

Kindriari nurma wahyusi¹⁾ , Shokhibatul nikmah²⁾, Garin rifdah angraini³⁾: sintesis membran kitosan untuk pemisahan ion pb dalam limbah cair

SINTESIS MEMBRAN KITOSAN UNTUK PEMISAHAN ION PB DALAM LIMBAH CAIR

Kindriari Nurma Wahyusi¹⁾ , Shokhibatul Nikmah²⁾, Garin Rifdah Angraini³⁾

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya, Indonesia, 60249,
(031)8706369
shokhibatulnikmah31@gmail.com

Abstrak

Limbah cair industri yang mengandung logam berat berbahaya seringkali dibuang ke badan sungai secara langsung, sehingga dapat mencemari air sungai. Upaya pengolahan limbah cair industri perlu dilakukan untuk mengurangi kandungan logam berat di dalamnya. Salah satu cara menurunkan kadar logam Timbal (Pb) dalam limbah cair adalah dengan cara menggunakan membran dengan komposisi kitosan, zeolit dan larutan PVA (Polyvinyl Alcohol). Penelitian ini bertujuan dapat membentuk serta mengetahui kemampuan membran dengan komposisi kitosan, zeolit dan PVA dalam proses filtrasi ion Timbal (Pb) dalam limbah cair. Metode penelitian ini menggunakan proses pembuatan membran kitosan dengan teknik inversi fasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran terbaik diperoleh pada variable kitosan: zeolit: PVA 2gr:1,5gr:30ml. Memiliki nilai fluks terbesar yaitu sebesar 323,809 L/m².jam yang dapat memfiltrasi limbah PbNO₃ dari kadar Pb awal sebanyak 12239,7 mg/L hingga menjadi 7520,4 mg/L dan diperoleh nilai rejeksi sebesar 38,5573%.

Kata kunci : Filtrasi; Kitosan; Limbah B3; Membran

CHITOSAN MEMBRANE SYNTHESIS FOR PB ION SEPARATION IN WASTEWATER

Abstract

The industrial liquid waste which contains harmful heavy metals is often directly dumped into rivers, this polluting the rivers. Liquid waste treatment needs to be done to decrease the dangerous elements. One way to decrease the metal lead (Pb) in the industry liquid waste is by using membrane with the composition of chitosan: zeolite : PVA. The purpose of this research is to form and determine the ability of the membrane with the composition of chitosan : zeolite : PVA in the filtration process of lead (Pb) in the industry liquid waste. This research method used a chitosan membrane process with inverse phase technique. The research result showed that the best membrane was obtained by ratio chitosan:zeolite:PVA is 2gr:1,5gr:30ml. Has the biggest fluks value of 323,809 L/m².jam which can filter PbNO₃ waste value of 12239,7 mg/L until 7520,4 mg/L and obtained a rejection value of 38,5573%

Key words : B3 waste; chitosan; filtration; membrane

PENDAHULUAN

Saat ini industri di Indonesia telah berkembang sangat pesat. Hal ini disebabkan karena kebutuhan manusia yang semakin meningkat dan beragam. Dengan adanya kebutuhan tersebut, banyak industri yang meningkatkan produksinya agar dapat memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat. Tetapi di sisi lain dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan melalui pencemaran yang dihasilkan dari limbah industri yang mengandung bahan beracun dan berbahaya (B_3). Kekhawatiran tersebut akan berdampak terhadap kualitas lingkungan disekitarnya terutama pada kualitas air. Salah satunya pencemaran logam berat pada Timbal (Pb). Jadi, apabila lingkungan tersebut sudah tercemari oleh limbah cair maka sangat diperlukan upaya dalam mengatasi atau mengurangi kadar Timbal (Pb) yang sudah mencemari lingkungan khususnya pada perairan. Untuk itu, perlu dilakukan suatu metode untuk penurunan unsur logam yang efektif. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metode filtrasi. Filtrasi dapat menurunkan kadar Timbal (Pb) dalam air adalah dengan memanfaatkan suatu membrane. Dimana membran ini terbentuk dari komposisi kitosan, zeolit dan larutan PVA.

