

EDUKASI PENANGGULANGAN LIMBAH BATIK DAN POTENSI BAHAYA YANG DITIMBULKAN KEPADA PENGRAJIN BATIK DI KOTA JAMBI

**Rainiyati¹⁾, Ahmad Riduan²⁾, Sarah Fiebrina Heraningsih³⁾, Badariah⁴⁾,
Hazimi Bimaruci Hazrati Havidz⁵⁾, Saldi Yulistian⁶⁾**

^{1,2)} Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

³⁾ Program Studi Teknik Kimi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

⁴⁾ Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri
Sulthan Thaha Saifuddin Jambi

⁵⁾ Jurusan Akuntansi, Universitas Bina Nusantara

⁶⁾ Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Sulthan Thaha Saifuddin Jambi

sarah@unja.ac.id

Abstract

The Batik industry is a growing industry in the field of textile dyeing. There are many batik craftsmens in Jambi Province, but the way to processed batik waste limited due to a lack of education about the dangers of batik waste. This community service aims to provide education to batik craftsmens about the dangers of batik waste. In this community service, alternative ways of processing batik waste are explained before discharged into the environment. The results of this service are increasing public awareness of the dangers of batik waste and increasing understanding of how to process batik waste before discharged into the environment.

Keywords: batik waste, batik wastewater, batik wastewater treatment.

Abstrak

Industri Batik ialah industri yang sedang berkembang dalam bidang pewarnaan tekstil. Pengrajin batik di Propinsi Jambi sangat banyak, akan tetapi pengolahan limbah batik masih sangat terbatas dikarenakan kurang nya edukasi akan bahaya limbah batik. Pengabdian ini bertujuan untuk memberikan edukasi kepada pengrajin batik akan bahaya limbah batik. Pada pengabdian ini juga dijelaskan alternatif cara pengolahan limbah batik sebelum dibuang ke lingkungan. Hasil dari pengabdian mampu menambah wawasan masyarakat akan bahaya limbah batik dan memahami cara pengolahannya.

Keywords: bahaya limbah batik, limbah batik, pengolahan limbah batik, sosialisasi limbah batik.

PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu kerajinan khas dari daerah Jambi yang telah mendapat pengakuan UNESCO sebagai warisan budaya dunia dari Indonesia. Di balik perkembangan industri batik yang termasuk dalam sektor tekstil, terdapat permasalahan

lingkungan yang cukup serius, yaitu limbah cair dalam jumlah besar yang dihasilkan dari proses pewarnaan. Limbah tersebut mengandung senyawa organik dan bahan kimia sintetis yang sulit terurai oleh proses biodegradasi alami, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan, terutama pada badan air. Dalam proses

produksi batik, senyawa kimia yang biasa digunakan antara lain remazol hitam, kuning keemasan, dan merah.

Zat warna ini hanya terserap sekitar 5% dalam bahan batik, sedangkan sekitar 95% sisanya berakhir sebagai limbah cair. Sifat kimia dari zat warna tersebut yang stabil dan sulit diuraikan menjadikannya berbahaya bagi lingkungan apabila terkonsentrasi tinggi, karena dapat meningkatkan parameter kualitas air seperti BOD (Biochemical Oxygen Demand), TSS (Total Suspended Solids), dan COD (Chemical Oxygen Demand). (Rashidi et al., 2012)

Wilayah Kecamatan Danau Teluk yang menjadi pusat aktivitas usaha kerajinan batik di Kota Jambi memiliki lokasi yang sangat dekat dengan Sungai Batanghari. Minimnya pemahaman dan sosialisasi mengenai dampak buruk limbah pewarna batik mengakibatkan masyarakat sering membuang limbah secara langsung ke lingkungan sekitar sungai. Praktik pembuangan limbah yang tidak terkelola ini tidak hanya mencemari lingkungan, tetapi juga menyebabkan bau tidak sedap yang mengganggu kenyamanan warga. Survei lapangan menunjukkan bahwa limbah batik tersebut bahkan dibuang di area pembangunan gedung di sekitar lokasi usaha, yang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi penghuni bangunan tersebut di masa depan.



