

## Aplikasi Pengolahan Limbah Batik Menggunakan Membran Keramik Berbiaya Rendah pada Kolom *Batch*

Sarah Fiebrina Heraningsih<sup>1,\*</sup>, Oki Alfernando<sup>2</sup>, Josua Sidauruk<sup>2</sup>, Jesika Sinaga<sup>2</sup>,  
Dinda Bectari<sup>2</sup>, Enita Pitri<sup>2</sup>, Fitri Nor Chasanah<sup>2</sup>, Gabriel Adi Pratama Marpaung<sup>2</sup>,  
Kasmiyanti<sup>2</sup>, Maulidini Nabila<sup>2</sup>, Mela Mauliani<sup>2</sup>, Nur Sri Wahyuningsih<sup>2</sup>,  
Riska Nofia Qona'a<sup>2</sup>, Syafhira Putri Aulia<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Kimia Universitas Jambi, Jalan Jambi-Ma Bulian, KM 15, Mendalo Indah, Jambi  
36361, Indonesia

\*e-mail: [sarah@unja.ac.id](mailto:sarah@unja.ac.id)

**Abstrak.** Batik ialah ciri khas budaya Indonesia yang dalam proses pembuatannya akan menghasilkan limbah sebagai sisa dari proses pewarnaan. Limbah tersebut masih memiliki kadar warna yang tinggi sehingga apabila tidak diolah lebih lanjut akan mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis membran keramik dari bahan yang berbiaya rendah dan mengaplikasikan penggunaan membran tersebut untuk mengolah limbah batik pada suatu kolom batch. Variabel yang digunakan pada penelitian ini ialah siklus pengolahan, hasil pengolahan pertama dimasukkan kembali ke kolom batch hingga 3 kali perulangan. Pengujian parameter yang dilakukan ialah pengujian pH, kekeruhan dan warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran keramik mampu mengolah air limbah batik dengan % rejeksi kekeruhan maksimal 86,67 % dan % rejeksi maksimal 67,51 %. Membran keramik berbiaya rendah efektif untuk digunakan sebagai alternatif untuk pengolahan limbah batik.

**Kata kunci :** Kolom batch; limbah batik; membran keramik; pengolahan limbah batik.

**Abstract.** Batik is a characteristic of Indonesian culture which in the manufacturing process will produce waste as a residue from the colouring process. The waste still has a high colour content so if it is not processed further it will pollute the environment. This study aims to synthesize ceramic membranes from low-cost materials and apply the use of these membranes to treat batik waste in a batch column. The variable used in this study is the processing cycle, the results of the first processing are put back into the batch column for up to 3 iterations. The parameters tested were pH, turbidity and colour testing. The results showed that the ceramic membrane was able to treat batik wastewater with a maximum turbidity rejection % of 86.67 % and a maximum % rejection of 67.51 %. Low-cost ceramic membranes are effective for use as an alternative for batik waste treatment.

**Keywords :** Batch column; batik wastewater; batik wastewater treatment; ceramic membrane.

### 1. Pendahuluan

Batik merupakan warisan budaya dunia dari Indonesia yang telah diakui oleh UNESCO. Industri batik dan tekstil merupakan penghasil limbah cair yang berasal dari proses pencelupan. Selain pewarna, air limbah batik juga mengandung bahan sintetis yang sulit untuk didegradasi. Air limbah yang dihasilkan dari industri batik pada umumnya merupakan senyawa organik yang tidak dapat terurai secara alami sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, khususnya pada lingkungan perairan. Beberapa zat yang paling umum digunakan dalam industri tekstil adalah remazol merah, hitam dan kuning keemasan. Pada proses pewarnaan, senyawa-senyawa yang digunakan tersebut hanya dapat digunakan sekitar 5% sedangkan sisa 95% nya akan dibuang sebagai limbah cair. Karena sifatnya yang cukup stabil,

keberadaannya di alam sangat sulit untuk didegradasi, dan untuk konsentrasi yang tinggi senyawa ini berbahaya bagi lingkungan karena dapat meningkatkan kadar COD dan BOD air. (Sutisna et al., 2017)

