

## Review: Pengolahan Limbah cair Industri dengan Menggunakan Silika

### *A Review: Industrial Liquid Waste Treatment Using Silica*

Aster Rahayu<sup>1\*</sup>, Maryudi Maryudi<sup>1</sup>, Farrah Fadhilah Hanum<sup>1</sup>, Joni Aldilla Fajri<sup>2</sup>, Winda Dwi Anggraini<sup>1</sup>, Ummi Khasanah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Indonesia

\*email: aster.rahayu@che.uad.ac.id

*Disubmit: 28 Desember 2021 Direvisi: 05 Januari 2022 Diterima: 07 Januari 2022*

#### ABSTRAK

Pada era industrial, limbah cair industri menjadi salah satu masalah yang serius. Limbah cair industri yang tidak sesuai dengan baku mutu dibuang secara langsung ke badan air yang mengakibatkan pencemaran lingkungan. Karenanya pengolahan limbah harus ditangani sejak awal selama proses produksi. Salah satu material yang sering digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi yaitu silika. Silika merupakan adsorben yang memiliki struktur geometri pori, sifat kimia pada permukaan dapat dimodifikasi dan sangat mudah diproduksi. Silika dapat diperoleh dari beberapa sumber diantaranya yaitu sekam padi dari limbah hasil pertanian. Review ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan silika sebagai bahan pengolahan limbah industri. Silika dapat digunakan dalam proses pengolahan limbah cair beberapa industri seperti batik, laundry, industri tahu dan beberapa limbah industri lainnya. Silika paling efektif diaplikasikan pada pengolahan limbah industri tekstil. Silika mampu mengurangi kekeruhan dan kadar warna limbah cair industri khususnya tekstil. Nilai koefisien penurunan tertinggi sebesar 96,86% untuk warna, sedangkan kekeruhan sebesar 99,31%. Nilai ini didapatkan dari berat campuran silika 5 gram (28,65 %wt), volume limbah 100% dengan kandungan warna 1,123 Co dan kekeruhan 180,5 NTU.

**Kata kunci:** Adsorpsi, Limbah cair industri, Silika.

#### ABSTRACT

*Industrial liquid waste is one of the serious problems in the industrial era. Disposal of industrial liquid waste that is not in accordance with quality standards directly into water bodies can cause environmental pollution. Therefore, wastewater treatment must be handled early during the production process. Silica is one of the most commonly used adsorbents in the adsorption process. This is due to the ease with which silica is produced and the surface properties (pore geometry structure and surface chemistry) that can be modified. Silica can be obtained from several sources, one of which is rice husk which is a waste from agriculture. This review aims to determine the role of silica as an industrial wastewater treatment material. From several articles obtained, silica can be used in the processing of wastewater from batik industrial, laundry industrial, tofu industrial and several other industries. Silica is most effectively used in the textile industry wastewater treatment. Silica can reduce the color and turbidity of the textile industry wastewater. The highest removal coefficient value is 96.86% for color and 99.31% for turbidity obtained from a 5-gram (28.65 %wt) silica mixture mass, 100% waste volume with color content of 1.123 Co and turbidity of 180.5 NTU.*

**Keywords:** Adsorption, Industrial liquid waste, Silica.

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri yang semakin maju di Indonesia berdampak pada pemenuhan segala kebutuhan masyarakat Indonesia. Peningkatan pembangunan pada industri migas, pertanian dan industri non migas lainnya akan menyebabkan peningkatan pencemaran air, tanah dan udara (Mulyani & Rijal, 2018). Pencemaran air merupakan ancaman yang banyak dikhawatirkan masyarakat karena air merupakan sumber kehidupan (Naslimuna *et al.*, 2018). Ada tiga jenis limbah industri yaitu limbah cair, limbah gas, dan limbah padat. Limbah cair industri menjadi permasalahan yang sering timbul di lingkungan. Apabila limbah cair dari industri tidak mengalami pengolahan maka akan mencemari lingkungan di sekitar industri tersebut. Dampak negatif dari limbah cair industri dapat dilihat pada Tabel 1 (Suprihatin *et al.*, 2015).

