

TEKNOLOGI TEPAT GUNA PENGOLAHAN LIMBAH TEKSTIL BAGI INDUSTRI TENUN BINTANG TIMUR

**Ni Wayan Yuningrat, Ni Putu Sri Ayuni, Ni Wayan Martiningsih, I Made
Gunamantha, Gede Agus Beni Widana**

Prodi D3 Analis Kimia FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha

e-mail: wayan.yuningrat@undiksha.ac.id,

Abstrak

Pengabdian pada masyarakat ini bertujuan untuk menginformasikan karakteristik, bahaya, pencegahan dan penanggulangan zat warna sintetik serta menyediakan reaktor fotokatalitik fixed bed sebagai alat pengolahan limbah sisa pencelupan kain sebelum dibuang ke lingkungan. Kegiatan pengabdian diawali dengan identifikasi pengetahuan peserta tentang karakteristik, bahaya, penanggulangan dan penanganan awal zat warna tekstil melalui kuisioner. Sosialisasi alat pengolahan limbah dilakukan melalui penyerahan reaktor fotokatalitik fixed bed TiO_2 -batu apung dan dilanjutkan dengan demonstrasi pengoperasiannya menggunakan zat warna sisa pencelupan. Berdasarkan kuisioner yang diperoleh setelah kegiatan dapat diketahui bahwa sebagian besar peserta belum mengetahui karakteristik zat warna tekstil serta bahaya, pencegahan dan penanggulangannya. Informasi tentang perlunya proses pengolahan zat warna tekstil agar tidak mencemari lingkungan juga sangat minimal diketahui oleh para peserta. Penyediaan reaktor fotokatalitik fixed bed dan demonstrasi pengolahan limbah cair tekstil sisa pencelupan diikuti dengan seksama oleh pemilik dan karyawan industri tenun. Zat warna tekstil yang terdegradasi pada saat demonstrasi berjalan kurang efektif yaitu sebesar 26% disebabkan keberadaan sinar matahari yang kurang maksimal untuk proses fotodegradasi.

Kata kunci: degradasi, fotokatalitik, reaktor fixed bed TiO_2 -batu apung, zat warna

Abstract

The objective of the devotion to the community were to inform the characteristics, hazardous, prevention and treatment of the synthetic textile dyes and also giving fixed bed photocatalytic reactor as the dyeing treatment equipment before thrown away to the environment. The activity was started with exploring participants knowledge about the characteristics, risk, and first aid from exposing to the dyes by questionnaire. Introducing the waste dyes treatment were done by giving the photocatalytic reactor and then demonstrating it by the remaining dyes. According to the questionnaire, most of the participants have not known the characteristics, hazardous, prevention and treatment of the textile dyes. The participant knowledge about dyeing treatment

in order to keep the environment is still minimized. The fixed bed photocatalytic reactor given following by the equipment demonstration yields 26% of textile dyes degraded because of less sunlight needed for photodegradation process.

Keywords : degradation, dyes, fixed bed reactor TiO₂-batu apung, photocatalytic

PENDAHULUAN

Kain endek adalah salah satu kerajinan tenun yang menjadi ciri khas Pulau Bali. Industri endek banyak berada di Kabupaten Klungkung. Salah satu industri tenun endek yang ada di Klungkung yaitu industri tenun Bintang Timur yang berada di Desa Tegak, Kecamatan Klungkung, Kabupaten Klungkung. Industri ini didirikan sejak tahun 1999 oleh Bapak I Made Suwebawa. Sampai saat ini, industri tenun Bintang Timur memiliki 18 orang karyawan tenun dan 34 karyawan yang bertugas pada bagian pemasaran. Karyawan industri tersebut berasal dari penduduk desa setempat dengan latar belakang pendidikan SD dan berprofesi sebagai ibu rumah tangga. Pada awalnya industri ini menggunakan pewarna alami untuk proses pencelupannya. Namun kain endek yang dihasilkan dengan menggunakan pewarna alami ternyata kurang diminati oleh para konsumen karena warna yang dihasilkan pada kain tampak kurang tajam. Solusi yang dilakukan yaitu menggunakan pewarna sintetis seperti naphthol dan belerang yang dapat mempercantik penampilan kain endek. Ternyata pemilihan pewarna sintetis pada proses pencelupan dapat menarik minat konsumen, baik yang berada di Bali maupun mancanegara untuk membelinya.

Aktivitas industri tenun Bintang Timur ini, selain menghasilkan kain endek yang dapat dijual dan sangat dikenal sampai ke Malaysia, juga

menyisakan limbah cair yang dihasilkan dari sisa pencelupan. Zat warna sintetis yang digunakan dalam proses pencelupan merupakan senyawa golongan azo yang sangat sulit untuk didegradasi secara konvensional. Menurut Kep Men LH No 51 Tahun 1995, konsentrasi senyawa golongan azo dalam limbah yang melebihi ambang batas sebesar 5 mg/L dapat menimbulkan terjadinya pencemaran lingkungan.

Beberapa dampak negatif yang timbul akibat keberadaan pewarna yang melebihi ambang batas yaitu terjadinya iritasi mata, kulit, gangguan saluran pernafasan bahkan dapat menimbulkan kematian. Dilaporkan oleh Chung *and* Cernigla (1992), telah terjadi iritasi kulit akibat sensitivitas terhadap zat warna azo di industri tekstil pada tahun 1930. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terhadap zat warna sisa pencelupan tekstil sebelum dibuang ke lingkungan.

Pengolahan limbah cair sisa pencelupan kain endek di industri tenun Bintang Timur dilakukan dengan cara mengalirkan limbah ke dalam *septic tank* yang terbuat dari tanah sedalam 1 meter. Pengolahan ini tentu sangat sederhana dan kurang efektif, sebab seperti yang kita ketahui, zat warna golongan azo sangat sulit terdegradasi secara konvensional. Oleh karena itu diperlukan pengolahan awal terhadap limbah cair sisa pencelupan tersebut, sebelum dialirkan ke dalam *septic tank*.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah sisa pencelupan yang dihasilkan tersebut yaitu dengan menggunakan reaktor fotokatalitik fixed bed yang merupakan produk penelitian penulis pada tahun 2015 (Yuningrat dkk., 2016). Sistem ini memanfaatkan fotokatalis TiO_2 pada bahan pendukung batu apung yang mudah didapat. Untuk lebih mengefektifkan degradasi zat warna, maka proses degradasi dibantu dengan menggunakan sinar ultra violet (UV). Efektivitas sistem pengolahan zat warna ini dilaporkan dapat menurunkan konsentrasi methyl orange sebagai salah satu zat warna golongan azo menjadi 93,69% selama 7 jam penyinaran.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka beberapa hal yang menjadi permasalahan adalah kurangnya pengetahuan karyawan tentang karakteristik, bahaya, pencegahan dan penanggulangan zat warna tekstil sintetis dan teknik pengolahannya agar limbah cair yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan air dan tanah di sekitarnya. Berdasarkan rumusan masalah yang disampaikan, maka tujuan kegiatan P2M ini adalah memberikan informasi kepada para karyawan dan pemilik industri tenun Bintang Timur mengenai karakteristik, bahaya, pencegahan dan penanggulangan zat warna sintetis serta mengadakan/menyediakan alat pengolahan limbah sisa pencelupan kain berupa reaktor fotokatalitik fixed bed yang dapat mengurangi konsentrasi limbah zat warna sebelum dibuang ke *septic tank*.