Gambar 1. Ilustrasi pembuangan limbah cair (effluent) yang mengandung zat warna dari proses batik secara langsung ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

Saat ini, industri batik di Kota Jambi sedang mengalami peningkatan permintaan yang signifikan. Hal ini merupakan indikasi positif bagi pengembangan dan promosi produk kerajinan daerah, namun sekaligus menimbulkan konsekuensi berupa meningkatnya volume limbah batik yang dihasilkan. Data dari survei yang dilakukan oleh tim pengabdian menunjukkan bahwa satu unit usaha menghasilkan sekitar 500 liter limbah batik per hari. Kondisi ini memunculkan kekhawatiran akan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar, khususnya pada ekosistem Sungai Batanghari.

Untuk menanggapi permasalahan tersebut, tim pengabdian dari Fakultas Pertanian Universitas Jambi mengambil inisiatif untuk melaksanakan program sosialisasi mengenai bahaya limbah batik serta metode penanggulangannya. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran pelaku usaha dan masyarakat sekitar guna mengurangi dampak pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah industri batik.





Gambar 2. Pembuangan Limbah di lokasi pembangunan

Banyak pewarna yang digunakan dalam industri batik berpotensi karsinogenik, mutagenik, dan beracun bagi manusia dan spesies akuatik (Hazzaa & Hussein, 2015). Di antara dampak lingkungan mereka, masalah utama terkait dengan pengurangan cahaya ke lingkungan perairan, yang pada gilirannya menyebabkan penurunan aktivitas fotosintesis (Reife & Freeman, 1996). Pembuangan sejumlah besar limbah yang terkontaminasi pewarna ke lingkungan mengancam flora dan fauna air serta kesehatan manusia bahkan dalam jumlah yang sedikit (Körbahti & Tanyolaç, 2008).

Tim pengabdian menyadari bahaya dari limbah batik, berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan. Oleh karena itu tim pengabdian memberikan sosialisasi dan saran cara-cara penanggulangan limbah batik pada pengrajin batik di kota Jambi. Hal ini diharapkan dapat mengedukasi pengrajin batik untuk lebih berhati-hati dalam membuang limbahnya serta dapat memberikan pengetahuan cara-cara untuk dapat mengolah limbah batik sebelum dibuang ke lingkungan. Harapan dari program pengabdian ini, limbah batik di kota Jambi dapat diselesaikan dengan baik demi kenyamanan bersama.

METODE

Program pengabdian sosialisasi bahaya limbah batik dan cara

penanggulangannya ini dilaksanakan di kecamatan Danau Teluk Kota Jambi pada bulan Agustus 2021. Kegiatan ini diawali dengan survey tim pengabdian ke lokasi untuk melihat keadaan masyarakat dan pembuangan limbah dari pengrajin sekitar. Dari beberapa lokasi, didapati bahwa masih ada pengrajin batik yang membuang limbah secara langsung ke lingkungan. Lalu tim pengabdian mengadakan pertemuan antara tim pelaksana pengabdian fakultas pertanian universitas jambi dengan beberapa pemimpin unit usaha batik dengan kegiatan awal penjelasan umum mengenai program pengabdian yang akan dilaksanakan Tim pengabdian fakultas pertanian Universitas Jambi serta penentuan waktu untuk pelaksanaan kegiatan sosialisasi.

