



Bioadsorpsi Zat Warna Direct Red 80 Menggunakan Bakteri Indigen dari Limbah Industri Kain Jumputan

Mega Tiara¹, Muharni^{1*}, Elisa Nurnawati¹

¹ Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Jalan Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Ogan Ilir, Sumatera Selatan

*Corresponding author

E-mail address: muharni_bio@unsri.ac.id (Muharni).

Peer review under responsibility of Biology Department Sriwijaya University

Abstrak

Industri kain jumputan umumnya menggunakan zat warna sintetis golongan azo yang sulit didegradasi. Keberadaan limbah zat warna sintetis di lingkungan dapat mengganggu estetika, merusak ekosistem perairan dan kesehatan. Oleh karena itu diperlukan adanya upaya untuk melakukan biodekolorisasi melalui proses bioadsorpsi yang berpotensi menurunkan zat warna. Uji kemampuan bakteri indigen dalam dekolonisasi zat warna Direct Red 80 menggunakan metode spektrofotometri, dan analisis menggunakan Kromatografi Lapis Tipis. Peningkatan kemampuan adsorpsi oleh masing-masing bakteri memerlukan adanya optimasi parameter lingkungan. Diantara 8 bakteri indigen yang digunakan terdapat 5 bakteri yang memiliki kemampuan bioadsorpsi, dan persentase tertinggi yaitu *Pseudomonas stutzeri* BD 05 dan *Bacillus tropicus* BD 01. *Pseudomonas stutzeri* BD 05 memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Bacillus tropicus* BD 01 yakni sebesar 92,48% sedangkan *Bacillus tropicus* BD 01 dengan persentase 89,52%. Analisa pola kromatogram dari hasil proses bioadsorpsi masing-masing bakteri tidak mengalami perubahan nilai Rf.

Kata kunci: Industri kain jumputan, zat warna Direct Red 80, bioadsorpsi, bakteri indigen, *Pseudomonas stutzeri*, *Bacillus tropicus*.

Abstract

Jumputan industry which generally uses azo dyes that are difficult to degrade. A presence of synthetic dye waste in the environment can disrupt aesthetics, damage aquatic ecosystems and human health. Necessary the decolorization through the biosorption process that potential to decrease dyes. Test the decolorization ability of indigenous bacteria against Direct Red 80 dyes was carried out using the spectrophotometric method and analysis using Thin Layer Chromatography. The increase of ability bacterial adsorption requires optimization of environmental parameters. There were 5 bacteria which have an adsorption ability from 8 indigenous bacteria, and a highest percentage were *Pseudomonas stutzeri* BD 05 and *Bacillus tropicus* BD 01. *Pseudomonas stutzeri* BD 05 has a higher adsorption ability than *Bacillus tropicus* BD 01 and showed 92.48% while *Bacillus tropicus* BD 01 showed 89.52%. Rf value was not change on Chromatogram analysis from the biosorption process by bacterial.

Keywords: Jumputan industry, Direct Red 80 Dye, biosorption, indigenous bacteria, *Pseudomonas stutzeri*, *Bacillus tropicus*

Diterima 15 Februari 2021; Diterbitkan : 15 Agustus 2021

1. Pendahuluan

Palembang termasuk kota yang memiliki industri kain jumputan yang cukup terkenal, karena menghasilkan produk yang diminati oleh masyarakat lokal maupun manca negara (Melani *et al.*, 2017). Industri kain jumputan umumnya menggunakan zat warna sintetis golongan azo dengan alasan murah, tahan lama, mudah diperoleh serta mudah dalam penggunaannya. Senyawa azo mem-

iliki struktur molekul aromatik yang kompleks sehingga lebih stabil dan sulit untuk didegradasi.

Zat warna jenis *Direct Red 80* merupakan zat warna azo yang paling sering digunakan dalam industri kain jumputan, karena warna merah biasanya digunakan sebagai warna dasar dalam produksi kain jumputan. Zat warna jenis ini juga dapat mewarnai kain secara langsung karena memiliki daya ikat yang kuat terhadap serat selulosa (Rahman *et al.*, 2019).

Pengrajin kain jumptan umumnya langsung membuang limbah zat warna ke badan air. Keberadaan zat warna tersebut dapat mengganggu estetika, merusak ekosistem perairan dan organisme yang hidup didalamnya serta mengganggu kesehatan manusia (Saratele *et al.*, 2011).

Teknik pengolahan limbah zat warna dapat dilakukan menggunakan teknik biodekolorisasi (Dewi dan Sri, 2010). Efektifitas dekolorisasi mikroba dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Rahman *et al.*, (2019) melaporkan bahwa konsentrasi zat warna diketahui memiliki pengaruh terhadap tingkat dekolorisasi mikroba, konsentrasi 20 ppm digunakan sebagai adaptasi mikroorganisme terhadap zat warna *Direct Red* 81 sedangkan batas maksimum bakteri genus *Bacillus* dan *Pseudomonas* dalam mengadsorpsi *Direct Red* 81 adalah konsentrasi 200 ppm, dengan pertumbuhan optimal pada suhu 30-37°C dan kisaran pH 6-9.

Biodekolorisasi dapat dilakukan melalui proses bioadsorpsi yang merupakan proses penyerapan zat warna namun hanya pada permukaan dinding sel mikroba yakni komponen-komponen zat warna teradsorpsi ke permukaan dinding sel mikroba (Sari dan Khanom, 2019). Bioadsorpsi zat warna dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan Kromatografi Lapis Tipis yang ditandai dengan tidak terjadinya perubahan nilai *R_f*.

Nilai *R_f* yang tetap atau konstan menunjukkan bahwa dekolorisasi disebabkan oleh adsorpsi zat warna karena tidak menghasilkan produk atau senyawa yang berbeda (Tripathi dan Srivastava, 2011). Penelitian ini menggunakan 8 bakteri indigen yang telah diisolasi dan diidentifikasi oleh Adhitama, (2019) yang meliputi *Bacillus tropicus* BD 01, *Aeromonas jandaei* BD 02, *Pseudomonas stutzeri* BD 03, *Pseudomonas stutzeri* BD 05, *Pseudomonas stutzeri* BD 06, *Pseudomonas gugguanensis* BD 14, *Bacillus tropicus* BD 15, *Pseudomonas resinovorans* BD 17. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan seleksi untuk mengetahui bakteribakteri yang memiliki kemampuan adsorpsi terhadap zat warna *Direct Red* 80, serta untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi bakteri terhadap zat warna *Direct Red* 80 diperlukan adanya optimasi parameter lingkungan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2020 sampai dengan Maret 2020. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya Indralaya.

Cara Kerja

Pembuatan Medium

Medium NA (*Nutrient Agar*), NB (*Nutrient Broth*) dan PCA (*Plate Count Agar*) dibuat sesuai dengan ketentuan masing-masing, dilanjutkan dengan sterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 15 lbs selama 15 menit.

Peremajaan Bakteri

Kultur bakteri indigen diremajakan di NA miring dengan cara diambil 1 ose secara aseptik lalu digoreskan ke NA miring secara zig zag. Kemudian di inkubasi menggunakan inkubator pada suhu 37°C selama 2x24 jam.

Pembuatan Kultur Cair

Masing-masing kultur bakteri indigen diinokulasikan ke dalam Erlenmeyer yang berisi medium NB secara aseptik. Kemudian di inkubasi di dalam *shaker incubator* selama 24 jam pada suhu 37°C dengan kecepatan 120 rpm. Kultur cair kemudian diukur absorbansi menggunakan

Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 600 nm (Purwanti *et al.*, 2015)

Seleksi Bakteri Indigen Pengadsorpsi Zat Warna *Direct Red* 80

Larutan zat warna dengan konsentrasi 50 ppm (Modifikasi Rahman *et al.*, 2019) ditambahkan masing-masing 10 mL kultur bakteri indigen. Kemudian di inkubasi selama 5 hari dengan suhu 37°C. Setelah inkubasi, kultur bakteri di sentrifuse dengan kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit (Modifikasi Lalnunhilmi dan Krishnaswamy 2016).

Supernatan yang dihasilkan diukur nilai absorbansi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 524 nm, kemudian supernatan ditotolkan di atas plat Kromatografi Lapis Tipis, plat dimasukkan kedalam KLT *Chamber* yang diisi dengan nheksan:etil asetat:metanol. Lalu plat di visualisasi menggunakan sinar UV 254 nm (Alen *et al.*, 2017). Bakteri yang memiliki kemampuan bioadsorpsi tidak menunjukkan adanya bercak pada plat karena tidak membentuk senyawa baru, lalu dilanjutkan dengan pembuatan kurva standar dan optimasi faktor lingkungan (Tripathi dan Srivastava, 2011).

