

Analisis Pengaruh Konsentrasi Awal dan Temperatur dalam Penyerapan Pewarna Kationik dengan Adsorben *Schiff Base Magnetic* menggunakan Metode *One Way ANOVA*

Savira Laily Hendriatiningsih¹, Ulvi Pri Astuti^{1*}, Tarikh Azis Ramadani²

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Program Studi Teknik Bangunan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E – mail: ulvipriastuti@ppns.ac.id

Abstrak

Pewarna kationik seperti *methylene blue* memiliki sifat karsinogenik, sulit terdegradasi secara biologis, dan dapat merusak ekosistem air. Salah satu alternatif pengolahan yang dapat mereduksi kontaminasi *methylene blue* adalah dengan adsorpsi. Adsorpsi merupakan metode yang banyak diaplikasikan untuk mengolah limbah pewarna. Banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam proses adsorpsi, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk menganalisis pengaruhnya terhadap penyerapan *methylene blue*. Analisis secara statistika untuk mengidentifikasi adanya pengaruh variasi adsorpsi terhadap hasil penyerapan *methylene blue* dapat menggunakan metode *one way ANOVA*. Analisis ini bertujuan mengidentifikasi pengaruh konsentrasi awal, dan temperatur terhadap penyerapan *methylene blue*. Uji normalitas dan uji homogenitas dilakukan sebagai prasyarat sebelum melakukan uji ANOVA. Pengambilan keputusan terkait adanya pengaruh variasi adsorpsi terhadap hasil penyerapan *methylene blue* dianalisis berdasarkan nilai signifikansi (*p-value*) dari hasil uji ANOVA. Hasil uji *one way ANOVA* menunjukkan nilai signifikansi (*p-value*) di bawah 0,05, sehingga hipotesis H₀ ditolak dan H₁ diterima. Terdapat keterkaitan antara variabel bebas dan variabel terikat, perbedaan konsentrasi awal, dan temperatur memengaruhi proses penyerapan *methylene blue*.

Keywords: Konsentrasi Awal, *One Way ANOVA*, Pengaruh, Statistika, Temperatur

1. PENDAHULUAN

Zat warna merupakan salah satu senyawa utama limbah cair yang mempengaruhi lingkungan (Jawad *et al.*, 2019). Salah satu zat warna yang kerap digunakan di industri tekstil adalah pewarna kationik seperti *methylene blue* (Erwanto *et al.*, 2020). *Methylene blue* bersifat karsinogenik, sulit terurai secara biologis, dan mengganggu ekosistem air serta fotosintesis tanaman air. Pewarna ini juga sulit dihilangkan dengan metode pengolahan konvensional karena afinitas tinggi terhadap air (Oladoye *et al.*, 2022). Terdapat beberapa metode yang dikembangkan sebagai alternatif untuk mengolah zat pewarna salah satunya dengan adsorpsi. Adsorpsi banyak digunakan untuk mengolah limbah pewarna seperti pewarna kationik, karena memiliki sifat mudah digunakan, efisien, dan rendah kebutuhan energi (Fitriansyah *et al.*, 2021 dan Teixeira *et al.*, 2022). Adsorpsi merupakan proses menempelnya atom – atom atau molekul – molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi diantaranya karakteristik adsorben dan adsorbat, karakteristik larutan (konsentrasi, pH, dan temperatur), dan waktu kontak (Anggriani *et al.*, 2021 dan Lubis *et al.*, 2020). Banyaknya faktor yang mempengaruhi adsorpsi, perlu dianalisis lebih lanjut menggunakan pendekatan statistik untuk mengidentifikasi pengaruhnya terhadap penyerapan *methylene blue*.

Metode *Analysis of Variance* (ANOVA) kerap diaplikasikan untuk menilai pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat melalui perbandingan rata – rata beberapa kelompok (Alassaf & Qamar, 2022). Lestari *et al.* (2025), menyebutkan prosedur uji ANOVA penting dalam penelitian guna untuk memastikan validitas hasil analisis kuantitatif yang telah dilakukan. Terdapat dua jenis ANOVA yang sering digunakan salah satunya adalah ANOVA satu arah atau *one way ANOVA*. Analisis variasi satu arah (*one way ANOVA*) digunakan untuk menguji hipotesis perbandingan satu variabel *independent* yang terdiri dari dua atau lebih kelompok terhadap satu variabel *dependent* (Dewi *et al.*, 2023). Analisis ini bertujuan mengidentifikasi efisiensi penyerapan *methylene blue* pada pengaruh variasi konsentrasi awal, dan temperatur terhadap penyerapan *methylene blue*. Melalui analisa statistika dengan metode *one way ANOVA* dapat diketahui hubungan antara variabel dan memperkuat hasil penelitian yang telah dilakukan.