**Tabel 1.** Komponen yang tidak dikehendaki dalam air limbah industri, pengaruhnya dan sumber-sumbernya

No	Jenis Komponen	Pengaruh	Sumber/Industri
1	Bahan yang dapat dibioksidasi dinyatakan dalam BOD	Deoksigenasi, keadaan anaerob, kematian, bau.	Karbohidrat yang dapat larut dalam jumlah besar, pabrik gula, pengalengan, pabrik alkohol, bir, susu, pabrik pulp dan kertas.
2	Zat racun : As, CN, Cr, Cd, Cu, F, Hg, Pb, Zn	Kematian ikan, keracunan pada manusia dan ternak, kematian plankton, akumulasi dalam daging ikan dan moluska	Pembersih logam, plating pengemasan, pemurnian fosfat dan bauxite, pabrik yang mengeluarkan khlor, pembuat batre, penyamakan kulit.
3	Asam dan Alkali	Gangguan sistem penyangga pH, perubahan sistem ekologi.	Drainasi tambang batubara, pengasaman besi, pabrik bahan kimia, tekstil, wool.
4	Disinfektan: Cl <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , formalin, phenol	Kematian mikroorganisme secara selektif, rasa dan bau.	Pemucatan kertas dan tekstil, resin sintesis, penisilin, zat warna dan pabrik bahan kimia.
5	Ion-ion Fe, Ca, Mg, Mn, Cl, SO <sub>4</sub>	Perubahan sifat-sifat air, menimbulkan warna/noda, staining, kesadahan, salinitas, dan pembentukan karat.	Metalurgi, semen, keramik, sumur, minyak bumi.
6	Bahan pengoksidasi, dan Pereduksi NH <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub>	Mengubah kesetimbangan kimia, kehilangan oksigen secara	Pabrik gas dan coke, pupuk, bahan peledak, industri tekstil dan pencelupan, pulp, pemucatan.

cepat, kelebihan  
 nutrisi  
 (*eutrophication*),  
 bau, pertumbuhan  
 mikroba tertentu.

Dari tabel 1 terlihat kandungan senyawa kimia berbahaya khususnya logam yang terdapat pada air limbah industri secara umum seperti As, CN, Cr, Cd, formalin. Hidrogen peroksida dan fenol dapat membunuh mikroorganisme, serta ion Fe, Ca, Mg, Cl, dan SO<sub>4</sub>, dapat mempengaruhi kualitas air. Pada muara sungai sering ditemukan logam berat lainnya seperti Pb atau timbal, yang dapat mengakibatkan gangguan dalam sistem hematopoetik yang menyebabkan anemia, bisa juga mengalami gangguan sistem saraf pusat, gangguan jiwa misalnya, ketidakmampuan belajar, perubahan perilaku dan disabilitas intelektual.

Limbah cair industri merupakan effluent dari limbah industri yang kualitasnya kurang baik yang disebabkan oleh pencemaran badan air tanah dan air permukaan. Limbah industri menjadi salah satu masalah serius dalam era industrial sehingga pengolahan limbah harus dilakukan ketika proses produksi terjadi pada suatu industri. Review ini akan membahas pemanfaatan bahan silika sebagai pengolahan limbah cair dalam beberapa industri, diantaranya adalah limbah industri batik, limbah laundry, limbah cair industri tahu, dan limbah cair kelapa sawit.

## SILIKA

Silika merupakan serangkaian mineral yang terdiri oleh satu atom silikon (Si) dan dua atom oksigen (O<sub>2</sub>). Oksigen (O<sub>2</sub>) adalah bagian yang paling banyak di permukaan bumi ini, sedangkan silika merupakan bagian terbanyak kedua yang tersedia pada permukaan bumi. Secara alami silika terdapat dalam bentuk kristalin dan amorfus. Kristalin silika terdapat dalam 3 bentuk utama, yaitu kuarsa, tridimit dan kristobalit. Sedangkan struktur amorfus dapat ditemukan dalam bentuk opal, *flint*, kaca silika, *diatomaceous earth* dan *vitreous silica* (Purnawan *et al.*, 2018). Pada silika terkandung gugus silanol (gugus OH) sehingga lebih hydrous. Selain itu silika juga mempunyai luas permukaan yang cukup tinggi, yang dapat diaplikasikan sebagai adsorben (Elma *et al.*, 2019). Silika bersifat non konduktor, memiliki ketahanan yang baik terhadap oksidasi dan degradasi termal (Trianasari *et al.*, 2017). Silika dapat diperoleh dari bahan alam dengan menggunakan metode ekstraksi. Tujuan dari metode ini adalah memisahkan zat-zat yang terlarut antara dua cairan yang tidak saling mencampur (Adziimaa *et al.*, 2013). Adapun karakteristik silika secara umum terdapat pada Table 2. (Mamnuah *et al.*, 2021).

