

PEMBUATAN MEMBRAN SILIKA DARI FLY ASH BATUBARA UNTUK PENURUNAN INTENSITAS WARNA DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI SARUNG SAMARINDA

SYNTHESIS OF SILICA MEMBRANE USING COAL FLY ASH TO DECREASE COLOUR INTENSITY THE LIQUID WASTE OF SARUNG SAMARINDA INDUSTRY

Kartika Pratiwi*, Bohari, Rahmat Gunawan

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok, Kampus Gn. Kelua, Samarinda 75123

*E-mail: Kartikaapratwii30@gmail.com

Received: 05 February 2017, Accepted: 22 February 2018

ABSTRACT

Synthesis of silica membrane from coal fly ash to decrease the color intensity of the liquid waste of sarung Samarinda industry has been done. The extraction of silica from coal fly ash by using the sol-gel process, and for silica membrane by using mixture of PVA (Poly Viny Acohol) and PEG (Polyethylen Glycol). Decrease in color intensity were analyzed using UV-Visible Spectrofotometer and the morphology of the membrane was observed by SEM-EDX. Based on the results from the spectrofotometer the concentration of the liquid waste before is 52.92 Unit Pt.Co and after decolorization is 25.04 Unit Pt.Co. The result show that decreasing are concentration is 52.68%, and the results the Scanning Electron Microscope (SEM)-EDX on the membrane after decolorization of liquid waste show distribution of pores in the membrane experiencing changes caused by new particles covering membrane be expected from liquid waste, and the elements are C, O, Na, Al and Si.

Keywords: *Coal Fly Ash, Liquid Waste of Sarung Samarinda, Membrane*

PENDAHULUAN

Kota Samarinda terkenal dengan kota penghasil kerajinan sarung dan batik samarinda. Saat ini terdapat 98 pengrajin sarung tenun yang tersebar dijalan bendahara, RT 1 dan 2 kelurahan masjid, kecamatan samarinda seberang (Data pengusaha mikro, kecil dan menengah kelurahan masjid, 2014) dalam satu tahun menghasilkan limbah sisa pewarnaan benang sebanyak 211.680 liter/tahun, dengan konsentrasi warna limbah sebesar 213,378 Pt.co [1]. Konsentrasi zat pewarna sintesis yang tinggi dapat menyebabkan meningkatkan COD dan dapat merusak ekosistem disekitar sungai, sehingga perlu dilakukan dekolonisasi hingga konsentrasi warna limbah tidak memberikan dampak buruk bagi ekosistem.

Perkembangan industri saat ini terutama pada bidang industri tekstil dan industri batubara sangat memberikan dampak pada lingkungan, limbah yang dihasilkan semakin banyak dan semakin kompleks, diantaranya limbah cair warna akibat proses pewarnaan tekstil. Warna air limbah menunjukkan tingkat pencemaran area tertentu. Pembuangan air limbah ke lingkungan perairan dapat mengakibatkan timbulnya masalah pencemaran lingkungan, salah satunya limbah cair produksi sarung samarinda yang

banyak menggunakan zat warna. Pada saat ini limbah warna yang dihasilkan dari proses pencelupan jika tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, sementara lingkungan mempunyai kemampuan terbatas untuk mendegradasi zat warna tersebut. Lingkungan perairan menjadi berwarna dan mengubah kualitas air sehingga tidak sesuai untuk dikonsumsi oleh makhluk hidup. Warna dapat menghambat penetrasi cahaya kedalam air dan mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis [2].

Telah dilakukan banyak cara untuk mengurangi intensitas warna pada limbah cair diantaranya adalah dengan koagulasi, filtrasi, elektrokolorisasi dan adsorpsi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rini, dkk (2009) memanfaatkan serbuk silika dari jerami padi sebagai bahan pembuat membran padat silika untuk dekolonisasi limbah cair batik, penelitian lain dilakukan open Rachmawati Dan Damayanti (2013) yaitu pengolahan limbah cair menggunakan membran silika nanofiltrasi aliran *cross flow* untuk menurunkan warna dan kekeruhan, serta penelitian yang dilakukan oleh Suprihatin, dkk (2015) mengenai pembuatan membran silika dari *fly ash* dan aplikasinya untuk menurunkan kadar COD dan BOD limbah cair kelapa sawit [3-5]. Salah satunya

teknologi pemisahan menggunakan membran merupakan teknik pemisahan komponen dengan cara yang sangat spesifik, yaitu menahan dan melewatkan salah satu komponen lebih cepat dari komponen penyusun [6].

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah zat warna dari industri sarung Samarinda dengan proses penurunan intensitas warna (dekolorisasi) menggunakan membran dengan bahan dasar silika dari *fly ash* batubara. Pembuatan membran dilakukan dengan menggunakan bahan pendukung yaitu campuran *Poly Vinyl Alcohol* (PVA) dan *Poly Ethylene Glycol* (PEG) agar terbentuk membran yang baik menggunakan silika, dalam hal ini dilakukan teknik filtrasi pada membran dengan menggunakan pori-pori dari membran tersebut. Melalui proses ini pori-pori yang semakin kecil pada membran mampu menyaring partikel-partikel warna dari limbah cair industri sarung samarinda sehingga proses dekolorisasi menjadi lebih baik [5].

