghilangkan air, mengurai senyawa organik yang terperangkap dalam rongga serbuk cangkang telur, dan pengecilan ukuran menjadi -100+120 *mesh* sehingga dapat memperbesar pori pada adsorben Sari dkk., (2021).

Tabel 1. Perlakuan dengan Shaker dan Tanpa Shaker pada Konsentrasi 20 mg/L.

No.	Kecepatan Shaker	Konsentrasi Akhir (mg/L)	% <i>Removal</i>
1.	120 RPM	8,44	57,8
2.	160 RPM	32,13	-60,63
3.	200 RPM	19,07	4,64
4.	240 RPM	19,10	4,49
5.	280 RPM	18,29	8,57
6.	Tanpa shaker	10,78	46,09

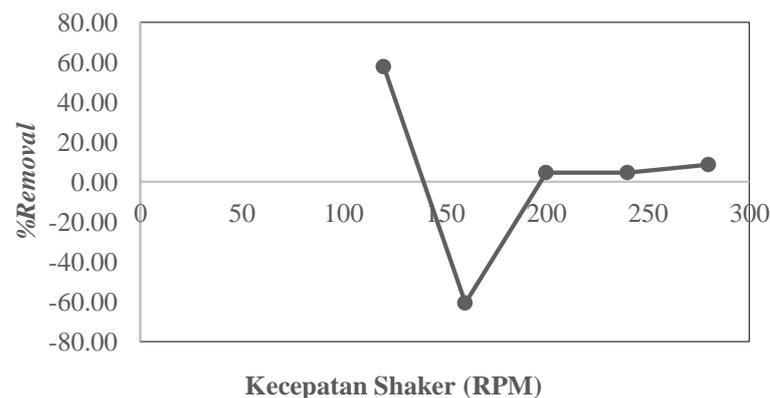
Adsorpsi antara Cangkang telur ayam dengan *Methyl orange* terjadi karena memiliki sifat kelarutan yang sama yaitu bersifat polar Purwaningsih dkk., (2021) dan membentuk ikatan hidrogen Nurlaili et al., (2017), dengan reaksi seagai berikut.



Permukaan adsorben dapat dengan mudah bermuatan positif karena adanya kelebihan ion H^+ dalam larutan. Dengan adanya gugus aktif yang bermuatan positif dari adsorben dapat berinteraksi dengan gugus sulfonat yang bermuatan negatif dari pewarna, kemudian membentuk ikatan yang kuat antara adsorben dan pewarna (Kyzas, 2012 dalam Nurlaili dkk., (2017).

Pengaruh Kecepatan Shaker Terhadap Penurunan *Methyl Orange* (MO)

Pada penentuan adsorpsi maksimum dalam limbah *methyl orange* 20 mg/L sebanyak 50 mL pada pH 1, dengan melakukan variasi terhadap Kecepatan Shaker (120, 160, 200, 240, dan 280 RPM) dalam meningkatkan %Removal terhadap zat warna MO. Hasil penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Variasi Kecepatan Shaker Terhadap %Removal *Methyl Orange*

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin kecil kecepatan shaker dalam proses adsorpsi maka penyerapan akan semakin tinggi, dibuktikan pada kecepatan shaker 120 RPM dengan waktu kontak 60 menit diperoleh penyerapan sebesar 57,80%, sedangkan perlakuan tanpa shaker pada waktu kontak 60 menit mendapatkan hasil yang tidak jauh berbeda yaitu 46,09%. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Indah dan Sari, (2021) tentang adsorpsi *Methyl orange* pada konsentrasi 30 mg/L menggunakan cangkang telur serbuk. Diperoleh hasil terbaik pada kondisi operasi pengocokan shaker 120 RPM dengan waktu kontak 90 menit pada pH 5 dengan %Removal sebesar 57,01%

