



**DEKOLORISASI PEWARNA TEKSTIL SUMIFIX BLUE DAN
REACTIVE RED 2 OLEH MIKROBA YANG DIISOLASI DARI
LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL**

**Decolorization of Sumifix Blue and Reactive Red 2 Textile Dyes by Microbes
Isolated from Textile Waste Water**

Intan Permatasari, Rully Adi Nugroho, Vincentia Irene Meitiniarti*

Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana,
Jln. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711 Indonesia.

*Email: irene.meitiniarti@staff.uksw.edu

ABSTRACT

Azo dyes represent the most commonly used group of dyes in textile industry and discharged into industrial effluents worldwide. Aims of this study are to isolate microbe from textile waste water and to determine their ability to decolorize Sumifix Blue and Reactive Red 2 textile dyes. Microbe was isolated from textile effluent of PT Timatex, Salatiga. The activity for decolorization was assayed by inoculating microbial isolates into dye containing medium. Living and nonliving cell were incubated in dye containing medium in order to determine if microbial cells involved in decolorizing dye. Five different microbial isolates have been isolated from textile waste water. Isolates IBLTT_1 and IBLTT_5 showed the highest activity to decolorize Sumifix Blue, and only isolate IBLTT_1 showed the highest capability in decolorizing Reactive Red 2. Both isolates indicated positive potential towards biotreatment of textile waste water. Further results confirmed that decolorization was due to biodegradation, rather than physical adsorption by inactive cells.

Keywords: decolorization, microbial isolation, Reactive Red 2, Sumifix Blue, textile effluent

ABSTRAK

Pewarna azo mewakili kelompok pewarna yang umum digunakan pada industri tekstil dan banyak dijumpai di buangan limbah industri tekstil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan isolat dari limbah tekstil dan untuk mengetahui kemampuannya dalam mendekolorisasi pewarna tekstil *Sumifix Blue* dan *Reactive Red 2*. Sampel diperoleh dari limbah industri tekstil PT Timatex, Salatiga. Uji kemampuan dekolorisasi dilakukan dengan menginokulasikan isolat mikroba ke dalam medium *Nutrient Broth* yang mengandung pewarna. Untuk mengetahui apakah sel mikroba terlibat dalam dekolorisasi pewarna, maka sel hidup dan mati diinokulasi pada medium tersebut. Lima isolat yang berbeda diperoleh dalam penelitian ini. Isolat IBLTT_1 dan IBLTT_5 merupakan isolat dengan kemampuan dekolorisasi *Sumifix Blue* tertinggi. Isolat IBLTT_1 juga merupakan isolat dengan kemampuan dekolorisasi *Reactive Red 2* tertinggi. Kedua isolat tersebut menunjukkan potensi positif terhadap pengolahan limbah tekstil. Hasil lebih lanjut menegaskan bahwa dekolorisasi *Sumifix Blue* dan *Reactive Red 2* disebabkan oleh proses biodegradasi, bukan diadsorpsi oleh sel yang mati.

Kata kunci: dekolorisasi, isolat mikroba, limbah tekstil, *Reactive Red 2*, *Sumifix Blue*

PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan salah satu industri penyumbang pencemaran air. Pencemaran air oleh industri tekstil berasal dari air limbah yang masih mengandung pewarna yang berasal dari aktivitas pewarnaan dan pembilasan. Hal ini disebabkan karena sekitar 10-15% zat warna yang digunakan dalam proses pencelupan tidak mengikat serat sehingga akan tersisa pada air limbah (Naresh et al. 2013).

Pewarna azo merupakan kelompok pewarna yang paling banyak digunakan pada industri tekstil (Brüschweiler et al. 2014; Lalnunhlmi dan Krishnaswamy 2016). Pewarna ini menyusun 60-70% dari seluruh pewarna dalam produksi tekstil, karena mudah disintesis dan murah, serta stabilitas dan ketersediaan berbagai warna dibandingkan dengan pewarna alami. Setidaknya 10-15% dari pewarna yang digunakan dibuang ke badan air sehingga buangan dapat membahayakan lingkungan (Rawat et al. 2016; Abo-State et al. 2017).