Berdasarkan data dari peneliti terdahulu penelitian ini menentukan karakteristik membran komposit kitosan dan zeolit menggunakan uji SEM dan EDX dan kuat tarik serta nilai fluks dan rejeksi pada membran. Nilai fluks yang tertinggi dihasilkan oleh komposisi kitosan : zeolit 5:5 yaitu sebesar $98,53 \text{ L/m}^2\cdot\text{jam}$ pada tekanan 3 bar. (Vania, 2016). Untuk menganalisa karakteristik fluks membran. Membran dibuat dari kitosan dan silika sekam padi(biosilika) dengan teknik inversa. Efisiensi karakteristik fluks paling besar dengan variasi rasio massa kitosan dan biosilika adalah 1,5 dengan nilai fluks yaitu $19115,62 \text{ L/m}^2 \text{ jam}$ (Zulfi, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pva terhadap morfologi dan kinerja membran. Hasil yang didapat yaitu nilai fluks terbaik dihasilkan dari komposisi kitosan:pva yaitu 3%:1% pada tekanan 5 bar yaitu $38,372 \text{ L/m}^2\cdot\text{jam}$, dan rejeksi yang dihasilkan terbaik pada komposisi ke-4 pada tekanan 1 bar yaitu 85,26% (Farha, 2012).

Timbal adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Pb dengan nomor atom 82. Lambangnya diambil dari bahasa Latin Plumbum. Timbal (Pb) adalah logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi. Keberadaan timbal bisa juga berasal dari hasil aktivitas manusia, yang mana jumlahnya 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami yang terdapat

pada kerak bumi. Pb terkonsentrasi dalam deposit biji. Penggunaan Pb terbesar adalah dalam industri baterai kendaraan bermotor seperti timbal metalik dan komponen-komponennya. Timbal digunakan pada bensin untuk kendaraan, cat dan pestisida. Pencemaran Pb dapat terjadi di udara, air, maupun tanah. Pencemaran Pb merupakan masalah utama, tanah dan debu sekitar jalan raya pada umumnya telah tercemar bensin bertimbal selama bertahun-tahun (Sunu, 2001).

Kitosan merupakan produk alamiah yang merupakan turunan dari polisakarida kitin. Kitosan mempunyai nama kimia poli D-glukosamin(β (1,4) 2-amino-2-deoksi-D-glukosa), bentuk kitosan padatan amorf bewarna putih dengan struktur kristal tetap dari bentuk awal kitin murni. Dalam kitosan kitin terdapat sebagai mukopoli sakarida yang berikatan dengan garam-garam anorganik, terutama kalsium karbonat (CaCO_3), protein dan lipida termasuk pigmen-pigmen. Oleh karena itu untuk memperoleh kitin dari kitosan melibatkan proses-proses pemisahan protein (deproteisasi) dan pemisahan mineral (deminalisasi). Sedangkan untuk mendapatkan kitosan dilanjutkan dengan proses deasetilasi. Reaksi pembentukan kitosan dari kitin merupakan reaksi hidrolisa suatu amida oleh suatu basa. Kitin bertindak sebagai amida dan NaOH sebagai basanya. Mula-mula terjadi reaksi adisi, dimana gugus OH- masuk ke dalam gugus NHCOCH_3 kemudian terjadi eliminasi gugus CH_3COO - sehingga dihasilkan suatu amida yaitu kitosan (Kusumo,dkk 2014).

Membran merupakan suatu lapisan tipis antara dua fasa fluida yaitu fasa umpan (*feed*) dan fasa permeat yang bersifat sebagai penghalang (*barrier*) terhadap suatu spesi tertentu, yang dapat memisahkan zat dengan ukuran yang berbeda serta membatasi transpor dari berbagai spesi berdasarkan sifat fisik dan kimianya.

Membran bersifat semipermeabel, yang berarti membran dapat menahan spesi-spesi tertentu yang lebih besar dari ukuran pori membran dan melewatkan spesi-spesi lain dengan ukuran lebih kecil. Sifat selektif dari membran ini dapat digunakan dalam proses pemisahan. Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Filtrasi dengan menggunakan membran berfungsi sebagai sarana pemisahan dan juga sebagai pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut (Mulder,1996).

Kindriari nurma wahyusi1), Shokhibatul nikmah2), Garin rifdah anggraini3): sintesis membran kitosan untuk pemisahan ion pb dalam limbah cair

Dead-end mikrofiltrasi merupakan mekanisme pemisahan pada membran yang dalam sistem ini, unit membran dioperasikan sebagai filter buntu sampai tekanan yang dibutuhkan untuk menjaga aliran yang bermanfaat diseluruh filter mencapai tingkat maksimumnya. Pada titik ini filter dioperasikan dalam mode cross-flow, sementara secara bersamaan backflushing dengan larutan udara atau permeat. Setelah beberapa saat backfushing dalam metode cross-flow untuk menghilangkan material diendapkan pada membran, siste dihidupkan kembali ke operasi buntu. Prosedur ini terutama berlaku pada unit mikrofiltrasi yang digunakan sebagai filter bakteri akhir dan virus untuk instalasi pengolahan air kota (Baker, 2014).

