

Pengaruh Waktu Kontak dan Studi Kinetika Adsorpsi Crystal Violet oleh Adsorben Ampas Kelapa (*Cocos nucifera* L)

Etriyanto Arman^{*1}, Vicka Andini¹, Yoravika Dwiwibangga¹, Mega Elfia¹

Didaftarkan: [20 Desember 2025]

Direvisi: [31 Desember 2025]

Terbit: [31 Desember 2025]

ABSTRAK: Pencemaran perairan oleh zat warna sintetis seperti kristal violet merupakan permasalahan lingkungan yang serius karena sifatnya yang toksik, persisten, dan sulit terurai secara biologis. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh waktu kontak dan mempelajari kinetika adsorpsi kristal violet menggunakan adsorben limbah ampas kelapa yang telah diolah menjadi karbon. Studi kinetika dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak antara adsorben dan larutan kristal violet menggunakan massa 0,2 gram dengan konsentrasi kristal violet 50 ppm. Konsentrasi kristal violet sisa dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Data kinetika adsorpsi dianalisis menggunakan model kinetika orde satu semu dan orde dua semu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu kontak optimum diperoleh pada 40 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 4,83 mg/g dan persen adsorpsi sebesar 96,63%. Analisis studi kinetika memperlihatkan bahwa model orde dua semu memberikan kesesuaian yang lebih baik terhadap data eksperimental, ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,999 yang lebih tinggi dibandingkan model orde satu semu sebesar 0,7876.

Kata Kunci: adsorpsi, *Cocos nucifera*, kristal violet

PENDAHULUAN

Kota Bengkulu secara geografis terletak di pantai bagian barat Sumatera yang memiliki potensi sumberdaya pesisir dan lautan yang besar dan beragam. Potensi sumber daya alam andalan wilayah pesisir Kota Bengkulu diantaranya pohon kelapa. Agroindustri dan usaha rumah tangga berbasis kelapa telah berkembang dengan baik untuk meningkatkan komoditi sumber daya pesisir tersebut. Berbagai jenis produk berbahan dasar kelapa yang dikembangkan dan memiliki nilai ekonomis diantaranya: Virgin coconut oil (VCO), oleokimia, kelapa parut, santan kelapa, dan gula kelapa [1]. Produk sampingan dari proses agroindustri dan usaha rumah tangga berbahan dasar kelapa adalah ampas kelapa. Ampas kelapa umumnya langsung dibuang atau hanya digunakan sebagai pakan ternak atau kompos sehingga belum memanfaatkan secara optimal. Ampas kelapa memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, meliputi protein sebesar 5,78%, lemak 38,24%, serat kasar 15,07%, serta zat antinutrisi berupa galaktomanan (61%), manan (26%), dan selulosa (16%). Kandungan selulosa dalam ampas kelapa berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben ramah lingkungan. Selulosa memiliki gugus fungsional seperti hidroksil, karboksil, dan fenolik yang memungkinkan terjadinya modifikasi kimia pada strukturnya sehingga dapat meningkatkan kinerja adsorpsi terhadap ion logam berat maupun zat warna dari limbah industri [2]. Selulosa memiliki gugus fungsional seperti gugus hidroksil, karboksil dan fenolik yang memungkinkan untuk melakukan modifikasi kimia pada strukturnya sehingga akan meningkatkan kinerjanya sebagai adsorben yang akan berikatan dengan ion logam

berat atau zat warna yang dihasilkan dari industri [3]. Salah satu zat warna yang banyak digunakan dalam industry, khususnya industry tekstil adalah kristal violet. Kristal violet merupakan zat warna yang bersifat karsinogen dan mutagen. Kristal violet dapat menyebabkan iritasi kulit apabila terserap dalam jumlah tertentu, Dalam kasus lain dapat menyebabkan komplikasi pernapasan, gagal ginjal serta kebutaan [4]. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk menyerap zat warna kristal violet. Beberapa studi telah melaporkan cara menanggulangi keberadaan zat warna khususnya di perairan, diantaranya adsorpsi [5], elektrokimia [6] dan biodegradasi [7]. Adsorpsi dipilih karena pengerjaannya yang mudah lebih efisien dan beragamnya adsorben yang bisa digunakan [8]. Verayana., et al. 2018 telah menggunakan arang aktif dari tempurung kelapa yang telah diaktivasi menggunakan asam untuk adsorpsi logam timbal. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas adsorben tempurung kelapa memiliki kemampuan menyerap yang sangat baik setelah dilakukan aktivasi [9]. S., Sultana., et al 2022 melaporkan adsorpsi kristal violet menggunakan bubuk ampas kelapa, diperoleh kondisi optimum pada pH 5 dengan konsentrasi kristal violet 200 ppm. Kinetika adsorpsi mengikuti orde dua semu, isoterm adsorpsi mengikuti isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi 454,54 mg/g [10]. Pada penelitian ini limbah kristal violet akan diserap menggunakan adsorben berupa karbon limbah ampas kelapa. Karbon yang dihasilkan dilakukan studi adsorpsi dengan variasi waktu kontak, data yang diperoleh dilakukan analisis studi kinetika dengan menggunakan dua pendekatan, yaitu orde satu semu dan orde dua semu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karbon limbah ampas kelapa

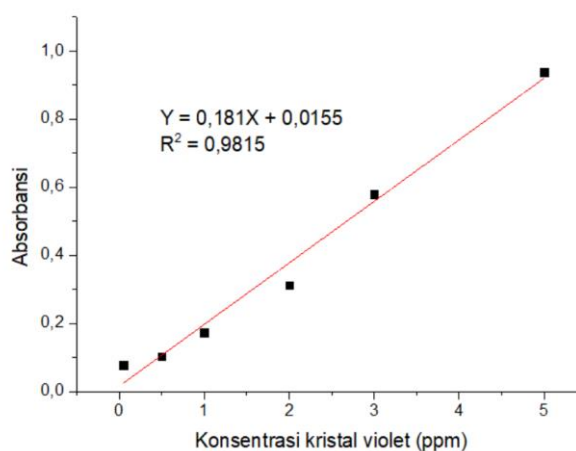
Limbah ampas kelapa yang diperoleh dikeringkan dibawah sinar matahari, selanjutnya dimasukkan ke dalam tempat pembakaran. Dibakar selama 24 jam agar diperoleh karbon ampas kelapa, Karbon ampas kelapa yang telah diperoleh dikeringkan menggunakan oven selama 8 jam pada suhu 105 °C. Tujuan pengeringan ini untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada karbon. Karbon yang telah kering disimpan di wadah tertutup untuk menghindari kontaminasi dari lingkungan. Seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Karbon ampas kelapa

Larutan standar kristal violet

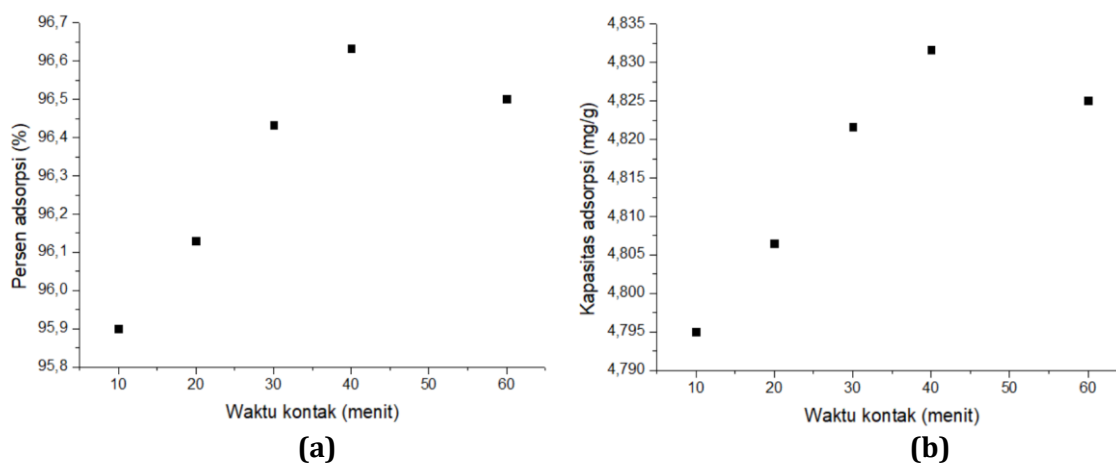
Larutan standar digunakan untuk menentukan konsentrasi dari larutan sisa kristal violet setelah dilakukan proses adsorpsi. seperti terlihat pada gambar 2. Hasil pengukuran absorbansi pada berbagai konsentrasi larutan standar kristal violet menunjukkan hubungan yang bersifat linear. Kenaikan nilai absorbansi sebanding dengan peningkatan konsentrasi kristal violet. Kurva standar menunjukkan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9815$, Nilai R^2 yang tinggi ini menjadi indikator bahwa kurva standar yang dibuat memenuhi syarat sebagai kurva kalibrasi yang reliabel untuk penentuan konsentrasi kristal violet.



Gambar 2. Kurva standar kristal violet

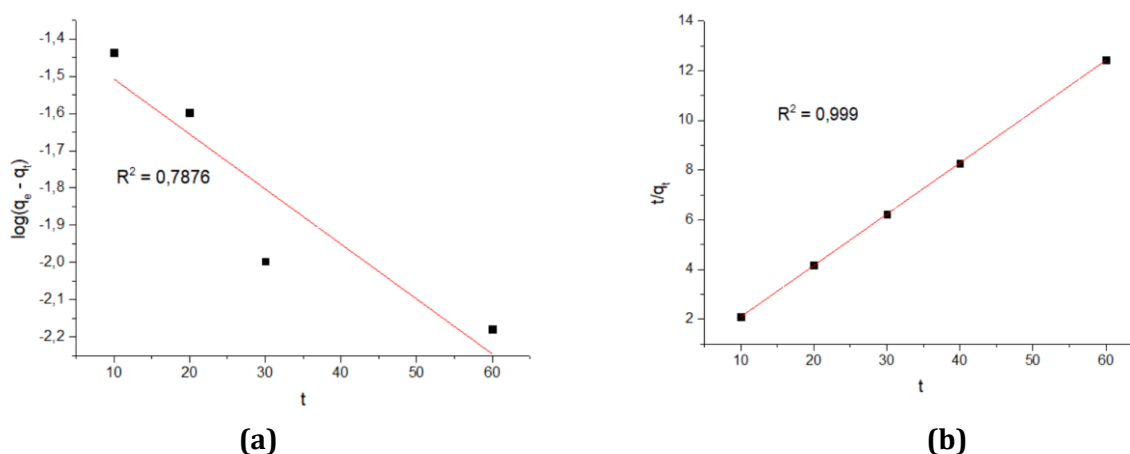
Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi

Larutan kristal violet 50 ppm diadsorpsi menggunakan karbon ampas kelapa 0,2gram dalam 20 mL larutan dengan variasi waktu 10; 20; 30; 40; 50; 60; dan 70 menit. Larutan di shaker dengan kecepatan 150 rpm. Hasil variasi waktu kontak dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap (a) % adsorpsi (b) kapasitas adsorpsi

Berdasarkan gambar 3. Diketahui bahwa persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi kristal violet meningkat seiring bertambahnya waktu kontak. Pada menit ke-10 hingga 40, terjadi peningkatan yang cukup signifikan, yang menandakan bahwa proses adsorpsi berlangsung aktif karena banyaknya situs aktif pada permukaan adsorben yang masih tersedia. Setelah menit ke-40, baik persen adsorpsi maupun kapasitas adsorpsi menunjukkan perubahan yang sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa adsorben mulai mencapai kondisi keseimbangan adsorpsi, di mana jumlah zat warna yang teradsorpsi tidak lagi bertambah secara berarti karena sebagian besar situs aktif telah terisi. Dengan demikian, waktu kontak optimum proses adsorpsi berada pada sekitar 40 menit, karena pada waktu ini proses penyerapan mendekati nilai maksimum dan peningkatan setelahnya tidak signifikan [11]. Data waktu kontak dianalisis studi kinetika menggunakan pendekatan orde satu semu dan orde dua semu seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Studi kinetika adsorpsi (a) orde satu semu (b) orde dua semu

Berdasarkan gambar 4. diketahui hasil analisis kinetika adsorpsi kristal violet menggunakan dua model kinetika, yaitu model orde satu semu dan model orde dua semu. Pada grafik pertama, hubungan antara $\log(q_e - q_t)$ dan waktu (t) menunjukkan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,7876$, yang mengindikasikan bahwa model orde satu semu tidak menggambarkan proses adsorpsi dengan baik karena linearitasnya rendah. Sementara itu, grafik kedua memperlihatkan plot t/q_t terhadap waktu untuk model orde dua semu dengan nilai $R^2 = 0,999$, yang menunjukkan linearitas sangat tinggi. Hal ini menandakan bahwa model orde dua semu jauh lebih sesuai dalam menggambarkan mekanisme adsorpsi kristal violet oleh adsorben karbon ampas kelapa. Dengan demikian, diketahui bahwa proses adsorpsi lebih sesuai dengan karakteristik model orde dua semu [12]. Annadurai et al., 2018 menggunakan kulit jeruk untuk adsorpsi kristal violet dengan kapasitas adsorpsi 14,3 mg/g [13].

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu kontak optimum diperoleh pada waktu 40 menit dengan nilai persen adsorpsi sebesar 96,63% dan kapasitas adsorpsi sebesar 4,83 mg/g. Kinetika adsorpsi mengikuti model orde dua semu dengan nilai R^2 sebesar 0,999.

PROSEDUR PENELITIAN

Alat dan bahan

Alat yang di pakai dalam penelitian ini terdiri dari peralatan gelas, botol vial, neraca analitik, tungku pembakaran, oven, *shaker* dan spektrofotometer UV-Vis. Bahan yang digunakan diantaranya kristal violet, aquades, dan alumunium foil.

Cara Kerja:

1. Pembuatan karbon ampas kelapa

Ampas kelapa dijemur dibawah sinar matahari sampai kering. Ampas kelapa dimasukkan kedalam tungku pembakaran selama 24 jam, sampai semua ampas kelapa menjadi karbon. Karbon ampas kelapa dikeringkan dalam oven selama 8 jam pada suhu 105°C. Karbon disimpan dalam wadah tertutup.

2. Pembuatan larutan standar

Larutan kristal violet 50 ppm diencerkan menjadi 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 ppm dalam labu ukur 10 mL. Larutan di ukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dari 400-800 nm. Data absorbansi diolah untuk membuat kurva kalibrasi standar.

3. Pengaruh waktu kontak adsorpsi

Larutan kristal violet 50 ppm dimasukkan kedalam botol vial yang telah berisi 0,2gram karbon ampas kelapa. Larutan dibiarkan selama satu malam, kemudian larutan di *shaker* dengan kecepatan 150 ppm. Dilakukan pengerjaan ini dengan variasi waktu 10; 20; 30; 40; 50; dan 60 menit. Larutan sisa adsorpsi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dari 400-800 nm.

DEKLARASI

Para Penulis tidak memiliki konflik dalam hal penulisan dan pendanaan.

INFORMASI TENTANG PENULIS

Para Penulis

Etriyanto Arman, Vicka Andini, Yoravika Dwiwibangga, Mega Elfia
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Bengkulu
jalan W.R. Supratman, Kandang Limun, Kota Bengkulu

PUSTAKA

- [1] Bonodikun B, Asriani PS, Budiyanto B. Preferensi konsumen ikan laut segar Bengkulu atas brand equity sebagai jaminan kualitas produk. *J Agrisep Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*. **2014**;13(1):35–43. doi:10.31186/jagrisep.13.1.35-43
- [2] Pravitasari GA. Pengaruh penambahan fermentasi ampas kelapa (*Cocos nucifera* L.) oleh ragi tempe sebagai campuran pakan terhadap bobot, rasio pakan, dan income over feed cost ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) [skripsi]. Jember: Universitas Jember; **2017**.
- [3] Singh NB, Nagpal G, Agrawal S, Rachna. Water purification by using adsorbents: a review. *Environ Technol Innov*. **2018**;11:187–240. doi:10.1016/j.eti.2018.05.006
- [4] Cheruiyot GK, Wanyonyi WC, Kiplimo JJ, Maina EN. Adsorption of toxic crystal violet dye using coffee husks: equilibrium, kinetics and thermodynamics study. *Sci Afr*. **2019**;5:e00116. doi:10.1016/j.sciaf.2019.e00116
- [5] Baunsele AB, Missa H. Kajian kinetika adsorpsi metilen biru menggunakan adsorben sabut kelapa. *Akta Kimindo*. **2020**;5(2):76–85.
- [6] Khan F, Shekhar C, Mondal T, Sabapathy M. Removal of industrial dye and pharmaceutical product using nano- and micron-sized PS rough particles studded with Pt nanoparticles. *J Clean Prod*. **2023**;400:136789. doi:10.1016/j.jclepro.2023.136789
- [7] Eslami H, Sedighi Khavidak S, Salehi F, Khosravi R, Fallahzadeh RA, Peirovi R, et al. Biodegradation of methylene blue from aqueous solution by bacteria isolated from contaminated soil. *J Adv Environ Health Res*. **2023**;5(1):11–15.
- [8] Patel H, Vashi RT. Adsorption of crystal violet dye onto tamarind seed powder. *E-J Chem*. **2010**;7(3):975–984. doi:10.1155/2010/346039
- [9] Verayana, Paputungan M, Iyabu H. Pengaruh aktivator HCl dan H₃PO₄ terhadap karakteristik (morfologi pori) arang aktif tempurung kelapa serta uji adsorpsi pada logam timbal (Pb). *J Entropi*. **2018**;13(1):67–75.
- [10] Sultana S, Islam K, Hasan MA, Khan HMJ, Khan MAR, Deb A, et al. Adsorption of crystal violet dye by coconut husk powder: isotherm, kinetics and thermodynamics perspectives. *Environ Nanotechnol Monit Manag*. **2022**;17:100651. doi:10.1016/j.enmm.2022.100651
- [11] Arman E, Siahaan LAB, Febrianti E, Sari AT, Reagen MA. Studi adsorpsi metilen biru menggunakan adsorben ampas tebu. *J Redoks: J Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*. **2025**;8(2).
- [12] Nurwidiyani R, Sigiyo CD, Putranto AM, Triawan DA. Adsorption study of carbon chitosan composite beads from ketapang fruit shell (*Terminalia catappa* L.) on methylene blue dyes. *J Sains dan Terapan Kimia*. **2024**;6(2):115–121.
- [13] Annadurai G, Juang RS, Lee DJ. Adsorption of heavy metals from water using banana and orange peels. *Water Sci Technol*. **2003**;47(1):185–190. doi:10.2166/wst.2003.0049