Selanjutnya pada waktu yang telah ditentukan, dilakukan pemberian materi melalui kegiatan sosialisasi bahaya limbah batik dan tim pengabdian juga menjelaskan cara- cara untuk mengolah limbah batik sebelum dibuang ke lingkungan. Tim pengabdian juga melakukan tanya jawab dengan pemimpin unit usaha batik untuk mengetahui pemahamannya mengenai bahaya dan resiko pembuangan limbah batik secara langsung ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Beberapa pimpinan unit usaha batik ada yang telah melakukan upaya pengolahan sederhana untuk limbah batiknya, namun belum maksimal. Oleh karena itu tim pengabdian juga melakukan peninjauan langsung ke lokasi pengolahan air limbah tersebut. Tim pengabdian menyadari bahaya dari limbah batik, berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan. Oleh karena itu tim pengabdian memberikan sosialisasi dan saran cara-cara penanggulangan limbah batik pada pengrajin batik di kota

Jambi. Hal ini diharapkan dapat mengedukasi pengrajin batik untuk lebih berhati-hati dalam membuang limbahnya serta dapat memberikan pengetahuan cara-cara untuk dapat mengolah limbah batik sebelum dibuang ke lingkungan. Harapan dari program pengabdian ini, limbah batik di kota Jambi dapat diselesaikan dengan baik demi kenyamanan bersama. Bagian metode ini harus dapat menjelaskan metode pengabdian yang digunakan, termasuk bagaimana prosedur pelaksanaannya. Alat, bahan, media atau instrumen pengabdian harus dijelaskan dengan baik. Jika perlu dan penting, ada lampiran mengenai kisi-kisi dari instrumen atau penggalan bahan yang digunakan sekedar memberikan contoh bagi para pembaca.

Sumber rujukan sedapat mungkin merupakan pustaka-pustaka terbitan 10 tahun terakhir. Rujukan yang diutamakan adalah sumber-sumber primer berupa laporan pengabdian (termasuk skripsi, tesis, disertasi) atau artikel-artikel pengabdian dalam jurnal dan/ atau majalah ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Semua kegiatan diselenggarakan sesuai dengan metode pelaksanaan yang telah ditetapkan, yang meliputi tahapan survey, pertemuan awal, sosialisasi, monitoring dan pelaporan. Jenis kegiatan yang dilakukan adalah sosialisasi mengenai bahaya limbah batik dan cara-cara penanggulangannya, di kecamatan Danau Teluk, Kota Jambi. Waktu pelaksanaan kegiatan sosialisasi adalah pada tanggal 02 Agustus November 2021, selama 2,5 jam. Materi diberikan oleh tim pelaksana Pengabdian Pada Masyarakat dengan metode ceramah dan diskusi.

Ada dua pokok bahasan yang disampaikan oleh tim pengabdian, yang

pertama mengenai bahaya limbah batik dan selanjutnya berupa cara-cara penanggulangan limbah batik. Industri batik yang merupakan industri pencelupan tekstil dikenal sebagai kegiatan pencemar air pertama dan industri yang paling intensif secara kimia di bumi (Silva et al., 2018). Komposisi kimia dalam limbah tekstil sangat beragam karena berbagai bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan tekstil. Berdasarkan penelitian terdahulu, selain pewarna dan bahan pembantunya, ada lebih dari 8000 bahan kimia yang menambahkan beberapa asam, surfaktan, garam, logam, zat pengoksidasi dan pereduksi (bahan kimia utama yang digunakan dalam tekstil-basah) (Swarnkumar Reddy & Osborne, 2020)).

Zat warna bersifat konstan dan kuat menyerap sinar matahari yang mempengaruhi intensitas cahaya yang diserap oleh hidrofit dan fitoplankton, sehingga mengurangi fotosintesis dan konsentrasi oksigen terlarut di lingkungan perairan dan pada gilirannya mengakibatkan peningkatan kadar COD. Lebih lanjut, limbah pewarna sulit untuk diolah, volumenya tinggi, dan terbuat dari bahan kimia organik dan anorganik berbahaya yang menunjukkan efek toksik dan karsinogenik terhadap sistem biologis (Sun & Yang, 2003). Limbah yang mengandung zat warna sangat sulit untuk diolah, karena zat warna merupakan molekul organik yang bandel, tahan terhadap pencernaan aerob, dan stabil terhadap cahaya, panas dan oksidator (Garg et al., 2004).