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dirancang secara eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium. Pembuatan membran salah satu metode yang efektif dalam pengolahan limbah berwarna dalam menurunkan intensitas warna sebelum dibuang ke lingkungan. Penelitian ini diawali dengan preparasi pada *fly ash*, kemudian ekstraksi serbuk silika (SiO_2) kemudian dilakukan pembuatan bahan pendukung membran yaitu larutan campuran PVA. Kemudian Serbuk silika (SiO_2) hasil ekstraksi *fly ash* ditambahkan dengan larutan campuran PVA dan *Poly Vinyl Glycol* (PEG). Kemudian membran yang telah jadi dicetak dan dikeringkan. Setelah membran berhasil terbentuk maka dilanjutkan proses penurunan intensitas warna dengan menghitung hasil proses penurunan intensitas warna menggunakan spektrofotometer UV-Visible serta untuk Morfologi dari membran diamati menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM)-EDX.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Beaker glass, Labu takar, Gelas ukur, Pipet ukur, Pipet tetes, Corong kaca, Batang Pengaduk, Magnetik stirer, *Hot Plate*, Spektrofotometer UV-Visible, Oven, Neraca Analitik, Statif dan Klem, Cawan Petri, Cawan Porselen, Corong Buchner, Kertas saring halus, Kertas *Whatman* no.41, pH Universal, Stop Watch, Tanur listrik, *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM)-EDX.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fly Ash*, Limbah cair industri sarung samarinda, Aquades, PVA (*Poly Vinyl alcohol*), HNO_3 (asam Nitrat), PEG (*Polyethylene glycol*) 4000, NaOH (natrium hidroksida), HCl (asam Klorida), larutan K_2PtCl_6 (kalium kloro platina), larutan $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (kobalt klorida).

Prosedur Penelitian

Pembuatan bahan-bahan membran silika

Proses ekstraksi serbuk silika dari abu terbang (fly ash)

Sebanyak 12,5 gram sampel *fly ash* dan 25 gram NaOH padat dimasukkan kedalam cawan porselen kemudian di tanur pada suhu 500°C selama ± 5 jam. Hasil ekstraksi yang diperoleh ditambahkan aquades hingga ekstrakkan berhenti terbentuk (larutan tidak kuning lagi), kemudian sampel disaring dan filtrat yang mengandung silika terlarut ditampung. Untuk mengendapkan silika, ke dalam filtrat ditambahkan larutan HCl 1M secara bertahap didiamkan hingga pH 8-9 dan terbentuk gel. Setelah itu endapan silika yang diperoleh dicuci menggunakan aquades hingga pH ± 7 kemudian di keringkan dalam oven pada suhu 103°C selama ± 5 jam, selanjutnya dilakukan analisa kandungan silika menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) pada *fly ash* dan silika yang dihasilkan dari proses ekstraksi *fly ash*.

Pembuatan campuran PVA (poly vinyl alcohol)

Sebanyak 6 gram PVA (*poly vinyl alcohol*) dicampurkan dengan 10 mL HNO_3 1M dan aquades 190mL, diaduk dengan magnetik stirer selama 2 jam pada pemanasan 80°C [3].

Pembuatan membran silika

Sebanyak 0,15 gram PEG ditimbang kemudian ditambahkan larutan PVA sebanyak 3,4 gram dan ditambahkan silika hasil preparasi dengan massa 1 gram diaduk hingga homogen. Selanjutnya dicetak dalam plat kaca cawan petri, kemudian dikeringkan pada suhu kamar selama 30 jam, membran yang setengah basah dikeluarkan dari cetakan dan dipanaskan dalam oven pada suhu 70°C selama 1 jam yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang masih terdapat dalam membran [3].

Proses penurunan intensitas warna dari limbah cair industri sarung Samarinda

Membran dimasukkan pada selang air yang sama bahan dan jenis serta ukurannya dengan selang air yang digunakan pada saat proses pencetakan membran kemudian alat diatur sedemikian rupa

selanjutnya sampel limbah cair industri sarung Samarinda sebanyak 25 mL dialirkan melewati membran tersebut dengan pengaturan kecepatan alir. Cairan yang telah melewati membran ditampung dan dianalisis dengan spektrofotometer UV-Visible. Selain itu, limbah cair industri sarung Samarinda sebelum dilewatkan pada membran padat, kandungan atau intensitas warna dari limbah di analisis terlebih dahulu dengan spektrofotometer UV-Visible. Penurunan intensitas warna sampel industri sarung Samarinda setelah melewati membran menunjukkan terjadinya proses dekolonisasi (penurunan intensitas warna) dari limbah cair industri sarung [3].

