



Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Karbon Baggase Tanpa Aktivasi

Dahlia Rosma Indah

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, NTB.

*Corresponding Author e-mail: dahliarosma@undikma.ac.id

Diterima: Februari 2022; Direvisi: Februari 2022; Dipublikasi: Maret 2022

Abstrak

Zat warna metilen biru merupakan pewarna sintesis yang secara luas digunakan pada industri kain tenun dan tekstil. Namun pemakaian pewarna metilen biru mempunyai dampak negatif bagi makhluk hidup yaitu pembuangan air bekas atau sisa pencelupan kain pada proses pewarnaan dilakukan secara langsung ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Padahal terdapat efek toksik dari sisa air metilen biru tersebut antara lain alergi, iritasi kulit, dan bersifat karsinogenik. Dari permasalahan tersebut diperlukan pengolahan untuk mengurangi pencemaran, salah satunya dengan teknik adsorpsi menggunakan adsorben. Karbon baggase adalah salah satu adsorben alami yang didapatkan dari proses karbonasi ampas tebu. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kapasitas adsorpsi menggunakan adsorben karbon baggase tanpa aktivasi dengan larutan kimia. Adapun zat warna yang digunakan sebagai adsorbat yaitu zat warna metilen biru yang merupakan limbah berbahaya berasal dari sebagian besar industri tekstil. Penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan keadaan optimum yang meliputi pH, waktu kontak, dan berat adsorben.. Hasil yang didapatkan yaitu adsorpsi metilen biru terjadi secara optimal pada pH 5 dengan waktu kontak 45 menit dan berat adsorben 2,0 gram dengan persentase adsorpsi sebesar 88,5 %.

Kata kunci: Adsorpsi, Metilen Biru, Karbon Baggase

Sitasi: Indah, D. R. (2022). Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Karbon Baggase Tanpa Aktivasi: *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*. 9 (1). 50-58.

PENDAHULUAN

Industri kain tenun tradisional khas Lombok saat ini mulai bangkit lagi setelah beberapa tahun belakangan sempat mengalami penurunan karena pandemi Covid-19 yang berdampak pada sektor pariwisatanya. Untuk pewarnaan, kain tenun khas Lombok ini menggunakan pewarna alami dan pewarna buatan. Pewarna alami berasal dari dedaunan, akar-akaran, biji-bijian, dan kulit pohon. Sedangkan untuk pewarna buatanya antara lain rodamin B, metilen biru, metilen violet, tartrazi, sunset yellow dan allura red (<https://mobillombok.com>). Metilen biru merupakan salah satu zat warna dasar dengan struktur senyawa kimia aromatik heterosiklik. Pewarna kationik biasanya digunakan pada awalnya untuk mewarnai sutra, kulit, plastik, kertas, dan dalam pembuatan cat dan tinta ukiran (Pathania, Sharma, and Singh, 2017). Sumber lain metilen biru dapat berasal dari industri kertas dan kosmetik. Kehadiran zat warna sangat mempengaruhi lingkungan karena efek toksiknya yang tinggi, dapat menyebabkan alergi dan iritasi kulit, serta dapat menyebabkan perubahan gen dan bersifat karsinogenik (Salazar et al.,2017). Selain efek tersebut, mekanisme pencemaran lain yaitu jika suatu area perairan tercemar metilen biru maka akan terjadi penghambatan terhadap penetrasi sinar matahari yang menyebabkan menurunnya tingkatan fotosintesis tumbuhan air dan mengganggu ekosistem air karena dapat

menyebabkan kurangnya kandungan oksigen terlarut. Paparan akut metilen biru bagi manusia dapat menyebabkan peningkatan detak jantung, muntah-muntah, dan sianosis pada manusia (Hashemian, Ardakani, and Salehifar, 2013).

Dampak negatif metilen biru dapat dicegah atau kurangi dengan berbagai metode diantaranya secara elektrokimia yang memanfaatkan elektroda kombinasi polivinil klorida dan karbon (C-PVC) (Riyanto, 2013), metode fotokatalitik untuk mendegradasi metilen biru memanfaatkan katalis TiO₂ (Zuo et al, 2014). Sedangkan metode lain yang cukup efektif adalah metode adsorpsi. Adsorpsi metilen biru dapat dilakukan menggunakan berbagai jenis adsorben diantaranya kitosan dan kitin, cangkang telur (Badriyah dan Putri, 2018), limbah daun teh (Hameed, 2019), kulit pisang (Fitriani, 2015), dan selulosa alang-alang (Huda dan Yulitaningsih, 2018).

