



Kinetika Adsorpsi Zat Warna *Metilen Blue* Menggunakan *Silika Xerogel* dari Abu Terbang (*Fly Ash*)

Annisa Haqqu^{1*}, Edi Nasra², Desy Kurniawati³

^{1, 2, 3} Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Indonesia.

E-mail: annisahaqqu562@gmail.com^{1*}, desychem@gmail.com²

Alamat Kampus: Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia.

*Korespondensi Penulis: annisahaqqu562@gmail.com

Abstract :Coal is an organic mineral from ancient plant remains that settles and goes through physical or chemical processes over a period of up to millions of years. Coal is used as a source of steam-powered electrical energy through combustion which produces fly ash waste. fly ash contains various chemical materials such as SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 . The potential chemical content makes fly ash which can be used as an adsorbent for heavy metals and dyes by forming silica xerogel. To increase the silica oxide content in fly ash, a washing process is carried out with various solvents. Research on the adsorption of methylene blue dye using silica xerogel from fly ash with variations in contact time. The results showed that silica xerogel from fly ash was able to adsorb methylene blue dye at a contact time of 90 minutes. Adsorption kinetics follows a pseudo second order model with an R^2 value that is better than pseudo first order. It can be seen that the R^2 value respectively shows a linear regression of 0.703 for pseudo first order and 1 for pseudo second order.

Keywords: Adsorption Kinetics, Methylene Blue, Silica Xerogel, Fly Ash.

Abstrak:Batubara merupakan mineral organik dari sisa-sisa tumbuhan purba yang mengendap dan mengalami proses fisika maupun kimia dalam kurun waktu hingga jutaan tahun. Batubara dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik bertenaga uap melalui pembakaran yang menghasilkan limbah abu terbang. Abu terbang mengandung berbagai bahan kimia seperti SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 . Kandungan kimia yang potensial tersebut menjadikan abu terbang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat dan zat warna dengan membentuk silika xerogel. Untuk meningkatkan kandungan silika oksida pada abu terbang, dilakukan proses pencucian dengan berbagai pelarut. Penelitian tentang adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan silika xerogel dari abu terbang dengan variasi waktu kontak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa silika xerogel dari abu terbang mampu mengadsorpsi zat warna metilen biru pada waktu kontak 90 menit. Kinetika adsorpsi mengikuti model pseudo orde dua dengan nilai R^2 yang lebih baik dibandingkan pseudo orde satu. Dapat dilihat bahwa nilai R^2 masing-masing menunjukkan regresi linier sebesar 0,703 untuk pseudo orde satu dan 1 untuk pseudo orde dua.

Kata Kunci: Kinetika Adsorpsi, Metilen Biru, Silika Xerogel, Abu Terbang.

1. PENDAHULUAN

Batu bara adalah mineral organik yang terbentuk dari sisa tumbuhan purba yang mengendap dan melalui berbagai macam keadaan baik itu secara fisika atau kimia dalam jangka waktu yang sangat lama hingga jutaan tahun. Batu bara dapat menjadi salah satu sumber energi listrik tenaga uap melalui proses pembakaran yang menghasilkan abu terbang atau fly ash. Dari data pada tahun 2005 terdapat hingga 350 juta ton abu terbang di dunia. Abu terbang tersebut sebelumnya hanya dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan konstruksi jalan, campuran dalam batu bata, dan beton. Namun penggunaan dari abu terbang

ini sendiri masih sangat rendah. Sebaliknya abu terbang mengandung berbagai materi kimia seperti SiO_2 ; Al_2O_3 ; Fe_2O_3 . Potensi kandungan kimia tersebut menjadikan abu terbang yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat zat warna. Namun, penggunaan abu terbang secara langsung baik untuk beton maupun adsorben memberikan permasalahan karena mengandung logam berat beracun seperti As, Ba, Hg, Cr, Ni, V, Pb, Zn and Se dapat dilepaskan ke lingkungan (Aisah, 2018).

Pencemaran lingkungan yang berasal dari limbah industri menjadi permasalahan yang perlu ditangani secara tepat dan ramah lingkungan. Polutan dalam limbah cair dapat dihilangkan melalui beberapa metode, seperti koagulasi, pengendapan, pertukaran ion, dan bioremediasi (Ngah et al., 2005). Metode koagulasi dilakukan dengan penambahan koagulan yang akan menghasilkan lumpur dalam jumlah besar sehingga dapat menimbulkan permasalahan baru (Rizqi dan Purnomo, 2014). Metode pertukaran ion hanya selektif untuk logam tertentu dan memerlukan biaya yang mahal (Aderhold et al., 1996). Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan metode alternatif lain yang efisien, mudah, dan murah untuk menangani masalah polutan di perairan yaitu adsorpsi.