Beberapa teknik telah dikembangkan untuk mengolah limbah yang mengandung pewarna (Abbas et al., 2020; Ali et al., 2020; Ramesh Reddy et al., 2021; Seerangaraj et al., 2021). Dekolorisasi limbah yang mengandung pewarna merupakan masalah penting dalam pengolahan air limbah (Ahmadi & Ganjidoust, 2021). Secara umum, perlakuan biologis dan fisiko-kimia untuk dekolourisasi sebagian besar pewarna tidak efektif karena sifatnya yang sulit terdegradasi dan konduktivitasnya rendah (Khan et al., 2013).

Saat ini, topik penelitian global berfokus pada teknik pemisahan dengan menggunakan membran disebabkan karena membran memiliki

selektivitas dan permeabilitas yang efektif untuk pengolahan air bersih dan pengolahan air limbah industri (Farahani et al., 2019; Liu et al., 2011; Xia et al., 2018). Membran telah memainkan peran penting dalam pengolahan air limbah industri, terutama limbah pencelupan yang terdapat pewarna dengan persentase tinggi, dengan tujuan untuk menggunakan kembali air yang diolah dalam sistem industri tekstil melalui operasi sederhana (Amaral et al., 2014; Kamali et al., 2019; Taherizadeh et al., 2021).

Membran keramik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan membran organik yaitu permeabilitas tinggi, stabilitas termal dan kimia yang baik, kekuatan mekanik yang sangat baik, dan daya tahan yang lama (Saja et al., 2018). Kelemahan utama dari membran ini adalah biaya tinggi yang sangat kuat karena bahan baku yang digunakan dan sintering (Ouaddari et al., 2019). Membran keramik yang tersedia secara komersial terbuat dari oksida industri misalnya alumina, silika, titania atau campuran oksida tersebut yang merupakan bahan mahal dan membutuhkan suhu sintering yang lebih tinggi (Achiou et al., 2017; Karim et al., 2018).

Banyak perhatian telah diberikan untuk persiapan pembuatan membran keramik yang murah untuk meningkatkan kelayakan industrinya saat ini. Oleh karena itu, banyak penelitian yang berfokus pada fabrikasi membran keramik menggunakan bahan baku murah seperti geomaterial dan bahan limbah (Elomari et al., 2016; Malik et al., 2020; Ouaddari et al., 2019). Penelitian saat ini berfokus untuk mensintesis membran keramik menggunakan bahan berbiaya rendah untuk diaplikasikan pada pengolahan limbah batik untuk menurunkan parameter kekeruhan dan menurunkan kandungan zat warna dari limbah batik.

## 2. Metode

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Kimia, Kampus Pondok Meja Universitas Jambi. Analisa berupa pengujian turbidity dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Jambi dan pengujian kandungan zat warna dilakukan di PT Jambi Lestari Internasional.

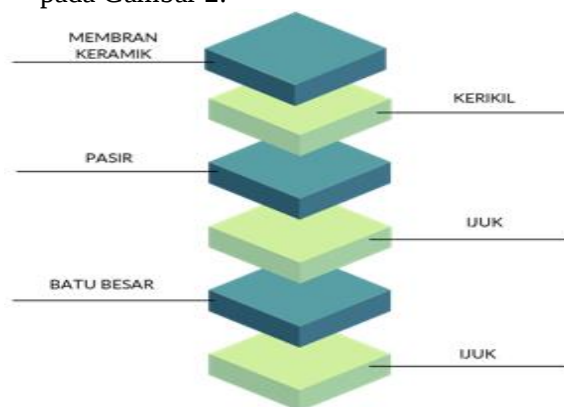
### 2.2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain : ember, gergaji, paralon, timbangan dan galon. Bahan yang digunakan sebagai bahan pembuatan membran pada penelitian ini adalah zeolit bubuk, tanah liat, batu kerikil, pasir, ijuk, pati jagung dan pati jagung. Sampel limbah batik yang digunakan pada penelitian ini diambil dari salah satu sentra umkm batik di Kota Jambi.