Pembuatan Kurva Standar

Kultur bakteri yang memiliki kemampuan bioadsorpsi tertinggi dibuat kurva standar dengan melakukan seri pengenceran lalu diukur nilai absorbansi dan dimasukkan kedalam cawan, kemudian ditambahkan medium PCA, di inkubasi selama 24 jam suhu 37°C (Modifikasi Yunita *et al.*, 2015).

Jumlah koloni yang terbentuk dan nilai OD dari masing-masing pengenceran dibuat dalam kurva standar.

Untuk melihat hubungan atau korelasi antara nilai OD dengan jumlah sel maka analisis regresi linear dapat dilakukan (Madigan *et al.*, 2012).

$$y = ax + b$$

Keterangan : y = Nilai OD x = Jumlah koloni a = Titik potong dengan sumbu y b = Koefisien regresi

Optimasi Konsentrasi Zat Warna

Larutan zat warna *Direct Red 80* dibuat pada konsentrasi 5000 ppm. Larutan stok zat warna tersebut untuk membuat larutan zat warna pada konsentrasi 30 ppm, 80 ppm, 130 ppm, 180 ppm, dan 230 ppm. Masing-masing kultur bakteri diinokulasikan 10 mL ke dalam medium NB dengan masing-masing konsentrasi zat warna, lalu diinkubasi dalam *shaker incubator* dengan kecepatan 120 rpm dan suhu 37°C selama 5 hari (Modifikasi Lalnunhilmi dan Krishnaswamy, 2016). Setelah inkubasi, kultur disentrifuse, diukur absorbansi menggunakan spektrofotometer dan dihitung persentase daya adsorpsi untuk mengetahui konsentrasi zat warna terbaik dengan rumus:

$$\text{Presentase Daya Adsorpsi} = \frac{\text{Absorban awal} - \text{Absorban akhir}}{\text{Absorban awal}} \times 100\%$$

Keterangan :
Absorban awal = Nilai OD zat warna tanpa kultur bakteri
Absorban akhir = Nilai OD zat warna setelah inkubasi 5 hari

Optimasi Suhu

Masing-masing kultur bakteri dimasukkan ke dalam medium NB yang mengandung zat warna dengan konsentrasi terbaik yang telah didapatkan pada optimasi konsentrasi zat warna, kemudian dilanjutkan dengan inkubasi selama 5 hari pada suhu 28°C, 31°C, 34°C, 37°C dan 40°C (Modifikasi Rahman *et al.*, 2019). Setelah inkubasi 5 hari, pertumbuhan sel bakteri dan kemampuan adsorpsi diukur dengan cara yang sama.

Optimasi pH

Masing-masing kultur bakteri dimasukkan ke dalam medium NB yang mengandung zat warna dengan konsentrasi terbaik, kemudian dilanjutkan dengan mengatur pH 5, 6, 7, 8 dan 9., lalu di inkubasi pada shaker incubator pada suhu terbaik yang telah didapatkan pada optimasi suhu sebelumnya (Modifikasi Rahman *et al.*, 2019). Setelah inkubasi 5 hari, pertumbuhan sel bakteri dan kemampuan adsorpsi diukur dengan cara yang sama.

Analisis dan Penyajian Data

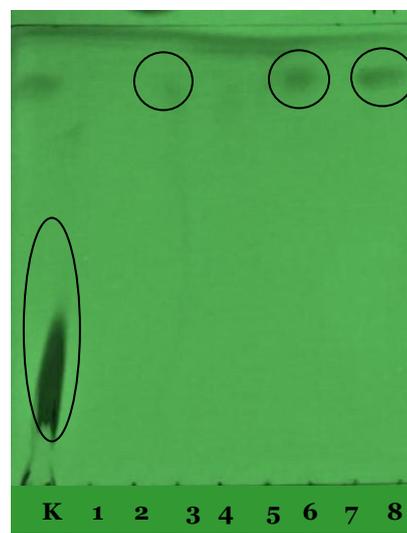
Data yang telah didapatkan dari hasil penelitian berupa data persentase adsorpsi yang disajikan dalam bentuk tabel dan gambar hasil optimasi pertumbuhan bakteri, sedangkan perubahan pola kromatogram pada plat KLT disajikan dalam bentuk gambar.