Menurut Velmurugan dan Revikumar (2014), senyawa azo merupakan senyawa aromatik dengan satu atau lebih ikatan (-N=N-) yang terikat pada cincin aromatik. Berdasarkan jumlah ikatan azo-nya, pewarna azo digolongkan dalam 4 jenis yaitu monoazo dengan 1 ikatan azo, diazo dengan 2 ikatan azo, triazo dengan 3 ikatan azo dan poliazo dengan lebih dari 3 ikatan azo (Kieman 2001). *Reactive Red 2* merupakan contoh dari pewarna monoazo (Emilia et al. 2016), sedangkan *Sumifix Blue* merupakan contoh dari pewarna triazo (Yan 2003).

Menghilangkan atau mengurangi zat warna dan senyawa organik di dalam limbah cair salah satunya dapat dilakukan dengan proses degradasi yang melibatkan dekolourisasi (Abubacker dan Mehala 2014). Menurut Chacko dan Subramaniam (2011), dalam proses dekolourisasi biasanya dimulai dengan dekolourisasi pewarna dengan pemutusan ikatan azo yang dilakukan oleh enzim azoreduktase. Azoreduktase memutuskan ikatan azo (-N=N-) dengan NADH sebagai kofaktor (Leelakriangsak dan Borisut 2012). Perubahan struktur kimia akibat adanya pemutusan ikatan azo secara visual dapat dilihat dari pemudaran atau penurunan kepekatan warna.

Bakteri merupakan mikroorganisme

yang paling sering digunakan sebagai agen dekolourisasi karena pertumbuhannya yang cepat, mudah beradaptasi pada suhu dan salinitas yang ekstrim, dan mudah dikultivasi (Khalid et al. 2008; Shah et al. 2013; Mumtaz et al. 2015). Selain itu, keberadaannya dalam limbah juga banyak (Sriram dan Reetha 2015).

Enterococcus faecalis merupakan salah satu bakteri yang terbukti dapat digunakan sebagai agen pendekolourisasi zat warna reaktif. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa *E. faecalis* dapat mendekolourisasi pewarna azo *Acid Red 27* dan *Reactive Red 2* dengan efisiensi dekolourisasi mencapai 95-100% selama 15 jam (Handayani et al. 2007).

Selain *E. faecalis*, *Bacillus subtilis* juga dilaporkan dapat mendekolourisasi pewarna tekstil (Hassan et al. 2013; Kathikyan et al. 2016). *B. subtilis* dapat mendekolourisasi pewarna tekstil *Remazol Black B* (Shah et al. 2013), *Red RR* (Shah 2014) dan *Reactive Red ME4BL* (Velmurugan dan Ravikumar 2014). Jaiswal dan Gomashe (2017) menyatakan bahwa *B. subtilis* dapat mendekolourisasi pewarna *Acid Red 2* hingga 90% selama 72 jam.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan dan memanfaatkan isolat dari limbah tekstil dan untuk mengetahui kemampuannya dalam mendekolourisasi pewarna tekstil *Sumifix Blue* dan *Reactive Red 2*.

BAHAN DAN METODE

Sampel dan pewarna azo

Sampel limbah diperoleh dari unit pengolahan limbah aerob PT Timatex, Salatiga, sedangkan isolat pembanding *E. faecalis* ID6017 dan *B. subtilis* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga. Pewarna azo *Sumifix Blue* dan *Reactive Red 2* didapat dari Laboratorium Ekologi dan Lingkungan, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

Isolasi dan pemeliharaan

Sampel diencerkan berseri hingga 10^{-8} , kemudian sebanyak 0,2 mL sampel yang sudah diencerkan diinokulasikan ke dalam medium *nutrient agar* yang mengandung pewarna *Sumifix Blue* atau *Reactive Red 2*

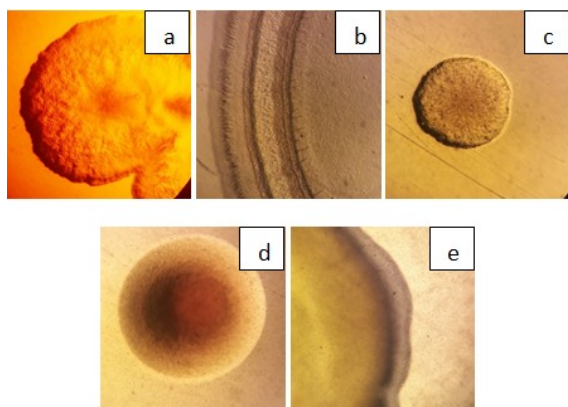
masing-masing dengan konsentrasi 50 mg L⁻¹ dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Masing-masing koloni tunggal yang tumbuh dimurnikan dan dipelihara dalam medium *nutrient agar* yang mengandung pewarna 50 mg L⁻¹.

