

PEMANFAATAN MEMBRAN PEC KITOSAN PEKTIN PEGDE UNTUK MENGADSORPSI LIMBAH ZAT WARNA METILEN BIRU

Romelos Untailawan^{1*}, Dwi Siswanta²

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura

²Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada

*romelos.chemistry@gmail.com

Received: 30 November 2021 / Accepted: 14 January 2022 / Published: 31 January 2022

ABSTRACT

Methylene blue is one of the most widely used dyes in the textile industry. Waste from methylene blue, if not treated properly, can cause environmental damage. This study aims to examine the utilization of chitosan pectin PEGDE polyelectrolyte complex (PEC) membrane to adsorb methylene blue dye waste. The test results showed that PEGDE chitosan pectin PEC membrane could adsorb methylene blue with an adsorption capacity of 51.74 mg/g (75.89%) at pH 8 with a shaking time of 15 minutes.

Keywords: PEC membrane, chitosan, pectin, PEGDE, methylene blue

ABSTRAK

Metilen biru merupakan salah satu jenis zat warna yang banyak digunakan pada industri tekstil. Limbah dari metilen biru jika tidak ditangani dengan baik dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pemanfaatan membran polielektrolit kompleks (PEC) kitosan pektin PEGDE dalam mengadsorpsi limbah zat warna metilen biru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa membran PEC kitosan pektin PEGDE dapat mengadsorpsi metilen biru dengan kapasitas adsorpsi sebesar 51,74 mg/g (75,89%) pada kondisi pH 8 dengan lama waktu penggojokan 15 menit.

Kata kunci : membran PEC, kitosan, pektin, PEGDE, metilen biru

PENDAHULUAN

Metilen biru merupakan salah satu zat warna yang banyak digunakan dalam industri tekstil. Metilen biru diketahui memiliki kelarutan yang sangat baik dalam air serta merupakan warna dasar. Dalam proses pewarnaan kain, sangat sedikit metilen biru yang terserap yaitu hanya 5%, sehingga sisanya terbuang menjadi limbah zat warna. Sesuai dengan keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair, batas maksimum konsentrasi metilen biru dalam limbah cair adalah 10 mg/L. Limbah metilen biru yang tidak terkontrol dapat menyebabkan gangguan pada ekosistem akuatik serta dapat berbahaya bagi manusia. Gangguan kesehatan akibat pencemaran metilen biru antara lain naiknya detak jantung, muntah, penyakit kuning, rusaknya jaringan tubuh, dan rusaknya jaringan sel pada manusia (Gurses dkk., 2014).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk pengolahan limbah zat warna dalam limbah cair antara lain koagulasi, biodegradasi, oksidasi, pertukaran ion, dan biosorpsi. Saat ini biosorpsi merupakan metode yang banyak dikembangkan oleh para peneliti karena harga bahan bakunya yang murah, ramah terhadap lingkungan, biodegradable dan memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi terhadap zat warna (Crini dan Badot, 2008). Kitosan dan pektin diketahui dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biosorben untuk pengolahan limbah zat warna.

Tahun 2013, Dinata, dkk., memanfaatkan serbuk kitosan untuk mengadsorpsi zat warna *yellow irk*. Hasil penelitian Dinata, dkk., menunjukkan bahwa serbuk kitosan dapat mengadsorpsi zat warna sebanyak 13,26 mg/g. Kelemahan dari pemanfaatan serbuk kitosan sebagai adsorben zat warna adalah pemisahan kitosan dari zat warna yang sulit (Khamidah, dkk., 2011).

Ayuni, dkk., (2016) mengkombinasikan kitosan dan pektin untuk membentuk membran polielektrolit kompleks (PEC). Pembentukan membran PEC kitosan pektin dapat memudahkan pemisahan antara adsorben dan zat warna. Ayuni, dkk., membentuk membran PEC kitosan pektin untuk mengadsorpsi zat warna *remazol black b*. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa membran PEC kitosan pektin mampu menyerap zat warna *remazol black b* sebanyak 66,8%. Kelemahan dari membran ini adalah membran PEC kitosan pektin tidak tahan pada kondisi yang sangat asam atau basa.

