

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG TELUR AYAM SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA METHYL ORANGE DALAM LARUTAN

Titin Nurlaili, Laeli Kurniasari, Rita Dwi Ratnani

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Wahid Hasyim, Semarang
Jl. Menoreh Tengah X / 22 Sampangan, Telepon: (024) 8505680, Fax : (024) 8505681
E-mail : titinlaili95@gmail.com

Abstrak

Methyl Orange merupakan salah satu limbah tekstil yang mencemari lingkungan yang bersifat karsinogenik dan mutagenik. Salah satu cara untuk menangani limbah tersebut adalah dengan cara adsorpsi menggunakan cangkang telur ayam. Cangkang telur ayam merupakan limbah yang belum banyak dimanfaatkan sehingga mudah didapatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh massa adsorben, waktu kontak dan pH terhadap adsorpsi methyl orange oleh cangkang telur ayam. Metode penelitian ini meliputi 3 tahap yaitu preparasi adsorben, adsorpsi, dan analisis Spektrofotometer UV-Vis. Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi massa adsorben 7; 9; 11; dan 13 gram, variasi waktu kontak 20; 40; 60; dan 100 menit, dan variasi pH 1; 3; 5; dan 7. Hasil penelitian menunjukkan kondisi adsorpsi terbaik terjadi pada massa adsorben 11 gram, waktu kontak 60 menit dan pH 1 dengan efisiensi adsorpsi sebesar 41,46 % dan kapasitas adsorpsi sebesar 59,55 mg/g.

Kata kunci: adsorpsi, cangkang telur, methyl orange

PENDAHULUAN

Perkembangan industri tekstil di Indonesia saat ini mengalami pertumbuhan produksi yang sangat pesat dari tahun ke tahun. Perkembangan ini selain memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Hal ini disebabkan oleh limbah yang dihasilkan, salah satunya adalah limbah zat warna akibat dari proses pewarnaan tekstil. Zat warna tekstil merupakan salah satu pencemar yang bersifat non-biodegradable, umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzena. Senyawa azo digunakan sebagai bahan celup, yang dinamakan azo dyes.

Limbah tekstil bila dibuang ke perairan dapat menyebabkan air mempunyai tingkat warna yang tinggi dan juga akan menyebabkan kenaikan BOD (Gupta dkk, 1988). Senyawa azo adalah senyawa yang paling banyak terdapat dalam limbah tekstil, yaitu sekitar 60 - 70 % (Endang, 2009). Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan, akan menjadi sumber penyakit karena sifatnya karsinogenik dan mutagenik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif efektif untuk menguraikan limbah tersebut (Christina dkk., 2007). Salah satu zat warna azo yang banyak digunakan dalam proses pencelupan adalah *methyl orange*.

Methyl Orange (MO) atau metil jingga adalah senyawa organik dengan rumus $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$ dan biasanya dipakai sebagai

indikator dalam titrasi asam basa. Metil orange merupakan indikator pH karena mengubah warna yang jelas dan sangat sering digunakan dalam titrasi. Metil orange dibuat dari asam sulfanilat dan N, N-dimethylaniline. Metil orange merupakan pewarna yang digunakan untuk memberikan warna pada zat, terutama kain. Metil orange berbahaya untuk kesehatan karena bersifat toksik dan mutagenik.

Upaya penanganan limbah tekstil hingga saat ini telah banyak dilakukan. Pengolahan limbah cair industri tekstil dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa proses yaitu kimia, fisika dan biologi maupun kombinasi antara ketiga proses tersebut. Beberapa metode yang telah dikembangkan diantaranya metode adsorpsi, koagulasi, sedimentasi dan lumpur aktif. Cara yang paling mudah diterapkan adalah cara adsorpsi, yaitu suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat pada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut (Widjajanti, 2011). Salah satu metode alternatif untuk menghilangkan zat warna dari air yang tercemar oleh metil orange adalah adsorpsi dengan menggunakan adsorben yang murah dan mudah di dapatkan, seperti cangkang telur ayam.

Potensi limbah cangkang telur di Indonesia cukup besar. Produksi telur ayam ras petelur dan buras di Indonesia pada tahun 2012

sebesar 1.337.030 ton per tahunnya (Direktorat Jenderal Peternakan, 2013). Sekitar 10% dari telur merupakan cangkangnya, sehingga dihasilkan sekitar 133.703 ton cangkang telur per tahunnya. Cangkang telur mengandung sekitar 98 % CaCO_3 (*calcium carbonat*) dan memiliki 10.000 - 20.000 pori-pori sehingga diperkirakan dapat menyerap suatu *solute* dan dapat digunakan sebagai adsorben (Ahmed & Ahsan, 2008).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari efektivitas cangkang telur ayam sebagai adsorben dalam adsorpsi zat warna *methyl orange* dengan parameter proses yang meliputi massa adsorben, waktu kontak, dan pH.