Limbah sangat dicirikan oleh adanya logam berat; logam ini tidak dapat terdegradasi yang dapat diubah menjadi bentuk yang kurang beracun. Logam berat dalam bentuk yang tidak diolah pada gilirannya terakumulasi di berbagai biosistem yang menyebabkan

berbagai komplikasi kesehatan (Roque et al., 2018). Keracunan logam berat menyebabkan gangguan neurologis, dan menyebabkan beberapa gangguan fungsional pada otak, paru-paru, ginjal dan hati. Di mana paparan jangka panjang menyebabkan penyakit degeneratif otot dan logam seperti multiple sclerosis, Parkinson, Alzheimer, dan distrofi otot (Kouchou et al., 2017)).

Berbagai metode pengolahan seperti fisika, kimia dan biologi (misalnya, adsorpsi, koagulasi, flokulasi, biodegradasi, pertukaran ion, oksidasi kimia, ozonasi, osmosis balik, filtrasi membran dan metode elektrokimia) telah dilakukan untuk menghilangkan molekul pewarna dari limbah (Blackburn, 2004; Crini, 2006). Adsorpsi salah satu metode perawatan, memberikan hasil terbaik karena dapat digunakan untuk menghilangkan bahan pewarna yang berbeda .

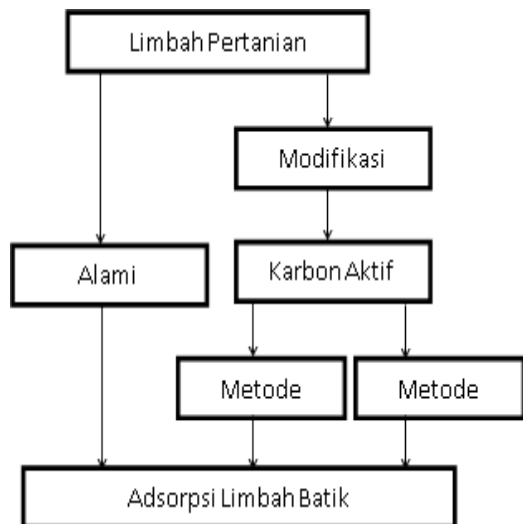
Adsorpsi juga menghilangkan seluruh molekul pewarna, tanpa meninggalkan fragmen dalam limbah (Rangabhashiyam et al., 2013). Pewarna sintesis adalah molekul yang stabil dan tidak dapat terdegradasi secara biologis, sehingga adsorpsi terbukti berpotensi menjadi metode yang ampuh untuk menghilangkan warna dari fase air berkat efisiensi, efektivitas biaya, keserbagunaan, dan penanganan yang mudah (Wakkel et al., 2019).

Proses adsorpsi melibatkan adanya padatan "adsorben" yang mengikat molekul melalui gaya tarik fisik, pertukaran ion, dan ikatan kimia. Disarankan agar adsorben dapat diperoleh dalam jumlah banyak, mudah diregenerasi, dan murah (Hashem, 2007). Adsorben yang dilaporkan adalah bahan lempung, bahan silika, zeolit, limbah pertanian, produk limbah industri, biosorben dan lain-lain (Crini, 2006). Limbah pertanian tidak mahal

dan tersedia melimpah, terutama terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin yang disatukan sebagai adsorben yang efektif untuk berbagai polutan yang memegang gugus fungsi seperti hidroksil, karboksil, fenol, metoksi dan lain-lain (Hassanein, T.F. & Koumanova, 2010).

Berbagai karbon telah disiapkan menggunakan limbah pertanian dan limbah kayu, seperti ampas tebu (Valix et al., 2004), empulur sabut (Namasivayam & Kavitha, 2002), empulur pisang (Kadirvelu & Namasivayam, 2000, 2003), biji kurma (Banat et al., 2003) , limbah sagu (Kadirvelu & Namasivayam, 2000, 2003), sekam kapas sutra (Kadirvelu & Namasivayam, 2000, 2003), kulit jeruk (Annadurai et al., 2002) kulit pisang (Annadurai et al., 2002), jerami (Kannan & Sundaram, 2001), sekam padi (Kannan & Sundaram, 2001), sekam padi (Ahmedna et al., 2000), kulit kacang (Ahmedna et al., 2000), kayu pinus (Tseng et al., 2003), serbuk gergaji (Kumar et al., 2008) dan sabut kelapa (Kadirvelu & Namasivayam, 2003).