Kelemahan dari membran PEC kitosan pektin dapat diperbaiki dengan penambahan zat polietilen glikol diglisidil eter (PEGDE) seperti yang dilakukan oleh Untailawan dan Siswanta (2021). Membran PEC kitosan pektin yang ditambahkan dengan PEGDE membuat membran tahan pada pH 3-14. Hasil penelitian mereka juga menunjukkan bahwa membran PEC kitosan pektin PEGDE dengan komposisi 90:10:30 memiliki daya serap air yang sangat tinggi.

Daya serap membran sangat penting dalam proses adsorpsi dalam larutan berair. Semakin tinggi daya serap air suatu membran akan meningkatkan peluang kontak antara situs aktif pada membran dengan substrat. Membran PEC kitosan pektin PEGDE 90:10:30 memiliki daya serap air yang tinggi bila dibandingkan dengan komposisi membran yang lain (Untailawan dan Siswanta, 2021), sehingga membran PEC kitosan pektin PEGDE dapat dimanfaatkan untuk mengadsorpsi zat warna metilen biru.

Berdasarkan keunggulan dari membran PEC kitosan pektin PEGDE 90:10:30, maka dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian pemanfaatan membran PEC kitosan pektin PEGDE 90:10:30 dalam mengadsorpsi zat warna metilen biru. Dalam penelitian ini juga akan dilakukan pengujian pengaruh pH dan lama waktu kontak terhadap adsorpsi metilen biru oleh membran PEC kitosan pektin PEGDE.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental. Prosedur eksperimen dalam penelitian ini mengikuti prosedur penelitian yang dilakukan oleh Untailawan dan Siswanta (2021) untuk pembuatan membran PEC kitosan pektin PEGDE dan Ayuni, dkk., (2016) untuk adsorpsi zat warna. Prosedur penelitian yang diadopsi ini kemudian dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan dalam penelitian ini.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pH meter, neraca analitik, pengaduk magnetik, oven, alat gojlok, peralatan gelas, Spektrofotometer UV-Vis 772 Spektrofotometer. Bahan

yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan (Lab Kimia Organik UGM), pektin (UD Yogyakarta), polietilen glikol diglisidil eter (PEGDE-500) (Sigma Aldrich), metilen biru, asam asetat (CH_3COOH), natrium hidroksida (NaOH), akuades, akuabides, dan hidrogen klorida (HCl).

Sintesis Membran PEC Kitosan Pektin PEGDE 90:10:30

Pektin ditimbang sebanyak 0,05 gram kemudian dilarutkan dalam 20 mL aquades. Kedalam larutan pektin dimasukan 0,45 gram kitosan dan 80 mL asam asetat 0,4 M. Campuran kitosan pektin diaduk sampai larut sempurna. Setelah larut, campuran kitosan pektin ditambahkan dengan 0,3 mL PEGDE. Campuran kitosan pektin PEGDE diaduk selama 4 jam. Setelah proses pengadukan, campuran kitosan pektin PEGDE di pipet sebanyak 10 mL dan dituangkan dalam cetakan kemudian diupkan dalam oven pada suhu 70°C . Membran yang telah terbentuk selanjutnya dilepaskan dari cetakan dengan proses perendam menggunakan larutan NaOH 1 M selama 4 jam. Membran kemudian dicuci menggunakan akuabides dan dikeringkan. Membran kemudian disimpan untuk proses selanjutnya.

Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum

Pengukuran panjang gelombang maksimum dari metilen biru dilakukan dengan mengukur absorbansi dari metilen biru 3 mg/L menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh akan dipakai pada semua pengukuran konsentrasi metilen biru.