Adsorpsi merupakan metode yang banyak dikembangkan untuk pengolahan limbah cair karena sederhana, relatif lebih murah, memiliki tingkat efisiensi yang tinggi, dan ramah lingkungan (Chen et al., 2015). Metode adsorpsi efektif untuk menurunkan kadar logam, zat warna, dan unsur-unsur kimia lainnya yang terdapat dalam air. Keberhasilan metode adsorpsi bergantung pada jenis dan kemampuan adsorben untuk mengikat molekul-molekul zat yang akan dipisahkan dari campuran (Nurdila et al., 2015). Salah satu upaya untuk mendapatkan adsorben yang relatif murah yaitu dengan memanfaatkan limbah abu terbang dari sisa pembakaran batubara. Abu terbang batubara dari pembangkit listrik tenaga uap dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki kandungan silika (SiO_2) sebesar 30,25-36,83% (PJB Paiton, 2002).

Tingginya kandungan silika dalam abu terbang batubara, maka banyak yang memanfaatkan abu terbang sebagai adsorben (Papandreou et al, 2011). Namun, kemampuan adsorpsi abu terbang masih tergolong rendah, sehingga perlu dimodifikasi menjadi bentuk material lain agar dapat meningkatkan kemampuan adsorpsinya. Berdasarkan penelitian Sulistiyo et al. (2017), silika gel yang disintesis dari abu terbang batubara menggunakan metode sol-gel memiliki kemampuan adsorpsi terhadap metilen biru 27,64% lebih baik dibandingkan fly ash dengan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 22,472 mg/g. Silika gel dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki struktur polimer berbentuk amorf serta memiliki sisi aktif berupa gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) (Hadi et al., 2013).

2. METODOLOGI PENELITIAN

a. Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia, refluks, oven, *Hot-Plate*, Shaker Termostat, Sentrifuge, pH Meter, dan Spektrofotometer Uv-vis.

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah silika Xerogel, abu terbang (*Fly ash*), aquadest, dan Metylen Blue.

c. Prosedur

Larutan metilen biru 200 mg/L (ppm) dimasukkan ke dalam erlenmeyer 125 ml sebanyak 25 mL. Erlenmeyer yang telah berisi larutan ditambahkan adsorben silika xerogel sebanyak 0,1 gram. Erlenmeyer yang berisi adsorbat dan adsorben di *shaker* dengan kecepatan 120 rpm dengan variasi waktu kontak 15, 30, 60, 90, dan 120 menit. Larutan disaring dan filtratnya diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer *visible*.

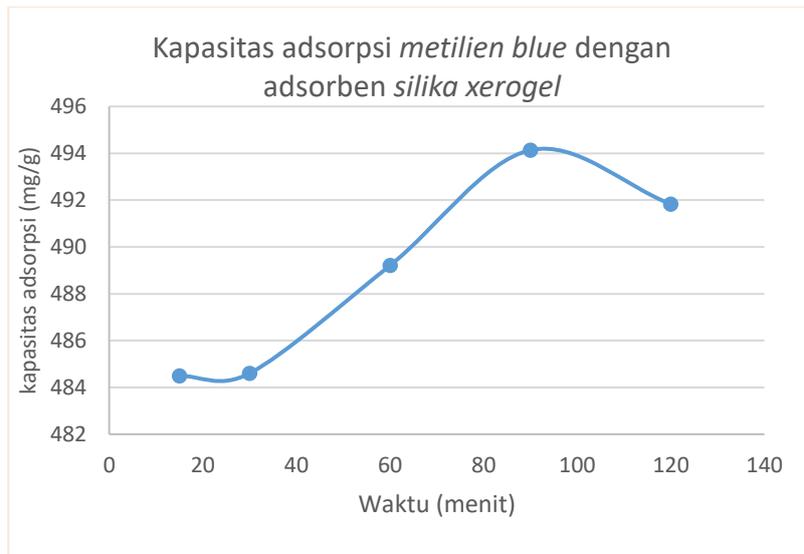
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Larutan Metilen Biru sebelum dan sesudah diadsorpsi oleh silika xerogel abu terbang diukur dengan spektrofotometer UV-VIS pada bilangan gelombang maksimal yaitu 664 nm. Pengujian kemampuan adsorpsi dilakukan menggunakan 0,1 gram silika xerogel untuk mengadsorpsi Metilen Biru. Larutan standar yang dipakai yaitu Metilen Biru yang diencerkan menjadi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm. Terlihat pada tabel di bawah ini data adsorbansi dari larutan standar yang digunakan.