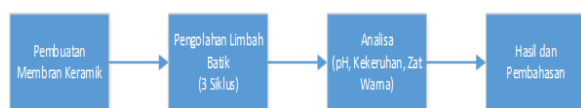
### 2.3. Metode

Metode yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Saifuddin pada tahun 2018 (Saifuddin et al., 2018) dengan modifikasi yaitu penambahan pati yang dijelaskan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Campurkan 1 kg tanah liat, 0,5 kg pati, 0,5 kg zeolit bebatuan halus.
2. Tambahkan air pada campuran tersebut dan aduk hingga merata.
3. Masukkan campuran tersebut ke dalam pipa paralon untuk pencetakan membran.
4. Jemur membran yang sudah dicetak selama 2 hari menggunakan panas dari sinar matahari.
5. Membran yang sudah kering di sintering menggunakan pembakaran langsung dengan suhu tinggi sekitar 700-1000 °C selama 2 jam.
6. Membran yang sudah jadi kemudian disusun pada sebuah kolom batch dengan susunan sebagaimana yang digambarkan pada Gambar 1.
7. Proses pengolahan limbah batik dilakukan secara siklik dengan mensirkulasi kembali limbah tersebut hingga dua kali sehingga mencapai 3 siklus dan pada setiap siklus diambil sampel untuk dilakukan pengujian. Tahapan penelitian keseluruhan dijelaskan pada Gambar 2.



**Gambar 1.** Susunan membran pada kolom batch



**Gambar 2.** Tahapan Penelitian

## 2.4. Analisa

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini ialah analisa pH, analisa kekeruhan dan analisa zat warna. Hasil analisa tersebut kemudian diolah untuk menghitung % rejeksi menggunakan persamaan berikut (Rashidi et al., 2012) :

$$\% \text{ Rejeksi} = \frac{C_f - C_p}{C_p} \times 100 \%$$

..... (1)

Keterangan :

C<sub>f</sub> = Konsentrasi Awal

C<sub>p</sub> = Konsetrasi Permeate

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian berupa pH, kekeruhan dan zatwarna diolah menggunakan Persamaan (1). Hasil pengolahan data tersebut kemudian ditabelkan pada Tabel 1. Hasil Pengolahan limbah batik ditunjukkan pada Gambar 3.

**Tabel 1.** Hasil Penelitian dan Pengolahan Data

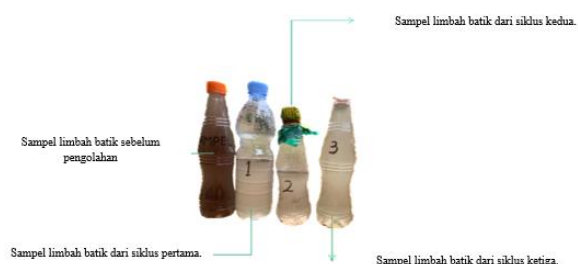
| No | Kode Sampel | pH | Kekeruhan, NTU | Warna, Pt-Co | % Rejeksi Kekeruhan | % Rejeksi Warna |
|----|-------------|----|----------------|--------------|---------------------|-----------------|
| 1  | A0          | 6  | 350            | 297,18       | -                   | -               |
| 2  | A1          | 6  | 56             | 96,53        | 77,6                | 67,51           |
| 3  | A2          | 6  | 33,31          | 121,25       | 86,67               | 59,19           |
| 4  | A3          | 5  | 39,36          | 120,53       | 84,25               | 59,44           |

\*) Data Primer, diolah

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 (KLHK, 2019) tentang perubahan kedua atas peraturan menteri lingkungan hidup nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan industri tekstil bahwa batas kandungan warna yang diperbolehkan ialah 200 Pt-Co. Tabel 1 menunjukkan nilai warna dari limbah batik yang berasal dari umkm ialah 297.18 Pt-Co. Hal ini menandakan bahwa limbah batik tersebut tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan dan harus melalui pengolahan terlebih dahulu.