Optimasi Waktu Kontak

Membran seberat 0,01 gram dimasukan dalam 30 mL larutan metilen biru 25 mg/L kemudian di gojlok selama 5, 10, 15, 20, dan 30 menit. Setelah itu, membran dipisahkan dari larutan metilen biru. Konsentrasi metilen biru yang tersisa diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

Optimasi pH

Membran seberat 0,01 g dimasukkan dalam 30 mL metilen biru 25 mg/L dengan variasi pH 6, 7, 8, 9, dan 10. Film kemudian digojlok sampai waktu optimum yang diperoleh sebelumnya. Setelah digojlok membran dipisahkan dari larutan. Konsentrasi metilen biru yang tersisa dalam larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Adsorpsi Metilen Biru

Membran seberat 0,01 gram dimasukkan dalam 30 mL larutan metilen biru dengan konsentrasi 25 mg/L yang telah diatur pH larutannya sesuai dengan pH optimum adsorpsi. Lama penggojlokan dilakukan sesuai dengan waktu kontak optimum yang diperoleh. Setelah itu, membran dipisahkan dari larutan metilen biru. Konsentrasi metilen biru yang tersisa diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

HASIL PENELITIAN

Sintesis Membran PEC Kitosan Pektin PEGDE 90:10:30

Sintesis membran dimulai dengan dengan pembentukan larutan kitosan pektin. Pada proses ini terjadi interaksi antara gugus amin pada kitosan dengan gugus karboksil pada pektin sehingga membentuk ikatan PEC. Penambahan PEGDE dilakukan paling akhir, untuk membentuk jembatan antara kitosan-kitosan, kitosan-pektin, atau pektin-pektin (Untailawan dan Siswanta, 2021). Seperti

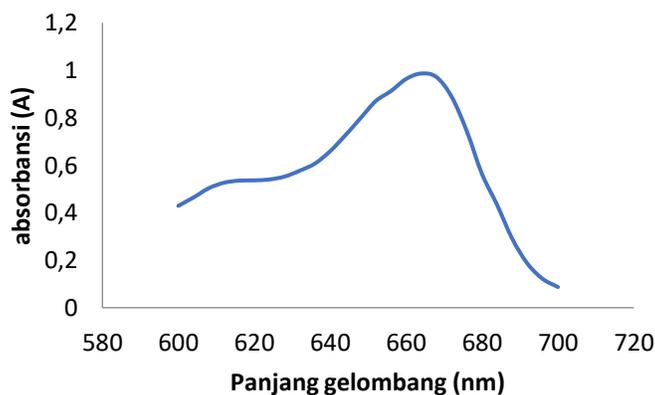
yang terlihat pada **Gambar 1**. Membran PEC kitosan pektin PEGDE berwarna putih serta lentur dan tidak mudah sobek.



Gambar 1. Membran PEC kitosan pektin PEGDE

Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum

Pengukuran kemampuan adsorpsi metilen biru dari membran PEC kitosan pektin PEGDE dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, sehingga perlu dilakukannya optimasi panjang gelombang maksimum dari metilen biru. Pengukuran panjang gelombang maksimum dilakukan dengan pengukuran metilen biru 3 mg/L. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum didapati bahwa panjang gelombang maksimum dari metilen biru adalah 664 nm. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum yang diperoleh mirip dengan hasil yang diperoleh Baunsele dan Missa (2020) yaitu 665 nm. Baunsele dan Missa (2020) melakukan pengujian dengan menggunakan larutan metilen biru konsentrasi 5 mg/L.

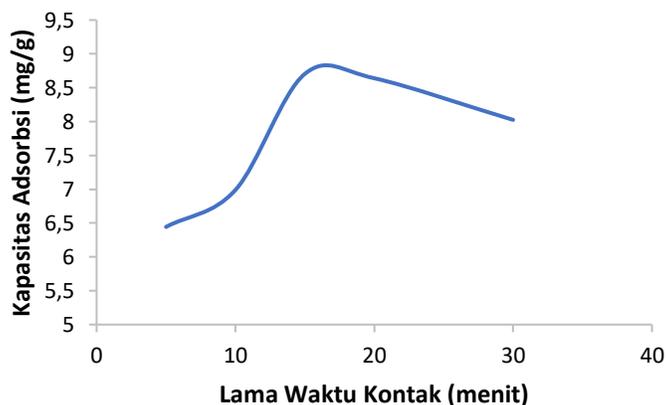


Gambar 2. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum

Optimasi Waktu Kontak

Sangat penting untuk melakukan pengujian terkait dengan lama waktu kontak antara membran dengan adsorbat. Pengujian dilakukan agar dapat mengetahui waktu di mana terjadi adsorpsi maksimum adsorbat oleh membran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu optimum adsorpsi

membran PEC kitosan pektin PEGDE terhadap zat warna metilen biru terjadi pada menit ke 15 (**Gambar 3**).