Uji kemampuan dekolorisasi pewarna

Isolat pendekolorisasi pewarna *Sumifix Blue* atau *Reactive Red 2* dikulturkan terlebih dahulu di dalam 100 mL medium *nutrient broth* pada suhu 37°C selama 48 jam hingga OD kultur pada λ 600 nm mencapai 0,5 (Spektrofotometer Shimadzu).

Sebanyak 0,2 mL kultur diinokulasikan ke dalam 100 mL medium *nutrient broth* yang mengandung pewarna *Sumifix Blue* atau *Reactive Red 2* masing-masing dengan konsentrasi 50 mg L⁻¹ dan diinkubasi secara statis pada suhu 37°C (Vimala et al. 2015; Maheswari et al. 2016). Pengambilan sampel dilakukan setiap 6 jam selama 48 jam dan absorbansi diukur pada λ 530 nm untuk medium dengan pewarna *Sumifix Blue* dan 520 nm untuk medium dengan pewarna *Reactive Red 2*. Kemampuan dekolorisasi isolat-isolat mikroba juga dibandingkan dengan *E. faecalis* dan *B. subtilis*.

Untuk mengetahui apakah sel mikroba atau absorpsi oleh sel yang sudah mati yang berperan dalam proses dekolorisasi, maka 0,2 mL kultur segar dan kultur yang dimatikan dengan cara sterilisasi (121°C, 15 menit) dari masing-masing isolat diinokulasikan ke dalam 4 mL



Gambar 1. Morfologi koloni isolat dari limbah industri tekstil pada perbesaran 40x. (a). Isolat IBLTT_1, (b). Isolat IBLTT_2, (c). Isolat IBLTT_3, (d). Isolat IBLTT_4, (e). Isolat IBLTT_5

medium *nutrient broth* yang mengandung 50 mg L⁻¹ pewarna. Kemampuan dekolorisasi pewarna oleh sel mati dibandingkan dengan sel hidup (Khehra et al. 2005).

Analisis data

Parameter persentase dekolorisasi, kecepatan dekolorisasi, dan efisiensi dekolorisasi dihitung mengikuti rumus Al-Garni et al. (2013). Oleh karena data yang diperoleh tidak memenuhi asumsi ANOVA, data dianalisis dengan menggunakan uji nonparametrik Kruskal-Wallis 1-way ANOVA diikuti dengan uji posterior Mann-Whitney U untuk mengetahui perbedaan kecepatan dekolorisasi antarisolat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