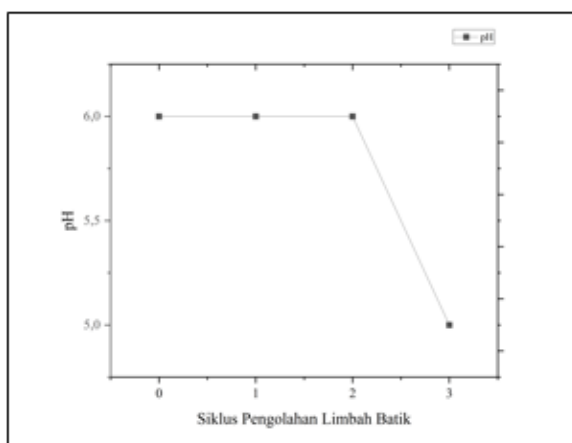
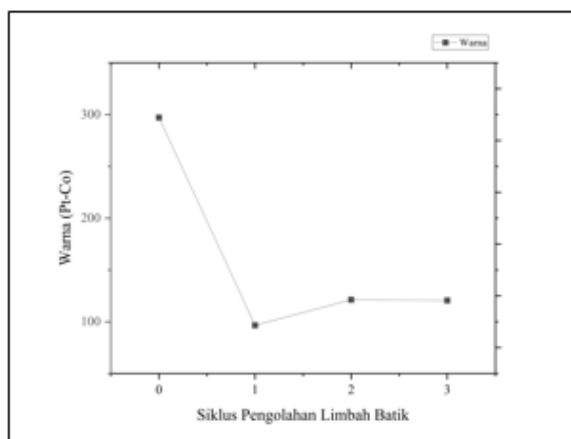
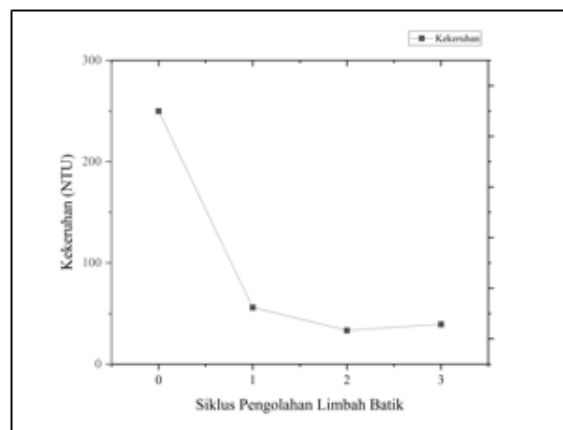
karena telah berada dibawah ambang batas yang ditetapkan. Parameter pH juga merupakan parameter yang diatur pada Peraturan tersebut (KLHK, 2019) dengan pH yang disarankan ialah pada rentang pH 6-9. Hasil pengolahan pada siklus 1 dan 2 menunjukkan nilai pH 6 yang berarti masih berada dalam rentang yang disyaratkan, akan tetapi hasil pengolahan pada siklus ketiga menunjukkan penurunan pH yaitu pada pH 5 yang telah berada dibawah nilai minimal yang disyaratkan.

Data dari Tabel 1 juga dibuat dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5. Gambar 4 menunjukkan terjadi penurunan yang signifikan pada saat pengolahan limbah batik pada siklus pertama. Pada siklus selanjutnya terjadi fenomena yang berbeda yaitu pada nilai kekeruhan terjadi penurunan nilai maksimal pada siklus kedua sedangkan pada parameter warna penurunan maksimal ditunjukkan pada siklus satu.



**Gambar 3.** Hasil Pengolahan Limbah Batik

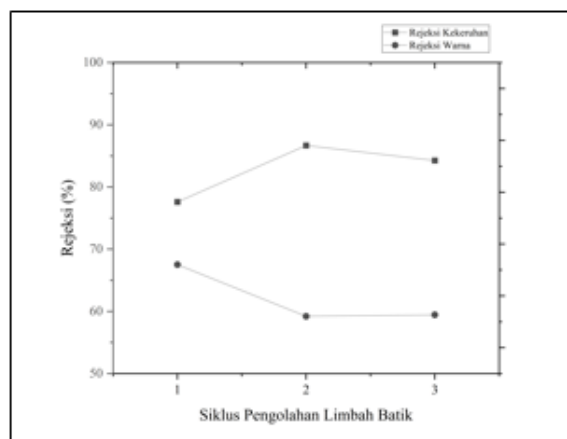
Selanjutnya, berdasarkan tabel 1 tersebut, limbah batik yang telah diolah mengalami penurunan kandungan warna hingga mencapai 96.53 Pt-Co. Nilai ini telah memenuhi syarat



**Gambar 4.** Grafik Siklus Pengolahan Limbah Batik terhadap parameter : a) Kekeruhan, b) Warna, c) pH

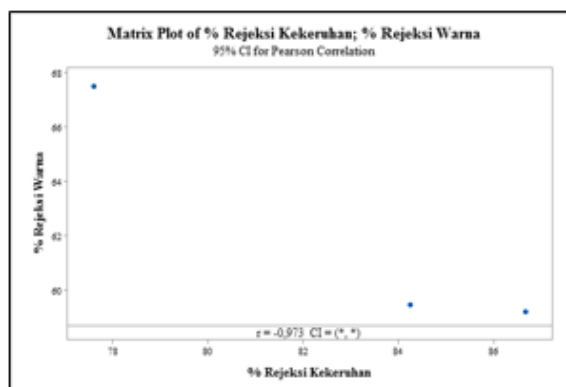
Penelitian serupa yang memvariasikan siklus pengolahan telah dilakukan oleh Sutisna pada tahun 2017 (Sutisna et al., 2017). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak siklus maka semakin rendah kadar pencemar. Pada penelitian ini, hal tersebut tidak dapat diterapkan sepenuhnya karena pada hasil nilai kekeruhan dan warna menunjukkan trend yang berbeda. Untuk nilai kekeruhan, penambahan siklus masih menurunkan nilai

kekeruhan sedangkan untuk warna, pembahan siklus menaikkan kadar warna pada hasil olahan.



**Gambar 5.** Grafik Siklus Pengolahan Limbah Batik terhadap % Rejeksi Kekeruhan dan % Rejeksi Warna

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai % Rejeksi Kekeruhan lebih besar dibandingkan % Rejeksi Warna. % Rejeksi Kekeruhan tertinggi ditunjukkan pada siklus 2 dengan nilai mencapai 86,67 %. % Rejeksi Warna tertinggi ditunjukkan pada siklus 1 dengan nilai mencapai 67,51 %. Menurut Georgouvelas dalam penelitiannya pada tahun 2021 (Georgouvelas et al., 2021), pada proses penghilangan zat warna, membran berfungsi sebagai katalis yang menginisiasi penghilangan zat warna melalui reaksi hidrogenasi. Peningkatan zat warna pada penelitian ini, disebabkan oleh adanya siklus pengolahan yang menyebabkan terjadinya reaksi balik yang memutuskan ikatan tersebut sehingga kadar warna nya kembali meningkat meskipun dalam jumlah yang relatif kecil.



**Gambar 4.** Nilai Korelasi terhadap parameter % Rejeksi Kekeruhan dan % Rejeksi Warna

Tahapan akhir dari pengolahan hasil penelitian ini dilakukan analisa korelasi terhadap

dua parameter yang diujikan yaitu kekeruhan dan warna. Nilai korelasi menunjukkan nilai yang negatif yaitu -0,973. Nilai negatif ini menunjukkan bahwa kedua parameter ini tidak saling berhubungan dan cenderung berkebalikan (Kaushik et al., 2009).

#### 4. Kesimpulan

Limbah yang berasal dari industri batik harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu karena nilai Warna masih sangat tinggi, di atas ambang batas yang ditetapkan oleh KLHK. Pembuatan membran dari bahan yang berbiaya rendah efektif untuk diaplikasikan pada pengolahan limbah baik dengan nilai % Rejeksi Kekeruhan tertinggi sebesar 86,67 % dan % Rejeksi Warna tertinggi 67,51 %.

#### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terwujud berkat kerjasama dosen dan mahasiswa Teknik Kimia Universitas Jambi pada mata kuliah Project Based Learning (PjBL) Teknologi Membran.

#### Daftar Pustaka

- Abbas, H. A., Nasr, R. A., Khalaf, A., Al Bawab, A., & Jamil, T. S. (2020). Photocatalytic degradation of methylene blue dye by fluorite type Fe<sub>2</sub>Zr<sub>2</sub>-xW<sub>x</sub>O<sub>7</sub> system under visible light irradiation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 196(November 2019), 110518. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110518>
- Achiou, B., Elomari, H., Bouazizi, A., Karim, A., Ouammou, M., Albizane, A., Bennazha, J., Alami Younssi, S., & El Amrani, I. E. (2017). Manufacturing of tubular ceramic microfiltration membrane based on natural pozzolan for pretreatment of seawater desalination. *Desalination*, 419(February), 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.06.014>
- Ahmadi, S., & Ganjidoust, H. (2021). Using banana peel waste to synthesize BPAC/ZnO nanocomposite for photocatalytic degradation of Acid Blue 25: Influential parameters, mineralization, biodegradability studies. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(5), 106010. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106010>
- Ali, E. A., Ismail, M. N., & Elsabee, M. Z. (2020). Chitosan based polyelectrolyte complexes development for anionic and cationic dyes adsorption. *Egyptian Journal of Chemistry*, 63(2), 537–554. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2020.20522.2229>
- Amaral, M. C. S., Neta, L. S. F., Souza, M., Cerqueira, N., & de Carvalho, R. B. (2014). Evaluation of operational parameters from a microfiltration system for indigo blue dye recovery from textile dye effluent. *Desalination and Water Treatment*, 52(1–3), 257–266. <https://doi.org/10.1080/19443994.2013.793618>
- Elomari, H., Achiou, B., Ouammou, M., Albizane, A., Bennazha, J., Alami Younssi, S., & Elamrani, I. (2016). Elaboration and characterization of flat membrane supports from Moroccan clays. Application for the treatment of wastewater. *Desalination and Water Treatment*, 57(43), 20298–20306. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1110722>
- Farahani, M. H. D. A., Rabiee, H., & Vatanpour, V. (2019). Comparing the effect of incorporation of various nanoparticulate on the performance and antifouling properties of polyethersulfone nanocomposite membranes. *Journal of Water Process Engineering*, 27(August 2018), 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.11.012>
- Georgouvelas, D., Abdelhamid, H. N., Li, J., Edlund, U., & Mathew, A. P. (2021). All-cellulose functional membranes for water treatment: Adsorption of metal ions and catalytic decolorization of dyes. *Carbohydrate Polymers*, 264(January), 118044. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118044>
- Kamali, M., Suhas, D. P., Costa, M. E., Capela, I., & Aminabhavi, T. M. (2019). Sustainability considerations in membrane-based technologies for industrial effluents treatment. *Chemical Engineering Journal*, 368, 474–494. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.02.075>
- Karim, A., Achiou, B., Bouazizi, A., Aaddane,