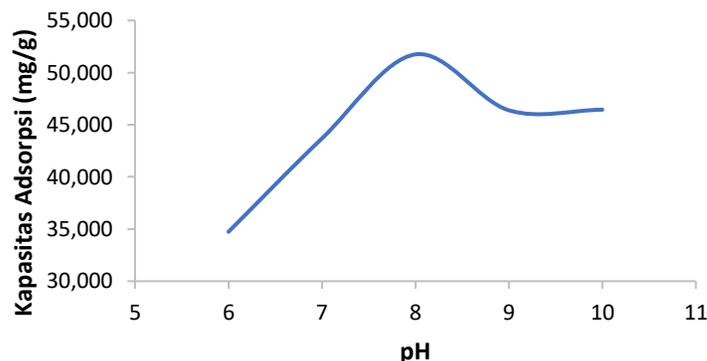
Gambar 3. Optimasi waktu kontak

Pada lima menit pertama proses adsorpsi berlangsung dengan sangat cepat, setelah itu terjadi perlambatan proses adsorpsi sampai dengan puncaknya pada menit ke 15. Di menit ke 15 membran dapat mengadsorpsi metilen biru sebanyak 27,73 mg/g atau 34%. Setelah menit ke 15 terjadi penurunan kemampuan membran dalam mengadsorpsi metilen biru. Penurunan kemampuan membran dalam mengadsorpsi zat warna tidak terjadi secara signifikan. Pola ini serupa dengan yang ditemui oleh Ayuni, dkk., (2016). Penurunan terjadi karena membran telah mengalami kejenuhan dalam mengadsorpsi zat warna, sehingga zat warna yang telah di adsorpsi kembali dilepaskan.

Waktu optimum adsorpsi metilen biru oleh membran PEC kitosan pektin PEGDE lebih cepat bila dibandingkan dengan waktu kontak optimum adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif. Hasil pengujian Hanum, dkk., (2017) menunjukkan bahwa waktu kontak optimum antara karbon aktif (dari kulit durian) dengan metilen biru terjadi pada menit ke 90. Baunsele dan Missa (2020) juga melakukan pengujian terkait waktu kontak optimum karbon aktif (dari serat kelapa) dengan metilen biru. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu kontak optimum terjadi pada menit ke 75.

Optimasi pH

Optimasi pH dilakukan dengan melakukan variasi pH larutan zat warna dari pH 6-10. Optimasi pH dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh pH terhadap adsorpsi metilen biru oleh membran PEC kitosan pektin PEGDE (**Gambar 4**). Pengaturan pH larutan zat warna dilakukan dengan penambahan NaOH 0,01 M atau HCl 0,01 M. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pH optimum adsorpsi terjadi pada pH 8. Dalam kondisi pH optimum membran PEC kitosan pektin PEGDE dapat mengadsorpsi metilen biru sebanyak 51,73 mg/g atau 74,43%. Terjadi peningkatan adsorpsi hampir 2 kali lipat lebih tinggi bila dibandingkan dengan kondisi tanpa pengaturan pH larutan metilen biru.



Gambar 4. Optimasi pH

Baik kitosan maupun pektin tergolong dalam senyawa polisakarida. Senyawa polisakarida merupakan senyawa yang kaya akan gugus hidroksil (-OH) (Imtihani, dkk., 2020), sedangkan metilen biru merupakan golongan zat warna kationik (Tanasala, dkk., 2012). Pada proses adsorpsi metilen biru gugus hidroksil inilah yang akan berperan sebagai situs aktif. Pada kondisi sedikit asam adsorpsi metilen biru sangat rendah karena terjadi kompetisi antara metilen biru dengan ion H^+ dalam menempati situs aktif. Pada keadaan sangat basa, terjadi kompetisi antara situs aktif pada kitosan dan pektin dengan ion hidroksida yang terlarut dalam air untuk berikatan dengan metilen biru.