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang telur ayam, *methyl orange*, asam nitrat, NaOH, dan aquades.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, magnetic stirrer, neraca analitik, ayakan 100 mesh, cawan porselin, dan peralatan gelas. Untuk analisa hasil adsorpsi digunakan Spektrofotometer UV-Vis.

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu massa adsorben 7; 9; 11; dan 13 gram, waktu kontak 20; 40; 60; dan 100 menit, dan pH 1; 3; 5; dan 7. Variabel tetap yang digunakan pada penelitian ini yaitu konsentrasi larutan *methyl orange* 20 ppm dan volume larutan 50 mL.

Persiapan Adsorben

Cangkang telur ayam dicuci bersih dan dihilangkan dari membran dan kotoran yang melekat pada cangkang telur. Cangkang telur ayam kemudian dijemur hingga kering dan dihaluskan kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Setelah diayak, kemudian dipanaskan dengan oven selama 15 menit pada suhu 105°C.

Persiapan Adsorbat

Pada penelitian ini menggunakan larutan metil orange dengan konsentrasi 20 ppm. Pembuatan larutan metil orange 20 ppm dilakukan dengan cara melarutkan serbuk metil orange sebanyak 20 mg dalam aquades kemudian diencerkan sampai 1000 mL dalam labu ukur 1000 mL.

Proses Adsorpsi

Optimasi massa adsorben dilakukan dengan menambahkan adsorben ke dalam 50 mL larutan *methyl orange* dengan konsentrasi 20

ppm tanpa pengaturan pH. Optimasi waktu adsorpsi ditentukan pada kondisi massa terbaik. Sedangkan optimasi pH dilakukan pada kondisi massa dan waktu terbaik. Daya adsorpsi ditentukan dengan membandingkan konsentrasi pewarna sebelum dan sesudah adsorpsi. Konsentrasi pewarna ditentukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 464,5 nm.

Hasil dari analisa Spektrofotometer UV-Vis kemudian digunakan untuk menghitung nilai persentase adsorpsi. Persentase adsorpsi dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ adsorpsi} = \left(\frac{C_0 - C_a}{C_0} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

% adsorpsi = persentase adsorpsi

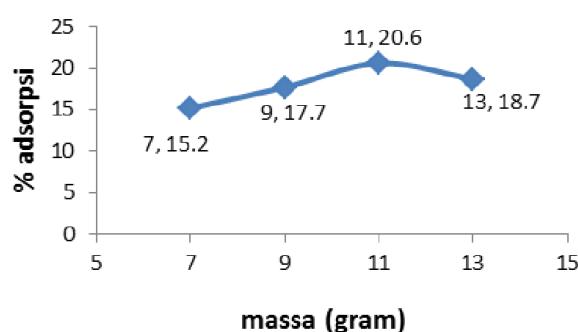
C_0 = konsentrasi awal larutan (mg/L)

C_a = konsentrasi akhir larutan (mg/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Massa Adsorben

Pengaruh massa adsorben terhadap adsorpsi zat warna *methyl orange* oleh adsorben cangkang telur ayam dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh massa adsorben terhadap persentase adsorpsi
(Kondisi: pH = 5; waktu kontak = 60 menit; volume larutan = 50 mL)

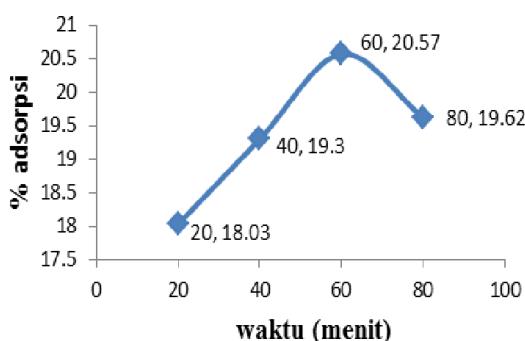
Dari Gambar 1 terlihat bahwa konsentrasi *methyl orange* yang teradsorp meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah massa adsorben. Hal ini terjadi karena dengan adanya penambahan jumlah adsorben maka terjadi penambahan sisi aktif yang terdapat pada permukaan adsorben (Mondal, 2012), sehingga semakin banyak jumlah adsorben maka semakin banyak pula *methyl orange* yang terserap. Namun pada kondisi tertentu persentase penyerapan akan konstan bahkan mengalami penurunan karena telah terjadi kejemuhan pada adsorben. Hal ini terlihat pada

massa adsorben 7 gr sampai 11 gr yang terus mengalami peningkatan kadar *methyl orange* yang terserap didalam serbuk cangkang telur ayam.