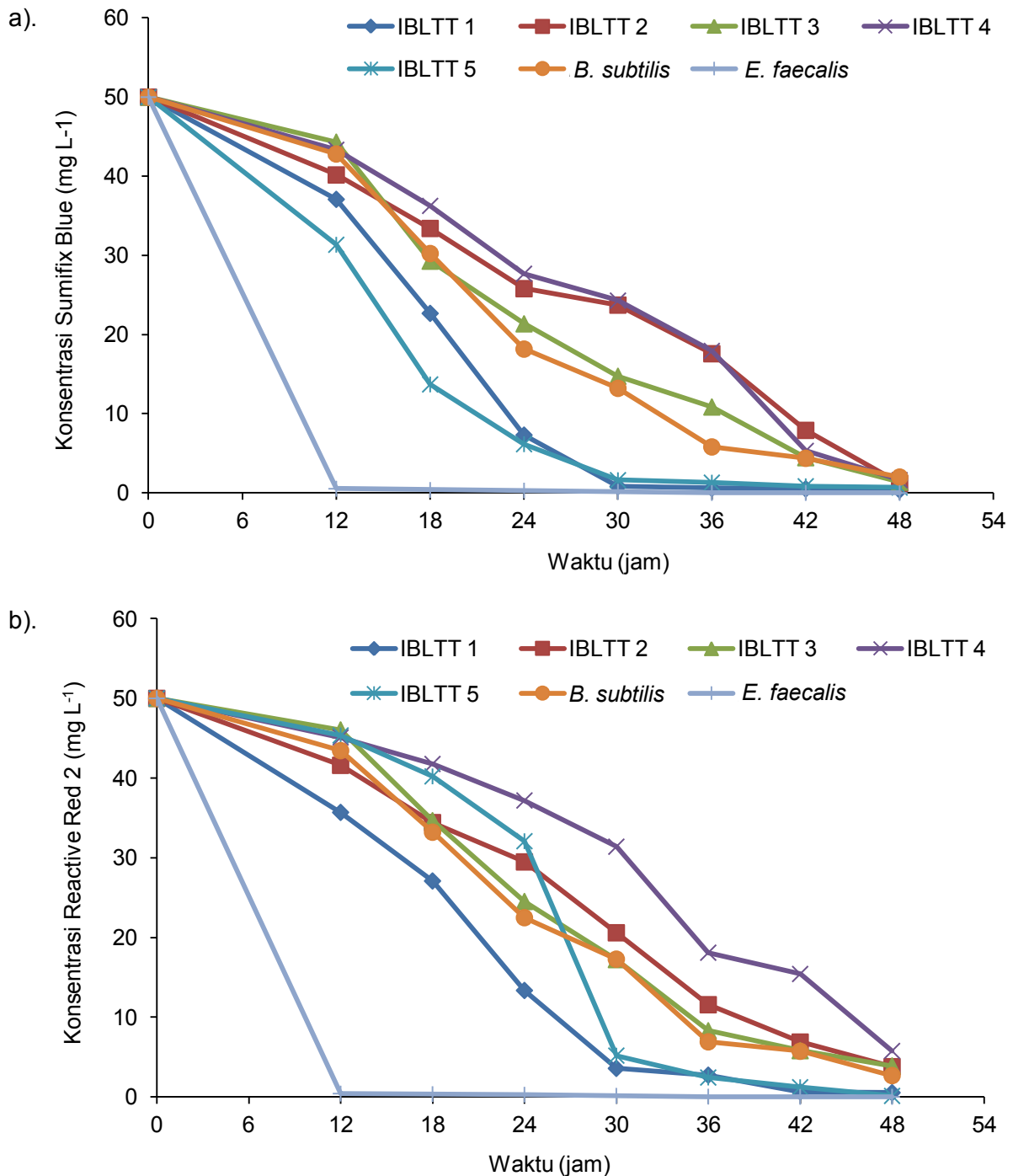
Isolat mikroba dari limbah tekstil

Dari penelitian ini diperoleh 5 isolat yang mampu mendekolorisasi pewarna *Sumifix Blue* dan *Reactive Red 2* pada medium *nutrient broth*. Gambar 1 menunjukkan morfologi (bentuk, ukuran, tepi dan permukaan koloni) masing-masing isolat. Masing-masing isolat hasil isolasi dari limbah industri tekstil mempunyai morfologi yang berbeda.

Kemampuan dekolorisasi pewarna

Kelima isolat mampu mendekolorisasi *Sumifix Blue*, dengan dekolorisasi tercepat dilakukan oleh IBLTT_5, diikuti IBLTT_1, IBLTT_3, IBLTT_2 dan IBLTT_4 dalam waktu paling lama 48 jam (Gambar 2a). Isolat-isolat tersebut juga mampu mendekolorisasi *Reactive Red 2*, dengan dekolorisasi tercepat dilakukan oleh IBLTT_1, diikuti IBLTT_5, IBLTT_3, IBLTT_2 dan IBLTT 4 dalam waktu paling lama lebih dari 48 jam (Gambar 2.b)

Gambar 2.a dan 2.b menunjukkan bahwa waktu dekolorisasi kelima isolat yang diisolasi dari limbah industri tekstil (IBLTT_1, IBLTT_2, IBLTT_3, IBLTT_4, IBLTT_5) masih lebih rendah dibandingkan dengan waktu dekolorisasi *E. faecalis* yang hanya memerlukan waktu sekitar 18 jam. Namun, isolat IBLTT_1 dan IBLTT_5 memerlukan waktu dekolorisasi kedua pewarna relatif lebih cepat dibandingkan dengan *B. subtilis*.



Gambar 2. Dekolorisasi pewarna (a). *Sumifix Blue* dan (b). *Reactive Red 2* oleh isolat yang diisolasi dari limbah industri tekstil

Dekolorisasi 50 mg L⁻¹ pewarna *Sumifix Blue* dan *Reactive Red 2* tercepat dilakukan oleh *E. faecalis* dalam waktu 18 jam, sehingga persentase dekolorisasi, kecepatan dekolorisasi dan efisiensi dekolorisasi antarisolat mikroba dihitung dengan waktu inkubasi 18 jam (Tabel 1).

Tabel ini menunjukkan bahwa dari kelima isolat, isolat IBLTT_1 dan IBLTT_5 merupakan isolat-isolat mikroba dengan

kecepatan dan efisiensi dekolorisasi pewarna *Sumifix Blue* terbesar ($P < 0,05$) dibandingkan dengan 3 isolat mikroba lain yang juga diisolasi dari limbah tekstil. Isolat IBLTT_1 juga memiliki kecepatan dan efisiensi dekolorisasi pewarna *Reactive Red 2* tertinggi ($P < 0,05$) dibandingkan dengan 4 isolat yang lain. Meskipun demikian, kecepatan dan efisiensi dekolorisasi kedua isolat masih lebih rendah dibandingkan

dengan kecepatan dan efisiensi dekolonisasi mikroba *E. faecalis* ($P < 0,05$).

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa kecepatan dan efisiensi dekolonisasi pewarna triazo *Sumifix Blue* oleh kelima isolat lebih cepat dibandingkan dengan pewarna monoazo *Reactive Red 2*. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian Sharma et al. (2011) yang melaporkan bahwa pewarna dengan struktur monoazo menunjukkan kecepatan dekolonisasi lebih tinggi. Franciscon et al. (2012) juga mendapatkan hasil bahwa *Brevibacterium* sp. VN-15 mampu mendekolorisasi pewarna monoazo *Reactive Red 198* (satu kelompok dengan *Reactive Red 2*) lebih cepat yaitu dalam waktu 10 jam dibandingkan dengan pewarna diazo *Reactive Blue 5* dalam waktu 24 jam dan pewarna triazo *Direct Blue 71* (satu kelompok dengan *Sumifix Blue*) dalam waktu 48 jam dengan konsentrasi awal pewarna adalah 100 mg L^{-1} . Shah et al. (2013) juga melaporkan bahwa efisiensi dekolonisasi *Reactive Red* oleh *Bacillus* sp.ETL 1982 mencapai 95% dalam waktu 24 jam. Namun dalam penelitian Van der Zee et al. (2001) dilaporkan bahwa kecepatan dekolonisasi paling lambat dijumpai pada pewarna reaktif dengan gugus triazin, salah satunya *Reactive Red*. Lebih lanjut Khehra et al. (2005) melaporkan bahwa *Reactive Red 120* tidak dapat terdekolorisasi secara signifikan oleh *Stenothropomonas acidaminiphila*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus cereus*, dan *Pseudomonas fluorescens* dengan kemampuan dekolonisasi maksimum hanya 61% selama 24 jam.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan

bahwa kultur yang dimatikan tidak mampu mendekolorisasi pewarna *Sumifix Blue* dan *Reactive Red 2* (Gambar 3). Hal ini dapat dilihat dari hilangnya warna biru dari pewarna *Sumifix Blue* dan warna merah dari *Reactive Red 2* hanya terjadi pada kultur hidup. Menurut Chacko dan Subramaniam (2011) hilangnya warna ini disebabkan oleh putusannya ikatan azo pada struktur pewarnanya. Enzim lacase dan azoreduktase merupakan enzim yang berperan dalam proses penghilangan warna oleh baketri (Athira et al. 2016). Hasil ini menunjukkan bahwa dekolonisasi tidak disebabkan adsorpsi fisik oleh kultur yang tidak aktif.

Peneliti-peneliti lain juga mendapatkan hasil yang sama, bahwa hanya sel bakteri yang hidup yang mampu mendekolorisasi pewarna *Remazol Black B* (Asad et al. 2007) dan *Reactive Red* (Shah et al. 2013). Asad et al. (2007) juga mendapatkan hasil bahwa aktivitas dekolonisasi pewarna *Remazol Black B* tidak dijumpai di supernatan media kultur yang telah dipisahkan dari selnya. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada enzim ekstraseluler atau bioproduk lain yang mungkin berperan dalam dekolonisasi.