Limbah padat pertanian, menurut karakteristik fisiko-kimia dan biaya rendah, akan menjadi adsorben yang baik (Rafatullah et al., 2010). Tiga komponen utama (hemiselulosa, selulosa, dan lignin) memiliki berat molekul tinggi dan memberikan kontribusi massa yang besar, sedangkan ekstraktifnya berukuran molekul kecil, dan tersedia dalam jumlah sedikit. Skema pengolahan limbah batik dengan metode adsorpsi menggunakan limbah pertanian/agricultural waste ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Pengolahan limbah batik melalui adsorpsi menggunakan limbah pertanian. (Rangabhashiyam et al., 2013)

Tahapan awal dalam pengolahan limbah batik dengan jalan adsorpsi ialah mempersiapkan adsorben. Adsorben yang didapatkan dari limbah pertanian sangat disarankan, karena harga nya murah dan tersedia dalam jumlah banyak di alam. Adsorben dapat digunakan secara langsung dalam bentuk alamnya dan bisa dilakukan modifikasi. Berdasarkan penelitian sebelumnya, modifikasi dari adsorben dapat meningkatkan kapasitas dari adsorben. Cara modifikasi nya ialah dengan mengubah bentuk alami adsorben menjadi karbon aktif. Setelah menjadi karbon aktif, adsorben diaktivasi. Ada dua metode aktivasi yaitu secara fisika dengan pemanasan dan secara kimia dengan menggunakan campuran bahan kimia lainnya ke dalam adsorben. Setelah persiapan selesai, maka adsorben langsung di kontakkan dengan limbah batik lalu dilakukan penyerapan untuk memisahkan limbah batik yang telah diolah dengan adsorben.

Pada saat kegiatan sosialisasi berlangsung, pemimpin kelompok usaha batik antusias dalam mendengarkan penjelasan dan

membaca materi yang telah dibagikan. Pada saat diskusi, pemimpin kelompok usaha batik aktif bertanya dan meminta tim pengabdian untuk memberikan saran terbaik dalam pengelolaan limbahnya. Beberapa pemimpin kelompok usaha batik mengajukan untuk dilakukan monitoring ke lokasi pengolahan limbah sederhana yang mereka miliki.

Saat dilakukan kunjungan, tim pengabdian mendapatkan hasil bahwa pengolahan limbah batik tersebut hanya bersifat penampungan sementara sehingga masih menimbulkan bau dan belum mampu mengolah limbah hingga bersih. Limbah yang terakumulasi tersebut dilakukan penyedotan setiap satu minggu sekali karena kapasitas penampungannya terbatas.

Tabel 1. Hasil Post Test dan Pre Test Kegiatan Penyuluhan

Variabel	Rata-rata	Min-Max	Peningkatan Nilai
Pre-Test	55,75	40 – 75	
Post Test	82,47	70 - 100	26,72



Gambar 4. Dokumentasi Kegiatan Pengabdian

Pada saat penyuluhan, tim pengabdian melaksanakan post test dan pretest dengan hasil yang ditabulasikan pada Tabel 1. Komponen penilaian meliputi pengetahuan umum mengenai komponen bahaya limbah batik, logam berat yang berpotensi menimbulkan pencemaran, potensi masuknya polutan ke perairan dan teknik pengolahan yang dapat dilakukan. Berdasarkan hasil penilaian tersebut didapatkan bahwa pengetahuan masyarakat meningkat sehubungan dengan dilaksanakannya sosialisasi tersebut dengan nilai peningkatan mencapai 26,72 poin. Adanya post test dan pre test dimaksudkan menjadi salah satu teknik untuk meningkatkan pengetahuan seseorang (Atasasih, 2022).