Pengujian limbah cair menggunakan spektrofotometer UV-Visible

Penentuan panjang gelombang optimum

Larutan induk platinum cobalt (Pt.Co) dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Visible dengan rentang panjang gelombang 435-480 nm, kemudian dicari panjang gelombang optimum dengan melihat absorbansi tertinggi dan titik puncak pada grafiknya.

Pengujian warna dari limbah cair industri sarung Samarinda

Pengukuran warna dilakukan dengan membandingkan warna sampel limbah cair industri sarung Samarinda dengan warna larutan standar yang terbuat dari Pt.Co (Platinum Cobalt) dan diukur berdasarkan panjang gelombang optimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Ekstraksi Kering Serbuk Silika Dari Abu Terbang (Fly Ash)

Abu terbang atau *fly ash* adalah limbah industri yang dihasilkan dari pembakaran batubara yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara [7]. Pada sampel abu terbang (*fly ash*) batubara dilakukan analisa *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk mengetahui kandungan oksida yang terkandung didalamnya sebelum dilakukannya preparasi sampel dan proses ekstraksi, dimana hasil analisa *X-Ray Fluorescence* (XRF) terlihat pada tabel 1 dan hasil analisa silika dengan menggunakan XRF pada *fly ash* batubara adalah 35,240%, hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [5] bahwa silika yang terkandung dalam *fly ash* batu bara adalah 36,098% menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF), selain itu ada oksida lain selain silika yaitu Fe_2O_3 , CaO, K_2O dan MnO.

Tabel 1. Hasil analisa *X-Ray Fluorescence* (XRF) pada *fly ash* batubara dan silika gel

Sampel	Parameter Analisa (%)					Jumlah
	Fe_2O_3	CaO	K_2O	SiO_2	MnO	
<i>Fly ash</i>	33,665	29,075	1,781	35,240	0,240	100
Silika gel	0,620	-	-	99,187	0,194	100

Preparasi pada sampel abu terbang (*fly ash*), diawali dengan tahap proses perendaman abu terbang. Abu terbang direndam dengan aquades panas selama ± 2 jam perendaman dengan aquades yang bertujuan untuk mengekstrak bahan organik yang larut dalam air yaitu karbon sehingga tidak menjadi pengotor pada saat proses ekstraksi silika, penggunaan air panas dimaksudkan untuk mempercepat terekstraknya karbon karena suhu adalah salah satu faktor yang berpengaruh dalam ekstraksi. *Fly ash* yang telah terbebas dari semua bahan organik selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu $103^\circ C$ hingga berat sampel konstan, kemudian dicuci menggunakan larutan HCl 1M pencucian menggunakan HCl 1M bertujuan melarutkan oksida lain selain SiO_2 yang berupa oksida-oksida logam seperti MnO, K_2O dan CaO [8]. Abu kemudian dicuci kembali menggunakan aquades hingga pH ± 7 , pencucian menggunakan aquades ini bertujuan mengurangi kelebihan asam yang ada pada sampel. Ekstraksi adalah proses pemisahan campuran dengan menggunakan bantuan pelarut, dalam penelitian ini digunakan ekstraksi padat dengan proses sol-gel.

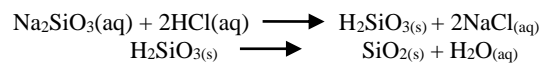
Proses ekstraksi silika dari abu terbang atau *fly ash* dalam penelitian ini menggunakan padatan NaOH sebagai bahan pengekstrak, penggunaan ekstraksi padat pada penelitian ini dengan alasan bahwa pengeskraksian dalam metode kering memiliki kelebihan yaitu dimana hasil ekstraksi yang diperoleh lebih banyak jika dibandingkan dengan menggunakan ekstraksi cair, sehingga diharapkan silika yang diperoleh pada metode ini mencukupi pada saat pembuatan membran silika tanpa membutuhkan waktu yang lama. Langkah awal yang dilakukan adalah 12,5033 gram *fly ash* dan 25,0531 gram NaOH dicampurkan didalam cawan porselen kemudian dilakukan peleburan didalam tanur selama ± 5 jam dengan suhu $500^\circ C$, penggunaan suhu $500^\circ C$ didasarkan pada pertimbangan titik leleh NaOH yaitu $318^\circ C$ sehingga pada suhu tersebut NaOH akan terdisosiasi sempurna membentuk ion Na^+ dan OH^- dan pada suhu ini juga merupakan suhu yang tidak terlalu tinggi sehingga memudahkan pada saat proses peleburan [9]. Peleburan ini juga bertujuan untuk mengubah komponen silika dalam abu *fly ash* menjadi natrium silikat (Na_2SiO_3), dengan

mekanisme reaksi yang terjadi adalah OH⁻ akan menyerang atom Si yang bermuatan parsial positif dan terbentuk intermediet SiO₂OH⁻ yang tidak stabil. Pada tahap ini akan terjadi dehidrogenasi dan ion hidroksil yang terlepas akan berikatan dengan hidrogen membentuk molekul air, dua ion Na⁺ yang ada akan menyeimbangkan muatan negatif yang terbentuk [10]. Hasil ekstraksi yang diperoleh kemudian ditambahkan aquades hingga larutan jenuh (larutan tidak berwarna kuning lagi) untuk membentuk suatu larutan natrium silikat, reaksi yang terjadi pada saat peleburan antara silika dan natrium hidroksida menghasilkan natrium silikat dan air.

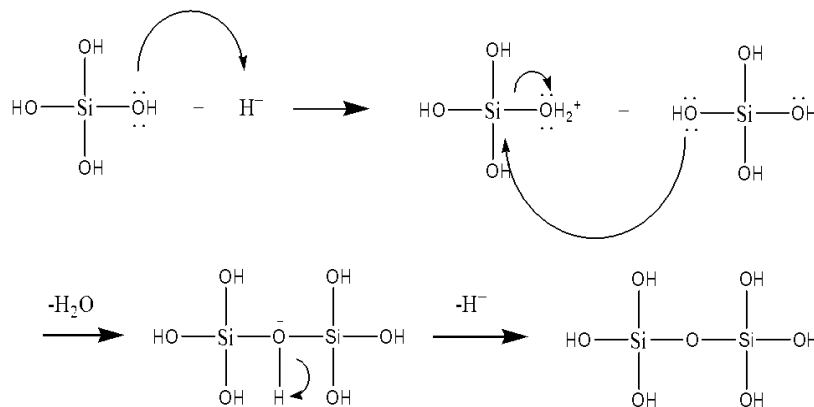


Proses selanjutnya yaitu larutan disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtrat yang diperoleh dari hasil penyaringan dimana filtrat yang diperoleh berupa larutan kuning, Kemudian filtrat yang diperoleh ini ditambahkan larutan HCl 1M secara bertahap dan didiamkan hingga pH 8-9 dan bertujuan untuk membentuk asam silikat bebas sehingga terjadi proses sol-gel dimana asam silikat

bebas tidak larut dalam asam kuat seperti HCl [11]. Reaksi yang terjadi ketika penambahan asam klorida ke dalam larutan natrium silikat menyebabkan terjadinya pertukaran ion Na⁺ dengan H⁺ menghasilkan suatu padatan berbentuk gel yang akhirnya memisahkan partikel dari silika yang terikat dengan molekul air yaitu silika hidrosol atau asam silikat (H₂SiO₃) kemudian asam silikat terurai dan menghasilkan silika dan air.



Langkah selanjutnya yaitu larutan disaring menggunakan kertas saring *Whatman* no. 41 dan endapan yang diperoleh dicuci dengan menggunakan aquades hingga pH ±7, kemudian endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C selama ±5 jam Pemanasan pada suhu 103°C mengakibatkan dehidrasi silika hidrosol sehingga terbentuk silika, yang kemudian dihaluskan untuk mendapatkan bubuk silika, seperti yang terlihat pada gambar 1 merupakan reaksi pembentukan silika gel.



Gambar 1. Pembentukan silika gel [12]

Pada proses ekstraksi silika diperoleh persen rendemen berat adalah sebesar 36,02%, dengan kandungan silika menjadi 99,187% yang dapat dilihat pada tabel 1. Berdasarkan analisis kandungan oksida logam pada silika, terdapat penurunan dan penghilangan kandungan oksida yaitu CaO dan K₂O yang telah hilang, kemudian Fe₂O₃ dan MnO yang telah berkurang. Peningkatan kandungan silika tersebut, membuktikan bahwa proses ekstraksi silika yang ada pada *fly ash* telah berhasil dilakukan.

Pembuatan Membran Silika

Penelitian pembuatan membran silika diawali dengan pembuatan larutan campuran PVA (*Poly Vinyl Alcohol*). Pembuatan larutan campuran PVA

(*Poly Vinyl Alcohol*) menggunakan 190 mL aquades dan 10 mL HNO₃ 1M dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* sambil dilakukan pemanasan pada suhu 80°C selama 2 jam, pemanasan pada suhu 80°C untuk menguapkan H₂O serta untuk mempercepat larutnya PVA [3]. Larutan campuran PVA (*Poly Vinyl Alcohol*) yang dihasilkan akan berupa larutan kental bening.

Pembuatan membran silika menggunakan larutan campuran PVA (*Poly Vinyl Alcohol*) sebanyak 3,4 gram (dalam kondisi fresh) yang berfungsi sebagai zat perekat antar serbuk-serbuk silika sehingga menjadi suatu membran, dan penambahan 0,15 gram PEG (*Polyethylene glycol*) yang berfungsi sebagai porogen untuk meningkatkan

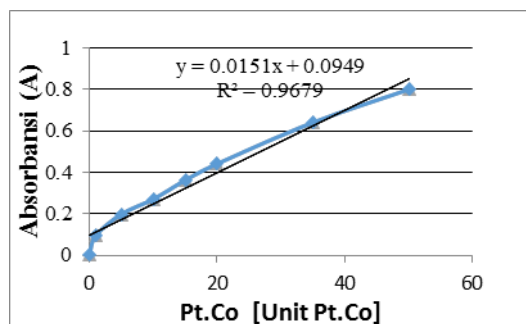
keteraturan pori-pori agar lebih rapat dan terbentuk suatu membran berpori yang bagus [6]. Dalam penelitian ini membran dibuat dengan massa silika 1 gram, larutan campuran PVA (*Poly Vinyl Alcohol*) yang telah dibuat sebelumnya kemudian ditambahkan PEG (*Polyethylene glycol*) dan ditambahkan serbuk silika setelah itu dilakukan proses pengadukan menggunakan *magnetik stirer* hingga larutan bercampur sempurna (campuran berwarna putih kental), jika pada saat proses pengadukan pembuatan membran terbentuk gumpalan lendir yang tidak larut pada membran yang dibuat, maka bisa dilakukan cara dengan memakai larutan campuran PVA (*Poly Vinyl Alcohol*) yang baru (*fresh*).

Campuran yang telah homogen dicetak pada plat kaca cawan petri dan didiamkan selama 30 jam pada suhu kamar. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan kandungan air yang masih terdapat pada membran. Setelah 30 jam membran yang setengah basah kemudian di oven selama ± 3 jam dengan suhu 70 °C. Pemakaian suhu 70 °C untuk menghilangkan kadar air yang masih ada dalam membran setelah dengan pengeringan dengan menggunakan suhu kamar, serta untuk menguatkan membran yang telah terbentuk [5].

Apabila suhu pengovenan lebih dari 70 °C, dikhawatirkan PVA (*Poly Vinyl Alcohol*) dan PEG (*Polyethylene glycol*) dalam membran kembali meleleh sebelum terbentuk ikatan yang kuat antar senyawa silika dalam membran silika akibatnya membran menjadi lembek [3]. Setelah pengovenan 70 °C selama ± 3 jam membran yang telah jadi siap digunakan untuk penurunan intensitas warna dari limbah cair industri sarung samarinda.

Pengujian Limbah Cair Menggunakan Spektrofotometer UV-Visible

Pengujian limbah cair menggunakan Spektrofotometer UV-Visible diawali dengan penentuan panjang gelombang optimum yang akan menjadi acuan pada saat penentuan konsentrasi dari limbah cair industri sarung samarinda. Penentuan panjang gelombang optimum dilihat dari Absorbansi tertinggi dan titik puncak pada grafiknya pada rentang panjang gelombang 435-480 nm dengan menggunakan larutan induk 500 unit Pt.Co sehingga diperoleh panjang gelombang optimum adalah 465 nm, kemudian dilakukan pembuatan kurva kalibrasi konsentrasi larutan Pt.Co terhadap absorbansi dengan konsentarsi yang menjadi acuan adalah 0;1;5;10;15;20;35;dan 50 Unit Pt.Co.



Gambar 2. Kurva standar konsentrasi larutan Pt.Co [Unit Pt.Co]

Pada gambar 2 yang merupakan kurva standar larutan Pt.Co terhadap absorbansi, dimana sumbu x dinyatakan sebagai konsentrasi dari larutan Pt.Co dan sumbu y merupakan absorbansi atau serapan yang diperoleh dari hasil pengukuran sehingga persamaan regresi linier $y = 0,015x + 0,094$ dan nilai $r = 0,9839$. Dari kurva kalibrasi yang diperoleh, Harga koefisien korelasi (r) yang mendekati 1 menyatakan hubungan yang linier antara konsentrasi dengan serapan yang dihasilkan, dengan kata lain peningkatan nilai absorbansi analit berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasinya yang sesuai dengan kriteria penerimaan koefisien korelasi (r) [13], dimana korelasi yang dihasilkan menurut Jonathan (2006) merupakan hasil korelasi yang sangat kuat [14].

Tabel 2. Hasil pengukuran intensitas warna

Limbah Awal		Limbah Akhir		% Penurunan Intensitas Warna	λ (nm)
(Pt.Co)		(Pt.Co)			
Kons	Kons \times Fp (2)	Abs (A)	Kons	Kons \times Fp (2)	Abs (A)
26,46	52,92	0,4909	12,52	25,04	0,2818

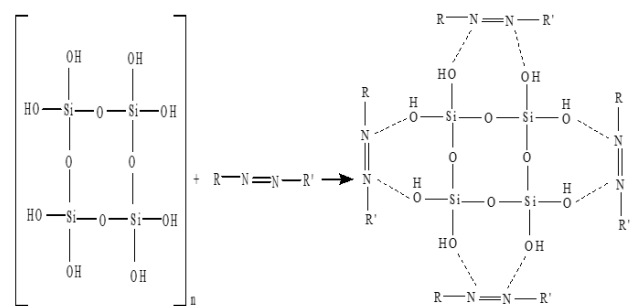
Limbah cair industri sarung yang dipakai pada penelitian ini adalah hasil pencelupan pertama sebelum dibuang ke sungai. Berdasarkan hasil pengukuran dari penurunan intensitas warna limbah cair industri sarung Samarinda, yang terlihat pada tabel 2 berupa data pengukuran sebelum dan setelah penurunan intensitas warna yaitu 52,92 Unit Pt.Co dan 25,04 Unit Pt.Co, sehingga dapat diperoleh persen penyerapan dari intensitas warna pada limbah adalah sebesar 52,68 %.

Proses penurunan intensitas warna dari limbah cair industri sarung Samarinda dilakukan dengan menggunakan metode filtrasi, dengan mengalirkan limbah melewati membran yang telah diletakkan sedemikian rupa dengan penyesuaian dari penempatan alat pompa vakum *buchner*, kemudian

setelah limbah cair melewati membran ditampung dan dianalisis intensitas warnanya menggunakan spektrofotometer UV-Visible. Permukaan membran silika memiliki pori sedangkan zat warna mempunyai ukuran molekul yang besar sehingga memungkinkan suatu molekul zat warna tersebut tertahan dipermukaan membran sehingga konsentrasi zat warna menjadi berkurang setelah melewati membran.

Adanya penurunan intensitas warna sebelum dan setelah melewati membran menunjukkan bahwa membran telah berhasil melakukan dekolonisasi limbah cair industri sarung Samarinda. Akan tetapi dalam prakteknya, intensitas warna yang menurun pada limbah cair tidak sepenuhnya menjadi bening tidak berwarna, dalam hal ini warna air limbah sarung adalah kuning gelap dan setelah proses dekolonisasi limbah menjadi berwarna kuning terang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa membran yang dibuat berfungsi sebagai penyaring (filter), membran juga berinteraksi dengan molekul zat warna yang terdapat didalam limbah cair. Molekul zat warna yang merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna dan aoksokrom sebagai pengikat warna. Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna. Zat warna yang berkromofor azo merupakan zat warna yang reaktif, zat warna reaktif terikat pada serat kain dengan ikatan kovalen yang sifatnya lebih kuat dari pada ikatan lainnya sehingga sukar dilunturkan. Zat warna azo adalah senyawa yang paling banyak terdapat dalam limbah tekstil, yaitu sekitar 60-70%. Senyawa azo memiliki struktur umum $R-N=N-R'$, senyawa ini memiliki gugus $-N=N-$ yang dinamakan struktur azo [15].

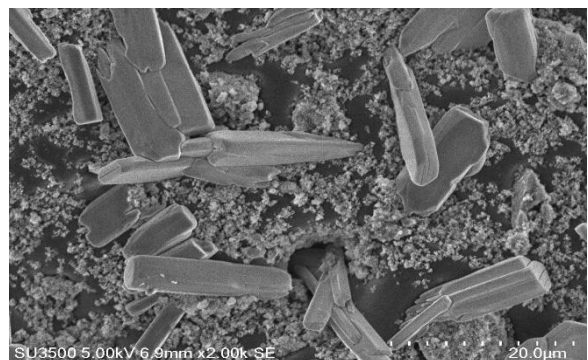
Menurut Febriyana, dkk (2016), pada membran terjadi interaksi antara gugus aktif dalam zat warna dengan gugus OH dari membran silika [16]. Hal ini membuktikan bahwa gugus Si-OH diperoleh pada rentang bilangan gelombang $3750-3311\text{ cm}^{-1}$, seperti yang terlihat pada gambar 3 zat warna reaktif mengandung gugus kromofor yang reaktif, yang dapat bereaksi dengan gugus OH dari membran silika sehingga terjadi ikatan yang lemah antara gugus OH dengan gugus reaktif yaitu gugus $-N=N-$ dari zat warna yang berasal senyawa azo dan memiliki yang nantinya akan terjadi ikatan hidrogen antara atom nitrogen didalam zat warna dengan gugus OH dalam membran silika, ikatan yang lemah yang terjadi antara membran dan gugus $-N=N-$ merupakan salah satu faktor penyebab penurunan warna yang terjadi dari limbah cair industri sarung samarinda kurang maksimal.



Gambar 3. Reaksi senyawa azo dengan silika [17]

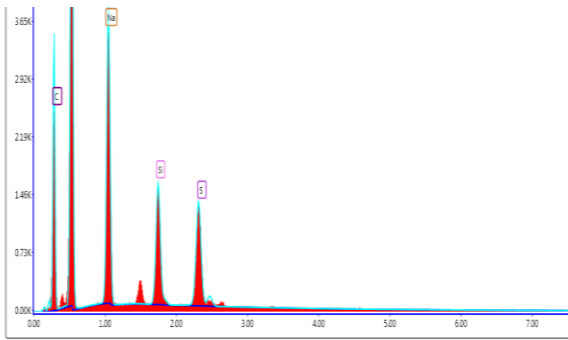
Analisis Membran Menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Membran silika yang terbentuk dianalisis morfologinya dengan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM). Morfologi membran dari hasil analisis SEM pada gambar 4 membran sebelum dilakukan proses penurunan intensitas warna dari limbah cair industri sarung Samarinda.



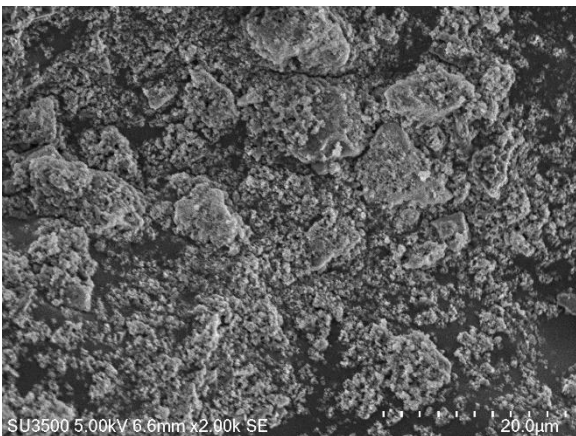
Gambar 4. Morfologi membran sebelum dilakukan proses penurunan intensitas warna dari limbah cair industri sarung Samarinda

Dari hasil SEM pada gambar 4 memperlihatkan hasil morfologi terdapat distribusi pori-pori pada membran yang tidak teratur, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rini, dkk (2009) yang mana pori-pori yang semakin kecil tersebut akan semakin bagus pada saat proses penurunan intensitas warna dari limbah, banyaknya pori-pori ini juga menjadikan suatu membran memiliki luas permukaan yang semakin besar, sehingga meningkatkan kemampuan pada saat proses penurunan warna dari limbah cair [3]. Pada gambar juga terlihat bulatan-bulatan yang membentuk pori dan kristal-kristal dari berbentuk persegi panjang.



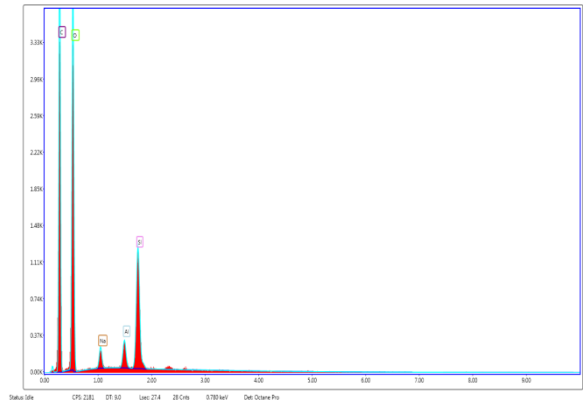
Gambar 5. Spektrum membran sebelum dilakukan proses penurunan intensitas warna dari limbah cair industri sarung Samarinda

Pada gambar 5 terdapat hasil spektrum dari EDX dimana pada gambar ini memperlihatkan bahwa pada membran terdapat unsur-unsur penyusun seperti Si, S, C, dan O, yang merupakan dari silika, sulfur, karbon, natrium dan oksigen. Hasil dari EDX menunjukkan bahwa masih terdapat zat pengotor seperti Na dan S yang dimungkinkan pada saat proses ekstraksi silika masih belum memperoleh silika yang murni.



Gambar 6. Morfologi membran setelah dilakukan proses penurunan intensitas warna dari limbah cair industri sarung Samarinda

Dari hasil SEM pada gambar 6 memperlihatkan hasil morfologi pada membran yang mana pori-pori pada membran sudah tertutupi oleh partikel-partikel baru yang dimungkinkan berasal dari sampel limbah, terlihat jelas ada perubahan pada membran sebelum dilakukan proses penurunan intensitas warna dan sesudah dilakukan proses penurunan intensitas warna.



Gambar 7. Spektrum membran setelah dilakukan proses penurunan intensitas warna dari limbah cair industri sarung Samarinda

Pada gambar 7 terdapat hasil spektrum dari EDX dimana pada gambar ini memperlihatkan pada membran membran setelah dilakukan proses penurunan intensitas warna terjadi perubahan, dimana adanya penambahan unsur Al yang merupakan unsur aluminium yang dimungkinkan berasal dari sampel yang tidak ikut tersaring namun tertahan pada membran. Pada gambar ini juga terlihat adanya sulfur yang hilang dan penurunan natrium yang dimungkinkan telah ikut tersaring dengan sampel.