KESIMPULAN

Telah diperoleh 5 isolat yang mampu mendekolorisasi pewarna *Sumifix Blue* dan *Reactive Red 2*. Kecepatan dekolonisasi pewarna *Sumifix Blue* tertinggi dihasilkan oleh isolat IBLTT_5, sedangkan dekolonisasi pewarna *Reactive Red 2* tertinggi dihasilkan oleh isolat IBLTT_1. Dekolorisasi kedua

Tabel 1. Efisiensi isolat mikroba mendekolorisasi 50 mg L^{-1} pewarna *Sumifix Blue* atau *Reactive Red 2* selama 18 jam inkubasi

Isolat	Dekolorisasi		Kecepatan Dekolorisasi		Efisiensi Dekolorisasi	
	<i>Sumifix Blue</i> (%)	<i>Reactive Red2</i> (%)	<i>Sumifix Blue</i> (%)	<i>Reactive Red2</i> (%)	<i>Sumifix Blue</i> (%)	<i>Reactive Red2</i> (%)
Isolat 1	54,64	45,73	3,04	2,54	54,70	45,81
Isolat 2	31,55	31,18	1,75	1,73	31,59	31,23
Isolat 3	41,42	30,68	2,30	1,70	41,47	30,72
Isolat 4	27,51	16,46	1,53	0,91	27,54	16,48
Isolat 5	72,41	19,58	4,02	1,09	72,49	19,61
<i>B. subtilis</i>	39,48	33,57	2,19	1,87	39,52	33,63
<i>E. faecalis</i>	99,90	99,84	5,55	5,55	100,00	100,00

pewarna tidak disebabkan adsorpsi fisik oleh kultur yang tidak aktif, tetapi dihasilkan oleh aktivitas sel kultur aktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abo-State MAM, Saleh YE, Hazaa HA (2017) Decolorization of congo red dye by bacterial isolates. *J Eco Heal Env* 5:41-48. Doi: 10.12785/jehe/050201
- Abubacker MN, Mehala T (2014) Decolourization of directorange-102 and malachite green by bacterial consortium. *BiolifeJ* 2:1293-1300
- Al-Garni SM, Ghanem KM, Kabli SA, Biag AK (2013) Decolorization of crystal violet by mono and mixed bacterial culture techniques using optimized culture conditions. *Pol J Environ Stud* 22: 1297-1306
- Asad S, Amoozegar MA, Pourbabaee AA, Sarbolouki MN, Dastgheib SMM (2007) Decolorization of textile azo dyes by newly isolated halophilic and halotolerant bacteria. *Bioresour Technol* 98:2082-2088. Doi:10.1016/j.biortech.2006.08.020
- Athira S, Gowdhaman D, Ponnusami V (2016) Molecular characterization and azoreductase activity of *Pseudomonas stutzeri* isolated from textile dye effluent. *Int J Chem Sci* 14: 2703-2709
- Brüschweiler BJ, Küng S, Bürgi D, Muralt L, Nyfeler E (2014) Identification of non-regulated aromatic amines of toxicological concern which can be cleaved from azo dyes used in clothing textiles. *Regul Toxicol Pharmacol* 69: 263-272. Doi: 10.1016/j.yrtph.2014.04.011
- Chacko JT, Subramaniam K (2011) Enzymatic degradation of azo dyes - A review. *Int J Environ Sci* 1: 1250-1260
- Emilia TA, Wijaya YA, Mermaliandi F (2016) Degradation of reactive red 2 by fenton and photo-fenton oxidation processes. *J Eng Appl Sci* 11:5227-5231.
- Franciscon E, Grossman MJ, Paschoal JA, Reyes FG, Durrant LR (2012) Decolorization and biodegradation of reactive sulfonate azo dyes by a newly isolated *Brevibacterium sp.* strain VN-15. *Springerplus* 1: 37-46. Doi: 10.1186/2193-1801-1-37
- Handayani W, Meitiniarti VI, Timotius KH (2007) Decolorization of acid red 27 and reactive red 2 by *Enterococcus faecalis* under a batch system. *World J Microbiol Biotechnol* 23: 1239-1244. Doi: 10.1007/s11274-007-9355-1
- Hassan MM, Alam MZ, Anwar MN (2013) Biodegradation of textile azo dyes by bacteria isolated from dyeing industry effluent. *Int Res J Biological Sci* 2: 27-31
- Jaiswal SS, Gomashe AV (2017) Bioremediation of textile azo dyes by newly isolated *Bacillus sp.* from dye contaminated soil. *Int J Biotechnol Biochem* 13:147-153
- Karthikeyan G, Radha T, Ragunathan R, Johnney J (2016) Degradation and decolourisation of dye effluents by using *Bacillus subtilis* CBNR isolates. *Int Res J Multidisciplinary Sci Technol* 1: 142-147
- Khehra MS, Saini HS, Sharma DK, Chadha BS, Chimni SS (2005) Comparative studies on potential of consortium and constituent pure bacterial isolates to decolorize azo dyes. *Water Res* 39: 5135-5141. Doi: 10.1016/j.watres.2005.09.033.
- Khalid A, Arshad M, Crowley DE (2008) Decolorization of azo dyes by *Shewanella sp.* under saline conditions. *Appl Microbiol Biotechnol* 79: 1053-1059. Doi: 10.1007/s00253-008-1498-y
- Kiernan JA (2001) Classification and naming of dyes, stains and fluorochromes. *Biotech Histochem* 76: 261-278. Doi: 10.1080/bih.76.5-6.261.278
- Leelakriangsak M, Borisut S (2012) Characterization of the decolorizing activity of azo dyes by *Bacillus subtilis* azoreductase AzoR1. *Songklanakarin J Sci Technol* 34: 509-516
- Lalnunhlimi S, Krishnaswamy V (2016) Decolorization of azo dyes (Direct Blue 151 and Direct Red 31) by moderately alkaliphilic bacterial consortium. *Braz J Microbiol* 47: 39-46. Doi: 10.1016/j.bjm.2015.11.013
- Maheswari NU, Sivagami S (2016) Biological degradation of textile dyes using