Adsorpsi merupakan salah satu metode yang murah dan efektif dalam mengurangi dampak negatif lingkungan akibat pencemaran oleh zat warna maupun logam berat. Banyak bahan alam yang digunakan untuk mengadsorpsi zat warna maupun bahan pencemar lain contohnya adsorpsi senyawa fenol dari karbon aktif batok kelapa (Kulkarni et. al., 2013), adsorpsi 2-klorofenol dan 2, 4, 6-triklorofenol menggunakan sabut kelapa (Priyanka, Sudesh, and Kunwar, 2014), adsorpsi zat warna menggunakan limbah bahan pertanian (Adegoke and Bello, 2015), adsorpsi logam berat Pb menggunakan kaolin (Ferama, Suprpto, dan Prasetyoko, 2020), pemanfaatan pektin dari kulit jeruk untuk adsorpsi logam berat kromium (Nugraheni dkk, 2018), dan adsorpsi tembaga menggunakan limbah pertanian (Hansen, Arancibia, and Gutierrez, 2010).

Karbon aktif adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Bahan alam yang mengandung banyak unsur karbon dalam bentuk persenyawaan organik dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Jaguaribe, dkk., (2015) meneliti tiga karbon aktif yang dibuat dari bahan yang berbeda yaitu tempurung kelapa, batang pohon aren, dan *bagasse* (ampas tebu). Diantara ketiga karbon aktif tersebut yang memiliki karakteristik dan daya serap terhadap klorin yang paling baik adalah karbon aktif dari *bagasse*.

Bagasse atau ampas tebu adalah hasil limbah dari industri gula atau pembuatan minuman dari air tebu yang belum termanfaatkan secara optimal sehingga membawa masalah tersendiri bagi lingkungan karena dianggap sebagai limbah. Secara kimiawi, komponen utama penyusun *bagasse* adalah serat yang di dalamnya terkandung gugus selulosa, poliosa seperti hemiselulosa, lignoselulosa, dan lignin. Dari komponen penyusun *bagasse* tersebut, diharapkan *bagasse* dalam menyerap ion logam karena memiliki serat dan pori-pori yang cukup besar dalam menampung gula yang sebelumnya terkandung dalam ampas tebu tersebut. Karbon *bagasse* yang dibuat melalui tahap pirolisis (proses karbonasi) pada suhu tertentu dapat dijadikan alternatif adsorben untuk menyerap ion logam (Apriliani, 2010). Pori-pori karbon akan lebih terbuka saat aktivasi sehingga luas permukaan karbon akan semakin besar yang menyebabkan lebih banyak molekul teradsorpsi. Aktivasi secara kimia dapat dilakukan dengan basa seperti natrium hidroksida (NaOH) yang menyebabkan pengotor terbawa oleh zat pengaktif (Purnawan, dkk., 2014).

Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan penelitian adsorpsi metilen biru menggunakan karbon aktif dari ampas tebu atau baggase. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan kondisi optimum serta persentase adsorpsi optimum metilen biru oleh adsorben karbon baggase.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini berupa *eksperiment* (percobaan) yang akan dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan Undikma.

Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set alat Spektrofotometer Uv-Vis, magnetik plate stirrer, pH meter, furnace, ayakan 100 mesh, neraca analitik Mettler AE 100, oven, blender, gelas beker, erlenmeyer, labu ukur, pipet ukur, pipet volume, dan corong gelas.

b. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu limbah baggase atau ampas tebu (diambil dari penjual minuman sari tebu), Metilen Biru, Natrium Hidroksida (NaOH), Asam Klorida (HCl) 0,1 M, akuades, dan kertas saring.

Prosedur Kerja

a. Preparasi Adsorben Karbon Baggase.

Bagasse yang telah kering dibakar dengan api kecil dan dalam ruang tertutup hingga semua bagasse berubah menjadi karbon, kemudian dipanaskan dalam furnace pada suhu 500 °C sampai tidak terbentuk asap. Karbon yang telah terbentuk diayak pada ayakan 100-200 mesh, kemudian disaring dan residunya dicuci dengan akuades sampai filtrat hasil pencucian netral. Setelah itu karbon dikeringkan pada suhu 110 °C dan terakhir dipanaskan dalam tungku furnace pada suhu 500 °C selama 1 jam.

b. Pengukuran Adsorpsi Metilen Biru pada Variasi pH

Pengukuran adsorpsi maksimum pada variasi pH dilakukan dengan menyiapkan larutan metilen biru dengan konsentrasi 10 ppm sebanyak 20 mL. Sebanyak 5 wadah penampung disiapkan kemudian ke dalam wadah-wadah tersebut dimasukkan masing-masing larutan metilen biru 10 ppm 20 mL. Wadah yang telah terisi larutan metilen biru tersebut kemudian diatur pH larutannya dengan penambahan larutan HCl 0,1 M atau NaOH 0,1 M sampai tercapai variasi pH 3, 4, 5, 6, dan 7. Selanjutnya masing-masing wadah ditambahkan 2 gram karbon baggase teraktivasi, dikocok dan didiamkan selama 60 menit. Setelah semua larutan siap maka dapat dilakukan penyaringan untuk memisahkan residu adsorben dan filtrat. Filtrat yang merupakan adsorbat kemudian diukur absorbansinya untuk mengetahui besarnya kapasitas adsorpsi metilen biru oleh adsorben karbon baggase teraktivasi, yang kemudian dijadikan pH optimum.

c. Pengukuran Adsorpsi Metilen Biru dengan Variasi Waktu Kontak

Penentuan waktu kontak dilakukan dengan mengambil sebanyak masing-masing 20 mL larutan metilen biru 10 ppm dan dimasukkan ke dalam 5 wadah yang berbeda. Setelah diisi dengan larutan metilen biru kemudian dimasukkan karbon baggase teraktivasi sebanyak 2 gram untuk tiap wadah. Tingkat keasaman

larutan metilen biru diatur menggunakan pH optimum. Wadah yang telah berisi adsorben dan larutan metilen biru selanjutnya diukur absorbansinya dengan variasi waktu kontak selama 15, 30, 45, 60 dan 75 menit.

d. Pengukuran Adsorpsi Metilen Biru dengan Variasi Berat Adsorben

Penentuan berat adsorben dilakukan dengan mengambil sebanyak masing-masing 20 mL larutan metilen biru 10 ppm dan dimasukkan ke dalam 5 wadah yang berbeda. Tingkat keasaman larutan metilen biru diatur menggunakan pH optimum. Setelah diisi dengan larutan metilen biru kemudian masing-masing wadah dimasukkan karbon baggase sebanyak 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 2,5 gram. Selanjutnya dikocok pada waktu kontak optimum dan diukur absorbansinya.

Teknik Analisis Data

Kapasitas adsorpsi metilen biru dianalisis menggunakan *Spektrofotometer Uv-Vis*. Banyaknya metilen biru yang teradsorpsi dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kapasitas adsorpsi (\%)} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

C_0 = konsentrasi sebelum teradsorpsi.

C_e = konsentrasi setelah teradsorpsi.

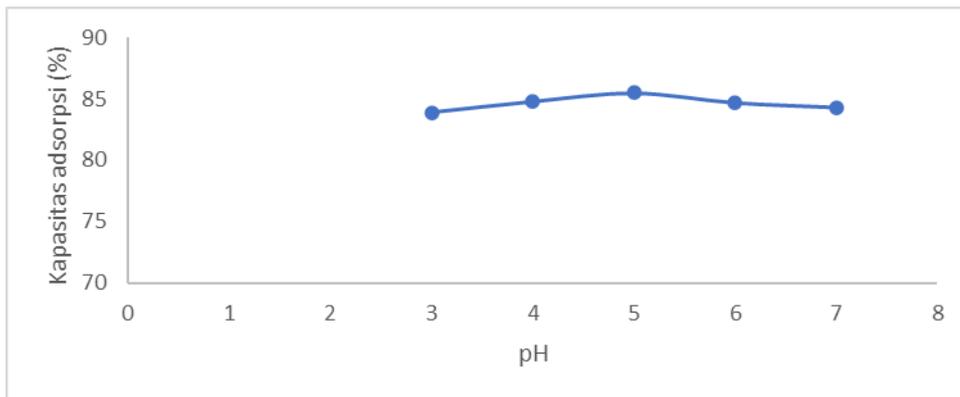
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Preparasi Karbon Baggase