Tabel 1. Adsorbansi larutan standar pada spektrofotometer UV-VIS

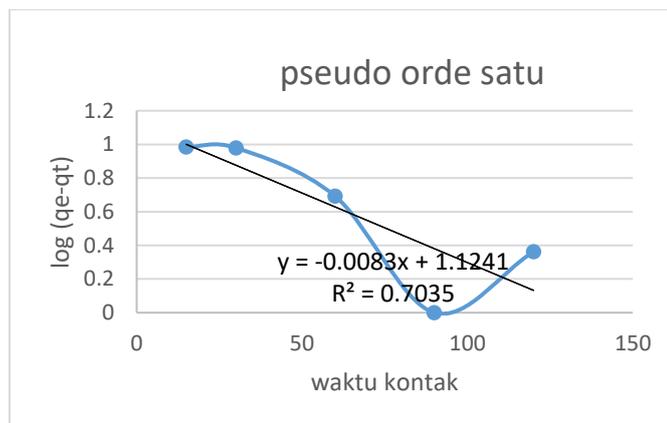
Konsentrasi (ppm)	Adsorbansi
2	0,143
4	0,375
6	0,569
8	0,864
10	1,060

Dari data tersebut terlihat bahwa semakin naik konsentrasi semakin tinggi juga adsorbansi nya. Setelah terbentuk kurva standar kita dapat melihat bagaimana pengaruh waktu kontak terhadap jumlah adsorpsi silika xerogel pada larutan metilen biru 25 ppm. Adapun variasi waktu kontak nya yaitu 15, 30, 60, 90, dan 120 menit.

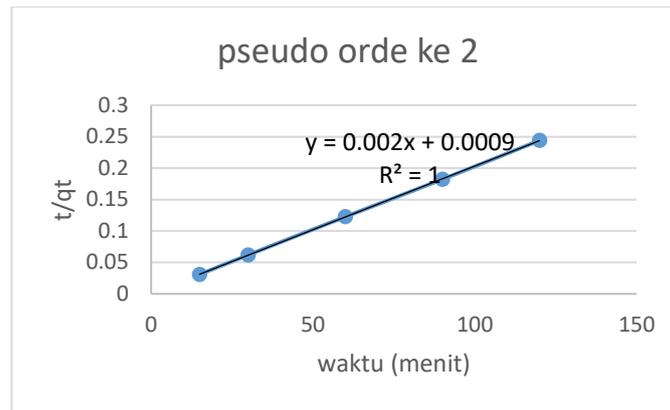


Gambar 1. Grafik hubungan konsentrasi mtilen biru terhadap watu kontak dengan silika xerogel

Dari gambar terlihat bahwa waktu optimal pengontakan adalah di waktu 90 menit, karena jumlah adsorbennya paling kecil yang mana larutan awal 25 ppm setelah 90 menit dikontakan konsentrasinya menjadi sebesar 4,32 ppm. Terjadinya penurunan zat yang terserap pada waktu kontak 120 menit terjadi karena interaksi yang lama antara adsorbat dengan adsorben yang menyebabkan zat warna yang sudah terikat pada gugus aktif silika xerogel terlepas kembali. Untuk kinetika adsorpsi zat warna Metilen Biru menggunakan silika xerogel di hitung menggunakan model pendekatan pseude rde satu dan peseude orde 2 yang ditunjukkan dengan grafik di bawah ini.



Gambar 2. Grafik pseudo orde satu



Gambar 3. Pseudo orde 2

Dari kedua gambar di atas terlihat bahwa nilai R^2 dari pseudo orde dua lebih baik daripada pseudo orde satu, secara berturut-turut menunjukkan regresi linier sebesar 0,703 untuk pseudo orde satu dan sebesar 1 untuk pseudo orde dua. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi melibatkan interaksi antara adsorben dan adsorbat. Sesuai dengan model adsorpsi lagmuir yaitu hanya terbentuk satu lapisan pada adsorben .

