

Pemanfaatan Smartphone Based Colorimetry Dalam Pengukuran Degradasi Metilen Biru Dengan Fotokatalitik CaO

Utilization of Smartphone Based Colorimetry in Measuring Methylene Blue Degradation with Photocatalytic CaO

Kamaulana Adi Rahman*, Alimuddin, Irfan Ashari Hiyahara
Program Studi S-1 Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Mulawarman
*Email: kamaulana211@gmail.com

ABSTRACT

Water pollution caused by textile industry waste, especially methylene blue, is a problem for the environment that needs to be addressed. Photocatalysis using calcium oxide (CaO) is one of the effective and environmentally friendly methods in degrading methylene blue. This study aims to determine the effect of CaO catalyst mass and pH on the rate of methylene blue degradation using smartphone-based colorimetry. This study was conducted by varying the mass of CaO 12.5 mg, 25 mg, 37.5 mg and 50 mg and pH variations of 7, 8, 9, and 10 in a 10 mg/L methylene blue solution. Degradation was carried out with visible light from a 100 W incandescent lamp. The concentration of methylene blue was measured using smartphone-based colorimetry. The results showed that contact time and CaO mass had a significant effect on the rate of methylene blue degradation. The optimum mass of photocatalysis was 50 mg and the optimum pH was 7.

Keywords : Methylene Blue, CaO, Photocatalysis, Smartphone-based colorimetry

ABSTRAK

Pencemaran air yang diakibatkan limbah industri tekstil, khususnya metilen biru menjadi masalah bagi lingkungan sehingga perlu diatasi. Fotokatalisis menggunakan kalsium oksida (CaO) merupakan salah satu metode efektif dan ramah lingkungan dalam mendegradasi metilen biru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh massa katalis CaO dan pH terhadap laju degradasi metilen biru menggunakan smartphone-based colorimetry. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan massa CaO 12,5 mg, 25 mg, 37,5 mg dan 50 mg serta variasi pH 7, 8, 9, dan 10 dalam larutan metilen biru 10 mg/L. Degradasi dilakukan dengan sinar tampak lampu pijar 100 W. Konsentrasi metilen biru diukur dengan menggunakan smartphone-based colorimetry. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu kontak dan massa CaO berpengaruh signifikan terhadap laju degradasi metilen biru. Massa optimum fotokatalisis yakni 50 mg dan pH optimum yakni 7.

Kata kunci : Metilen Biru, CaO, Fotokatalisis, Smartphone-based colorimetry

PENDAHULUAN

Di zaman industrialisasi terutama industri tekstil menempati urutan pertama dalam pencemaran air dikarenakan penggunaan zat pewarna dalam tekstil. Pewarna dalam industri tekstil digunakan dalam pewarna serat [11]. Salah satu pewarna yang digunakan dalam industri tekstil yakni metilen biru [3]. Metilen biru adalah

pewarna basa heterosiklik aromatik yang berbentuk bubuk padat, tidak berbau, berwarna hijau tua pada suhu kamar dan menghasilkan larutan berwarna biru jika dilarutkan dalam air. Metilen biru digunakan dalam industri tekstil, farmasi, percetakan, cat, dan kertas. Metilen biru memiliki dampak pada kesehatan seperti gangguan pernafasan, gangguan perut, kebutaan, hingga gangguan pencernaan dan mental.

Toksikologi metilen biru mengurangi penetrasi cahaya serta menjadi racun bagi organisme perairan sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan [7].

Salah satu metode yang efektif dalam degradasi metilen biru yakni fotokatalisis. Fotokatalisis merupakan proses transformasi kimia dimana foton sebagai sumber energi serta katalis sebagai pemercepat laju transformasi [1]. Fotokatalisis terjadi saat suatu foton berinteraksi dengan H_2O membentuk $\bullet\text{OH}$. Dengan dibantu katalis, pembentukan $\bullet\text{OH}$ bisa terjadi lebih cepat dikarenakan pasangan elektron (e^-) dan hole (h^+). Kemudian $\bullet\text{OH}$ yang memutuskan ikatan $\text{C-S}=\text{C}$ metilen biru menjadi ion sulfat membentuk sulfoksida. Degradasi ini terus berulang dengan $\bullet\text{OH}$ sebagai gugus yang mendegradasi metilen biru menjadi CO_2 dan H_2O [9]. Salah satu katalis yang sering dikembangkan yakni kalsium oksida (CaO) dimana banyak peneliti yang mengembangkan CaO . Salah satunya yakni penelitian CaO dengan serat nanoselulosa [5], CaO -NPs dengan optimasi pH-9 [10], Derivat CaO dari cangkang telur [6] dan CaO/C dari

limbah kopi dan cangkang [8]. CaO dikenal dengan ramah lingkungan karena tidak toksik, mudah ditemukan, serta ekonomis.