- marine *Bacillus* species. Int J Pure App Biosci 4: 123-128. Doi: 10.18782/2320-7051.2326
- Mumtaz S, Malik NH, Naz I, Ahmed S (2015) Decolorization of textile dye reactive blue 221 by bacteria isolated from anthropogenic dye-contaminated soil. Pol J Environ Stud 24: 1705-1716
- Naresh B, Preethi C, Sneha S, Bhagyashree R, Parizad P (2013) Microbial decolorization of disperse textile dye brown 21 by *Enterobacter gergoviae* isolated from textile effluent. Int Res J Environ Sci 2:31-36
- Rawat D, Mishra V, Sharma RS (2016) Detoxification of azo dyes in the context of environmental processes. Chemosphere 155: 591-605. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.04.068
- Shah MP (2014) Biodegradation of azo dyes by three isolated bacterial strains: An environmental bioremedial approach. J Microb Biochem Technol S3:007. Doi: 10.4172/1948-5948.S3-007
- Shah MP, Patel KA, Nair SS, Darji AM (2013) Microbial degradation of textile dye (Remazol Black B) by *Bacillus* spp. ETL-2012. J Bioremed Biodeg 4: 180-184. Doi: 10.4172/2155-6199.1000180
- Sharma S, Munjal A, Gupta S (2011) Comparative studies on decolorization of textile azo dyes by different bacterial consortia and pure bacterial isolate. J Pharm Res 4: 3180-3183
- Sriram N dan Reetha D (2015) Isolation and characterization of dye degrading bacteria from textile dye effluents. Cent Euro J Exp Biol 4: 5-10
- Van der Zee FP, Lettinga G, Field JA (2001) Azo dye decolorisation by anaerobic granular sludge. Chemosphere 44:1169-1176
- Velmurugan S, Revikumar R (2014) Biodegradation and decolorization of reactive dye red ME4BL by *Bacillus subtilis*. Int J of Environ Bioremed Biodeg 2: 250-255
- Vimala G, Jeyakumar P, Devi AC, Singh A, Iyer P (2015) Azo dye degrading bacteria from textile effluent. Int J Curr Microbiol App Sci 4: 199-210
- Yan MP, Razak A, Bakar Wan AB (2003) Photocatalytic degradation of sumifix blue. Borneo Sci 13: 63-69