KESIMPULAN

Hasil persen (%) penurunan intensitas warna dari limbah cair industri sarung Samarinda menggunakan membran silika dari *fly ash* batubara diperoleh sebesar 52,68%. Pada membran sebelum proses penurunan warna memperlihatkan hasil morfologi yang mana terdapat distribusi pori-pori yang tidak teratur dan bulatan-bulatan serta kristal-kristal berbagai bentuk. Pada membran setelah proses penurunan warna memperlihatkan hasil morfologi mengalami perubahan distribusi pori-pori yang sudah tertutupi oleh partikel-partikel baru, sehingga terlihat perubahan pada membran sebelum dan setelah penurunan intensitas warna dari limbah cair.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haspiadi. 2012. *Penurunan Warna Limbah Cair Industri sarung samarinda dengan Karbon Aktif dari Batubara Kotor*. Jurnal BARISTAND Vol. 6 No.11
- [2] Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air; Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- [3] Rini, AP., Rum, H., Gunawan. 2009. *Pengaruh Poly Ethilene Glycol (PEG) Dalam Sintesis Membran Padat Silika Dari Sekam Padi Dan*

- Aplikasinya Untuk Dekolorisasi Limbah Cair Batik. Makalah Penelitian UNDP: Semarang.*
- [4] Rachmawati, V dan Damayanti, A. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Industri Pewarnaan Jeans Menggunakan Membran Silika Nanofiltrasi Aliran Cross Flow Untuk Menurunkan Warna dan Kekeruhan*, Jurusan Teknik Lingkungan, Jurnal Teknik Pomits, 2(2), 23-37.
- [5] Suprihatin, E., Titin, A.Z dan Nelly, W. 2015. *Pembuatan Membran Silika dari Fly Ash dan Aplikasinya Untuk Menurunkan Kadar COD dan BOD dari limbah Cair kelapa sawit*. Volume 4(3) halaman 48-53.
- [6] Rosnelly, C.M. 2010. *Pengaruh Rasio Anhidrida Asetat dalam Proses Asetilasi Selulosa Pulp Kayu Sengon (Paraserianthes falcataria) dalam Pembuatan Polimer Selulosa Triasetat*. Vol.27 No.1 Juni 2010, pp 1-11. Bogor: Teknologi Industri Pertanian-Fateta IPB.
- [7] Setyawan, A., Musabbikhah., Retno. T.N dan Ainur, R. 2009. *Rekayasa Unit Pengolah Limbah Batubara dan Pemanfaatannya sebagai Pengganti Semen pada Pembuatan Bahan Bangunan guna Mengendalikan Pencemaran Lingkungan*. Jurnal Sains.
- [8] Kalapathy, U., Proctor, A., Shults, J. 2000. A simple method for production of pure silica from ricehull ash. *Bioresource Technology*. 73. hlm 257-262.
- [9] Mujiyanti, D.R., Nuryono dan Eko, S.K. 2016. *Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Yang Dimobilisasi Dengan 3-(Trimetoksilsilil)-1Propantiol*. Jurnal KIMIA, FMIPA, UNLAM dan UGM: KALSEL dan Yogyakarta.
- [10] Astuti, M. D., Radna, N., Dwi, R.M. *Imobilisasi 1,8Dihidroxyanthraquinon Pada Silika Gel Melalui Proses Sol-Gel*. Jurnal Jurusan Kimia, FMIPA UNLAM, KALSEL.
- [11] Nazriati., Heru, S., Sugeng, W., Reza, A., Enggar E. V. 2011. *Sintesis Silika Aerogel Dengan Bahan Dasar Abu Bagasse*. Jurnal Teknik Kimia Vol. 13 No. 4 Hal 220-224, ITS: Surabaya.
- [12] Meilina, N. 2010. *Pengaruh Penambahan Merkaptobenzotiazol (MBT) Terhadap Kemampuan Adsorpsi Silika Gel Dari Abu Bagasse Pada Ion Logam kadmium(II)*. Skripsi dari Jurusan KIMIA, FMIPA UNY: Yogyakarta.
- [13] Uno, N.R., Sri, S dan Widya, A.L. 2015. *Validasi Metode Analisis Untuk Penetapan Kadar Tablet Asam Mefenamat Secara Spektrofotometri Ultraviolet*. Jurnal Ilmiah Farmasi Vo. 4 No 4, Manado: FMIPA UNSRAT.
- [14] Jonathan, S. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [15] Prameswari, T., Eko, B.S dan Agung, T.P. 2014. *Sintesis Membran Kitosan-Silika Abu sekam padi Untuk Dekolorisasi Zat warna Congo Red*. Jurnal Indo. J. Chem. Sci. 3(1)
- [16] Febriyana, N.A., Zakiyatul.,M., Ach, A.,Wijayanto dan Novan, P. 2014. *Analisis Jerami Padi Untuk Pembuatan Mikromembran Sebagai Pendaur Air Limbah Rumah Tangga*. Jurnal Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- [17] Aprilia, N.I., Sumarni, W dan Susatyo, E.B. 2012. *Sintesis Membran Padat Silika Abu Sekam Padi dan Aplikasinya Untuk Penurunan Dekolorisasi Rhodamin B pada Limbah cair*. Jurnal Sains no 1(2).