Metode yang digunakan dalam pengujian fotokatalisis dengan CaO dengan metode *smartphone-based colorimetry* dimana menggunakan nilai RGB dimana suatu sampel direkam menggunakan *smartphone-based colorimetry* dan diperoleh nilai RGB. Keakuratan pengukuran warna kamera RGB dapat diterima untuk tujuan analitis. *Smartphone-based colorimetry* dapat digunakan dalam kimia analitis, termasuk pemantauan kualitas air. Keuntungan dari *smartphone-based colorimetry* adalah kemampuan untuk langsung mendapatkan konsentrasi kontaminan menggunakan gambar dari telepon pintar, tanpa membuang waktu dengan pengambilan sampel larutan [4]. Pada penelitian degradasi metilen biru dengan CaO menggunakan *smartphone-based colorimetry* bertujuan untuk mengetahui pengaruh massa katalis dan pH terhadap fotokatalisis dengan CaO menggunakan *smartphone-based colorimetry*.

Kemudian ditambahkan masing-masing labu erlenmeyer dengan CaO 50 mg dan diukur kembali dengan *smartphone-based colorimetry* dan dimasukkan dalam reaktor fotokatalitik. Dilakukan fotokatalisis dengan diukur tiap 15 menit dengan *smartphone-based colorimetry*. Hasil nilai RGB kemudian dilakukan normalisasi untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

METODOLOGI PENELITIAN

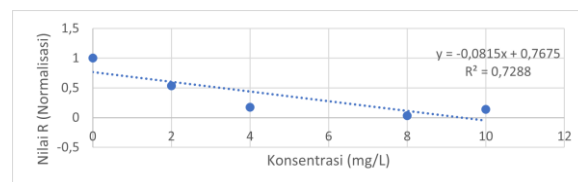
Bahan yang digunakan yakni metilen biru, aquademin, kalsium oksida murni (CaO), HCl 0,1 M dan NaOH 0,1 M. Adapun alat yang digunakan yakni reaktor fotokatalitik dimana menggunakan lampu pijar 100 W, tabung reaksi, labu erlenmeyer 50 mL, neraca analitik, serta *smartphone-based colorimetry*.

Fotokatalitik dilakukan dengan dibuat larutan metilen biru sebesar 10 mg/L dan dimasukkan masing-masing ke dalam labu erlenmeyer 50 mL sebesar 20 mL. Masing-masing ditambahkan CaO 12,5; 25; 37,5; dan 50 mg ke dalam labu erlenmeyer. Kemudian dihomogenkan dan dimasukkan dalam tabung reaksi dan diukur dengan *smartphone-based colorimetry* dan dimasukkan dalam reaktor fotokatalitik. Dilakukan fotokatalisis dengan diukur tiap 15 menit dengan *smartphone-based colorimetry*. Kemudian dilakukan ulang dengan masing-masing larutan metilen biru 10 mg/L dalam 20 mL ditambahkan HCl 0,1 M dan NaOH 0,1 hingga membentuk variasi pH 7, 8, 9, dan 10.

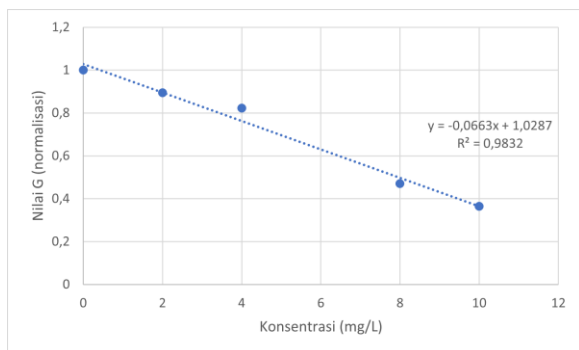
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Kurva Standar Metilen Biru Dengan *Smartphone-based Colorimetry*

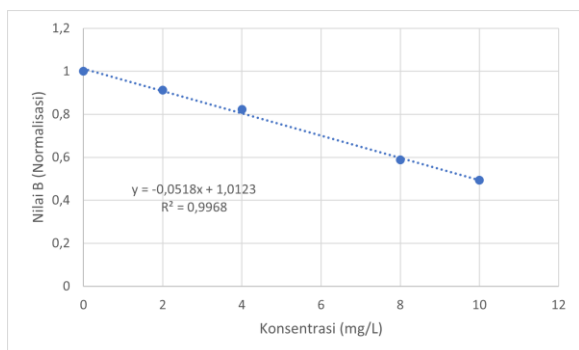
Penentuan kurva standar metilen biru dilakukan dengan dibuat larutan standar metilen biru dengan konsentrasi masing-masing 10, 8, 4, 2, dan 0 mg/L dimana diperoleh nilai RGB yang dinormalisasikan sebagai berikut:



Gambar 1. Kurva Standar Metilen Biru dari nilai R (normalisasi)



Gambar 2. Kurva Standar Metilen Biru dari nilai G (normalisasi)

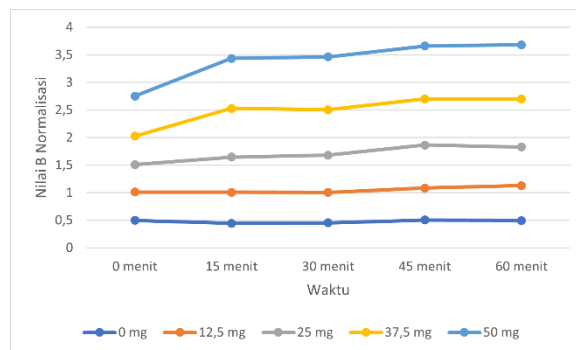


Gambar 3. Kurva Standar Metilen Biru dari nilai B (normalisasi)

Berdasarkan Gambar 1. diperoleh nilai R yang dinormalisasikan memiliki nilai R^2 sebesar 0,7288 sehingga tidak memenuhi syarat keberterimaan. Syarat keberterimaan linearitas yakni mempunyai nilai $R^2 \geq 0,995$ [2]. Berdasarkan Gambar 2. dan Gambar 3. memiliki masing-masing nilai R^2 yakni 0,9832 dan 0,9968, dimana nilai B yang dinormalisasikan sesuai dengan syarat keberterimaan. Dari ketiga gambar diperoleh nilai B yang dinormalisasikan dapat digunakan sebagai kurva standar metilen biru.

Pengaruh Massa Katalis terhadap Laju Degradasi Metilen Biru

Pengaruh massa katalis dilakukan dengan masing-masing labu erlenmeyer yang berisi 20 ml metilen biru 10 mg/L diberikan CaO 0; 12,5; 25; 37,5; dan 50 mg. Kemudian masing-masing diukur dengan *smartphone-based colorimetry* dimana tiap waktu 15 menit diukur. Diperoleh nilai RGB dan dinormalisasikan. Adapun hasil yang diperoleh digunakan nilai B yang dinormalisasikan sebagai berikut:

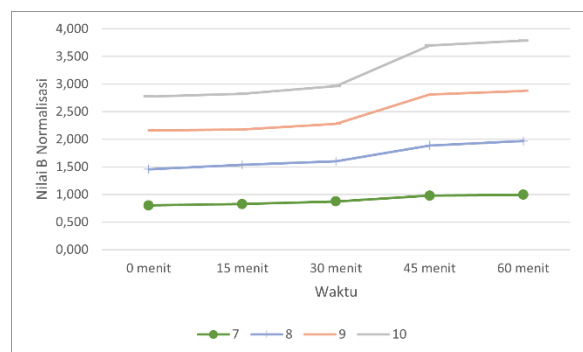


Gambar 4. Pengaruh Massa Katalis Terhadap Laju Degradasi Metilen Biru

Berdasarkan Gambar 4. diketahui massa optimal dalam degradasi metilen biru yakni 37,5 dan 50 mg. Pada massa CaO 37,5 mg degradasi terjadi kenaikan paling tinggi di menit ke-15 dan ke-30 dimana penurunannya lebih tinggi. Namun, massa CaO 50 mg memiliki degradasi lebih konsisten hingga memperoleh nilai B yang paling tinggi dari yang lainnya, sehingga dapat disimpulkan massa paling optimal dalam degradasi metilen biru yakni 50 mg CaO dalam 20 mL metilen biru 10 mg/L.

Pengaruh pH Metilen Biru terhadap Laju Degradasi Metilen Biru

pH menjadi hal paling penting dalam degradasi dikarenakan mekanisme reaksinya melibatkan faktor pH. Pengaruh pH dilakukan dengan masing-masing labu erlenmeyer yang berisi 20 ml metilen biru 10 mg/L lalu masing-masing ditambahkan HCl dan NaOH 0,1 M hingga diperoleh pH masing-masing 7, 8, 9, dan 10, lalu masing-masing diberikan CaO 50 mg. Kemudian masing-masing diukur dengan *smartphone-based colorimetry* dimana tiap waktu 15 menit diukur. Diperoleh nilai RGB dan dinormalisasikan. Adapun hasil yang diperoleh digunakan nilai B yang dinormalisasikan sebagai berikut:



Gambar 5. Pengaruh pH Terhadap Laju Degradasi Metilen Biru

Berdasarkan Gambar 5. diketahui pH paling tinggi mengalami degradasi yakni pH 7. Hal ini dikarenakan pada pH 7 di menit awal sudah mengalami penurunan konsentrasi yang disebabkan ion H^+ pada HCl mengikat metilen biru terserap, sehingga mengurangi jumlah muatan positif pada permukaan katalis serta meningkatkan produksi radikal hidroksil dari CaO. Pada pH 8 terjadi penurunan degradasi paling optimal dimana degradasi paling tinggi di menit ke-15 dan semakin tinggi hingga menit ke-60. Pada pH 9, dan 10 mengalami degradasi paling stabil menit awal hingga menit ke-30, dan mulai meningkat stabil di menit akhir. Sehingga dapat diperoleh pH paling optimal yakni pH 7, walaupun pH 8 juga termasuk optimal juga.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, digunakan fotokatalitik dengan CaO untuk mendegradasi metilen biru dengan metode *smartphone-based colorimetry* diperoleh massa katalis metilen biru 10 mg/L dalam 20 mL yang paling optimal yakni 50 mg. Dimana Semakin tinggi massa katalis, semakin efektif degradasi metilen biru. Data pH optimum, diperoleh pH paling optimum yakni pH 7 dimana semakin tinggi pH memiliki potensi degradasi tinggi dari faktor ion H^+ . Namun, pada pH 8 memiliki optimasi tinggi dikarenakan ion OH^- pada basa dapat menjalankan aktivitas fotokatalitik metilen biru.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Adnan, F., Hidayat, R. K., & Meicahayanti, I. (2021). Pengaruh pH, Uv dan TiO_2 Untuk Mendegradasi Variasi

Asam Humat Berbasis Fotokatalis. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 5(2), 9–16.

- [2] Andi Suhendi, & Ayusari Ramly, E. (2021). Validasi Metode Analisis Kapsul Rifampisin Dengan HPLC-PDA. *Farmasains: Jurnal Ilmiah Ilmu Kefarmasian*, 8(1), 31–36.
- [3] Asiah, N., Sylvia, N., & Bahri, S. (2022). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Adsorben Dari Ampas Teh Pada Kolom. *Chemical Engineering Journal Storage*, 2(2), 75–86.
- [4] Danyliuk, N., Tatarchuk, T., Kannan, K., & Shyichuk, A. (2021). Optimization of TiO_2 -P25 photocatalyst dose and H_2O_2 concentration for advanced photooxidation using smartphone-based colorimetry. *Water Science and Technology*, 84(2), 469–483.
- [5] Ikram, M., Khalid, A., Shahzadi, A., Haider, A., Naz, S., Naz, M., Shahzadi, I., Ul-Hamid, A., Haider, J., Nabgan, W., & Butt, A. R. (2022). Enhanced Photocatalytic Degradation with Sustainable CaO Nanorods Doped with Ce and Cellulose Nanocrystals: In Silico Molecular Docking Studies. *ACS Omega*, 7(31), 27503–27515.
- [6] Jaiswal, K. K., Dutta, S., Pohrmen, C. B., Verma, R., Kumar, A., & Ramaswamy, A. P. (2021). Bio-waste chicken eggshell-derived calcium oxide for photocatalytic application in methylene blue dye degradation under natural sunlight irradiation. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*, 51(7), 995–1004.
- [7] Khan, I., Saeed, K., Zekker, I., Zhang, B., Hendi, A. H., Ahmad, A., Ahmad, S., Zada, N., Ahmad, H., Shah, L. A., Shah, T., & Khan, I. (2022). Review on Methylene Blue: Its Properties, Uses, Toxicity and Photodegradation. *Water (Switzerland)*, 14(2), 242–272.
- [8] Mohamed, F., Shaban, M., Aljohani, G., & Ahmed, A. M. (2021). Synthesis of novel eco-friendly CaO/C photocatalyst from coffee and eggshell wastes for dye degradation. *Journal of Materials Research and Technology*, 14, 3140–3149.

- [9] Rodiah, S., & Ramadhani, E. (2023). Highly Efficient Removal of Methylene Blue Dye from Wastewater Using CaO-MnFe₂O₄ Nanoparticles Prepared with Teak Leaf Extract. *Al-Kimiya*, 9(2), 62–67.
- [10] Vanthana Sree, G., Nagaraaj, P., Kalanidhi, K., Aswathy, C. A., & Rajasekaran, P. (2020). Calcium oxide a sustainable photocatalyst derived from eggshell for efficient photo-degradation of organic pollutants. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122294.
- [11] Wati, A. M., Mahatmanti, F. W., Jumaeri, J., & Prasetya, A. T. (2021). Adsorpsi Metilen Biru oleh Abu Layang Batu Bara yang Teraktivasi Menggunakan Proses Hidrotermal dengan Bantuan Gelombang Mikro. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 18(1), 58–69.