METODE

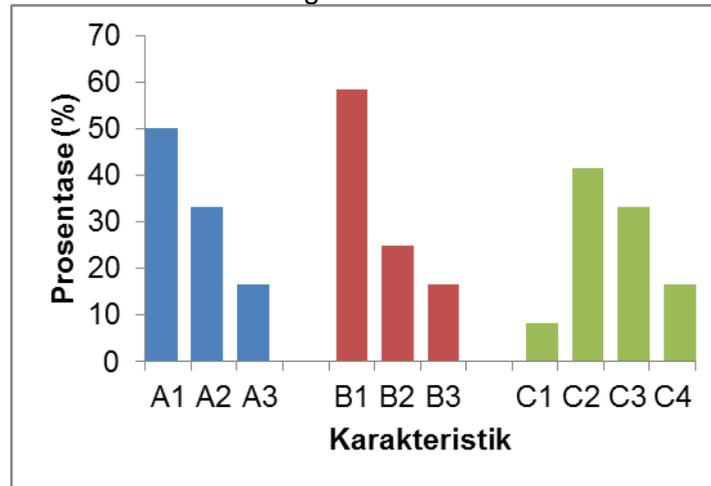
Zat warna tekstil sisa pencelupan di industri tenun Bintang Timur belum diolah secara maksimal sampai saat ini. Limbah cair yang dihasilkan ini langsung ditampung dalam *septic tank*, padahal konsentrasi zat warnanya belum tentu memenuhi Kep Men LH No 51 Tahun 1995 dengan ambang batas sebesar 5 mg/L. Permasalahan-permasalahan yang ada di industri tenun Bintang Timur diatasi melalui beberapa metode yaitu pemberian informasi mengenai karakteristik, bahaya, penanggulangan dan penanganan akibat zat warna dan demonstrasi pengolahan limbah zat warna dengan menggunakan reaktor fotokatalitik fixed bed TiO_2 -batu apung. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengabdian masyarakat yaitu penyebaran kuisioner, penyerahan alat pengolahan limbah reaktor fotokatalitik fixed bed TiO_2 batu apung, demonstrasi pengoperasian alat reaktor fotokatalitik fixed bed TiO_2 batu apung dengan menggunakan limbah cair sisa pencelupan tekstil dan diskusi terkait zat warna tekstil serta pemeliharaan alat pengolahan limbah. Evaluasi terhadap pelaksanaan pengabdian masyarakat dilakukan dengan cara mengukur konsentrasi zat warna sebelum dan setelah proses pengolahan dengan menggunakan reaktor fotokatalitik fixed bed TiO_2 -batu apung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat telah dilaksanakan dengan baik dari tahapan awal berupa identifikasi pengetahuan para peserta tentang zat warna tekstil melalui kuisioner, serah terima alat

pengolahan limbah sisa pencelupan tekstil dan demonstrasi pengoperasiannya. Kuisisioner yang disebarakan untuk mengetahui tingkat pengetahuan tentang zat warna, juga memberikan informasi karakteristik dari karyawan di industri tenun Bintang

Timur. Karakteristik karyawan yang meliputi nama, umur, pendidikan terakhir dan lama bekerja di industri tenun Bintang Timur disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Karakteristik umur (A), pendidikan (B) dan waktu bekerja (C)

Keterangan gambar :

Karakteristik		Kode
umur (A)	30-40 th	A1
	41-50 th	A2
	51-60 th	A3
pendidikan (B)	SD	B1
	SMP	B2
	SMA	B3
lama bekerja (C)	1-5 th	C1
	6-10 th	C2
	11-15 th	C3
	16-20 th	C4

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa sebagian karyawan industri tenun berusia 30-40 tahun, 33,33% berusia antara 40-50 tahun dan 16,67% berusia 51-60 tahun. Sebagian besar

karyawan berlatar belakang pendidikan SD, 25% berpendidikan SMP dan 16,67% lulusan SMA. Bila dilihat dari pengalaman bekerja di industri tenun, maka sekitar 8,33% karyawan sudah

bekerja di industri tenun dalam rentang 1-5 tahun, 41,67% selama 6-10 tahun, 33,33% selama 11-15 tahun dan 16,67% dalam rentang waktu 16-20 tahun. Faktor-faktor usia, latar belakang pendidikan dan lama bekerja di industri tenun mempengaruhi pengetahuan karyawan terhadap karakteristik zat warna tekstil. Berdasarkan informasi yang diperoleh melalui kuisisioner, diketahui bahwa seluruh karyawan sudah sering mengalami kontak dengan zat warna, dapat membersihkan dengan benar bila terjadi kontak dengan zat warna tekstil dan mengetahui bahwa zat warna tekstil bersifat bahaya. Pengetahuan karyawan terhadap sifat-sifat dan dampak yang ditimbulkan akibat zat warna tekstil masih sangat rendah. Namun sebagian besar karyawan telah menyadari bahwa limbah zat warna tekstil yang langsung dibuang ke lingkungan akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Demonstrasi penggunaan alat pengolahan limbah reaktor fotokatalitik fixed bed TiO₂-batu apung, diawali dengan penyerahan alat kepada pimpinan industri tenun Bintang Timur. Pengoperasian alat pengolahan dilakukan dengan menggunakan sampel limbah zat warna tekstil sisa pencelupan, seperti yang disajikan pada Gambar 2. Selama kegiatan pengabdian pada masyarakat berlangsung, terjadi diskusi antara para karyawan dengan tim pelaksana P2M. Beberapa hal yang sempat didiskusikan selama kegiatan, antara lain penampakan batu apung yang berwarna keputihan, lama penggunaan batu apung, waktu pengoperasian alat, daya listrik yang diperlukan untuk

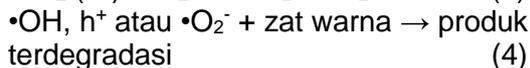
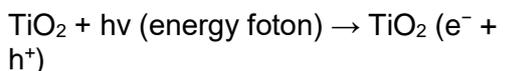
mengoperasikan alat, dan seberapa besar pengaruh penggunaan sinar matahari untuk pengoperasian alat pengolahan limbah zat warna tersebut.

Pemanfaatan katalis TiO₂ telah dilaporkan oleh beberapa peneliti dalam mendegradasi berbagai zat warna seperti *acid orange 7* (Rao *et al.*, 2004), methyl orange dan rhodamin B (Moradi *and* Nasrollahpour, 2017). Para tim pelaksana kegiatan menjelaskan bahwa penampakan batu apung yang berwarna putih dalam reaktor fotokatalitik fixed bed disebabkan adanya lapisan katalis TiO₂ yang akan mempercepat reaksi penurunan konsentrasi zat warna. Penggunaan batu apung adalah sebagai bahan pendukung bagi katalis semikonduktor TiO₂ agar lebih mudah dalam pengambilannya setelah digunakan. Dilaporkan oleh Rao *et al.* (2004) bahwa efisiensi fotokatalitik TiO₂-batu apung lebih tinggi dibandingkan dengan TiO₂-polimer dan TiO₂-fiber organik. Penggunaan bahan pendukung batu apung dalam mendegradasi zat warna *acid red 14* telah dilaporkan oleh Samargandhi *et al.* (2012) mencapai 90% melalui proses adsorpsi pada pH 3. Dilaporkan pula bahwa jumlah ion H⁺ yang banyak pada suasana asam dapat meningkatkan kapasitas kation adsorben sehingga terjadi gaya elektrostatis yang kuat antara ion Si²⁺ yang berasal dari SiO₂ dalam batu apung dengan anion zat warna dari gugus sulfonat DSO³⁻.

Bahan pendukung batu apung dalam reaktor fixed bed yang digunakan untuk mengolah limbah zat warna tekstil ini dapat digunakan selama 30 hari kemudian dilakukan regenerasi seperti yang biasa dilakukan

dalam industri (Rao *et al.*, 2004). Dilaporkan pula bahwa penggunaan katalis dalam waktu yang lama dapat menurunkan efisiensi degradasi zat warna. Penurunan ini dapat disebabkan oleh adanya adsorpsi hasil samping senyawa organik pada permukaan katalis.

Proses degradasi zat warna tekstil dengan menggunakan reaktor fotokatalitik fixed bed TiO₂-batu apung akan berjalan lebih efektif apabila tersedia sinar matahari yang cukup. Mekanisme terjadinya degradasi zat warna dengan bantuan sinar berdasarkan persamaan 1, 2, 3 dan 4 berikut (Bahadur *and* Pal, 2017).



Berdasarkan persamaan 4, maka zat warna tekstil yang terdegradasi akan menghasilkan senyawa yang lebih ramah terhadap lingkungan seperti CO₂, nitrogen anorganik dan air. Senyawa-senyawa ini akan dihasilkan dalam jumlah yang sedikit apabila sinar matahari atau ultraviolet yang tersedia tidak cukup untuk berlangsungnya proses fotodegradasi.

Alat pengolahan limbah tekstil yang digunakan ini berjalan secara kontinu sehingga diperlukan pompa untuk mensirkulasinya. Energi listrik yang diperlukan untuk pengoperasian alat tidak terlalu besar yaitu sekitar 13 watt untuk menjalankan pompa. Apabila konsentrasi zat warna sudah turun atau terlihat penampakan zat warna yang jernih, maka pengoperasian alat dapat dihentikan.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini sangat didukung oleh pimpinan perusahaan dan karyawannya. Mereka mendapatkan pengetahuan tentang zat warna dan teknologi pengolahan limbah zat warna khususnya. Namun jumlah peserta yang hadir pada saat kegiatan tidak maksimal sebab kesibukan para karyawan sebagai ibu rumah tangga. Selain itu, kain tenun yang mereka kerjakan merupakan pekerjaan borongan sehingga mereka sangat fleksibel dengan waktu untuk mengerjakannya. Bila dipandang dari sisi pengolahan limbah yang dihasilkan, maka pengadaan reaktor fotokatalitik fixed bed sangat tepat dilakukan mengingat belum tersedianya alat pengolahan limbah. Selain itu, alat ini tergolong sederhana dan pengoperasiannya tidak memerlukan energi listrik yang besar.



Gambar 2. Pengoperasian alat

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian di industri tenun Bintang Timur dengan tujuan melakukan penyerahan alat pengolahan limbah reaktor fixed bed TiO_2 -batu apung telah diterima dengan baik oleh pimpinan perusahaan. Demonstrasi penggunaan alat kurang berjalan optimal disebabkan oleh tidak tersedianya listrik di tempat pencelupan dan kurang tersedianya sinar matahari yang merupakan komponen pendukung keefektifan proses degradasi zat warna. Jumlah peserta yang mengikuti kegiatan kurang maksimal yang disebabkan oleh kegiatan masing-masing sebagai ibu rumah tangga. Informasi karakteristik, penanggulangan dan penanganan pertama serta pengolahan zat warna tekstil sebelum dibuang ke lingkungan, diharapkan dapat diterapkan oleh pimpinan dan karyawan industri tenun Bintang Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahadur, J. and Pal, K. 2017. Efficient Photodegradation of Organic Dye Using Anatase TiO_2 Plants as Catalyst. *Electron. Mater. Lett.* DOI: 10.1007/s13391-017-6284-5.
- Chung, K.T., and C.E. Cernigla. 1992. Mutagenicity of Azo Dyes : Structure Activity Relationship. *Mutation Research* 277, 201-220.
- Kep Men LH No 51 Tahun 1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri.
- Moradi, S.E. and Nasrollahpour, A. 2017. Competitive Adsorption and Photodegradation of Methyl Orange and Rhodamin B by TiO_2 Modified Mesoporous

Carbon Photo-Catalyst on UV
Irradiation. *Materials
Technology*, 1-8.

Rao, K.V.S., Subrahmanyam, M., and
Boule, P. 2004. Immobilized
TiO₂ Photocatalyst During Long-
Term Use : Decrease of Its
Activity. *Applied Catalysis B:
Environmental* 49, 239-249.

Samarghandi, M.R., Zarrabi, M., Noori
Sepehr, M., Panahi, R., and
Foroghi, M. 2012. Removal of
Acid Red 14 by Pumice Stone
As A Low Cost Adsorbent:
Kinetic and Equilibrium Study.
Iran. J. Chem. Chem. Eng. 31
(3), 19-27.

Yuningrat, N.W., Retug, N.,
Gunamantha, I.M. dan Yuliantini,
N.L.P.S. 2016. Fotodegradasi
Methyl Orange Dalam Reaktor
Fixed Bed Batu Apung-Semen.
Jurnal Sains dan Teknologi Vol
5 No 1 April 2016 ISSN 2303-
3142.