Pada massa adsorben 11 gr merupakan massa terbaik karena pada saat itu telah terjadi keseimbangan antara *methyl orange* yang diserap oleh adsorben serbuk cangkang telur dengan jumlah *methyl orange* yang tersisa dalam larutan, sehingga adsorben serbuk cangkang telur ayam telah mengikat *methyl orange* secara maksimal (Aprillya, 2016). Sedangkan pada massa lebih dari 11 gr mengalami penurunan persentase adsorpsi. Hal ini disebabkan karena terjadi peristiwa tumpang tindih selama proses adsorpsi sebagai akibat dari kepadatan partikel adsorben. Kepadatan tersebut mengakibatkan luas permukaan adsorben menjadi lebih kecil sehingga sisi aktif adsorben berkurang. Pada penelitian ini massa adsorben terbaik adalah 11 gram dengan persentase adsorpsi sebesar 20,6 %.

Pengaruh Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap adsorpsi metil orange. Menurut teori tumbukan, kecepatan reaksi tergantung pada jumlah tumbukan persatuan waktu. Makin banyak tumbukan yang terjadi maka reaksi semakin cepat berlangsung sampai terjadi kondisi setimbang. Waktu terbaik merupakan waktu terjadinya kesetimbangan antara laju adsorpsi dan desorpsi (Alias dan Nizam, 2008). Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi zat warna *methyl orange* dapat dilihat pada Gambar 2.



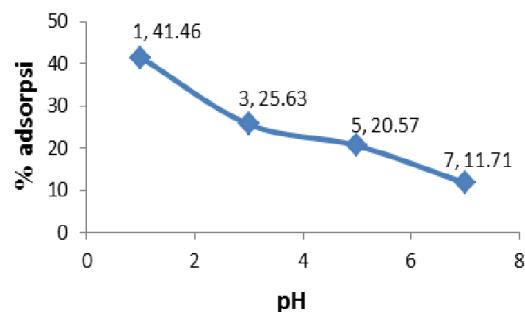
Gambar 2. Pengaruh waktu kontak terhadap persentase adsorpsi
(Kondisi: pH = 5; massa adsorben = 11 gram; volume larutan = 50 mL)

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi *methyl orange* yang terserap meningkat seiring dengan bertambahnya waktu

kontak. Hal ini disebabkan semakin lama waktu tumbukan antara serbuk cangkang telur ayam dengan zat warna *methyl orange*, maka semakin banyak *methyl orange* yang terserap oleh serbuk cangkang telur ayam karena semakin banyak gugus aktif pada serbuk cangkang telur ayam yang berikatan dengan *methyl orange*. Setalah mencapai adsorpsi terbaik, dengan bertambahnya waktu kontak maka daya serap serbuk cangkang telur ayam akan menurun karena adanya faktor mekanik (pengadukan) sehingga serbuk cangkang telur ayam sudah tidak mampu mengikat atau mempertahankan *methyl orange* lagi dan *methyl orange* terlepas dari serbuk cangkang telur ayam (Handayani, 2005). Pada penelitian ini waktu terbaik adalah 60 menit dengan persentase adsorpsi sebesar 20,57 %.

Pengaruh pH

Pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi zat warna *methyl orange* oleh adsorben cangkang telur ayam terlihat seperti pada Gambar 3.



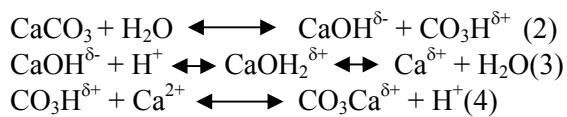
Gambar 3. Pengaruh pH terhadap persentase adsorpsi (Kondisi: massa adsorben = 11 gram; waktu kontak = 60 menit; volume larutan = 50 mL)

Dari Gambar 3. menunjukkan bahwa adsorpsi *methyl orange* menggunakan adsorben cangkang telur ayam terjadi secara maksimal pada pH 1 dengan persentase adsorpsi sebesar 41,46 %. Penurunan pH menyebabkan adsorpsi *methyl orange* semakin bertambah. Kesetimbangan tercapai ketika semua pertukaran *methyl orange* dan anion pada permukaan luar dan dalam adsorben telah tercapai (Said, 2008). Hal ini berhubungan dengan protonasi atau deprotonasi permukaan sisi aktif dari adsorben.