**Tabel 2.** Karakteristik Silika Amorf

Nama lain	Silikon Dioksida
Rumus Molekul	SiO <sub>2</sub>
Berat jenis (g/cm <sup>3</sup> )	2,6
Bentuk	Padat

Daya larut dalam air	Tidak larut
Titik cair (°C)	1610
Titik didih (°C)	2230
Kekerasan (Kg/mm <sup>2</sup> )	650
Kekuatan tekuk (Mpa)	70
Kekuatan tarik (Mpa)	110
Modulus elastisitas (Gpa)	73-75
Resistivitas (m)	>10 <sup>14</sup>
Koordinasi geometri	Tetrahedral
Struktur kristal	Kristobalit, Tridimit, Kuarsa

### LIMBAH INDUSTRI BATIK

Industri batik di Indonesia merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair. Berbagi kandungan pada limbah batik ditunjukkan pada Tabel 3 (Hardyanti *et al.*, 2017).

**Tabel 3.** Kandungan Limbah Batik

Parameter	Standar (mg/L)	Limbah Industri (mg/L)
PH	6-9	6
COD	150	4,230
Amoniak total	8	5,47
Fenol total	0,5	535
TSS	50	535
Sulfida	0,3	0,040
Crom	1	0,1385
Besi	-	2,0587
Tembaga	-	0,2696
Seng	-	54,7175
Kadmium	-	0,00063
Timbal	-	0,2349

Pada tabel 3 tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam limbah industri batik terdapat kandungan logam berat yang melebihi batas standar. Hal tersebut dapat menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan. Ion logam berbahaya yang mencemari lingkungan termasuk cadmium, timbal, seng, merkuri, tembaga dan besi. Dari tabel 3 menunjukkan bahwa pada limbah cair industri batik terkandung logam berat Pb mencapai 0,2349 mg/L. Sumber logam timbal (Pb) ini memiliki sifat *toxic* yang berasal dari zat pewarna ataupun zat mordan yang merupakan zat pengikat dari zat warna meliputi PbCrO<sub>4</sub>. Pada industri batik, kandungan logam besi (Fe) melebihi batas standar yang ditetapkan. Kandungan besi yang terkandung dalam industri batik adalah 2.0587 mg/L. Hal ini dapat mengakibatkan masalah kesehatan yang penting yaitu keracunan timbal yang dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf, sistem

reproduksi, hati dan otak. Sebelum limbah industri batik dibuang ke badan air lingkungan maka diperlukan pengolahan konsentrasi zat warna terlebih dahulu.

Silika adalah suatu padatan yang memiliki struktur berpori, dengan adanya struktur berpori dalam silika ini berhubungan dengan luas permukaan. Semakin besar luas permukaan maka semakin kecil iuluran pori-pori yang dimiliki oleh suatu silika sehingga kemampuan adsorpsi silika tersebut bertambah. Gugus silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si) yang terkandung didalam silika menyebabkan silika dapat digunakan sebagai adsorben (Buhani *et al.*, 2009). Secara efektif ion logam akan terikat dengan mekanisme tertentu, karena adanya gugus silanol dan siloksan. Pada beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan menggunakan kitosan-silika. Membran kitosan-silika digunakan untuk mengurangi kadar ion logam Pb dalam larutan koefisien rejeksi sebesar 26,84% (Yunianti & Maharani, 2012). Tabel 3 menampilkan penggunaan silika sebagai bahan pengolahan dalam limbah industri batik. Adsorpsi dioptimalkan penggunaannya sebagai metode pengolahan limbah batik, dimana terjadinya penurunan kadar logam dan Pb dan Fe yang terkandung pada limbah batik tersebut.

**Tabel 4.** Penggunaan silika sebagai bahan pengolah dalam limbah industri batik

No	Sampel	Metode	Hasil	Referensi
1	Limbah cair batik	Adsorpsi Kitosan silika bead	Pada limbah cair sebesar 100% dengan daya adsorpsi 1,9072 mg/g, kitosan silika bead dapat mengadsorpsi ion logam jenis Pb(II). Sedangkan pada kapasitas adsorpsi 0,9062 mg/g, silika bead dapat mengadsorpsi ion logam Pb(II) sebesar 100%.	(Susilowati <i>et al.</i> , 2018)
2	Limbah cair batik	Adsorpsi	Pada limbah cair baik, silika dapat digunakan sebagai adsorben logam berat Fe dengan waktu optimal adsorpsi 40 menit. Dimana terjadi penurunan kadar Fe dari 0,287 ppm menjadi 0,145 ppm. Selain itu pada penelitian ini juga digunakan bentonit sebagai adsorben logam Fe dalam limbah batik. Dengan penggunaan bentonit sebagai adsorben juga menunjukkan hasil bahwa semakin lama waktu interaksi, maka jumlah ion logam Fe yang teradsorpsi semakin banyak.	(Hardyanti <i>et al.</i> , 2017)

Selain itu pada industri batik diperoleh limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan batik yang mengandung zat warna. Hal ini mirip dengan limbah cair industri tekstil yang mengandung zat warna. Sebelum limbah cair yang mengandung zat warna

ini dibuang ke badan air maka dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu agar memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Zeolit sering dimanfaatkan sebagai material filtrasi, karena mampu memisahkan molekul berdasarkan ukuran, bentuk, popularitas dan derajat ketidakjenuhan. Selain itu, zeolit juga digunakan untuk adsorben (penyerap). Dengan mekanisme melalui proses pengikatan senyawa dan molekul tertentu yang hanya terjadi di permukaan (Sulistiyanti *et al.*, 2018). Penurunan kadar warna limbah cair batik dapat dilakukan dengan memanfaatkan zeolit dan silika sebagai material membran filtrasi. Pola aliran *cross flow* digunakan untuk proses filtrasi. Untuk meminimalkan biaya digunakan reaktor *cross flow* untuk pengujian membran. Nilai rejeksi membran terhadap konsentration warna yang paling besar yaitu 92,68%, dengan berat penambahan silika 3% dari berat zeolit, kecepatan sentrifuge 600 RPM dan persen limbah cair 100%. Seiring dengan penambahan jumlah silika, maka akan memperkuat membran filtrasi zeolit, dan makin besar kecepatan sentrifuge akan membuat material zeolit dan silika bercampur dengan sempurna (Pramitasari & Damayanti, 2017).

### **LIMBAH INDUSTRI LAUNDRI**

Industri laundry semakin bertambah setiap harinya, terutama di daerah pemukiman masyarakat. Sehingga limbah yang dihasilkan dari laundry ini akan mencemari lingkungan. Industri laundry menggunakan bahan pencuci seperti deterjen. Semakin meningkatnya penggunaan deterjen dapat menyebabkan pencemaran bagi lingkungan terutama badan air permukaan. Parameter fisik dan kimia dalam tinjauan air limbah laundry yaitu TSS, warna, COD, dan BOD. Karena itu perlu dilakukan pengolahan limbah laundry yang sesuai baku mutu yang telah ditetapkan (Setyobudiarso & Yuwono, 2014). Dari beberapa studi literatur, diketahui bahwa limbah laundry mengandung nilai sebesar 73 mg/L *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan 162 mg/L untuk nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD). Selain itu terdapat 0,806 mg/L fosfat, 68 mg/L untuk *Total suspended solid* (TSS), sebesar 1,65 mg/L untuk MBAS (*detergent*) dengan nilai pH 6,81 (Hadrah *et al.*, 2019). Secara umum, nilai dari parameter tersebut tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah. Organisme anaerob yang diperoleh dari air limbah akan semakin aktif memecah atau mengoksidasi bahan-bahan organik yang ada dalam air limbah, jika memiliki kadar COD yang tinggi. Karena kekurangan oksigen menyebabkan bakteri aerob mati, sedangkan organisme anaerob lebih dominan. Sehingga menyebabkan air berbau tidak sedap, terganggunya kehidupan biota air, gangguan terhadap estetika, serta dapat memunculkan spesies penyebab penyakit. Bau tidak sedap akibat pencemaran deterjen berasal dari gas  $\text{NH}_3$  dan  $\text{H}_2\text{S}$  yang merupakan bahan organik lanjutan oleh bakteri anaerob (Hadrah *et al.*, 2019). Penurunan kadar COD dan BOD menjadi fokus pada pengolahan limbah laundry sehingga diperlukan silika sebagai adsorben yang memiliki luas permukaan yang besar sehingga silika dapat menyerap polutan-polutan yang terdapat dalam limbah cair laundry. Filtrasi membran dapat mereduksi kadar pencemar dalam limbah cair. Salah satu kelebihan dari filtrasi menggunakan membran ini adalah tingginya efisiensi pemisahan, biaya operasi ekonomis dan ramah lingkungan (Padmaningrum, *et al.*, 2014).



**Tabel 5.** Penelitian silika sebagai bahan pengolah dalam limbah industri laundry.

No	Sampel	Metode	Hasil	Referensi
1	Limbah laundry	Filtrasi	Penambahan silika 1,5% dan kecepatan sentrifugasi 600 rpm. Dengan nilai removal COD tertinggi dan variasi konsentrasi air limbah 100% dapat menurunkan kadar COD sebesar 91,26%, sehingga diperoleh konsentrasi air limbah terbaik yang dapat direjeksi oleh membran tersebut.	(Afifah & Damayanti, 2016)
2	Limbah laundry	Filtrasi dengan kombinasi adsorben	Penurunan kadar BOD dan COD yang terkandung dalam limbah laundry terbukti menggunakan kombinasi adsorben alam seperti arang aktif, pasir silika, antrasit, zeolite dan ferolit sebagai media filtrasi yang mampu menurunkan hingga lebih dari 50%.	(Pungus <i>et al.</i> , 2019)

Pada limbah laundry terdapat kandungan zat tersuspensi, bahan organik, dan warna yang cukup tinggi. Warna dalam limbah laundry disebabkan oleh material yang terkandung dalam limbah tersebut. Warna dalam limbah laundry juga dapat menghasilkan kekeruhan. Maka perlu dilakukan juga pengolahan untuk menurunkan kekeruhan pada limbah laundry. Untuk melakukan pengolahan limbah dapat digunakan nanofiltrasi sebagai membran. Proses pemisahan seperti demineralisasi, penghilangan zat warna, dan desalinasi dapat dilakukan dengan menggunakan membran nanofiltrasi. Pada sebuah penelitian menunjukkan hasil bahwa, membran terbaik adalah membran dengan massa silika 5 gram yang memiliki nilai rejeksi terbaik dengan nilai 91,33% untuk kekeruhan (Aufiyah & Damayanti, 2013).

## LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU

Limbah industri tahu sebelum dibuang ke badan iair harus diolah terlebih dahulu agar sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Ada dua jenis limbah yang dihasilkan dari proses produksi tahu, diantaranya limbah cair dan limbah padat. Limbah cair yang dihasilkan antar 15-20 L/kg dengan bahan baku kedelai. Pada limbah cair industri tahu terdapat kandungan tinggi senyawa organik. Limbah tahu dapat mengakibatkan polusi bagi lingkungan, seperti polusi air, bau tidak sedap, sumber penyakit, perkembangbiakan nyamuk dan menurunkan estetika lingkungan sekitar. Limbah cair akan semakin meningkat seiring dengan jumlah peningkatan produksi tahu. (Sudaryati *et al.*, 2007).

Pencemaran terhadap badan air dan lingkungan sekitar dapat terjadi, jika limbah tahu tidak diolah dengan baik. Indikasi yang ditimbulkan dari mengosumsi air tercemar oleh limbah yaitu sakit perut dan penyakit kulit. Indikasi yang leih fatal dapat menyebabkan kematian, apabila akumulasi bahan-bahan kimia tertentu di dalam tubuh.

Karakteristik dari limbah cair tahu memiliki suhu berkisar 37-45°C; BOD<sub>5</sub> 6.000-8.000 mg/L dan COD 7.500-14.000 mg/L dengan komponen terbesar protein (N-total) sebesar 226,06-434,78 mg/l dengan nilai PH, konsentrasi amonia (NH<sub>3</sub>), dan nitrat (NO<sub>3</sub>) mencapai 3,71; 27,99 mg/L; dan 65,89 mg/L (Fitria & Mangkoedihardjo, 2016). Dalam perairan konsentrasi ammonium 1-3 mg/L mengakibatkan keracunan pada ikan-ikan dan makhluk air lainnya. Konsentrasi 400-700 mg/L akan menyebabkan akut atau efek jangka pendek seperti, iritasi terhadap saluran pernafasan, tenggorokan, hidung dan mata. Sedangkan konsentrasi 5000 mg/L dapat menimbulkan kematian.

**Tabel 6.** Perbandingan hasil penelitian silika sebagai bahan pengolah dalam limbah cair industri tahu

No	Sampel	Metode	Hasil	Referensi
1	Limbah cair industri tahu	Aliran <i>Cross Flow</i> dan Brucin Asetat	Pada keadaan optimum, berat silika untuk pembuatan membran sebesar 5 gram. Dengan variasi membran 5 g dan volume air 100% diperoleh nilai koefisien rejeksi paling baik pada parameter ammonium sebesar 92,17%. Sehingga nilai fluks dihasilkan sebesar 3,67 L/m <sup>2</sup> .jam.	(Puspayana & Damayanti, 2013)
2	Limbah cair tahu	<i>Sol-gel</i>	Pada berat silika 0,25 g diperoleh kadar ammonium sebesar 21,03 %, sedangkan berat 0,125 g yaitu sebesar 16,27 %. Kemudian terjadi penurunan pada berat 0,5 g dan 0,75 g sebesar 17,1 % dan 8,23 %. Untuk menurunkan kadar ammonium berat optimum silika yang diperoleh sebesar 0,25 g.	(Nurbaiti et al., 2018)

## LIMBAH CAIR INDUSTRI KELAPA SAWIT

Di Indonesia kelapa sawit merupakan salah satu komoditas pertanian utama yang sangat berkembang. Perkebunan sawit terbanyak terdapat di pulau Sumatra dan Kalimantan. Pada kedua pulau tersebut terdapat sekitar 90% perkebunan sawit serta mampu memproduksi 95% minyak sawit mentah (*crude palm oil/ CPO*) (Purba et al., 2017). Limbah cair merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh industri kelapa sawit. Potensi menurunnya kualitas lingkungan akibat limbah cair kelapa sawit sangat



tinggi, karena cukup tingginya kadar polutan yang dikandung. Limbah cair kelapa sawit ini memiliki kandungan BOD dan COD yang tinggi serta kandungan padatan tersuspensi yang tinggi serta memiliki bau tidak sedap. Secara umum, Chemical Oxygen Demand (COD) yang terkandung pada limbah cair kelapa sawit rata-rata sebesar 21,280 mg/L, sedangkan Biochemical Oxygen Demand (BOD) rata-rata sebesar 34,720 mg/L. Minyak lemak rata-rata sebesar 3,075 mg/L, dan pH rata-rata sebesar 4 (Yulastri *et al.*, 2013).

**Tabel 7.** Penelitian silika sebagai bahan pengolah dalam limbah cair industri kelapa sawit

No	Sampel	Metode	Hasil	Referensi
1	Limbah Cair Industri Kelapa Sawit	Dielectric barrier discharge (DBD)	Dari penelitian tersebut didapat hasil membran silika 5gram dapat melakukan penurunan kadar COD dan BOD paling maksimum adalah sebesar 23,71% dan 57,44%.	(Suprihatin <i>et al.</i> , 2015)
2	Limbah Cair Industri Kelapa Sawit	Base line	Pada penelitian ini morfologi membran dari hasil analisis menggunakan alat SEM bahwa seiring dengan penemabhan massa silika maka ukuran pori membran kan mengecil yaitu pada membran silika 5 gram dengan ukuran pori 3,59 $\mu\text{m}$ . Penurunan kadar COD dan BOD paling maksimum didapat sebesar 23,71% dan 57,44%.	(Febriana <i>et al.</i> , 2017)

## LIMBAH CAIR INDUSTRI TEKSTIL

Limbah cair industri tekstil merupakan limbah yang terdapat kandungan pencemar organik yang tinggi. Biasanya limbah ini sulit diolah dengan proses biologis karena mengandung bahan pewarna organik rantai panjang. Dalam proses pewarnaan tekstil, banyak menggunakan air. Sehingga akan menghasilkan limbah cair yang dapat mencemari air sungai/perairan jika tidak diolah sebelum dibuang. Peningkatan BOD dapat terjadi, jika air limbah tekstil dibuang ke perairan mempunyai tingkat warna yang tinggi (Tetuko *et al.*, 2016). Kualitas air dan warna air merupakan salah satu indikator air tersebut dapat dikonsumsi atau tidak oleh makhluk hidup. Pada limbah cair tekstil ada beberapa cara untuk menurunkan intensitas warna seperti, koagulasi, filtrasi, elektrodekolorisasi dan adsorpsi (Pratiwi *et al.*, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan, bahwa silika mampu mengurangi kekeruhan dan warna pada limbah cair

industri tekstil. Nilai koefisien rejeksi tertinggi diperoleh 96,86% untuk warna. Sedangkan kekeruhan diperoleh 99,31%. Nilai tersebut didapatkan dari berat campuran silika 5 gram (28,65 %wt), dengan volume limbah 100% serta kandungan warna 1,123 Co dan kekeruhan 180,5 NTU (Rachmawati & Damayanti, 2013). Pada proses reduksi tersebut metoda yang digunakan adalah alkalifussion yaitu dengan pembentukan kalium silikat ( $K_2SiO_3$ ). Terdapat dua tahapan pembuatan membran yaitu tahapan preparasi, dan pencetakan membran. Dimana dilakukan pengujian kinerja membran menggunakan reaktor dengan aliran cross-flow untuk mengetahui kandungan warna dan kekeruhan permeat yang lolos dari membran. Dalam proses pengujian membrane dengan reaktor *Cross Flow* memperlihatkan adanya *filter cake* keabu-abuan yang terbentuk pada permukaan membrane. Hal tersebut menunjukkan bahwa membran mengalami *fouling* setelah pengujian.

### KESIMPULAN

Silika dapat digunakan sebagai bahan pengolah limbah dalam industri tekstil, laundry, tahu dan kelapa sawit. Silika paling efektif digunakan dalam pengolahan limbah industri tekstil. Dengan nilai koefisien rejeksi tertinggi untuk warna sebesar 96,86% dan untuk kekeruhan sebesar 99,31% dapat mengurangi kekeruhan dan warna pada limbah cair industri tekstil. Dimana nilai tersebut didapatkan dari berat campuran silika 5 gram (28,65 %wt), dengan volume limbah 100% serta kandungan warna 1,123 Co dan kekeruhan 180,5 NTU.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adziimaa, A. F., Risanti, D. D., & Mawarni, L. J. (2013). Sintesis Natrium Silikat dari Lumpur Lapindo sebagai Inhibitor Korosi. *Jurnal Teknik ITS*, 2(2), 384–389.
- Mamnuaah I. A., Wardoyo, T., & Ismathuhom, F. (2021). Pembuatan Silika Gel Dengan Memanfaatkan Campuran Sekam Padi Dan Limbah Tebu (*Saccharum Officinarum*) Menggunakan Metode Sol-Gel Sebagai Adsorben Ion Logam  $Cu^{2+}$ . *JIMTEK: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 2(1), 8-13.
- Mulyani, A. & Rijal, M. (2018). Industrialisasi, Pencemaran Lingkungan dan Perubahan Struktur Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Biology Science & Education*, 7(2), 178–186.
- Afifah, A. S., & Damayanti, A. (2016). Filtrasi Limbah Laundry Dengan Membran Zeolit-Silika Untuk Menurunkan COD. *Jurnal Purifikasi*, 16(2), 67–77.
- Aufiyah & Damayanti, A. (2013). Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Membran Nanofiltrasi Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Kekeruhan dan Fosfat. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 2(2), 98–103.
- Buhani., Narsito., Nuryono., & Kunarti, E. S. (2009). Amino and Mercapto-Silica Hybrid For Cd(II) Adsorption In Aqueous Solution. *Indonesian Journal of Chemistry*, 9(2), 170-176.
- Puspayana, D. R., & Damayanti, A. (2013). Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Membran Nanofiltrasi Silika Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Kadar Nitrat dan Amonium. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 2(2), 87–91.

- Elma, M., Riskawati, N., & Marhamah, M. (2019). Desalinasi Air Limbah Pabrik tahu menggunakan membran Silika dengan Prekursor TEOS (Tetraethyl orthosilicate). *Konversi*, 7(2), 67-70. <https://doi.org/10.20527/k.v7i2.6500>
- Nurbaiti, C., Elvia, R., & Chandra, I., (2018). Pemanfaatan Silika Dari Pasir Pantai Linau Untuk Mengurangi Kadar Ammonium Dalam Limbah Cair Tahu. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2(2), 132–136.
- Febriana, I., Chodijah, S., Husaini., & Novriani, L. (2017). Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Membran Berbasis Kitosan, PVA dan Silika. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 9(2), 73–84.
- Yulastri, Hazmi, A., & Desmiarti, R. (2013). Aplikasi Plasma Dengan Metoda Dielectric Barrier Discharge (DBD) Untuk Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 2(2), 46-50.
- Purba, J. H. V., & Sipayung, T. (2017). Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia Dalam Perspektif Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Masyarakat Indonesia*, 43(1), 81-94.
- Hadrah, Kasman, M., & Septiani, T. (2019). Analisis Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Laundry dengan *Multi Soil Layering* (MSL). *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1), 36–41.
- Fitria, F. L., & Mangkoedihardjo, S. (2016). Pengolahan limbah cair tahu menggunakan tanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) Untuk menurunkan kadar amonium dan bod pada bed evapotranspirasi. *Jurnal Purifikasi*, 16(2).
- Trianasari, Manurung, P., & Karo-Karo, P. (2017). Analisis dan Karakterisasi Kandungan Silika ( $\text{SiO}_2$ ) sebagai Hasil Ekstraksi Batu Apung (Pumice). *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 05(2), 179-186.
- Naslilmuna, M., Muryani, C., & Santoso, S.(2018). Analisis Kualitas Air Tanah dan Pola Konsumsi Air masyarakat Sekitar Industri kertas PT. Jaya Kertas Kecamatan Kertosono Kabupaten Nganjuk. *Jurnal GeoEco*, 4(1), 51–58.
- Sudaryati, N. L. G., Kasa, I. W., & Suyasa, I. W. B. (2007). Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan limbah Cair Industri Tahu. *Ecotrophic*, 3(1), 21–29.
- Pramitasari, N., & Damayanti, A. (2017). Pemanfaatan Zeolit Dan Silika Sebagai Material Membran Filtrasi Untuk Menurunkan Konsentrasi Warna Limbah Cair Batik Zeolite And Silica As Material For Filter Membrane To Remove Color From Batik Wastewater. *Jurnal Purifikasi*, 17(1), 11–21.
- Pratiwi, K., Bohari., Gunawan, R. (2018). Pembuatan Membran Silika Dari Fly Ashbatubara Untuk Penurunan Intensitas Warna Dari Limbah Cair Industri Sarung Samarinda. *Jurnal Atomik* . 3(1),31-38.
- Pungus, M., Palilingan, S., & Tumimomor, F. (2019). Penurunan kadar BOD dan COD dalam limbah cair laundry menggunakan kombinasi adsorben alam sebagai media filtrasi. *Fullerene Journal of Chemistry*, 4(2), 54–60.
- Purnawan, C., Martini, T., & Rini, I. P. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Silika Abu Ampas Tebu Termodifikasi Arginin sebagai Adsorben Ion Logam Cu(II). *ALCHEMY: Jurnal Penelitian Kimia*, 14(2), 333–348. <https://doi.org/10.20961/alchery.14.2.19512.333-348>
- Padmaningrum, R. T., Aminatun, T., & Yulianti. (2014). Pengaruh Biomassa Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dan Teratai (*Nymphaea firecrest*) Terhadap Kadar

- Fosfat, BOD, COD dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry. *Jurnal Penelitian Saintek*, 19(2), 64–74.
- Setyobudiarso, H., & Yuwono, E. (2014). Rancang Bangun Alat Penjernih Air Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Media Penyaring Kombinasi Pasir-Arang Aktif. *Jurnal Neutrino*, 6(2), 84–90.
- Hardyanti, I. S., Nurani, I., Hardjono, D. S., Apriliani, E., Wibowo, E. A. P. (2017). Pemanfaatan Silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan Bentonit sebagai Adsorben Logam Berat Fe pada Limbah Batik. *Jurnal Sains Terapan*, 3(2), 37–41.
- Sulistiyanti, D., Antoniker, A., & Nasrokhah, N. (2018). Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi pada Pengolahan Limbah Laboratorium. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(2), 147-156. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v3i2.2430>
- Suprihatin, E., Zaharah, T. A., & Wahyuni, N. (2015). Pembuatan Membran Silika Dari Fly Ash Dan Aplikasinya Untuk Menurunkan Kadar COD Dan BOD Limbah Cair Kelapa Sawit. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(3), 48–53.
- Susilowati, E., Mahatmanti, F. W., & Haryani, S. (2018). Sintesis Kitosan-Silika Bead sebagai Pengadsorpsi Ion Logam Pb(II) pada Limbah Cair Batik. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), 123-131.
- Tetuko, A., Murhayanti, R., & Sugiyo, W. (2016). Sintesis Komposit Kitosan : Silika Dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil. *Indonesia Jurnal Farmasi*, 1(1), 11–17.
- Rachmawati, A., & Damayanti, A. (2013). Pengolahan Limbah Cair Industri Pewarnaan Jeans Menggunakan Membran Silika Nanofiltrasi Aliran Cross Flow untuk Menurunkan Warna dan Kekeruhan. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 2(2), 113–117.
- Yunianti, S., & Maharani, D. K. (2012). Pemanfaatan Membran Kitosan-Silika Untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Pb(II) Dalam Larutan. *UNESA Journal of Chemistry*, 1(1), 108-115.