Adsorpsi Metilen Biru

Adsorpsi metilen biru oleh membran PEC kitosan pektin PEGDE dilakukan pada kondisi pH 8 dengan lama penggojlokkan 15 menit sesuai dengan hasil optimasi adsorpsi yang diperoleh sebelumnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa membran PEC kitosan pektin PEGDE mampu menyerap metilen biru sebanyak 51,74 mg/g (75,89%).

Membran PEC kitosan pektin PEGDE mampu mengadsorpsi zat warna metilen biru lebih tinggi bila dibandingkan dengan kemampuan membran PEC kitosan pektin dalam mengadsorpsi zat warna *remazol black b* (66,8%) yang dilakukan oleh Ayuni, dkk., (2016). Kemampuan membran PEC kitosan pektin PEGDE ini juga lebih tinggi bila dibandingkan dengan adsorpsi metilen biru oleh karbon aktif yaitu 3,8-3,92 mg/g (Hanum, dkk., 2017).

KESIMPULAN

Membran PEC kitosan pektin PEGDE 90:10:30 dapat dimanfaatkan untuk mengadsorpsi zat warna metilen biru. Membran PEC kitosan pektin PEGDE dapat mengadsorpsi metilen biru dengan kapasitas 51,74 mg/g (75,89%) pada kondisi pH 8 dengan lama waktu penggojlokkan 15 menit.

DAFTAR PUSTAKA

Ayuni, N. P. S., Yuningrat, N. W., & Andriani, K. Y. (2016). Adsorpsi-Desorpsi Zat Warna Azo Jenis Remazol Black B Menggunakan Membran Polielektrolit (Pec) Kitosan-Pektin. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 5(1).

- Baunsele, A. B., & Missa, H. (2020). Kajian Kinetika Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Sabut Kelapa. *Akta Kimia Indonesia*, 5(2), 76-85.
- Crini, G., & Badot, P. M. (2008). Application of Chitosan, A Natural Aminopolysaccharide, For Dye Removal From Aqueous Solutions By Adsorption Processes Using Batch Studies: A Review Of Recent Literature. *Progress in Polymer Science*, 33(4), 399-447.
- Dinata, M., Mahatmanti, F. W., & Miswadi, S. S. (2013). Kitosan Bead Sulfat Sebagai Penurun Kadar Zat Warna Yellow IRK. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(1).
- Gürses, A., Hassani, A., Kiranşan, M., Açışlı, Ö., & Karaca, S. (2014). Removal of Methylene Blue From Aqueous Solution Using By Untreated Lignite As Potential Low-Cost Adsorbent: Kinetic, Thermodynamic And Equilibrium Approach. *Journal of Water Process Engineering*, 2, 10-21.
- Hanum, F., Gultom, R. J., & Simanjuntak, M. (2017). Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru dengan Karbon Aktif dari Kulit Durian Menggunakan KOH dan NaOH sebagai Aktivator. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(1), 49-55.
- Imtihani, H. N., Wahyuono, R. A., & Permatasari, S. N. (2020). *Biopolimer Kitosan dan Penggunaannya dalam Formulasi Obat*. Penerbit Graniti.
- Khamidah, I. N., Djunaidi, M. C., & Khabibi, K. (2011). Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat Sebagai Adsorben Ion Logam Kobalt (II) dan Nikel (II). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 14(1), 21-25.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup : Kep-51/MENLH/10/1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair
- Tanasale, M. F., Killay, A., & Laratmase, M. S. (2012). Kitosan dari Limbah Kulit Kepiting Rajungan (*Portunus sanguinolentus* L.) sebagai Adsorben Zat Warna Biru Metilena. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1), 165-171.
- Untailawan, R., & Siswanta, D. (2021). Sintesis Dan Karakterisasi Membran Pec Kitosan-Pektin-Pegde Sebagai Biosorben. *Molluca Journal of Chemistry Education (MJoCE)*, 11(2), 99-105.