Pada pH rendah dan bersifat asam akan menyebabkan permukaan dinding biomassa terprotonasi sehingga adsorpsi *methyl orange* menjadi lebih besar. Sedangkan pada pH tinggi

adsorpsi *methyl orange* menjadi lebih kecil. Hal ini dikarenakan di dalam air, pada pH yang tinggi permukaan dinding biomassa serbuk cangkang telur ayam bermuatan negatif dan komponen zat warna yang larut merupakan anion sehingga penyerapan zat warna tersebut akan terhalang dan saling tolak menolak.

Kalsium karbonat terdiri dari ion Ca^{2+} dan ion CO_3^{2-} dimana jika berada di dalam air akan mengalami hidrolisis dan menghasilkan $\text{CaOH}^{\delta-}$ dan $\text{CO}_3\text{H}^{\delta+}$ yang dapat bereaksi dengan ion lain dalam larutan. Pada pH rendah ion H^+ dan Ca^{2+} akan mengalami peningkatan sehingga menyebabkan peningkatan serapan zat warna melalui reaksi seperti berikut (Mondal, 2012) :



Permukaan adsorben dapat dengan mudah bermuatan positif karena adanya kelebihan ion H^+ dalam larutan. Oleh karena itu, gugus aktif yang bermuatan positif dari adsorben dapat berinteraksi dengan kelompok sulfonat yang bermuatan negatif dari pewarna reaktif, kemudian membentuk ikatan yang kuat antara adsorben dan pewarna (Kyzas, 2012).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa massa adsorben, waktu kontak, dan pH sangat berpengaruh terhadap adsorpsi zat warna metil orange menggunakan adsorben serbuk cangkang telur ayam. Kondisi terbaik adsorpsi terjadi pada , massa adsorben 11 gram, waktu kontak 60 menit dan pH 1 dengan persentase adsorpsi sebesar 41,46 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed S., & Ahsan M. (2008). *Synthesis of Ca-hydroxiapatite Bioceramic from Egg Shell and its Characterization*, Bangladesh Journal of Scientific and Industrial
- Alias Mohd Yusof dan Nik Ahmad Nizam.(2009). *Removal of Cr(IV) and As(V) from Aqueous Solution by HDMTA-modified zeolite Y*, *Journal of Hazard Materials*, Vol 162: 1019-1024.
- Aprillya, Mia Dinnis. (2016). Aplikasi Daun Sansevieria sebagai Adsorben Nikotin dalam Asap Rokok, Program Studi
- Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim, Semarang
- Christina P.M., Mu'nisatun S., Saptaaji R., dan Marjanto D. (2007). "Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) Dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 350 Kev/10 Ma", JFN, No.1, Vol.1. 31-44
- Direktorat Jenderal Peternakan, (2013). Ketersediaan Konsumsi Telur, Info : www.deptan.go.id diakses pada 30 Desember 2016.
- Endang Widjajanti. (2009). Kajian Penggunaan Adsorben Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Zat Pewarna Tekstil, Proseding Seminar Nasional Kimia, 17 Oktober 2009
- Gupta G.S., Prasad G., Panday K.K. and Singh V.N. (1988). *Removal of Chrome Dyes from Aqueous Solution by fly Ash*, *J.Water, Air and Soil Pollution*, 32, 384 – 395
- Handayani Ratna. (2005). Perbandingan Daya Serap Arang Aktif Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Zat Warna Tekstil Direct Blue, Tugas Akhir II : FMIPA UNNES
- Kyzas George Z. (2012). *A Decolorization Technique with Spent "Greek Coffee" Grounds as Zero-Cost Adsorbents for Industrial Textile Wastewaters*, Department of Petroleum and Natural Gas Technology, Technological Educational Institute of Kavala,
- Mondal N.K., R. Bhaumik, B. Das , P. Roy, K. C. Pal, C. Das, A. Banerjee, And J.K. Datta. (2011). *Eggshell Powder as an Adsorbent for Removal of Fluoride from Aqueous Solution: Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Studies*, Department of Environmental Science, The University of Burdwan, WB, India
- Said Nurul Faradilah, dan Nurul Widiastuti. (2008). Adsorpsi Cu(II) pada Zeolit A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara PT Ipmomi Paiton, *Jurnal Zeolit Indonesia*, Vol. 7
- Widjajanti Endang, Regina Tutik P, dan M. Pranjoto Utomo. (2011). Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah Dan Metil Jingga, Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta