

PENGARUH WAKTU DAN KONSENTRASI ZAT WARNA KRISTAL VIOLET PADA PANJANG GELOMBANG MAKSIMUM MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS

Maryani¹, Ridwan², Fitri Ariani³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

Email : maryanibasri43@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi adsorpsi zat warna Kristal Violet pada berbagai konsentrasi awal larutan. Proses adsorpsi diamati dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada rentang panjang gelombang 450–750 nm. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai absorbansi maksimum Kristal Violet bergeser seiring peningkatan konsentrasi, yaitu pada 600 nm (10 ppm), 580 nm (20 ppm), dan 570 nm (50 ppm). Seiring bertambahnya waktu kontak, nilai absorbansi pada panjang gelombang maksimum cenderung menurun, yang menunjukkan berkurangnya konsentrasi Kristal Violet dalam larutan akibat proses adsorpsi. Penurunan absorbansi paling signifikan terjadi pada waktu kontak awal (0–30 menit), kemudian melambat hingga mencapai kondisi hampir setimbang pada 100 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa waktu kontak dan konsentrasi awal larutan berpengaruh signifikan terhadap efisiensi proses adsorpsi.

Kata kunci : Kristal Violet, Adsorpsi, Spektrofotometri UV-Vis, Panjang gelombang.

Abstract

This study aims to study the effect of contact time on the adsorption efficiency of Crystal Violet dye at various initial solution concentrations. The adsorption process was observed using UV-Vis spectrophotometry at a wavelength range of 450–750 nm. The measurement results showed that the maximum absorbance value of Crystal Violet shifted with increasing concentration, namely at 600 nm (10 ppm), 580 nm (20 ppm), and 570 nm (50 ppm). As the contact time increased, the absorbance value at the maximum wavelength tended to decrease, indicating a decrease in the concentration of Crystal Violet in the solution due to the adsorption process. The most significant decrease in absorbance occurred at the initial contact time (0–30 minutes), then slowed down to reach a nearly equilibrium condition at 100 minutes. These results indicate that contact time and initial solution concentration have a significant effect on the efficiency of the adsorption process.

Key words: Crystal Violet, Adsorption, UV-Vis Spectrophotometry, Wavelength.

1. PENDAHULUAN

Pencemaran air akibat limbah industri, khususnya industri tekstil, menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang serius. Salah satu kontaminan utama yang sering ditemukan dalam limbah cair adalah zat warna sintesis seperti Kristal Violet, yang bersifat toksik dan sulit terurai secara alami di lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan metode yang efektif untuk mengurangi kandungan zat warna dalam air limbah.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengolahan limbah adalah adsorpsi, karena teknik ini relatif sederhana, efisien, dan ekonomis. Dalam proses adsorpsi, beberapa faktor seperti waktu kontak, konsentrasi awal zat warna, dan jenis adsorben sangat memengaruhi efisiensi penghilangan kontaminan dari larutan. Waktu kontak menentukan seberapa lama zat warna berinteraksi dengan permukaan adsorben, sedangkan konsentrasi awal memengaruhi kapasitas adsorpsi.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengolahan limbah adalah adsorpsi, karena teknik ini relatif sederhana, efisien, dan ekonomis. Dalam proses adsorpsi, beberapa faktor seperti waktu kontak, konsentrasi awal zat warna, dan jenis adsorben sangat memengaruhi efisiensi penghilangan kontaminan dari larutan. Waktu kontak menentukan seberapa lama zat warna berinteraksi dengan permukaan adsorben, sedangkan konsentrasi awal memengaruhi kapasitas adsorpsi.

Untuk memantau dan mengevaluasi proses adsorpsi, digunakan spektrofotometri UV-Vis, yang memungkinkan pengukuran konsentrasi Kristal Violet berdasarkan nilai absorbansi pada panjang gelombang maksimum. Melalui pengamatan terhadap perubahan nilai absorbansi pada λ_{maks} selama proses adsorpsi, efisiensi penghilangan zat warna dapat dianalisis secara kuantitatif.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi adsorpsi Kristal Violet pada berbagai konsentrasi awal larutan. Dengan memahami hubungan ini, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pengolahan air limbah yang lebih efektif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

Adsorben atau kebanyakan zat pengadsorpsi adalah bahan-bahan yang sangat berpori, dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada daerah tertentu di dalam partikel itu. Karena pori-pori adsorben biasanya sangat kecil maka luas permukaan dalamnya menjadi beberapa kali lebih luas dari permukaan luar. Adsorben yang telah jenuh dapat diregenerasi agar dapat digunakan kembali untuk proses adsorpsi. Suatu adsorben dipandang sebagai suatu adsorben yang baik untuk adsorpsi dilihat dari sisi waktu. Lama operasi terbagi terbagi menjadi dua, yaitu waktu penyerapan hingga komposisi diinginkan dan waktu regenerasi/pengeringan adsorben. Makin cepat dua variabel tersebut, maka semakin baik unjuk kerja adsorben tersebut (Jauhan et al, 2007).

Pemanfaatan limbah sisa dari pertanian, rumah tangga, dan industri, mulai dikembangkan sebagai solusi berkelanjutan untuk menangani masalah pengolahan air limbah.

2.2 Zat Pewarna

Zat warna merupakan salah satu bahan yang sering digunakan pada suatu proses industri. Banyaknya permintaan terhadap zat warna di antaranya berasal dari industri tekstil, kertas, kosmetik, plastik, makanan dan rokok. Selama ini penggunaan zat warna terbesar ada pada industri tekstil, oleh karena itu industri tekstil menjadi penyumbang limbah zat warna terbesar di perairan. Limbah tersebut berasal dari proses pewarnaan (dyeing) yaitu berupa zat warna yang larut dalam air.

Zat warna berbahaya yang umum digunakan di antaranya kristal violet. Kristal violet merupakan salah satu pewarna yang digunakan dalam industri tekstil. Kristal violet juga diklasifikasikan sebagai molekul yang sulit dimetabolisme oleh mikroorganisme sehingga dapat bertahan dalam berbagai lingkungan (Ferreira dkk., 2015). Berbagai metode telah dikembangkan untuk menghilangkan zat warna dari air limbah, antara lain meliputi metode fotokatalisis, ekstraksi pelarut, filtrasi membran, pertukaran ion, elektrokimia, adsorpsi dan bioremoval. Namun, teknik adsorpsi dianggap sebagai treatment yang lebih efektif untuk mengatasi zat warna dalam air limbah karena tekniknya yang lebih sederhana, ekonomis dan ramah lingkungan (Zhou dkk., 2014).

2.3 Spektrofotometer UV-VIS

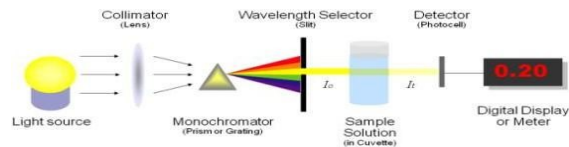
Spektrofotometri merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur energi relatif ketika energi ditransmisikan atau dipantulkan sebagai fungsi spektrum panjang gelombang tertentu, dan fotometri adalah perangkat untuk mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diserap (Irawan, 2019).

a. Prinsip Spektrofotometer.

Apabila ada cahaya (monokromatik maupun campuran) jatuh pada suatu medium homogen, sebagian dari sinar yang masuk akan dipantulkan dan sebagian akan diserap dalam medium itu sedangkan sisanya akan diteruskan (Khopkar, SM.,

1990). Nilai yang keluar dari cahaya yang diteruskan dinyatakan dalam nilai absorbansi karena memiliki hubungan dengan konsentrasi sampel.

Prinsip kerja dari spektrofotometer dapat di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Pembacaan Spectrofotomer (Suhartati, 2017)

Fungsi dari masing-masing bagian dalam perangkat spektrofotometer adalah sebagai berikut :

1. Sumber cahaya pada spektrofotometer harus memiliki pancaran radiasi yang stabil dan intensitasnya tinggi.
2. Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinarpolikromatis menjadi cahaya monokromatis.
3. Sel sampel berfungsi sebagai tempat Meletakkan sampel. Spektrofotometer menggunakan kuvet sebagai tempat sampel. Kuvet biasanya terbuat dari kuarsa atau gelas, namun kuvet dari kuarsa yang terbuat dari silika memiliki kualitas yang lebih baik.
4. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik. Macam-macam detektor yaitu detektor foto (Photo detector), Photocell, dan detektor panas.
5. Read out merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor.

Konsentrasi 10–50 ppm sering kali mencerminkan kondisi nyata dari kontaminan dalam air limbah industri atau lingkungan. Penggunaan variasi konsentrasi adsorbat dalam rentang 10–50 ppm dalam penelitian spektrofotometri UV-Vis merupakan pendekatan yang umum digunakan dalam studi adsorpsi dan fotodegradasi zat warna. Rentang ini dipilih karena mencerminkan kondisi nyata dari limbah industri setelah proses pra-pengolahan seperti koagulasi, flokulasi, atau pengenceran. Menurut Haryono et al. (2020),

konsentrasi zat warna dalam limbah cair industri tekstil dapat mencapai lebih dari 200 ppm, namun setelah perlakuan awal, konsentrasi dapat turun hingga di bawah 50 ppm, menjadikan rentang ini relevan untuk simulasi kondisi limbah yang realistis.

Selain itu, konsentrasi 10–50 ppm juga sesuai dengan rentang linier spektrofotometer UV- Vis dalam pengukuran absorbansi. Alat spektrofotometer memiliki batas linieritas pengukuran, dan rentang ini memungkinkan pengambilan data absorbansi yang valid tanpa mengalami saturasi sinyal. Hal ini mendukung keakuratan dalam menghitung efisiensi penurunan konsentrasi zat warna melalui absorbansi maksimum (λ_{maks}).

3. METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai komponen pelaksanaan penelitian meliputi lokasi penelitian, peralatan penelitian, bahan penelitian, variabel penelitian, prosedur penelitian, analisis hasil penelitian, serta rencana penelitian.

Garis Besar Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium PT. SUCOFINDO BALIKPAPAN.

Alat Penelitian

Oven, Chopper, Centrifuge, Pipet ukur 5 dan 10 ml, Beaker glass 100, 500, dan 1000 ml, Mortar pestle, Ayakan 100 mesh, Corong kaca, Tube centrifuge, Kertas saring, Aluminium foil, Kuvet, Spektrofotometer Uv-Vis, Bulb (karet penghisap), Kaca arloji, Botol pencuci, Hot plate stirrer, Neraca analitik, Spatula, Magnetic stirrer.

Preparasi Serbuk Biji Lai

Tahapan awal yang dilakukan dalam pembuatan bioadsorben adalah mempersiapkan limbah biji lai. Biji tersebut dicuci bersih dengan air, kemudian dikupas lapisan luarnya dan dikeringkan menggunakan oven. Setelah itu, biji lai digerus dengan menggunakan *chopper* hingga menjadi serbuk. Serbuk biji lai yang telah siap kemudian diayak agar diperoleh ukuran yang seragam. Selanjutnya, serbuk biji direndam dalam larutan HCl 0,1 M selama 2 jam. Serbuk biji yang telah direndam, dikeringkan dengan, menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 1 jam. Setelah itu, serbuk biji lai ditimbang massanya.

Uji Adsorpsi Kristal Violet

Tahapan awal dalam uji adsorpsi adalah mencampurkan serbuk bioadsorben yang telah disintesa kedalam larutan kristal violet sebagai *artificial* limbah zat pewarna. Lalu campuran diaduk selama 1 jam agar diperoleh campuran yang homogen. Setelah itu campuran di pipet sebanyak 15 ml dan dimasukkan ke dalam *tube centrifuge* untuk dilakukan proses sentrifugasi yang akan membantu mempercepat proses adsorpsi zat pewarna dari larutan.

Analisi Hasil penelitian

Pengujian zat pewarna hasil adsorpsi menggunakan spektrofotometer (UV-Vis). Instrumen ini mengukur absorbansi larutan kristal violet dengan menggunakan panjang

g	Variabel	Rasio Komposisi (gram)
D	Variabel	Konsentrasi Kristal Violet (ppm)
d	Komposisi BL	
v	Variabel 1	10
	Variabel 2	20
i	Variabel 3	50

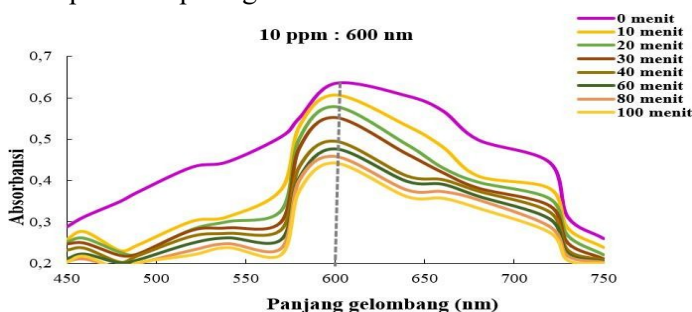
Tabel 3.8.2 Variabel Uji Degradasi Zat Pewarna Kristal Violet

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Spektrofotometer UV-Vis diperlukan untuk mengevaluasi proses adsorpsi zat pewarna Kristal vio violet oleh adsorben. Dari pengukuran yang dilakukan pada rentang panjang gelombang 450-

750 nm, diperoleh data absorbansi maksimum pada panjang gelombang 600 nm. Adapun grafik antara Panjang gelombang dengan nilai absorbansi dapat dilihat pada grafik.



Gambar 2. Grafik pPanjang Gelombang terhadap Nilai Adsorpsi

Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi terhadap Panjang Gelombang Maksimum Kristal Violet 10 ppm.

4.2 Pembahasan

1. Spektrum Konsentrasi 10 ppm (600 nm)

- Warna awal sangat pekat (garis ungu, 0 menit) menunjukkan nilai absorbansi tertinggi (~0,65).
- Seiring waktu (hingga 100 menit), terjadi penurunan absorbansi bertahap hingga mendekati 0,3 menunjukkan efektivitas adsorpsi.
- Penurunan paling drastis terjadi dalam 30 menit pertama, menandakan adsorpsi cepat pada fase awal.
- λmaks berada di 600 nm khas untuk CV. Adsorpsi berlangsung cepat dan signifikan bahkan pada konsentrasi rendah

2. Spektrum Konsentrasi 20 ppm (580 nm)

- Puncak serapan terjadi sedikit bergeser ke 580 nm, menunjukkan efek konsentrasi terhadap posisi λmaks, bisa disebabkan oleh agregasi molekul CV.
- Nilai absorbansi awal mendekati 0,6 menurun hingga sekitar 0,35 pada menit ke-100.
- Penurunan lebih bertahap dibanding 10 ppm, yang mengindikasikan persaingan antarmolekul pewarna dalam proses adsorpsi pada konsentrasi lebih tinggi. Adsorpsi tetap berlangsung efisien, meskipun lebih lambat karena beban konsentrasi lebih tinggi.

3. Spektrum Konsentrasi 50 ppm (570 nm)

- Nilai absorbansi awal sangat tinggi (~0,65), dan λmaks bergeser ke 570 nm, memperkuat indikasi pergeseran spektrum akibat peningkatan konsentrasi (efek hipokromik atau agregasi).

- Penurunan absorbansi tetap terjadi, namun lebih lambat dibanding dua grafik sebelumnya.

Setelah 100 menit, absorbansi menurun hingga sekitar 0,45, menunjukkan bahwa pada konsentrasi tinggi, adsorben mulai jenuh atau kapasitas adsorpsi mendekati maksimum. Adsorpsi tetap berlangsung tetapi cenderung melambat karena keterbatasan situs aktif pada adsorben. Semakin tinggi konsentrasi aktivator yang digunakan maka semakin turun panjang gelombang pada kristal violet yang terdapat pada sampel limbah. Konsentrasi terbaik yang digunakan dalam mendegradasi zat pewarna pada limbah cair dengan waktu kurang lebih 100 menit. Hal ini disebabkan adanya aktivasi asam yang dapat mengurangi pengotor-pengotor dari permukaan struktur adsorben biji lai sehingga luas permukaannya semakin tinggi.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat di simpulkan bahwa :

- Spektrofotometer UV-Vis berhasil mendeteksi penurunan absorbansi Kristal Violet akibat proses adsorpsi.
- Efektivitas adsorpsi menurun seiring meningkatnya konsentrasi pewarna, karena terbatasnya situs aktif pada adsorben.
- Terdapat pergeseran panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) yang mengindikasikan adanya interaksi antar molekul pada konsentrasi lebih tinggi.
- Adsorpsi paling efisien terjadi pada konsentrasi rendah 10 ppm dengan absorbansi maksimum di Panjang gelombang 600nm, sedangkan pada 50 ppm terjadi pelambatan akibat kemungkinan jenuh atau terbatasnya permukaan aktif.

5.2 Saran

Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan variable perbandingan

6. DAFTAR

Kahar, A., 2007. Pengertian Adsorpsi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.

Said, M., Prawati, A.W. & Murenda, E., 2012. Aktifasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Pada Adsorpsi Larutan Iodium. Teknik Kimia, 15(No. 4), pp.50– 55.

Suyata, Kurniasih M. 2012. Degradasi Zat Warna Kongo Merah Limbah Cair Industri Tekstil Di Kabupaten Pekalongan Menggunakan Metode Elektrodekolorisasi. J. Mol. 7(1): 53.

Ibenk Hellen, 2015. Spektrofotometri Serapan UV- VIS. Magelang.

Suhartati T, 2013. Dasar-dasar Spektrofotometri Uv- vis dan spektrometri Massa untuk Penentuan struktur Senyawa organik. Lampung: AURA.