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Waktu optimum dalam proses adsorpsi zat warna metilen biru menggunakan silika xerogel dari abu terbang adalah 90 menit. kinetika adsorpsi mengikuti model pseudo orde dua dengan nilai R^2 yang lebih baik daripada pseudo orde satu terlihat bahwa nilai R^2 secara berturut-turut menunjukkan regresi linier sebesar 0,703 untuk pseudo orde satu dan sebesar 1 untuk pseudo orde dua.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dan ucapan terima kasih penulis berikan kepada dosen pengampu mata kuliah Analisa Terapan yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam penentuan tema , judul serta pengerjaan proyek yang benar kepada penulis, seta kepada asisten laboratorium dan semua rekan-rekan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aderhold, D., Williams, C. J., & Edyvean, R. G. J. (1996). The removal of heavy metal ions by seaweeds and their derivatives. *Bioresource Technology*, 58(1), 1–6.
- Aisah, S., Zulfikar, & Sulistiyo, Y. (2018). Sintesis silika gel berbasis fly ash batu bara PLTU Paiton. *Berkala Sainstek*, 1, 31–35.
- Chen, Q., He, Q., Lv, M., Xu, Y., Yang, H., Liu, X., & Wei, F. (2015). Selective adsorption of cationic dyes by UiO-66-NH₂. *Applied Surface Science*, 327(1), 77–85.
- Fauzi, A. H., & Lestari, E. (2022). Pengaruh aktivasi asam pada zeolit alam terhadap kemampuan adsorpsi ion Cu(II). *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 19(2), 98–104.
- Hadi, I., Arsa, M., & Sudiarta, I. W. (2013). Sintesis silika gel dari abu sekam padi dan abu limbah pembakaran batu-bata dengan metode presipitasi. *Jurnal Kimia*, 7(1), 31–38.
- Indrawati, R., & Hartati, H. (2020). Pemanfaatan limbah abu dasar sebagai adsorben dalam menurunkan konsentrasi logam berat Pb. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 19(3), 81–88.
- Lestari, D., & Pratama, Y. (2017). Studi kinetika adsorpsi Cr(VI) menggunakan silika hasil sintesis dari abu terbang. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 6(1), 27–34.
- Ngah, W. S. W., Ghani, S. A., & Kamari, A. (2005). Adsorption behaviour of Fe(II) and Fe(III) ions in aqueous solution on chitosan and cross-linked chitosan beads. *Bioresource Technology*, 96(1), 443–450.
- Nurdila, F. A., Asri, N. S., & Suharyadi, E. (2015). Adsorpsi logam tembaga (Cu), besi (Fe), dan nikel (Ni) dalam limbah cair buatan menggunakan nanopartikel cobalt ferrite (CoFe₂O₄). *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(55), 23–27.
- PT Pembangunan Jawa Bali Paiton. (2002). *Material Safety Data Sheet*. Probolinggo: PT Pembangunan Jawa Bali Unit Pembangunan Paiton.
- Putri, R. D., & Nugroho, H. (2019). Pengaruh variasi pH terhadap adsorpsi logam berat Zn menggunakan adsorben berbasis limbah padat. *Jurnal Sains dan Aplikasi*, 21(4), 224–230.
- Rizqi, H. D., & Purnomo, A. S. (2014). Biodegradasi pewarna metilen biru oleh *Daedalea dickinsii*. *Jurnal Seni dan Sains*, 2(1), 1–6.
- Sulistiyo, Y. A., Andriana, N., Piluharto, B., & Zulfikar. (2017). Silica gels from coal fly ash as methylene blue adsorbent: Isotherm and kinetic studies. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 12(2), 263–272.
- Taty, E. M., Supriyadi, A., & Suryani, L. (2021). Karakterisasi fly ash dan pemanfaatannya sebagai bahan adsorben logam berat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 27(1), 49–55.
- Widiastuti, A., & Astuti, Y. (2016). Adsorpsi logam berat Cr(VI) menggunakan silika dari abu sekam padi. *Jurnal Kimia Valensi*, 2(2), 123–130.
- Zulfikar, M. A., & Anggraini, R. (2018). Adsorpsi logam berat menggunakan karbon aktif dari limbah pertanian. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Lingkungan*, 10(1), 15–22.