



SINTESIS MEMBRAN PADAT SILIKA ABU SEKAM PADI DAN APLIKASINYA UNTUK DEKOLORISASI RHODAMIN B PADA LIMBAH CAIR

Nur Indah Aprilia*), Woro Sumarni, dan Eko Budi Susatyo

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Januari 2012
Disetujui Februari 2012
Dipublikasikan Oktober 2012

Kata kunci:
poly vinyl alcohol (PVA)
rhodamin B
membran padat silika

Abstrak

Sekam padi merupakan limbah utama proses penggilingan padi yang dapat digunakan sebagai sumber silika untuk sintesis membran padat. Membran padat silika merupakan membran yang terbuat dari silika dengan perekat poly vinyl alcohol (PVA), pengemulsi poly ethylen glykol (PEG), dan bahan pengaktif asam fosfat (H_3PO_4). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh massa campuran PVA, waktu perendaman dalam larutan H_3PO_4 , selektivitas, dan morfologi membran padat. Uji selektifitas dilakukan dengan cara menghitung koefisien rejeksi yang merupakan fraksi konsentrasi zat terlarut yang tidak menembus membrane. Sintesis membran padat dilakukan dengan variasi campuran PVA 2,4; 2,9; 3,4; dan 3,9 gram. Koefisien rejeksi tertinggi sebesar 0,74, diperoleh pada massa campuran PVA sebesar 2,9 gram, sedangkan waktu perendaman selama 6 jam memiliki koefisien rejeksi tertinggi sebesar 0,80. Hasil uji morfologi menunjukkan bahwa diamati membran padat silika yang direndam dalam larutan H_3PO_4 memiliki pori-pori yang semakin rapat dan teratur. Selain itu, semakin tinggi koefisien rejeksi maka semakin baik digunakan untuk dekolourisasi zat warna rhodamin B.

Abstract

Rice husk is a major waste of rice milling process that can be used as a source of silica for the synthesis of dense membranes. Dense silica membrane is a membrane made of silica with PVA glue, PEG emulsifiers and activating material H_3PO_4 . The purpose of this study to determine the effect of the mass of a mixture of PVA, the immersion in a solution of H_3PO_4 and selectivity and morphology of the dense membrane. Synthesis of dense membrane made with PVA mixed variation 2.4; 2.9; 3.4, and 3.9 g. On the mass of a mixture of 2.9 g PVA, has the highest rejection coefficient of 0.74. At 6 hours of soaking time, has the highest rejection coefficient of 0.80. Test morphology can be observed that soaking in a solution of H_3PO_4 membrane has pores that more regular meetings and, based on the rejection coefficient can be observed that the higher the better the rejection coefficient is used to decoloration.

Pendahuluan

Pencemaran lingkungan saat ini sudah sangat mengkhawatirkan. Industri persurat kabaran, percetakan maupun persablonan merupakan salah satu penyumbang pencemaran lingkungan terbesar melalui limbah-limbah cairnya. Rhodamin B merupakan zat warna sintetis yang umumnya digunakan sebagai zat warna kertas, tekstil atau tinta. Zat tersebut dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan dan merupakan zat karsinogenik apabila digunakan untuk pewarna bahan pangan. Rhodamin B adalah zat warna sintetis berbentuk serbuk kristal berwarna kehijauan, berwarna merah keunguan dalam bentuk terlarut pada konsentrasi tinggi dan berwarna merah terang berpendar (fluorescens) pada konsentrasi rendah (Budianto, 2008).

Berbagai cara telah banyak dilakukan untuk mengurangi intensitas warna pada limbah diantaranya dengan koagulasi, filtrasi, desinfeksi dengan klor atau ozon dan adsorpsi. Penelitian Budiyanto (1996), bertujuan untuk mengetahui hubungan lama pemaparan senyawa aniline dengan kadar methaemoglobine darah pada tenaga kerja yang bekerja di ruang cetak percetakan negeri Yogyakarta. Williastuti (2004) memvariasi konsentrasi poly vinyl alcohol (PVA) menggunakan metode spin coating diatas lapisan elektroda platinum. Indrawati dkk., (2008) memanfaatkan ozon hasil elektrolis digunakan sebagai pengolahan zat warna remazol brilliant blue, sedangkan Rini dkk., (2008) memanfaatkan sekam padi menjadi membran padat silika dengan bahan pendukung campuran PVA dan poly ethylen glykol (PEG) untuk penyerapan warna limbah batik. Membran silika yang dihasilkan merupakan kristal yang berpori. Pada pori antara bulir kristal inilah yang diharapkan terjadinya lokasi penjebakan zat warna oleh silika (Pratama, 2010).

Dalam penelitian ini dilakukan proses dekolorisasi larutan rhodamin B menggunakan membran padat silika. Dekolorisasi merupakan proses penurunan intensitas warna dari suatu zat warna berbahaya maupun dari suatu limbah industri. Menggunakan membran padat silika karena membran tersebut memiliki beberapa keunggulan antara lain, pemisahan dapat dilakukan secara kontinyu, pemisahan dapat dilakukan dalam kondisi yang mudah diciptakan, dan mudah diadaptasikan pemakaiannya (Notodarmodjo dan Deneva,

2004). Sumber silika pada membran diperoleh dari sekam padi. Pembuatan membran padat silika menggunakan bahan pendukung PEG dan PVA dengan variasi yang tepat sehingga terbentuk membran padat yang memiliki kemampuan penurunan intensitas warna lebih bagus. Selain itu juga menggunakan bahan pengaktif H_3PO_4 untuk mengoptimalkan pori-pori yang dihasilkan (Budiono, dkk., 2008).

Metode Penelitian

Alat yang digunakan furnace, ayakan 100 mesh, magnetic stirer, oven, neraca analitik, spektrofotometer visibel, scanning electron microscope (SEM). Bahan yang digunakan sekam padi, PVA, PEG, asam nitrat, natrium silikat, natrium hidroksida, asam fosfat, larutan rhodamin B.

Pembuatan membran padat dilakukan melalui langkah sebagai berikut: pembuatan abu sekam padi, diikuti pembuatan campuran PVA, pembuatan natrium silikat, pembuatan membran padat silika, perendaman membran dalam larutan asam fosfat. Sekam padi dibersihkan, dijemur hingga kering, kemudian dioven pada suhu $100^\circ C$. Sekam padi tersebut kemudian diarang hingga berwarna kehitaman. Arang sekam padi diabukan dengan furnace pada suhu $600^\circ C$ selama 3 jam. Abu yang diperoleh diayak dengan ayakan 100 mesh. Abu sekam padi yang berwarna keputih-putihan diperoleh kemudian digunakan untuk campuran pembuatan membran padat silika. Untuk pembuatan PVA ditimbang sebanyak 6 gram PVA dicampurkan dengan 10 mL HNO_3 1 M, dan aquades 190 mL, diaduk dengan magnetik stirer selama 2 jam pada pemanasan $80^\circ C$.

Pembuatan natrium silikat dilakukan dengan menimbang abu sekam padi 100 mesh sebanyak 2,92 gram lalu dicampurkan dengan 11,52 gram NaOH yang dilarutkan dalam 50 mL aquades. Hasilnya, dioven pada suhu $150^\circ C$ selama 3 jam (Sriyanti, dkk., 2005:4). Selanjutnya untuk pembuatan membran padat silika ditimbang 4 gram Na_2SiO_3 ditambah 0,15 gram PEG dan ditambah 10 mL aquades, setelah itu dilakukan pengadukan hingga larut. Kemudian ditambahkan larutan campuran PVA 2,4; 2,9; 3,4; 3,9 gram (dalam kondisi fresh) dan abu sekam padi preparasi sebanyak 5 gram, diaduk hingga homogen selanjutnya dicetak dalam cetakan (cetakan terbuat dari selang air dengan diameter 16 mm, dan tebal 4 mm). Kemudian diangin-anginkan selama 30 jam, membran setengah basah dikeluarkan dari

cetakan dan dioven pada suhu 70°C selama 1 jam, lalu difurnace kembali pada suhu 600°C selama 3 jam. Selanjutnya membran padat yang sudah jadi digunakan untuk proses dekolorisasi.

Langkah terakhir dalam pembuatan membran adalah perendaman membran dalam larutan asam fospat. Membran kering yang telah jadi, dimasukkan dalam selang kemudian direndam dalam larutan H₃PO₄ dengan variasi waktu 2, 4, 6, 8 jam. Dalam hal ini membran harus terendam seluruhnya dalam larutan H₃PO₄, kemudian membran dimasukkan kedalam selang untuk proses dekolorisasi.

Proses dekolorisasi. Membran padat dimasukkan pada selang air yang bahan, jenis, serta ukurannya sama dengan selang air sepanjang ± 10 cm, selanjutnya membran diatur sedemikian rupa agar dapat digunakan untuk cetakan. Selanjutnya larutan rhodamin B sebanyak 25 mL dialirkan melewati membran tersebut. Sebelum larutan tersebut dilewatkan membran padat silika, intensitas warna dari limbah dianalisis terlebih dahulu dengan spektrofotometer visibel. Setelah larutan melewati membran padat silika, larutan ditampung dan dianalisis dengan spektrofotometer visibel (Rini, dkk., 2008:5).

Hasil dan Pembahasan

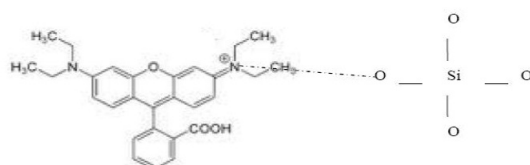
Dalam proses pengabuan sekam padi terjadi perubahan warna dan perubahan massa. Perubahan warna dari kuning kecoklatan menjadi abu keputih-putihan menunjukkan akibat dari pemanasan yang berlangsung terus-menerus, sehingga sekam padi berubah menjadi arang, dan arang yang terbentuk teroksidasi menjadi CO₂ yang menguap pada suhu tinggi dan meninggalkan residu yang berupa abu. Perubahan massa yang terjadi dapat dilihat dari Tabel 1. Abu yang dihasilkan pada proses pengabuan sekitar 20,08%. Hasil ini sesuai dengan penelitian Nuryono (2004) bahwa dari proses pemanasan sekam padi menghasilkan 20% abu dengan kandungan SiO₂ sebagai komponen utamanya.

Tabel 1. Perubahan massa sekam padi pada proses pengabuan

No	Massa sekam padi	Massa abu sekam padi	Persentase
1.	200 gr	40,25 gr	20,12 %
2.	200 gr	40,10 gr	20,05 %
3.	200 gr	40,18 gr	20,09 %
Rata-rata kadar abu			20,08 %

Sebelum membuat membran padat silika terlebih dahulu dibuat campuran PVA yang

berfungsi sebagai zat perekat serbuk-serbuk silika. Campuran PVA dibuat dengan mencampurkan 6 gram PVA dengan 190 mL H₂O dan 10 mL HNO₃ 1 M, selanjutnya diaduk dengan magnetic stirrer sambil dipanaskan pada suhu 80°C selama 2 jam. Hal ini bertujuan untuk menguapkan H₂O serta untuk mempercepat larutnya PVA, campuran PVA yang dihasilkan berwarna putih pucat dan kental.



Gambar 1. Mekanisme reaksi rhodamin B dengan silika

Proses selanjutnya adalah membuat campuran PEG yang berfungsi sebagai zat pengemulsi (emulgator). Campuran PEG dibuat dengan mencampurkan Na₂SiO₃ sebanyak 4 gram, dengan 10 mL H₂O dan 0,15 gram PEG. Selanjutnya campuran PVA yang telah jadi dengan massa divariasi dari 2,4; 2,9; 3,4; dan 3,9 dimasukkan kedalam campuran PEG, ditambah dengan 5 gram abu sekam padi yang telah diayak 100 mesh. Campuran yang telah homogen dicetak dalam cetakan selang air (diameter 16 mm dan tebal 4mm), diangin-anginkan selama 30 jam. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan airnya. Setelah 30 jam, membran padat setengah jadi (agak basah) dikeluarkan dari cetakan dan di oven pada suhu 70°C selama 1 jam. Diharapkan hanya untuk menghilangkan air yang masih terkandung dalam membrane padat, serta menguatkan membran padat yang elah terbentuk. Proses selanjutnya, membran padat yang telah jadi dipanaskan pada suhu 600°C selama 3 jam. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan senyawa organik yang berasal dari PVA dan PEG serta untuk memperkuat ikatan-ikatan antar SiO₂ dalam membran (Rini, dkk., 2007).

Uji selektifitas membran dilakukan dengan cara menghitung koefisien rejeksi, yang merupakan fraksi konsentrasi zat terlarut yang tidak menembus membran. Penentuan koefisien rejeksi diukur dengan spektrofotometer visibel terhadap larutan uji. Larutan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan rhodamin B.

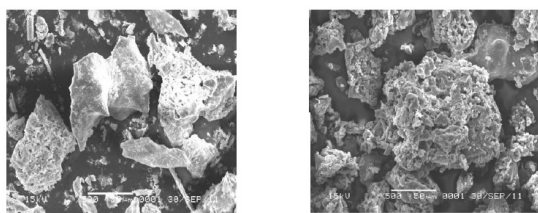
Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa

koefisien rejeksi yang terbesar terdapat pada variasi campuran PVA sebesar 2,9 gram. Hal ini dikarenakan massa campuran PVA dapat mempengaruhi kerapatan dan pori-pori membran. Semakin rapat dan teratur pori-pori yang dihasilkan, semakin bagus membran tersebut digunakan untuk proses dekolorisasi.

Tabel 2. Pengaruh variasi persen massa PVA terhadap koefisien rejeksi

No	Massa campuran PVA (gr)	Persen massa (%)	Koefisien Rejeksi
1.	2,4	11,14	0,49
2.	2,9	13,15	0,74
3.	3,4	15,08	0,70
4.	3,9	16,92	0,49

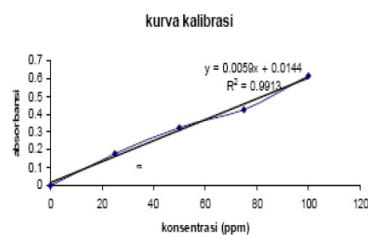
Uji morfologi diamati dengan scanning electron microscopy (SEM), sehingga dapat diketahui morfologi dan mengetahui pori-pori membran padat yang telah disintesis. Dalam penelitian ini, tidak dilakukan pengukuran SEM pada semua sampel, melainkan hanya pada membran dengan perendaman dan tanpa perendaman.



Gambar 2. (a) Citra morfologi membran tanpa perendaman (b) Citra morfologi membran dengan perendaman

Dari hasil citra SEM morfologi membran Gambar 2 (a) dan (b) terlihat bahwa membran padat silika dengan perendaman memiliki pori-pori yang lebih teratur. Proses dekolorisasi rhodamin B dilakukan dengan cara mengalirkan larutan rhodamin B melewati membran, larutan sebelum dan sesudah melewati membran dianalisis intensitas warnanya dengan spektrofotometer visibel. Adanya penurunan intensitas warna sebelum dan sesudah melewati membran menunjukkan bahwa membran telah berhasil melakukan proses dekolorisasi. Sebelum dilakukan proses dekolorisasi, dilakukan pembuatan kurva kalibrasi untuk mengetahui hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan rhodamin B standar. Konsentrasi larutan standar yang dipakai untuk kalibrasi yaitu 0, 25, 50, 75, 100 ppm. Dari hasil pengukuran absorbansi larutan standar diperoleh data absorbansi, kemudian data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara konsentrasi

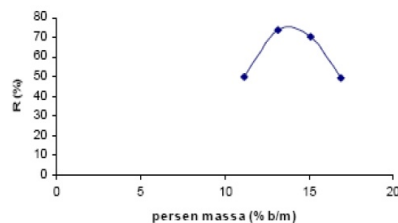
terhadap absorbansi, dan dari kurva kalibrasi yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi rhodamin B yang dapat terserap oleh membran padat.



Gambar 3. Kurva kalibrasi larutan standar rhodamin B

Variasi massa PVA pada pembuatan membran padat silika dilakukan agar diperoleh massa campuran PVA maksimal. Berdasarkan uji selektivitas diketahui bahwa apabila massa campuran PVA yang ditambahkan kurang ataupun melebihi massa maksimal maka proses dekolorisasi juga berlangsung kurang maksimal.

persen massa campuran PVA vs koefisien rejeksi

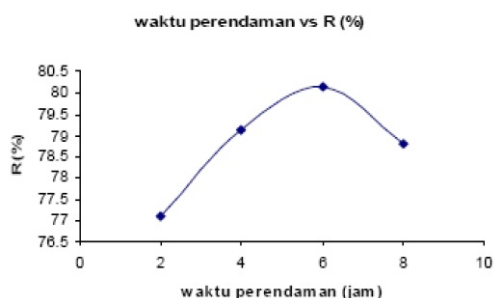


Gambar 4. Grafik hubungan pengaruh massa campuran PVA vs koefisien rejeksi

Dari Gambar 4 terlihat bahwa persen massa campuran PVA maksimal adalah 13,15%. Hal ini disebabkan karena apabila persen massa campuran PVA kurang dari 13,15% maka kemampuan membran untuk melakukan proses dekolorisasi rhodamin B kurang maksimal, karena penambahan campuran PVA mempengaruhi pori-pori pada membran padat. Apabila persen massa campuran PVA melebihi 13,15% maka membran yang dihasilkan kurang maksimal, karena perbandingan antara abu sekam padi dan campuran PVA tidak sebanding sehingga diperoleh adonan membran yang tidak homogen.

Agar hasil dekolorisasi meningkat, maka membran demodifikasi dengan merendam membran dalam larutan H_3PO_4 . Dalam proses ini membran harus terendam seluruhnya dalam larutan H_3PO_4 . Larutan ini berfungsi untuk mengoptimalkan pori-pori membran sehingga dapat diperoleh membran yang semakin rapat dan teratur pori-porinya. Dengan demikian

diharapkan hasil dekolonisasi dengan proses perendaman ini lebih maksimal dibandingkan tanpa proses perendaman. Proses perendaman ini dilakukan dengan waktu 2, 4, 6, dan 8 jam.



Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu perendaman terhadap koefisien rejeksi

Gambar 5 menunjukkan bahwa waktu perendaman optimal pada waktu 6 jam, dengan penurunan intensitas warna 13,82 ppm/gram dengan koefisien rejeksi (R) sebesar 0,80. Hal ini dikarenakan permukaan membran lebih rapat dan teratur pori-porinya sehingga larutan zat warna yang tersaring semakin banyak. Membran yang direndam selama 2-4 jam kurang optimal, karena pori-pori membran dimungkinkan masih terlalu besar sehingga masih banyak larutan zat warna yang lolos saat dialirkan melewati membran. Membran yang direndam selama 8 jam juga kurang optimal, karena membran yang direndam terlalu lama akan berubah menjadi rapuh. Semakin tinggi koefisien rejeksi (R) maka proses dekolonisasi dalam membran semakin maksimal. Hubungan antara koefisien rejeksi dan penurunan konsentrasi yang terdekolorisasi adalah berbanding lurus, hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi zat warna yang terdekolorisasi maka koefisien rejeksi (R) juga semakin besar, demikian juga sebaliknya.

Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa massa campuran PVA maksimal yang diperoleh adalah 2,9 gram atau 13,15 % dari persen massa total, dengan koefisien rejeksi tertinggi 0,74. Waktu perendaman optimal dalam larutan H_3PO_4 yaitu selama 6 jam, dengan koefisien rejeksi 0,80. Membran yang melalui proses perendaman terlebih dahulu memiliki koefisien rejeksi lebih besar dibandingkan membran tanpa proses perendaman, meskipun pengaruhnya kecil. Karakteristik membran padat silika berdasarkan koefisien rejeksi dapat diamati bahwa semakin tinggi koefisien rejeksi maka semakin bagus

digunakan untuk dekolonisasi. Sedangkan berdasarkan uji morfologi, membran dengan proses perendaman memiliki pori-pori yang lebih teratur.

Daftar Pustaka

- Budianto, PE. 2008. Analisis Rhodamin B Dalam Saos Dan Cabe Giling Di Pasar Kecamatan Laweyan Kotamadya Surakarta Dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis. Skripsi. Surakarta: Fakultas Farmasi Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Budiono, A., Suhartana, dan Gunawan. 2008. Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Asam Sulfat Dan Asam Phospat Untuk Adsorpsi Fenol. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Diponegoro.
- Indrawati, Gunawan dan Widodo, DS. 2008. Dekolorisasi Larutan Remazol Brilliant Blue menggunakan Ozon Hasil Elektrolisis. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Diponegoro.
- Notodarmodjo S. dan Deneva A. 2004. Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead-end. Proceeding ITB Sains & Tek. Vol 36 A, No. 1, hal 63-82. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB.
- Nuryono, Narsito, dan Astuti E. 2004. Pengaruh Temperatur Pengabuan Sekam Padi terhadap Karakter Abu dan Silika Gel Sintetik. Laporan Penelitian Hibah Bersaing XI, Vol. 7No.2 pp.67-81. Yogyakarta: FMIPA UGM
- Pratama, HA. 2010. Pembuatan Membran SiO_2 dari Limbah Sekam Padi untuk Filtrasi Fe pada Minyak Nilam. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Diponegoro.
- Rini AP., Hastuti R, Gunawan. 2008. Pengaruh Komposisi Poly Ethylene Glykol (PEG) Dalam Sintesis Membran Padat Silika Dari Sekam Padi Dan Aplikasinya Untuk Dekolorisasi Limbah Cair Batik. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Diponegoro.
- Sriyanti, Taslimah1), Nuryono dan Narsito2). 2005. Sintesis Bahan Hibrida Amino-Silikat Dari Abu Sekam Padi Melalui Proses Sol Gel. No.Artikel: JKSA.Vol VIII. No.1 April. 1) Semarang: FMIPA Universitas Diponegoro 2) Yogyakarta: FMIPA Universitas Gadjah Mada.
- Williastuti, RA. 2004. Studi Penumbuhan Poly Vinyl Alcohol (PVA) Dengan Variasi Konsentrasi PVA Menggunakan Metode Spin Coating Diatas Lapisan Elektroda Platinum. Skripsi. Surakarta: FMIPA Universitas Negeri Surakarta.