

Studi Pengaruh Variasi Dosis dan Waktu Kontak Adsorben *Schiff's Base* $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2@\text{Kitosan-Salicylaldehyde}$ terhadap Adsorpsi *Methylene Blue*

Naura Aqillafasya Ashifa¹, Novi Eka Mayangsari^{1*}, Ria Rismawati¹

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

*E-mail : noviekam@ppns.ac.id

Abstrak

Industri tekstil menghasilkan limbah cair berwarna pekat yang sulit terurai karena mengandung senyawa aromatik, termasuk zat warna *methylene blue*. Upaya pengurangan konsentrasi zat warna dapat dilakukan dengan penggunaan metode adsorpsi menggunakan adsorben. Modifikasi adsorben semakin dikembangkan hingga diperoleh adsorben dengan berbahan dasar biomassa. Magnetit (Fe_3O_4) memiliki kelebihan dalam proses pemisahan antara adsorben dan polutan. Pelapisan magnetit dengan silika, kitosan cangkang kerang darah dan modifikasi salicylaldehyde dapat meningkatkan sifat, luas permukaan dan mengurangi pembengkakan. Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi dosis adsorben dan waktu kontak dalam adsorpsi *methylene blue* menggunakan adsorben $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2@\text{Kitosan-Salicylaldehyde}$. Variasi dosis adsorben yang digunakan dalam adsorpsi sebesar 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25 gram dengan waktu kontak 20, 40, 60, 80 dan 100 menit. Dosis adsorben dan waktu kontak terbaik diperoleh pada 0,25 gram dan 100 menit. Efisiensi penyisihan pada dosis adsorben 0,25 gram sebesar 99,16% dan waktu kontak 100 menit sebesar 99,08%. Analisis statistik menggunakan *One Way ANOVA* menunjukkan variasi dosis adsorben dan waktu kontak mempengaruhi adsorpsi yang ditandai dengan nilai signifikan (p) < 0,05.

Keywords: Adsorpsi, Magnetit, Silika, Kitosan, *Salicylaldehyde*, Dosis adsorben, Waktu kontak, *One Way ANOVA*

1. PENDAHULUAN

Industri tekstil menghasilkan limbah cair berwarna pekat dan berbau menyengat, yang sulit terurai karena mengandung zat warna aromatik seperti *methylene blue*. Metode adsorpsi dengan menggunakan adsorben dapat diterapkan untuk menurunkan konsentrasi zat warna *methylene blue* secara efektif. Adsorben konvensional cenderung memiliki kapasitas adsorpsi rendah dan bersifat kurang ramah lingkungan (Zhang dkk., 2016; Choerudin., 2017, Lestari dkk., 2016). Adsorben berbahan dasar biomassa cenderung lebih unggul daripada adsorben konvensional, karena tidak menimbulkan potensi sebagai limbah anorganik (Lestari dkk., 2016). Cangkang kerang darah mengandung 14-35% kitin yang dapat dikembangkan sebagai kitosan melalui proses deproteinasi (Herdastuti, 2017; Hijriyah dkk., 2023, Hakam dkk., 2023). Peningkatan sifat fisikokimia pada kitosan seperti reaksi ikatan silang kimia dapat mengurangi indeks pembengkakan (*swelling*) kitosan dalam air (Jawad & Nawi, 2012, Jawad dkk., 2019). Penelitian Parshi dkk (2019) menunjukkan kitosan-*salicylaldehyde* mampu menyisihkan konsentrasi zat warna *rose bengal* dan *crystal violet* sebesar 98% dan 99%. Modifikasi kitosan dengan material magnetik dan silika dapat meningkatkan stabilitas termal dan memudahkan pemisahan antara adsorben dengan adsorbat (Fisli dkk., 2018, Saeedirad dkk., 2019). Kinerja proses adsorpsi tidak hanya dipengaruhi oleh adsorben, tetapi juga oleh waktu kontak, dosis adsorben, konsentrasi adsorbat dan suhu (Sulaiman dkk., 2021, Anisara dkk., 2024).

Luas permukaan adsorben meningkat seiring dosis adsorben yang bertambah, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penyisihan adsorbat (Chakraborty dkk., 2011; Triana, 2015). Waktu kontak dalam proses adsorpsi menunjukkan waktu interaksi antara adsorbat dengan adsorben. Adsorbat yang berinteraksi dengan adsorben dalam waktu yang semakin lama mengalami penurunan konsentrasi akibat adanya peningkatan penyerapan oleh adsorben (Triana, 2015). Penelitian ini menggunakan variasi dosis sebesar 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 dan 0,25 gram untuk mengetahui pengaruhnya terhadap adsorpsi. Dosis terbaik diaplikasikan pada variasi waktu kontak sebesar 20, 40, 60, 80 dan 100 menit. Istilah *one way* mengacu pada klasifikasi data berdasarkan satu variabel bebas atau satu faktor penelitian (Basuki, 2015). Analisis *One Way ANOVA* untuk mengidentifikasi perbedaan yang signifikan secara statistik terhadap nilai rata-rata antar kelompok yang dibentuk berdasarkan variabel (Gillard, 2020). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi dosis adsorben dan waktu kontak terhadap penyisihan konsentrasi *methylene blue* menggunakan adsorben $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2@\text{Kitosan-Salicylaldehyde}$.

2. METODE

2.1 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan metode daalam menguji suatu data telah terdistribusi normal atau tidak. Distribusi normal atau distribusi Gaussian adalah jenis distribusi probabilitas kontinu yang secara umum digunakan dalam statistik dan berbagai disiplin ilmu. Distribusi normal memiliki ciri khas berupa bentuk yang simetris dengan rata-rata, median dan modus yang berimpit. Distribusi normal memiliki pola distribusi yang menyerupai kurva lonceng dengan sebagian besar besar datanya terdistribusi di sekitar rata-rata. Frekuensi distribusi normal menurun seiring dengan menjauhnya nilai dari rata-rata (Isnaini dkk., 2025). Uji normalitas perlu dilakukan dalam analisis regresi karena salah satu syarat utama untuk mengevaluasi kualitas suatu model regresi adalah terpenuhinya asumsi normalitas terhadap galat (error). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan apakah data sampel yang digunakan cukup representatif, sehingga hasil analisis dapat digeneralisasikan ke populasi (Sari dkk., 2017). Uji Shapiro Wilk merupakan salah satu metode untuk menganalisis data telah terdistribusi normal atau tidak.

Uji Shapiro Wilk dikembangkan oleh Samuel Shapiro dan Martin Wilk pada tahun 1965 untuk uji normalitas. Uji Shapiro Wilk banyak diminati karena memiliki kekuatan uji yang lebih baik dibandingkan uji- uji alternatif dari bermacam-macam *range* (Rini dkk., 2015). Uji normalitas menggunakan Shapiro Wilk dapat digunakan pada ukuran sampel yang kecil hingga sedang (Isnaini dkk., 2025). Uji Shapiro Wilk didasarkan pada tingkat korelasi antara data yang diamati dengan nilai-nilai yang diharapkan dari distribusi normal (Rini dkk., 2015). Data yang tidak memenuhi asumsi normalitas dapat menghasilkan analisis regresi yang berpotensi menyimpang dari kondisi sebenarnya. Penyimpangan dapat disebabkan keberadaan data ekstrem, data yang tersusun secara teratur dan data yang mengikuti distribusi selain distribusi normal. Analisis yang dilanjutkan tanpa memperhatikan pelanggaran asumsi dapat menghasilkan penelitian yang beresiko tidak akurat (Sari dkk., 2017).

2.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk menentukan apakah beberapa populasi memiliki varians yang setara. Pengujian ini merupakan syarat penting sebelum melakukan analisis *ANOVA*. Salah satu asumsi dasar dalam analisis varian (*ANOVA*) adalah kesamaan varians antar populasi. Uji kesamaan dua varian digunakan untuk menilai apakah distribusi data bersifat homogen dengan cara membandingkan nilai varians masing-masing kelompok. Uji homogenitas hanya dapat dilakukan jika data mengikuti distribusi normal. Tujuan utama dari uji ini adalah memastikan bahwa perbedaan yang ditemukan melalui analisis statistik parametrik benar-benar disebabkan oleh perbedaan antar kelompok, bukan oleh variasi dalam kelompok itu sendiri (Usmadi, 2022). Ketidakhomogenan varians dapat memengaruhi keabsahan hasil analisis dan berpotensi menghasilkan kesimpulan yang tidak tepat. Asumsi homogenitas varians merupakan syarat krusial dalam analisis varians, karena metode ini bergantung pada kesetaraan varians antar kelompok. Apabila varians antar kelompok tidak seragam, maka hasil analisis dapat mengalami bias dan kehilangan validitas (Mulyati dkk., 2024; Nurhaswinda dkk., 2025).

Uji homogenitas penting dilakukan sebelum membandingkan dua atau lebih kelompok. Uji homogenitas dilakukan untuk memastikan bahwa perbedaan yang muncul bukan disebabkan oleh ketidakhomogenan data dasar antar kelompok yang dianalisis. Metode yang dapat digunakan untuk uji homogenitas adalah uji Levene (*Levene Test*). Uji Levene merupakan alternatif dari uji Bartlett dan uji Fisher yang lebih tahan terhadap pelanggaran asumsi normalitas. Metode ini digunakan untuk menguji kesamaan varians di antara dua atau lebih kelompok. Uji Levene bekerja dengan menghitung deviasi setiap nilai terhadap median (atau rata-rata) dalam masing-masing kelompok, kemudian menganalisis varians dari deviasi tersebut (Nurhaswinda dkk., 2025).

2.3 Uji One Way ANOVA

Uji *One Way ANOVA* merupakan metode statistik yang digunakan dalam membandingkan tiga atau lebih kelompok data. Uji *One Way ANOVA* merupakan pengembangan dari uji t dua sampel dan digunakan dalam menguji signifikasi perbedaan rata-rata antar kelompok. Hasil uji yang menunjukkan perbedaan yang signifikasi mengindikasikan bahwa perbedaan tersebut mewakili karakteristik populasi (Palupi dan Prasetya, 2022). Pengambilan sampel harus dilakukan secara acak dari lebih dari dua kelompok yang bersifat independen. Nilai dalam satu kelompok tidak dipengaruhi oleh nilai pada kelompok lainnya (Basuki, 2017; Palupi & Prasetya, 2022). One-

Way ANOVA menghitung jumlah data, rata-rata, standar deviasi, error, nilai ekstrem, Levene, dan analisis varians (Wassalwa dkk., 2024). Syarat melakukan uji *One Way ANOVA* adalah data yang diujikan merupakan data yang telah homogen dan terdistribusi secara normal (Usmadi, 2020). Data yang akan dianalisis merupakan skala interval atau rasio (Prabowo dkk., 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi dosis adsorben dan waktu kontak adsorben dalam proses adsorpsi *methylene blue*. Variasi massa yang digunakan sebesar 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 dan 0,25 gram yang diaplikasikan pada konsentrasi 100 ppm selama 60 menit. Sedangkan, variasi waktu kontak yang digunakan adalah sebesar 20, 40, 60, 80 dan 100 menit pada konsentrasi *methylene blue* 100 ppm dan dosis adsorben 0,25 gram. Efisiensi penyisihan dari masing-masing variasi diuji menggunakan uji normalitas, uji homogenitas dan uji *One Way ANOVA*.

3.1 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji yang dilakukan untuk membandingkan sebaran data yang dianalisis dengan distribusi normal standar melalui transformasi *Z-score* (Nisak dkk., 2022). Sampel yang diujikan untuk masing-masing variasi adalah 10 sampel, sehingga metode uji Shapiro Wilk digunakan. Uji Shapiro- Wilk dalam uji normalitas karena jumlah sampel yang dianalisis kurang dari 100 (Nisak dkk., 2022). Hipotesis pada uji normalitas adalah sebagai berikut :

H_0 : data telah terdistribusi secara normal

H_1 : data tidak terdistribusi secara normal

Interpretasi hasil uji normalitas didasarkan pada nilai signifikansi (p-value), jika nilai tersebut lebih dari 0,05, maka data dianggap berdistribusi normal. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Hasil uji normalitas variasi dosis dan variasi waktu kontak masing-masing dapat dilihat pada tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3. 1 Hasil Uji Normalitas Variasi Dosis Adsorben

Variabel	Nilai sig.	Batas sig.	Keterangan
0,05 gram	0,407	> 0,05	Data terdistribusi secara normal
0,1 gram	0,409	> 0,05	Data terdistribusi secara normal
0,15 gram	0,675	> 0,05	Data terdistribusi secara normal
0,2 gram	0,555	> 0,05	Data terdistribusi secara normal
0,25 gram	0,593	> 0,05	Data terdistribusi secara normal

Tabel 3. 2 Hasil Uji Normalitas Variasi Waktu Kontak

Variabel	Nilai sig.	Batas sig.	Keterangan
20 menit	1,000	> 0,05	Data terdistribusi secara normal
40 menit	0,199	> 0,05	Data terdistribusi secara normal
60 menit	0,529	> 0,05	Data terdistribusi secara normal
80 menit	0,523	> 0,05	Data terdistribusi secara normal
100 menit	0,174	> 0,05	Data terdistribusi secara normal

Berdasarkan tabel 3.1 dapat diketahui bahwasanya seluruh data variasi dosis telah terdistribusi secara normal karena nilai signifikansi melebihi 0,05. Pada tabel 3.2 juga menunjukkan bahwasanya seluruh data variasi waktu kontak terdistribusi secara normal karena nilai signifikansi melebihi 0,05. Data yang telah dianggap terdistribusi normal dapat dilanjutkan untuk uji homogenitas. Uji homogenitas dilakukan untuk menilai apakah varians antar beberapa kelompok populasi bersifat seragam atau setara (Usmadi, 2020).

3.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk menilai tingkat homogenitas distribusi data dengan cara membandingkan varians antar dua atau lebih kelompok. Pengujian ini hanya valid apabila data berasal dari populasi yang berdistribusi normal (Usmadi, 2020). Uji Levene dilakukan dalam menganalisis adanya persamaan antar variasi. Hipotesis yang digunakan pada uji homogenitas adalah sebagai berikut :

H_0 : Data terdistribusi secara homogen

H_1 : Data tidak terdistribusi secara homogen

Interpretasi hasil uji homogenitas didasarkan pada nilai signifikansi (p-value), jika nilai tersebut lebih

dari 0,05, maka H_0 dapat diterima dan H_1 ditolak. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Uji Homogenitas Variasi Dosis dan Waktu Kontak

Variabel	Nilai sig.	Batas sig.	Keterangan
Dosis Adsorben	0,051	> 0,05	Data terdistribusi secara homogen
Waktu Kontak	0,073	> 0,05	Data terdistribusi secara homogen

Berdasarkan tabel 3.3 dapat diketahui bahwasanya variabel dosis adsorben dan waktu kontak terdistribusi secara homogenitas karena nilai signifikansi melebihi 0,05. Data yang telah dianggap terdistribusi normal dapat dilanjutkan untuk uji *One Way ANOVA*.

3.3 Uji *One Way ANOVA*

Uji *One Way ANOVA* dilakukan setelah data telah terdistribusi secara normal dan homogen. Uji *One Way ANOVA* digunakan untuk membandingkan dua atau lebih kelompok data guna menguji signifikansi hasil penelitian (Palupi & Prasetya, 2022). Hipotesis yang digunakan dalam uji *One Way ANOVA* adalah sebagai berikut :

H_{0d} = Variasi dosis adsorben tidak berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi zat warna *methylene blue*

H_{1d} = Variasi dosis adsorben berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi zat warna *methylene blue*

H_{0w} = Variasi waktu kontak tidak berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi zat warna *methylene blue*

H_{1w} = Variasi waktu kontak berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi zat warna *methylene blue*

Interpretasi hasil uji homogenitas didasarkan pada nilai signifikansi (p-value), jika nilai tersebut lebih dari 0,05, maka H_1 diterima dan H_0 ditolak. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka H_0 dapat diterima dan H_1 ditolak. Hasil uji *One Way ANOVA* dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil Uji *One Way ANOVA* Variasi Dosis dan Waktu Kontak

Variabel	Nilai sig.	Batas sig.	Keterangan
Dosis Adsorben	< 0,001	< 0,05	H_{0d} : ditolak H_{1d} : diterima
Waktu Kontak	< 0,001	< 0,05	H_{0w} : ditolak H_{1w} : diterima

Berdasarkan pada tabel 3.4 diperoleh hasil nilai signifikansi pada variabel dosis adsorben sebesar <0,001. Nilai tersebut jauh lebih kecil dari batas signifikansi yang ditetapkan, yaitu 0,05, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai tersebut menandakan adanya perbedaan yang signifikan diantara rata-rata nilai pada masing-masing perlakuan. Hasil ini mengindikasikan bahwa variasi dosis adsorben dan waktu kontak secara statistik berpengaruh dalam penyisihan konsentrasi zat warna *methylene blue*. Perbedaan yang sangat signifikan ini mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan menghasilkan respons yang berbeda-beda terhadap variabel yang diamati.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengaplikasian variasi dosis adsorben dan waktu kontak dalam mempengaruhi penyisihan *methylene blue*. Analisis pengaruh variasi dosis adsorben dan waktu kontak dilakukan menggunakan uji *One Way ANOVA* dan diperoleh nilai signifikansi <0,001. Nilai signifikansi <0,05 menandakan pengaplikasian variasi memperoleh hasil yang berbeda-beda.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anisara, R., Wardhani, G. A. P. K., & Taufiq, A. (2024). Silica Gel From Bagasse Ash for *Methylene blue* Adsorption. *Jurnal Sains Natural*, 14(3), 142-153.
- Hakam M., Firmanti P. & Ely K. (2023). Peningkatan Derajat Deasetilasi Dalam Sintesis Kitosan Dari Cangkang Kerang Darah. *Jurnal Teknik Kimia* Vol. 17, No. 2, April 2023.

- Hijriyah A. M., Diana E. P., Hasri & Haryanti P. Rizal. (2023). Sintesis dan Karakterisasi Nanokitosan dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) dengan Metode Gelasi Ionik. *Jurnal Chemica* Vol. 24 No. 2 Desember 2023, 68 -77.
- Isnaini, M., Afgani, M. W., Haqqi, A., & Azhari, I. (2025). Teknik Analisis Data Uji Normalitas. *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, 4(2), 1377-1384.
- 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.
- Lestari, A. Y. D., Kurniawan, M. F., & Siregar, M. F. (2016). Pati Umbi Suweg Termodifikasi Sebagai Biosorben Penyerap Ion Timbal. *Teknoin*, 22(7).
- Nisak, K., Setyowati, R. D. N., & Suprayogi, D. (2022). Perbedaan Laju Alir Dan Volume Adsorben Kulit Pisang Kepok Terhadap Penurunan Logam Timbal Dalam Reaktor Kontinyu. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(3), 232-241.
- Nurhaswinda, N., Zulkifli, A., Gusniati, J., Zulefni, M. S., Afendi, R. A., Asni, W., & Fitriani, Y. (2025). Tutorial uji normalitas dan uji homogenitas dengan menggunakan aplikasi SPSS. *Jurnal Cahaya Nusantara*, 1(2), 55-68.
- Palupi, R., & Prasetya, A. E. (2022). Pengaruh Implementasi Content Management System Terhadap Kecepatan Kinerja Menggunakan One Way Anova. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 10(01), 74-79.
- Prabowo, A., Susilawati, S., & Amitarwati, D. P. (2021). Analisis Pendapatan Retribusi Pasar di Kabupaten Banyumas Menggunakan Uji Anova Satu Arah. *Perwira Journal of Science & Engineering*, 1(2), 12-25.
- Rini, D. S., & Faisal, F. (2015). Perbandingan Power of Test dari Uji Normalitas Metode Bayesian, Uji Shapiro-Wilk, Uji Cramer-von Mises, dan Uji Anderson-Darling. *GRADIEN*, 11(2), 1101-1105.
- Sari A. Q., Sukestiyarno, Y. L., & Agoestanto, A. (2017). Batasan prasyarat uji normalitas dan uji homogenitas pada model regresi linear. *Unnes Journal of Mathematics*, 6(2), 168-177.
- Usmadi, U. (2020). Pengujian persyaratan analisis (Uji homogenitas dan uji normalitas). *Inovasi Pendidikan*, 7(01).
- Wassalwa, M., Siregar, H. D., Janani, K., & Harahap, I. S. (2024). Analisis uji hipotesis penelitian perbandingan menggunakan statistik parametrik. *Al Ittihadu*, 3(1), 67-79.