Karbon baggase yang akan dijadikan sebagai adsorben diambil dari limbah ampas tebu yang ada di Kota Mataram. Limbah tersebut diperoleh dari pedagan kaki lima yang berjualan minuman es sari tebu. Ampas tebu yang diambil kemudian dibersihkan dan dijemur di bawah sinar matahari. Bagasse yang telah kering dibakar dengan api kecil dan dalam ruang tertutup hingga semua bagasse berubah menjadi karbon, kemudian dipanaskan dalam furnace pada suhu 500 °C sampai tidak terbentuk asap. Karbon yang telah terbentuk diayak pada ayakan 100-200 mesh, kemudian disaring dan residunya dicuci dengan akuades sampai filtrat hasil pencucian netral. Setelah itu karbon dikeringkan pada suhu 110 °C dan terakhir dipanaskan dalam tungku furnace pada suhu 500 °C selama 1 jam. Pencucian adsorben dimaksudkan untuk menghilangkan material pengotor yang kemungkinan besar berada pada adsorben karena ampas tebu tersebut diambil dari sisa tebu yang sudah diambil sarinya.

2. Pengaruh pH pada Adsorpsi Metilen Biru

Penentuan pH optimum sangat penting dalam proses adsorpsi karena pH larutan akan berpengaruh besar terhadap aktivitas gugus fungsi pada adsorben dalam proses adsorpsi. Kondisi pH akan memberikan gambaran muatan pada permukaan adsorben sebab pH menentukan tingkat ionisasi larutan. Berdasarkan data hasil perhitungan dapat diketahui bahwa pH optimum untuk metilen biru yaitu pH 5 dengan jumlah larutan zat warna metilen biru yang teradsorpsi sebesar 85,5 % seperti terlihat pada Gambar 1.

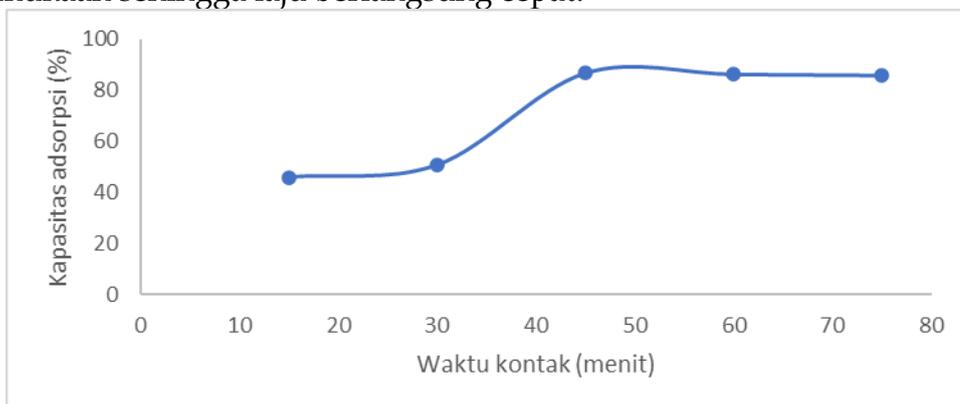


Gambar 1. Pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi metilen biru

Gambar 1 menunjukkan bahwa sebenarnya pada kondisi asam maupun basa konsentrasi metilen biru terserap oleh adsorben tidak menunjukkan perbedaan yang terlalu signifikan. Pada pH 6 dan 7 kapasitas adsorpsi metilen biru masih tinggi yaitu 84,7% dan VD 84,3 %. Pada keadaan pH netral efisiensi adsorpsi masih tergolong tinggi, hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi sebagian besar akan terjadi melalui gaya van der Waals dan tidak akan terpengaruh oleh interaksi elektrostatis (Beltrán-Suito et al., 2019).

3. Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi

Waktu kontak optimum menunjukkan waktu yang dibutuhkan adsorben untuk mengadsorpsi ke permukaan metilen biru secara maksimum. Dari hasil penelitian sesuai pada Gambar 2 terlihat bahwa proses adsorpsi metilen biru pada waktu kontak awal yaitu 15, 30, dan 45 menit mengalami kenaikan yang cukup tinggi karena pada awal adsorpsi seluruh permukaan pori masih kosong dan molekul zat warna akan menempel dan membentuk suatu lapisan pada permukaan sehingga laju berlangsung cepat.



Gambar 2. Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi metilen biru

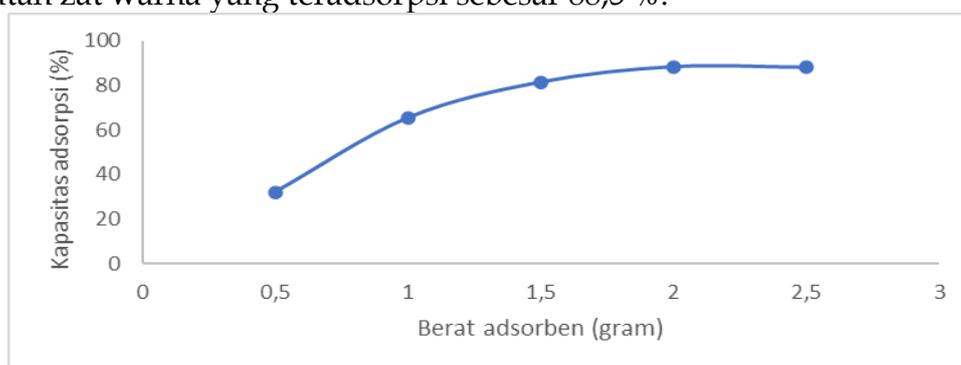
Pada Gambar 2 terlihat bahwa karbon baggase mampu mengadsorpsi larutan zat warna metilen biru dengan jumlah maksimal pada waktu kontak 45 menit yaitu sebesar 86,7 %. Dari data tersebut dapat diasumsikan bahwa semakin lama waktu kontak maka permukaan kosong adsorben akan semakin berkurang. Hal ini akan menyebabkan kemampuan adsorben untuk menyerap molekul zat warna menurun, bersamaan dengan ini laju pelepasan kembali molekul zat warna justru meningkat hingga mencapai suatu kesetimbangan (Tabak et al., 2010).

Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa adsorben telah mencapai waktu kontak optimum.

Adsorpsi larutan zat warna metilen biru setelah melebihi waktu 45 menit mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena ketika telah mencapai waktu kontak optimum maka adsorben terlalu banyak mengalami desorpsi diakibatkan sisi aktif yang tersedia pada permukaan adsorben berkurang karena larutan zat warna membentuk suatu lapisan baru di permukaan adsorben sehingga menutupi lapisan adsorben. Jadi ketika telah melebihi waktu kontak optimum maka daya adsorpsi karbon baggase akan berkurang. Selain itu ketika telah mencapai waktu kontak optimum maka seluruh zat warna telah diserap oleh adsorben.

4. Pengaruh Berat Adsorben Karbon Baggase

Penentuan berat adsorben optimum dilakukan untuk mengetahui pengaruh daya serap adsorben terhadap zat warna sebab berat adsorben akan mempengaruhi gugus aktif dari adsorben itu sendiri. Berdasarkan data hasil perhitungan diketahui bahwa berat adsorben optimum karbon baggase untuk mengadsorpsi larutan zat warna metilen biru adalah 2 gram dengan jumlah larutan zat warna yang teradsorpsi sebesar 88,5 %.



Gambar 3. Pengaruh berat adsorben terhadap kapasitas adsorpsi metilen biru

Berdasarkan Gambar 3 pada larutan zat warna metilen biru memiliki berat adsorben optimum 2 gram. Hal ini menunjukkan semakin banyak adsorben yang dimasukkan pada proses adsorpsi maka akan semakin besar pula daya serap adsorben. Hal ini dikarenakan penambahan berat adsorben akan meningkatkan jumlah partikel dan luas permukaan arang aktif sehingga menyebabkan permukaan adsorben yang mengikat zat warna semakin bertambah. Namun ketika jumlah adsorben melebihi berat optimum kemampuan adsorpsi karbon baggase pun menurun karena jika pori-pori adsorben yang tidak terikat dengan zat warna akan mengikat kandungan air pada zat warna tersebut. Hal ini akan mengakibatkan adsorben larut dengan air dan larutan zat warna akan berwarna sama dengan warna adsorben (Nurafriyanti et al., 2017).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian adsorpsi metilen biru menggunakan karbon baggase tanpa aktivasi dianalisis menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis dapat disimpulkan bahwa proses adsorpsi berlangsung optimum pada pH 5, waktu

kontak adsorpsi 45 menit dengan menggunakan berat adsorben 2 gram yang menghasilkan kapasitas adsorpsi optimum sebesar 88,5 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegoke, K. A. and O. S. Bello. 2015. Dye sequestration using agricultural wastes as adsorbents. *Water Resour. Ind.* 12 (1) : 8-24.
- Apriliansi. 2010. Pemanfaatan Arang dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah. *Skripsi*. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Badriyah, L and M. P. Putri. 2018. Kinetika Adsorpsi Cangkang Telur pada Zat Warna Metilen Blue. *Alchemy*. 5(3) : 85-91.
- Baunsele, A. B dan Missa, H. 2020. Kajian Kinetika Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Sabut Kelapa. *Akta Kim. Indonesia*. 5 (2) : 76-85.
- Beltrán-Suito, R., Pinedo-Flores, A., Bravo-Hualpa, F., Ramos-Muñoz, J., dan Sun-Kou, M. del R. 2019. Adsorption of N,N-dimethylamine from aqueous solutions by a metal organic framework, MOF-235. *Journal of Dispersion Science and Technology*.40(6) : 901-908.
<https://doi.org/10.1080/01932691.2018.1489275>
- Ernawati, Mafliah, I., Ubung, I., Podung, P. N., Nurbaiti, W., dan Lestari, S. 2021. Adsorpsi Metilen Biru dengan Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Jurusan FMIPA UNMUL*. 173-179
- Ferama S, M. E., S. Suprpto, and D. Prasetyoko. 2020. Adsorpsi Pb²⁺ menggunakan Sodalit dari Kaolin Bangka Belitung. *Akta Kim. Indonesia*. 5 (1) : 1-7.
- Fitriani, D., D. Oktiarni, and Lusiana. 2015. Pemanfaatan Kulit Pisang Sebagai Adsorben Zat Warna Methylene Blue. *J. Gradien*. 11(2) : 1091- 1095.
- Hameed, B.H. 2009. Spent tea leaves: A new non-conventional and low-cost adsorbent for removal of basic dye from aqueous solutions. 161(1) : 753-759.
- Handoko, C.T., Yanti, T.B., Syadiyah, H., dan Marwati, S. 2013. Penggunaan Metode Presipitasi Untuk Menurunkan Kadar Cu dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede. *Jurnal Penelitian Saintek*. 18 (2) : 51-58.
- Hansen, H. K., F. Arancibia, and C. Gutiérrez. 2010. Adsorption of copper onto agriculture waste materials. *J. Hazard. Mater.* 180 (1) : 442-448.
- Hashemian, S., M. K. Ardakani, and H. Salehifar. 2013. Kinetics and Thermodynamics of Adsorption Methylene Blue onto Tea Waste/CuFe₂O₄ Composite. *Am. J. Anal. Chem.* 28(2) : 56-66
<https://mobillombok.com/info-lombok/industri-kerajinan-di-lombok.html>
- Huda, T and T. K. Yulitaningtyas. 2018. Kajian Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Selulosa dari Alang-alang. *Indonesian J. Chem. Anal.* 1 (1) : 9-19.
- Jaguaribe, E.F., Medeiros, L.L., Barreto, M.C.S., and Araujo, L.P. 2015. *The Performance of Activated Carbons from Sugarcane Bagasse, Babassu, and Coconut Shells in Removing residual Chlorine*. Brazil.
- Kargi, F. and Cikla, S. 2016. Biosorption of Zinc (II) Ions Onto Powdered Waste Sludge (PWS) : Kinetics and Isotherms. *Enzyme and Micobial Technology*. 38(5) : 705-710.

- Kaur S., Walia T.P.S., and Mahajan R.K. 2008. Comparative Studies of Zink, Cadmium, Lead, and Copper on Economically Viable Adsorbents. *Journal Environ. Eng. Sci.* 7 :1-8.
- Kulkarni, S. J., R. W. Tapre, S. V. Patil, and M. B. Sawarkar. 2013. Adsorption of phenol from wastewater in fluidized bed using coconut shell activated carbon. *Procedia Eng.* 51(1) : 300–307.
- Notoatmodjo, S. 2010. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Nugraheni, Z. V., W. P. Utomo, Q. A'yuni, N. A. Agustina, J. Kholik, and C. Puspita. 2018. Penggunaan Pektin Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinesis*) sebagai Absorben untuk Mengurangi Kadar Ion Kromium (VI) pada Sampel Air Sungai Jagir. *Akta Kim. Indones.* 3 (1) : 112- 120.
- Nurafriyanti, N., Prihatini, N. S., dan Syauqiah, I. 2017. Pengaruh Variasi pH dan Berat Adsorben dalam Pengurangan Konsentrasi Cr Total pada Limbah Artifisial Menggunakan Adsorben Ampas Daun Teh. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*. 3(1).
- Pathania, D., S. Sharma, and P. Singh. Removal of Methylene Blue by Adsorption onto Activated Carbon Developed from *Ficus Carica* Bast. 2017. *Arab. J. Chem.* Vol. 10, pp. S1445– S1451
- Priyanka, O., R. Sudesh, and S. Kunwar. 2014. Modified coconut fiber used as adsorbent for the removal of 2- chlorophenol and 2,4 ,6- trichlorophenol from aqueous solution. *South African J. Chem. Eng.* 19 (1) : 1–21.
- Purnawan, C., Tri M., dan Shofiatul A. 2014. Penurunan Kadar Protein Limbah Cair Tahu dengan Pemanfaatan Karbon Bagasse Teraktivasi. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 21 (2) : 143-148.
- Riyanto. 2013. Pengolahan Limbah Zat Warna Industri Batik Dengan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Komposit Karbon (C-PVC). *Posiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*. pp 107-113
- Roto, R., Indah, D.R., dan Kuncaka, A. 2015. Hydrotalsit Zn-Al-EDTA Sebagai Adsorben Untuk Polutan Ion Pb (II) di Lingkungan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 22 (2) : 226-232.
- Salazar-Rabago, J.J., R. Leyva-Ramos, J. Rivera-Utrilla, R. Ocampo-Perez, and F. J. Cerino-Cordova. Biosorption mechanism of Methylene Blue from Aqueous Solution onto White Pine (*Pinus durangensis*) sawdust: Effect of Operating Conditions. 2017. *Sustain. Environ. Res.* 27(1): 32–40.
- Selvi, K., Pattabhi S and Kardivelu K. 2011. Removal of Cr(VI) from Aqueous Solution by Adsorption Onto Activated Carbon. *Bioresour Technol.* Vol 80 : 87-89.
- Shofa. 2012. Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida. *Skripsi*. Jakarta : Fakultas Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- Tabak, A., Afsin, B., dan Emirik, M. 2019. *Adsorption of Reactive Red 120 from aqueous solutions by cetylpyridinium-bentonite* Ahmet Tabak , a * Nimet Baltas , a Beytullah Afsin , b Mustafa Emirik , a. May 2019. <https://doi.org/10.1002/jctb.2416>

- Tandy, E., Fahmi, I., and Hamidah. 2012. Kemampuan Adsorben Limbah Lateks Karet Alam Terhadap Minyak Pelumas dalam Air. *Jurnal Teknik Kimia*. 1 (2) : 70-75.
- Wahjuni, N.S., Danny, A., dan Desty, R. 2015. Perbandingan Tingkat Adsorpsi Chitin dan Karbon Aktif dalam Menjerap Logam Chromium dalam Tangki Berpengaduk. *Seminar Teknik Kimia Fakultas Teknik UNS, Surakarta*. Hal. 71-76.
- Zuo, R. 2014. Photocatalytic degradation of methylene blue using TiO₂ impregnated diatomite. *Adv. Mater. Sci. Eng.* 45(1) : 86-96.