SIMPULAN

Program Pengabdian sosialisasi limbah batik dan cara penanggulangannya ini layak untuk dilaksanakan karena dapat mengedukasi pemilik unit usaha batik agar dapat berhati-hati dalam menangani limbah yang dihasilkan dari usahanya. Peningkatan pengetahuan juga secara signifikan dibuktikan melalui pretest dan post test dengan peningkatan poin penilaian hingga 26,72 poin. Sebaiknya dilaksanakan penelitian untuk dapat secara efektif dan efisien mengurangi dampak limbah batik sehingga tidak membahayakan lingkungan untuk dapat diterapkan secara langsung bagi pengusaha batik di kota Jambi.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmedna, M., Marshall, W. E., & Rao, R. M. (2000). Surface properties of granular activated carbons from agricultural by-products and their effects on raw sugar

decolorization. *Bioresource Technology*, 71(2), 103–112. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)90069-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)90069-X)

Annadurai, G., Juang, R. S., & Lee, D. J. (2002). Use of cellulose-based wastes for adsorption of dyes from aqueous solutions. *Journal of Hazardous Materials*, 92(3), 263–274.

[https://doi.org/10.1016/S0304-3894\(02\)00017-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3894(02)00017-1)

Atasasih, H. (2022). Sosialisasi “Isi Piringku” Pada Remaja Putri Sebagai Upaya Pencegahan Stunting. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 116–121. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v6i1.4685>

Banat, F., Al-Asheh, S., & Makhadmeh, L. (2003). Preparation and examination of activated carbons from date pits impregnated with potassium hydroxide for the removal of methylene blue from aqueous solutions. *Adsorption Science and Technology*, 21(6), 597–606.

<https://doi.org/10.1260/026361703771953613>

Blackburn, R. S. (2004). Natural polysaccharides and their interactions with dye molecules: Applications in effluent treatment. *Environmental Science and Technology*, 38(18), 4905–4909.

<https://doi.org/10.1021/es049972n>

Crini, G. (2006). Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review. *Bioresource Technology*, 97(9), 1061–1085. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.001>

Garg, V. K., Kumar, R., & Gupta, R. (2004). Removal of malachite

- green dye from aqueous solution by adsorption using agro-industry waste: A case study of *Prosopis cineraria*. *Dyes and Pigments*, 62(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2003.10.016>
- Hashem, M. A. (2007). Adsorption of lead ions from aqueous solution by okra wastes. *International Journal of Physical Sciences*, 2(7), 178–184.
- Hassanein, T.F. & Koumanova, B. (2010). *Evaluation of adsorption potential of the agricultural waste wheat straw for Basic Yellow 21* (pp. 45. 407-414.). J Univ Chem Technol Metall.
- Hazzaa, R., & Hussein, M. (2015). Adsorption of cationic dye from aqueous solution onto activated carbon prepared from olive stones. *Environmental Technology and Innovation*, 4, 36–51. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2015.04.002>
- Kadirvelu, K., & Namasivayam, C. (2000). Agricultural by-product as metal adsorbent: Sorption of lead(ii) from aqueous solution onto coirpith carbon. *Environmental Technology (United Kingdom)*, 21(10), 1091–1097. <https://doi.org/10.1080/09593330.2000.9618995>
- Kadirvelu, K., & Namasivayam, C. (2003). Activated carbon from coconut coirpith as metal adsorbent: Adsorption of Cd(II) from aqueous solution. *Advances in Environmental Research*, 7(2), 471–478. [https://doi.org/10.1016/S1093-0191\(02\)00018-7](https://doi.org/10.1016/S1093-0191(02)00018-7)
- Kannan, N., & Sundaram, M. M. (2001). Kinetics and mechanism of removal of methylene blue by adsorption on various carbons - A comparative study. *Dyes and Pigments*, 51(1), 25–40. [https://doi.org/10.1016/S0143-7208\(01\)00056-0](https://doi.org/10.1016/S0143-7208(01)00056-0)
- Körbahti, B. K., & Tanyolaç, A. (2008). Electrochemical treatment of simulated textile wastewater with industrial components and Levafix Blue CA reactive dye: Optimization through response surface methodology. *Journal of Hazardous Materials*, 151(2–3), 422–431. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.06.010>
- Kouchou, A., Rais, N., Thoisy, J. C., Duplay, J., Ghazi, M., Elsass, F., Ijjaali, M., & El Ghachtouli, N. (2017). Behavior of Enzyme Activities Exposed to Contamination by Heavy Metals and Dissolved Organic Carbon in Calcareous Agricultural Soils. *Soil and Sediment Contamination*, 26(3), 259–276. <https://doi.org/10.1080/15320383.2017.1289499>
- Kumar, A., Kadirvelu, K., Mishra, G. K., Rajagopal, C., & Nagar, P. N. (2008). *Adsorptive removal of heavy metals from aqueous solution by treated sawdust (Acacia arabica)*. 150, 604–611. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.05.030>
- Namasivayam, C., & Kavitha, D. (2002). *Removal of Congo Red from water by adsorption onto activated carbon prepared from coir pith, an agricultural solid waste*. 54, 47–58.
- Rafatullah, M., Sulaiman, O., Hashim, R., & Ahmad, A. (2010). Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: A review.