- A., Ouammou, M., Bouziane, M., Bennazha, J., & Alami Younssi, S. (2018). Development of reduced graphene oxide membrane on flat Moroccan ceramic pozzolan support. Application for soluble dyes removal. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(1), 1475–1485. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.01.055>
- Kaushik, A., Kansal, A., Santosh, Meena, Kumari, S., & Kaushik, C. P. (2009). Heavy metal contamination of river Yamuna, Haryana, India: Assessment by Metal Enrichment Factor of the Sediments. *Journal of Hazardous Materials*, 164(1), 265–270. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.08.031>
- Khan, T. A., Nazir, M., & Khan, E. A. (2013). Adsorptive removal of rhodamine B from textile wastewater using water chestnut (*Trapa natans* L.) peel: Adsorption dynamics and kinetic studies. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 95(6), 919–931. <https://doi.org/10.1080/02772248.2013.840369>
- KLHK. (2019). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/4/2019 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <file:///C:/Users/User/Downloads/fvm939e.pdf>
- Liu, F., Hashim, N. A., Liu, Y., Abed, M. R. M., & Li, K. (2011). Progress in the production and modification of PVDF membranes. *Journal of Membrane Science*, 375(1–2), 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2011.03.014>
- Malik, N., Bulasara, V. K., & Basu, S. (2020). Preparation of novel porous ceramic microfiltration membranes from fly ash, kaolin and dolomite mixtures. In *Ceramics International* (Vol. 46, Issue 5). Techna Group S.r.l. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.11.184>
- Ouaddari, H., Karim, A., Achiou, B., Saja, S., Aaddane, A., Bennazha, J., El Amrani El Hassani, I., Ouammou, M., & Albizane, A. (2019). New low-cost ultrafiltration membrane made from purified natural clays for direct Red 80 dye removal. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(4), 103268. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103268>
- Ramesh Reddy, N., Mamatha Kumari, M., Shankar, M. V., Raghava Reddy, K., Woo Joo, S., & Aminabhavi, T. M. (2021). Photocatalytic hydrogen production from dye contaminated water and electrochemical supercapacitors using carbon nanohorns and TiO<sub>2</sub> nanoflower heterogeneous catalysts. *Journal of Environmental Management*, 277(September 2020), 111433. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111433>
- 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>
- Saifuddin, S., Elisa, E., & Sami, M. (2018). Efisiensi Kinerja Membran Keramik Tanah Liat & Zeolit Aktif Sebagai MediaFilter Untuk Filtrasi Air Sungai. *Prosiding Seminar Nasioanal Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2(1), 240–247.
- Saja, S., Bouazizi, A., Achiou, B., Ouammou, M., Albizane, A., Bennazha, J., & Younssi, S. A. (2018). Elaboration and characterization of low-cost ceramic membrane made from natural Moroccan perlite for treatment of industrial wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(1), 451–458. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.12.004>
- Seerangaraj, V., Sathiyavimal, S., Shankar, S. N., Nandagopal, J. G. T., Balashanmugam, P., Al-Misned, F. A., Shanmugavel, M., Senthilkumar, P., & Pugazhendhi, A. (2021). Cytotoxic effects of silver nanoparticles on *Ruellia tuberosa*: Photocatalytic degradation properties against crystal violet and coomassie brilliant blue. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(2), 105088. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105088>

8

- Sutisna, S., Wibowo, E., Rokhmat, M., Rahman, D. Y., Murniati, R., Khairurrijal, K., & Abdullah, M. (2017). Batik Wastewater Treatment Using TiO<sub>2</sub> Nanoparticles Coated on the Surface of Plastic Sheet. *Procedia Engineering*, 170, 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.015>
- Taherizadeh, H., Hashemifard, S. A., Izadpanah, A. A., & Ismail, A. F. (2021). Investigation of fouling of surface modified Polyvinyl chloride hollow fiber membrane bioreactor via Zinc oxide-nanoparticles under coagulant for municipal wastewater treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(5), 105835. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105835>
- Xia, Q. C., Liu, M. L., Cao, X. L., Wang, Y., Xing, W., & Sun, S. P. (2018). Structure design and applications of dual-layer polymeric membranes. *Journal of Membrane Science*, 562, 85–111. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2018.05.033>