Penurunan secara signifikan pada kecepatan shaker 160 RPM, dapat dilihat pada konsentrasi zat warna yang mengalami kenaikan menjadi 32,13 mg/L sehingga diperoleh %Removal bernilai -60,63%. Konsentrasi *Methyl orange* mengalami kenaikan karena situs aktif yang terdapat pada permukaan adsorben telah dipenuhi oleh molekul zat warna, dan menyebabkan molekul zat warna terlepas dari situs aktif sehingga konsentrasi zat warna meningkat Zulichatun dkk., (2018). Selanjutnya konsentrasi mulai stabil karena telah mencapai titik jenuh sehingga terjadi proses kesetimbangan pada variasi 200, 240 RPM dengan %Removal 4,64% dan 4,69%, dan mengalami kenaikan lagi pada variasi kecepatan shaker 280 RPM dengan penyerapan sebesar 8,57%, tetapi %Removal tidak mengalami kenaikan yang melebihi variasi 120 rpm. Kesetimbangan berarti jumlah zat warna yang teradsorpsi akan sebanding dengan gugus aktif yang terdapat pada adsorben, jika gugus (situs) aktif adsorben belum mencapai keadaan jenuh maka %Removal akan semakin meningkat.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian adsorpsi *Methyl orange* dengan Limbah Cangkang Telur ayam dengan variasi Kecepatan shaker diperoleh %Removal tertinggi sebesar 57,80 % pada kecepatan shaker 120 RPM.

DAFTAR PUSTAKA

- Adolph, R. (2016). Athikoh, N., & Nur, M. (2021). Pengolahan Limbah Cair Tekstil Dengan Proses Oksidasi *Textile Liquid Waste Treatment By Osidation Process Usin. 5*, 91–98.
- Frista, N., Kurniawati, D., & Dewata, I. (2024). Pengaruh Waktu Kontak dan Kecepatan Pengadukan dengan Metode Batch Terhadap Penyerapan Zat Warna Methyl Orange Pada Biji Kelengkeng Program Studi Kimia, Universitas Negeri Padang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8, 15476–15485.
- Indah, S., & Sari, P. (2021). Pemanfaatan Cangkang Telur sebagai Bahan Baku Komposit CaCO₃-Alginat untuk Adsorben Metil Jingga
Direktorat Hasil Usaha Produk Kecil dan Menengah, (2023).
- Mutia, C., Nasra, E., & Kurniawati, D. (2023). Optimasi Penyerapan Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (*Pometiapinnata*) dengan Metode Batch. *12(3)*, 31–34.
- Muzhaffar, M. D. (2021). Skripsi cangkang telur sebagai adsorben zat warna larutan *methyl orange*. 122017028.
- Nurlaili, T., Kurniasari, L., & Ratnani, R. D. (2017). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Zat Wrna Methyl Orange Dalam Larutan. *ACS Reagent Chemicals*, 2(2). <https://doi.org/10.1021/accreagents.4225.20160601>
- Purwaningsih, D., Wulandari, I., & Aditya, A. (2021). Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam Sebagai Biosorben untuk Penurunan COD pada Limbah Cair Pabrik Batik. *Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan I*, 507–512.
- Rahadi, B., H, A. T. S., Robbaniyah, I., Pertanian, T., Brawijaya, U., & Veteran, J. (2020). Analisis Penurunan Konsentrasi Methyl Orange Dengan Biosorben Kulit Pisang Cavendish (*Musa Acuminata Cv . Cavendish*). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(2), 29–35.
- Sari, S. I. P., Wardhani, S., & Dardjito. (2021). Pemanfaatan Cangkang Telur sebagai Bahan Baku Komposit CaCO₃-Alginat untuk Adsorben Metil Jingga. *The Indonesian Green Technology Journal*, 65–73. <https://doi.org/10.21776/ub.igtj.2021.009.01.05>
- Sihombing, Y. P. (2019). Adsorpsi Zat Pewarna Tekstil *Methyl Orange* Menggunakan Adsorben Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*).
- Zulichatun, S., Jumaeri, & Kusumastuti, E. (2018). Pembuatan Karbon Aktif Ampas Tahu dan Aplikasinya sebagai Adsorben Zat Warna *Crystal Violet dan Congo Red*. *7(3)*.
- Athikoh, N., & Nur, M. (2021). Pengolahan Limbah Cair Tekstil Dengan Proses Oksidasi *Textile Liquid Waste Treatment By Osidation Process Usin. 5*, 91–98.
- AL Mahi, D. H. (2017). Karakterisasi Dan Adsorpsi Zat Warna *Methyl Orange* Menggunakan Zeolit Alam Dengan Variasi Konsentrasi Hcl. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24. http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB_2.pdf
- Alyasi, H., Mackey, H., & McKay, G. (2023). Adsorption of Methyl Orange from Water Using Chitosan Bead-like Materials. *Molecules*, 28(18). <https://doi.org/10.3390/molecules28186561>
- Amalia Yunia Rahmawati 2020. (2020). *No Tittle. July*, 1–23.
- Babuponnusami, A., & Velmurugan, S. (2017). *Investigation on adsorption of dye (Reactive Red 35) on Egg shell powder. 10(1)*, 565–572.
- Dewi, U. L., Hernawati, H., & Fuadi, N. (2021). Variasi Suhu Pengeringan Cangkang Telur Ayam pada Pembuatan Pupuk Organik. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 15(3), 348. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v15i3.23387>
- Eka, Andro, D., Andrawan, A., Susila, U., Al Ahyar, F., Rafryanto, A. F., Indrayana, A. W., & Arramel. (2024). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Zat Warna Methyl Blue Dalam Larutan. *Jurnal Penelitian Ilmu Sosial*, 4(1), 3060–3069. <https://doi.org/10.31942/inteka.v2i2.1938>
- Halim, R. (2014). BAB II Perancangan Produk. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 7(2), 107–115. https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/7865/05.2_bab_2.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Khoirunnisa, A. (2024). Pemanfaatan Karbon Aktif Kulit Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*) Sebagai Adsorben Untuk Mengadsorpsi Methyl Orange. *Jurnal Teknologi Dan Pengelolaan Lingkungan*, 1, 1–11.
- Liu, X. (2021). *Kajian Sifat Adsorpsi Metil Jingga oleh Bahan Mineral Nano Satu Dimensi Alami dengan Struktur Berbeda*. 1–11.
- Maslahat, M., Taufik, A., & Subagja, P. W. (2017). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Biosorben Untuk Adsorpsi Logam Pb Dan Cd. *Jurnal Sains Natural*, 5(1), 92. <https://doi.org/10.31938/jsn.v5i1.104>
- Permady, M. W. E., & Mustakim, Z. (2024). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue menggunakan Cangkang Biji Kelapa Sawit sebagai Adsorben Adsorption of Methylene Blue Dyes using Palm Kernel Shells as Adsorbent. *Jurnal Integrasi Proses Dan Lingkungan*, 1(2), 47–54. <http://ejournal.ft.umg.ac.id/index.php/jtk>
- Ridho, A. (2022). *Pra Rencana Pabrik Natrium Hidroksida dari Garam Industri dengan Proses Elektrolisa Kapasitas 70.000 ton/tahun Perancangan Alat Utama Evaporator*. 1–9.
- Romadhani, H. (2017). Validasi Metode Penetapan Metformin dengan Spektrofotometri. *Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 6.

- Sahraeni, S., & Yusak, D. (2022). Penurunan Kadar Zat warna dalam Sampel Limbah Cair Industri Sarung Tenun Samarinda Menggunakan Adsorben CaO dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Jurnal Teknik Kimia Vokasional*, 2(1), 29–35. <https://doi.org/10.46964/jimsi.v2i1.1473>
- Santoso, A. V. (2019). BAB I. *Undergraduate Thesis, Widya Mandala Catholic University Surabaya.*, 1–30.
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011).