- Journal of Hazardous Materials*, 177(1–3), 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.12.047>
- Rangabhashiyam, S., Anu, N., & Selvaraju, N. (2013). Sequestration of dye from textile industry wastewater using agricultural waste products as adsorbents. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1(4), 629–641. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2013.07.014>
- Rashidi, H. R., Sulaiman, N. M. N., & Hashim, N. A. (2012). Batik Industry Synthetic Wastewater Treatment Using Nanofiltration Membrane. *Procedia Engineering*, 44, 2010–2012. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.09.025>
- Reife, A., & Freeman, Harold S. (1996). *Environmental Chemistry of Dyes and Pigments*. John Wiley and Sons, Inc.
- Roque, F., Diaz, K., Ancco, M., Delgado, D., & Tejada, K. (2018). Biodepuration of domestic sewage, textile effluents and acid mine drainage using starch-based xerogel from recycled potato peels. *Water Science and Technology*, 77(5), 1250–1261. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.008>
- Silva, T. L., Cazetta, A. L., Souza, P. S. C., Zhang, T., Asefa, T., & Almeida, V. C. (2018). Mesoporous activated carbon fibers synthesized from denim fabric waste: Efficient adsorbents for removal of textile dye from aqueous solutions. *Journal of Cleaner Production*, 171, 482–490. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.034>
- Sun, Q., & Yang, L. (2003). The adsorption of basic dyes from aqueous solution on modified peat-resin particle. *Water Research*, 37(7), 1535–1544. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(02\)00520-1](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(02)00520-1)
- Swarnkumar Reddy, & Osborne, W. J. (2020). Heavy metal determination and aquatic toxicity evaluation of textile dyes and effluents using *Artemia salina*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 25, 101574. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101574>
- Tseng, R. L., Wu, F. C., & Juang, R. S. (2003). Liquid-phase adsorption of dyes and phenols using pinewood-based activated carbons. *Carbon*, 41(3), 487–495. [https://doi.org/10.1016/S0008-6223\(02\)00367-6](https://doi.org/10.1016/S0008-6223(02)00367-6)
- Valix, M., Cheung, W. H., & McKay, G. (2004). Preparation of activated carbon using low temperature carbonisation and physical activation of high ash raw bagasse for acid dye adsorption. *Chemosphere*, 56(5), 493–501. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.04.004>
- Wakkel, M., Khiari, B., & Zagrouba, F. (2019). Textile wastewater treatment by agro-industrial waste: Equilibrium modelling, thermodynamics and mass transfer mechanisms of cationic dyes adsorption onto low-cost lignocellulosic adsorbent. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 96(xxxx), 439–452.

<https://doi.org/10.1016/j.jtice.2018.12.014>