Faktor yang berpengaruh dalam proses pembentukan struktur membran yang dihasilkan antara lain a) pemilihan polimer pemilihan material membran menjadi penting dengan memperhatikan faktor fouling (efek adsorpsi, karakteristik hidrofilik/hidrofobik), kestabilan thermal dan kimia. b) Konsentrasi polimer terkait dengan porositas membran, sehingga akan mempengaruhi laju alir permeat dan rejeksi. c) Pemilihan Sistem Pelarut- Non Pelarut sangat mempengaruhi struktur membran yang dihasilkan (Widayanti, 2013). d) Kenaikan suhu dan waktu annealing akan menurunkan permeabilitas membran dan meningkatkan rejeksi (Murni, 2010).

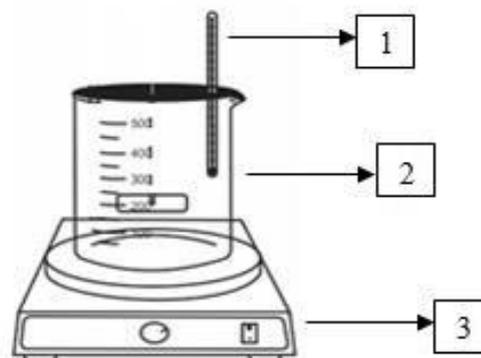
Tujuan penelitian ini adalah membuat dan mengetahui kemampuan membran dengan komposisi kitosan, zeolit dan PVA dalam proses filtrasi ion Timbal (Pb) dalam limbah cair. Serta mensintesis membran kitosan, zeolit dan PVA dengan menguji morfologi menggunakan metode SEM.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan penelitian utama yang digunakan yaitu kitosan dan Asam asetat 1% 100 ml. Bahan tambahan lain yakni terdiri dari PEG, Zeolit, PVA dan NaOH. Dengan perbandingan kitosan : zeolite (berat/berat)= 2gr:0,5gr ; 2gr:1gr ; 2gr:1,5gr ; 2gr:2gr ; 2gr:2,5gr. Penambahan larutan PVA dengan rasio 10 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml dan 50 ml. Untuk PEG ditetapkan 4 ml setiap variabel.

Alat



Gambar 1. Rangkaian Alat Pembuatan Membran

Keterangan Gambar

1. Termometer
2. Beaker Glass
3. Magnetic stirrer dengan heater

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah rangkaian alat pembuatan membran yang terdiri dari beaker glass dan Magnetic stirrer dengan heater di Laboratorium Riset UPN "Veteran" Jawa Timur. Serta rangkaian alat pengujian fluks yaitu Reaktor Dead-End di Laboratorium Kimia Analitik Universitas Negeri Surabaya.

Prosedur

Sintesis Membran

Pembuatan membran pada penelitian ini menggunakan metode inversi fasa. Inversi fasa adalah suatu proses pengubahan bentuk polimer dari fase cair menjadi padatan dengan kondisi terkendali. Proses pemadatan atau (solidifikasi) ini diawali dengan transisi dari fase cair satu ke fase cair dua (liquid- liquid demixing). Pada tahap tertentu selama proses demixing, salah satu fase cair (fasa polimer konsentrasi tinggi) akan memadat sehingga terbentuk matriks padat. Pengendalian tahap awal transisi fasa akan menentukan morfologi membran yang dihasilkan. Proses inversi fasa terjadi dengan penguapan pelarut, presipitasi dengan penguapan terkendali, presipitasi termal, presipitasi uap dan presipitasi imersi (Mulder, 1996).

Cara kerja dalam pembuatan membran yaitu larutan kitosan dibuat dengan melarutkan tiap variabel kitosan dalam asam asetat 1% 100 ml di beaker glass dan diaduk hingga homogen selama 1 jam. Lalu ditambahkan zeolit tiap variabel dan diaduk hingga

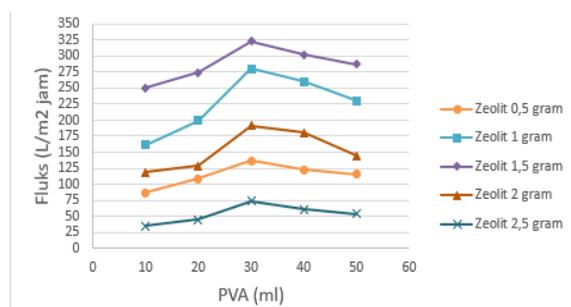
homogen. Kemudian ditambahkan PVA sesuai dengan variabel dan 4 ml PEG diaduk selama 2 jam hingga homogen dan mengental. Selanjutnya larutan tersebut dituang dan dicetak ke dalam petridish. Membran yang sudah dicetak selanjutnya dikeringkan pada suhu ruang sampai diperoleh film membran kering. Setelah membran tersebut kering, selanjutnya membran direndam dengan larutan NaOH 1% hingga membran terangkat ke permukaan. Selanjutnya membran dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan NaOH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi membran dapat diketahui dengan melakukan pengujian yaitu pengujian morfologi dengan menggunakan analisa SEM dan penentuan permeabilitas membran menggunakan uji fluks membran.

Uji Fluks Membran

Pengukuran fluks dilakukan untuk mengetahui kemampuan membran dalam melewatkan sejumlah volume umpan. Fluks merupakan standar dalam mengevaluasi kinerja membran sebelum dan sesudah digunakan. Pengukuran dilakukan dengan membran yang akan diuji dipotong dengan diameter berukuran 6 cm sehingga didapatkan luas permukaan membran sebesar 0,002826 m². Untuk menampung volume permeate diperoleh dengan waktu yang berbeda-beda pada tekanan 1 atm. Pelaksanaan operasi membran menggunakan limbah sintesis PbNO₃ sebagai larutan umpan (feed). Hasil dari fluks membran ditunjukkan pada grafik dibawah ini :



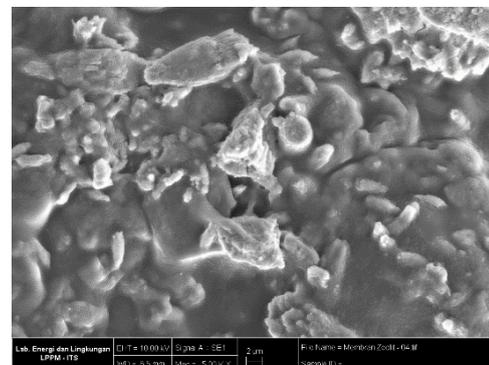
Gambar 2. Hubungan Antara Penambahan PVA dengan Fluks yang Menggunakan Penambahan Kitosan 2 gram.

Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa membran dengan komposisi kitosan:zeolit (2 : 2,5) dengan penambahan PVA sebanyak 10 ml memiliki nilai fluks terkecil yaitu sebesar 34,854 L/m².jam. Sedangkan fluks terbesar diperoleh pada membran dengan komposisi

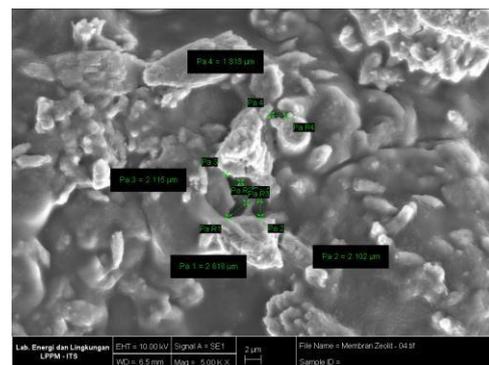
kitosan:zeolit (2 : 1,5) dengan penambahan PVA sebanyak 30 ml yaitu sebesar 323,809 L/m².jam. Jadi dapat dikatakan bahwa membran yang memiliki nilai fluks terbesar adalah membran terbaik yang memiliki pori terkecil. Hal ini terjadi karena fluks merupakan jumlah air yang melewati membran. Semakin lama waktu air ketika melewati membran, maka menunjukkan bahwa pori membran sangat kecil. Dan dapat disimpulkan jika pori membran kecil dapat menahan ion Pb lebih efektif dan menghambat ion Pb lolos melewati membran.

Morfologi Membran Kitosan : Zeolit dengan Analisa SEM

Pada analisa morfologi membran kitosan : zeolit ini dilakukan analisa pada variabel konsentrasi larutan PVA 30 ml dengan variabel perbandingan (b/b) antara kitosan dengan zeolit yaitu 2 : 1,5



Gambar 3. Hasil Analisa SEM pada permukaan membran



Gambar 4. Hasil Analisa SEM Membran Kitosan : Zeolit (2 gram : 1,5 gram) dengan Penambahan PVA 30 ml

Hasil Analisa Uji SEM perbesaran 5000x morfologi membran pada Gambar 4 menunjukkan bahwa membran mempunyai beberapa ukuran pori yaitu 2,818 µm, 2,102 µm, 2,115 µm dan 1,813 µm. Membran ini merupakan membran yang memiliki fluks tertinggi yaitu sebesar 323,809 L/m².jam. Bila dibandingkan dengan ukuran jari-jari ion Pb yaitu

Kindriari nurma wahyusi1), Shokhibatul nikmah2), Garin rifdah anggraini3): sintesis membran kitosan untuk pemisahan ion pb dalam limbah cair

sebesar $1,08 \times 10^{-4}$ μm maka menunjukkan ukuran pori-pori membran lebih besar daripada jari-jari ion Pb. Dari sini dapat dikatakan bahwa ion Pb masih dapat lolos ketika dialiri oleh limbah sintesis PbNO_3 .

Hasil Uji Analisa Limbah Sintetis

Berdasarkan hasil analisa yang bersumber dari Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya (2020) diperoleh penurunan kandungan Pb pada limbah sintesis PbNO_3 . Pada hasil analisa limbah diperoleh kadar ion Pb sebelum diumpangkan ke membran memiliki kadar Pb sebanyak 12239,7 mg/L dan sesudah diumpangkan memiliki kadar Pb sebanyak 7520,4 mg/L. Kandungan ion Pb tidak dapat terfiltrasi seluruhnya sebab pada uji membran terbaik komposisi kitosan:zeolit (2 gr : 1,5 gr) dengan PVA 30ml pada gambar 4 menunjukkan masih terdapat pori membran yang lebih besar dari jari-jari ion Pb. Namun tidak dipungkiri bahwa pada membran tersebut tentunya memiliki ukuran pori yang lebih kecil dari jari-jari ion Pb sehingga sebagian ion Pb dapat tertahan di permukaan membran yang menyebabkan kandungan ion Pb dalam limbah sintesis PbNO_3 menurun.

SIMPULAN

Dari penelitian ini diperoleh membran terbaik komposit kitosan:zeolit (2gr:1,5gr) dengan penambahan PVA sebanyak 30 ml yang memiliki nilai fluks terbesar yaitu sebesar 323,809 L/m^2 .jam. Membran yang diperoleh dapat dikatakan belum sepenuhnya memenuhi syarat untuk pemisahan ion Pb dikarenakan membran tersebut masih memiliki pori yang lebih besar dari ukuran jari-jari ion Pb. Namun tidak dipungkiri bahwa masih terdapat pori membran yang berukuran lebih kecil dari ukuran jari-jari ion Pb (tidak terdeteksi oleh alat uji SEM) sehingga kadar Pb dalam limbah sintesis dapat menurun. Hasil kadar pada limbah sebelum dan sesudah diumpangkan dengan membran mengalami penurunan pada kadar ion Pb yaitu dari kadar Pb sebanyak 12239,7 mg/L dan sesudah diumpangkan memiliki kadar Pb sebanyak 7520,4 mg/L.

SARAN

Perlu dilakukan pemilihan polimer yang lebih baik lagi dalam pembuatan membran agar diperoleh membran dengan kualitas yang baik dan memiliki pori yang sesuai. Selain itu pada pengujian morfologi

juga perlu diperhatikan agar pori-pori yang diinginkan sesuai dengan jenis membran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu berlangsungnya penelitian ini. Semoga penelitian ini membawa manfaat yang baik bagi para pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, W. 2014.” Membrane Technology and Applications”. California: John Wiley and Sons.
- Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya .2020
- Farha, F. I., dkk. 2012. “Pengaruh PVA Terhadap Morfologi dan Kinerja Membran Kitosan Dalam Pemisahan Pearn Rhodamin-B” Skripsi. Universitas Negeri Surabaya
- Kusumo, dkk. 2014. “Penggunaan Kitosan dari Limbah Kulit Udang Sebagai Inhibitor Keasaman Tuak”. Jurnal Kimia Vol 8. No.2 Hal: 191-197.
- Mulder, M. (1996). Basic Principles of Membran Technology. Netherland : Kluwer Academic Publisher.
- Murni, S.2010.”Preparasi Membran Selulosa Asetat untuk Penyaringan Nira Tebu”. Yogyakarta/: Eksergi vol.10 prodi Teknik Kimia FTI UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Sunu, P. 2001. “Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 14001”. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Vania, V. 2016. “Studi Penyisihan Logam Seng (zn^{2+}) Pada Limbah Elektroplating Menggunakan Membran Kitosan dan Zeolite” Skripsi. Universitas Negeri Surabaya
- Widayanti, S. 2013.” Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton dan Format”. Jember : Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Widyasmara, dkk. 2013. “Potensi Membran Mikrofiltrasi dan Ultrafiltrasi untuk Pengolahan Limbah Cair Berminyak”. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol.2. No.2. Hal:295.