2. METODE

2.1 Pengumpulan Data

Data analisa bersumber dari data primer yang diperoleh dan dihitung secara langsung dari hasil adsorpsi di laboratorium. Sebanyak 9 sampel larutan *methylene blue* setelah adsorpsi dilakukan pembacaan absorbansi cahaya dengan Spektrofotometer UV-Vis sebanyak tiga kali pembacaan. Hasil dari pembacaan absorbansi cahaya dikalkulasi untuk memperoleh nilai konsentrasi akhir larutan *methylene blue*. Konsentrasi akhir *methylene blue* dihitung dengan Persamaan 1 untuk mengetahui efektivitas penyerapannya menggunakan adsorben *schiff base magnetic* (Anggriani *et al.*, 2021).

2.2 Perumusan Hipotesis

Hipotesis merupakan dugaan atau jawaban sementara dari pertanyaan penelitian yang belum diketahui kebenarannya, sehingga perlu dilakukan pengujian statistik lebih lanjut. Hipotesis terbagi menjadi dua yaitu hipotesis null atau hipotesis nihil (H_0) dan hipotesis alternatif (H_a). Hipotesis null menggambarkan tidak adanya hubungan antara variabel. Sedangkan hipotesis alternatif menggambarkan adanya hubungan antara variabel (Zaki & Saiman, 2021). Pada studi ini terdapat dua hipotesis diantaranya:

H_0 = Tidak terdapat pengaruh variasi konsentrasi awal, dan temperatur terhadap penyerapan *methylene blue*.

H_1 = Adanya pengaruh variasi konsentrasi awal, dan temperatur terhadap penyerapan *methylene blue*.

2.3 Analisis Statistika

Data yang dikumpulkan diuji dengan metode *one way ANOVA* untuk melihat pengaruh variasi sekaligus menjawab hipotesis yang telah dirumuskan. Sebelum dilakukan uji *ANOVA*, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai uji prasyarat (Utami *et al.*, 2024). Langenberg *et al.* (2023), menyatakan syarat utama ANOVA diantaranya, data independen, distribusi data normal, dan variasi data homogen. Berikut tahapan uji hipotesis dengan uji statistik analisis variasi satu arah (*one way ANOVA*):

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menilai persebaran data dalam sebuah variabel terdistribusi secara normal atau tidak. Data dapat dikatakan terdistribusi secara normal apabila memiliki nilai signifikansi (*p-value*) lebih dari 0,05 ($\text{Sig} > 0,05$) (Dewi *et al.*, 2023 dan Utami *et al.*, 2024). Uji normalitas dianalisis menggunakan metode uji *Shapiro-Wilk*. Metode uji *Shapiro-Wilk* biasanya digunakan untuk menganalisis uji normalitas pada jumlah sampel (N) kurang dari 50 ($N < 50$) (Ibrahim & Abdullahi, 2023).

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui data sampel yang telah diambil berasal dari populasi yang memiliki variasi yang sama atau tidak. Data dapat dikatakan homogen apabila memiliki nilai signifikansi (*p-value*) lebih dari 0,05 ($\text{Sig} > 0,05$) (Dewi *et al.*, 2023 dan Utami *et al.*, 2024). Uji homogenitas umumnya dianalisis menggunakan metode uji *Levene's Test* (Ibrahim & Abdullahi, 2023).

3. Uji One Way ANOVA

Uji *One Way ANOVA* dilakukan untuk mengambil keputusan dan membuktikan kebenaran terkait hubungan antara variabel berdasarkan hipotesis yang telah dirumuskan. Pengambilan keputusan terkait hipotesis diterima atau ditolak diamati dari nilai signifikansi (*p-value*) hasil uji statistika *one way ANOVA*. Apabila nilai signifikansi (*p-value*) kurang dari 0,05 maka hipotesa H_1 diterima dan H_0 ditolak, artinya pada penelitian terdapat pengaruh variasi terhadap hasil (Allassaf & Qamar, 2022 dan Utami *et al.*, 2024).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Proses Adsorpsi *Methylene Blue*

Fokus studi ini adalah untuk menganalisis keterkaitan antara konsentrasi awal dan temperatur dengan hasil penyerapan *methylene blue*. Data yang digunakan berupa hasil perhitungan efisiensi penyerapan *methylene blue* setelah melalui proses adsorpsi dengan menggunakan rumus pada Persamaan 1. Hasil perhitungan efisiensi penyerapan setiap variasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Hasil Kalkulasi Efisiensi Penyerapan *Methylene Blue*

No	Variasi		Efisiensi Penyerapan (%)
1.	Konsentrasi awal (ppm)	100	99,556
			99,581
			99,598
		200	99,749
			99,754
			99,761
		300	99,814
			99,822
			99,823
		400	99,828
			99,834
			99,838
		500	99,626
			99,645
			99,660
2.	Temperatur (°C)	30	99,760
			99,800
			99,850
		40	99,785
			99,698
			99,855
		50	99,751
			99,759
			99,769
		60	99,639
			99,634
			99,637

Tabel 1 memuat 27 data yang dikelompokkan berdasarkan dua variasi, yaitu konsentrasi awal larutan (100–500 ppm) dan temperatur (30–60 °C). Setiap variasi menunjukkan nilai efisiensi penyerapan yang relatif tinggi, yaitu diatas 99%. Hal tersebut menandakan bahwa adsorben *schiff base magnetic* memiliki kemampuan penyerapan yang baik terhadap *methylene blue* pada berbagai kondisi uji. Data ini selanjutnya dianalisis menggunakan pendekatan statistika untuk melihat hubungan antara variasi variabel bebas dan efisiensi penyerapan.

3.2 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menilai persebaran data terdistribusi secara normal. Data dapat dinyatakan normal apabila memiliki nilai signifikansi (*p-value*) lebih dari 0,05 (Sig. > 0,05). Pada analisis ini, uji normalitas dilakukan menggunakan metode uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel dalam penelitian sebanyak 19 sampel (jumlah sampel < 50). Hasil uji normalitas dalam Tabel 2 menunjukkan nilai signifikansi (*p-value*) yang lebih dari 0,05. Hal ini menandakan bahwa data terdistribusi secara normal.

Tabel 2. Uji Normalitas

Variasi		Sig.	α	Keterangan	
Konsentrasi awal (ppm)	100	0,791	0,05	Sig. > 0,05	Data terdistribusi normal
	200	0,817	0,05	Sig. > 0,05	Data terdistribusi normal
	300	0,194	0,05	Sig. > 0,05	Data terdistribusi normal
	400	0,780	0,05	Sig. > 0,05	Data terdistribusi normal
	500	0,870	0,05	Sig. > 0,05	Data terdistribusi normal
Temperatur (°C)	30	0,878	0,05	Sig. > 0,05	Data terdistribusi normal
	40	0,881	0,05	Sig. > 0,05	Data terdistribusi normal
	50	0,878	0,05	Sig. > 0,05	Data terdistribusi normal
	60	0,780	0,05	Sig. > 0,05	Data terdistribusi normal

3.3 Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk menilai varian antar data sama (homogen). Data dapat dinyatakan homogen apabila memiliki nilai signifikansi (*p-value*) lebih dari 0,05 (Sig. > 0,05). Pada analisis ini uji homogenitas dilakukan menggunakan metode uji *Levene's Test*. Hasil uji normalitas dalam Tabel 3

menunjukkan nilai signifikansi (p -value) yang lebih dari 0,05. Hal ini menandakan bahwa variasi antar data homogen.

Tabel 3. Uji Homogenitas

Variasi	Sig.	α	Keterangan	
Konsentrasi awal	0,175	0,05	Sig. > 0,05	Data homogen
Temperatur	0,097	0,05	Sig. > 0,05	Data homogen

3.4 Analisis One Way ANOVA

Data yang telah memenuhi uji prasyarat akan dilakukan uji hipotesis dengan metode analisis variasi satu arah (*one way ANOVA*). Pada uji ini nilai signifikansi (p -value) akan menentukan keputusan terkait hubungan antara variasi dengan hasil melalui hipotesis yang telah dirumuskan. Hasil uji ANOVA disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji one way ANOVA

Variasi	Sig.	α	Keterangan	
Konsentrasi awal	<0,001	0,05	Sig. < 0,05	H ₁ diterima (terdapat pengaruh)
Temperatur	0,009	0,05	Sig. < 0,05	H ₁ diterima (terdapat pengaruh)

Hasil uji *one way ANOVA* pada Tabel 3 menunjukkan nilai signifikansi (p -value) kurang dari 0,05. Hal tersebut menandakan bahwa hipotesis H₀ ditolak dan H₁ diterima. Pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan antara variabel. Variasi konsentrasi awal, dan temperatur memberikan pengaruh terhadap penyerapan *methylene blue* selama proses adsorpsi.

4. KESIMPULAN

Analisis uji statistika *one way ANOVA* menunjukkan nilai signifikansi (p -value) kurang dari 0,05 (sig.<0,05). Hal ini menandakan dugaan terkait tidak adanya pengaruh variasi terhadap hasil penyerapan *methylene blue* dengan adsorben *schiff base magnetic* ditolak. Hubungan antara variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*) menunjukkan bahwa variasi konsentrasi awal serta temperatur memengaruhi penyerapan *methylene blue* selama proses adsorpsi.

5. DAFTAR NOTASI

C₀= Konsentrasi awal larutan (mg/L atau ppm)

C_a= Konsentrasi akhir larutan (mg/L atau ppm)

%E = Efisiensi adsorpsi (%)

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alassaf, M., & Qamar, A. M. (2022). Improving Sentiment Analysis of Arabic Tweets by One-way ANOVA. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(6), 2849–2859. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.10.023>
- Anggriani, U. M., Hasan, A., & Purnamasari, I. (2021). KINETIKA ADSORPSI KARBON AKTIF DALAM PENURUNAN KONSENTRASI LOGAM TEMBAGA (Cu) DAN TIMBAL (Pb). *Jurnal Kinetika*, 12(02), 29–37. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Dewi, S. S., Ermina, R., Kasih, V. A., & Hefiana, F. (2023). Analisis Penerapan Metode One Way Anova Menggunakan Alat Statistik Spss. *Jurnal Riset Akuntansi Soedirman*, 2(2), 121–132. <https://doi.org/10.32424/1.jras.2023.2.2.10815>
- Erwanto, Yulinda, & Nabela, Q. (2020). PENGARUH PENAMBAHAN ION NITRAT (NO₃-) TERHADAP KINETIKA FOTODEGRADASI ZAT WARNA METILEN BIRU MENGGUNAKAN ZEOLIT-TiO₂. *Inovasi Teknik Kimia*, 5(2), 59–67.
- Fitriansyah, A., Amir, H., & Elvinawati, E. (2021). KARAKTERISASI ADSORBEN KARBON AKTIF DARI SABUT PINANG (Areca catechu) TERHADAP KAPASITAS ADSORPSI ZAT WARNA INDIGOSOL BLUE 04-B. *Alotrop*, 5(1), 42–54. <https://doi.org/10.33369/atp.v5i1.16485>
- Ibrahim, N., & Abdullahi, A. B. (2023). Analysis of Variance (ANOVA) Randomized Block Design (RBD) to Test the Variability of Three Different Types of Fertilizers (NPK, UREA and SSP) on Millet Production. *African Journal of Agricultural Science and Food Research*, 9(1), 1–10. www.afropolitanjournals.com
- Jawad, A. H., Norrahma, S. S. A., Hameed, B. H., & Ismail, K. (2019). Chitosan-glyoxal film as a superior adsorbent for two structurally different reactive and acid dyes: Adsorption and mechanism study. *International Journal of Biological Macromolecules*, 135, 569–581. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.05.127>
- Langenberg, B., Janczyk, M., Koob, V., Kliegl, R., & Mayer, A. (2023). A tutorial on using the paired t test for power calculations in repeated measures ANOVA with interactions. *Behavior Research Methods*, 55(5), 2467–2484. <https://doi.org/10.3758/s13428-022-01902-8>

- Lestari, A. W., Marlita, Z., Sefiya, V., Prasetyo, I. A., & Semarang, U. N. (2025). *Analisis Varian (Anova) : Konsep , Langkah-Langkah Dan Penerapannya Dalam Analisis Data Analysis of Variance (ANOVA) : Concept , Steps , and Its Application in Data*. 6(1), 178–182.
- Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). *Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification*.
- Oladoye, P. O., Ajiboye, T. O., Omotola, E. O., & Oyewola, O. J. (2022). Methylene blue dye: Toxicity and potential elimination technology from wastewater. *Results in Engineering*, 16(September), 100678. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100678>
- Teixeira, Y. N., de Paula Filho, F. J., Bacurau, V. P., Menezes, J. M. C., Zhong Fan, A., & Melo, R. P. F. (2022). Removal of Methylene Blue from a synthetic effluent by ionic flocculation. *Heliyon*, 8(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10868>
- Utami, C. N., Mukhlis, & Hadiprayitno, G. (2024). Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis TIK Terhadap Pemahaman Konsep Siswa. *Progressive of Cognitive and Ability*, 1(2), 198–209. <https://doi.org/10.56855/jpr.v1i2.72>
- Zaki, M., & Saiman, S. (2021). Kajian tentang Perumusan Hipotesis Statistik Dalam Pengujian Hipotesis Penelitian. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 4(2), 115–118. <https://doi.org/10.54371/jiip.v4i2.216>