3. Hasil dan Pembahasan

Seleksi Bakteri Indigen Pengadsorpsi Zat Warna Direct Red 80

Tabel 4.1. Kemampuan Dekolorisasi Zat Warna *Direct Red 80* Oleh Bakteri Indigen pada Konsentrasi 50 ppm

| No. | Isolat Bakteri | Rata-Rata % Dekolorisasi |
|-----|---------------------------------------|--------------------------|
| 1. | <i>Pseudomonas stutzeri</i> BD 05 | 71,08% |
| 2. | <i>Bacillus tropicus</i> BD 01 | 69,41% |
| 3. | <i>Bacillus tropicus</i> BD 15 | 69,21% |
| 4. | <i>Pseudomonas stutzeri</i> BD 03 | 62,68% |
| 5. | <i>Pseudomonas stutzeri</i> BD 05 | 55,34% |
| 6. | <i>Pseudomonas resinovorans</i> BD 17 | 36,38% |
| 7. | <i>Pseudomonas guguanensis</i> BD 14 | 26,80% |
| 8. | <i>Aeromonas jandaei</i> BD 02 | 25,49% |



Gambar 4.1. Pola kromatogram hasil visualisasi dengan sinar UV 254 nm. Keterangan :

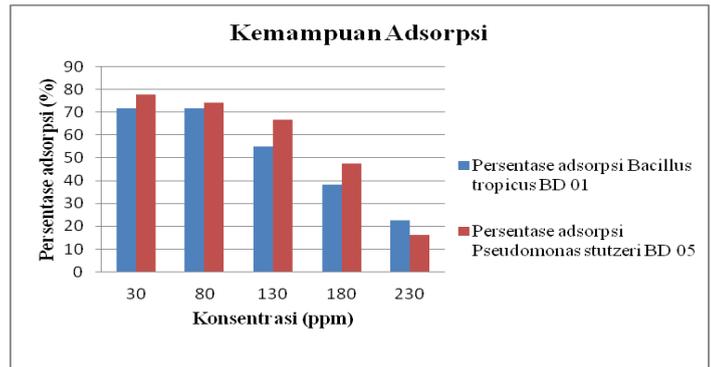
K = Kontrol
1 = *Bacillus tropicus* BD 01;
2 = *Aeromonas jandaei* BD 02;
3 = *Pseudomonas stutzeri* BD 03;
4 = *Pseudomonas stutzeri* BD 05;
5 = *Pseudomonas stutzeri* BD 06;
6 = *Pseudomonas guguanensis* BD 14;
7 = *Bacillus tropicus* BD 15; 8 = *Pseudomonas resinovorans* BD 17.

Berdasarkan data pada tabel 4.1. diketahui bahwa 8 bakteri indigen yang digunakan memiliki persentase dekolorisasi yang berbeda-beda, persentase tertinggi yakni *Pseudomonas stutzeri* BD 05 sebesar 71,08%. Persentase dekolorisasi yang berbeda-beda dikarenakan daya hidup masing-masing bakteri spesifik pada lingkungan tertentu. Rahman et al., (2019) melakukan penelitian terhadap zat warna Direct Red 80 oleh *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas fluorescens* yang menunjukkan persentase yang berbeda karena kemampuan adaptasi bakteri yang berbeda-beda. Untuk mengetahui pemisahan golongan senyawa dilakukan analisis Kromatografi Lapis Tipis

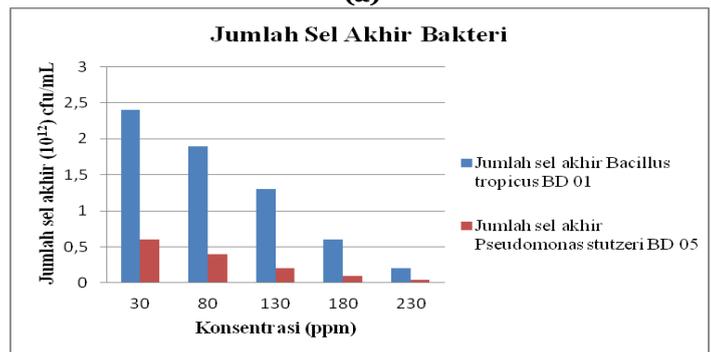
Hasil analisis pola kromatogram menunjukkan adanya 3 bercak yang lebih sederhana dibandingkan dengan kontrol yang menandakan terbentuknya senyawa baru atau terjadi proses biodegradasi. Sedangkan 5 bakteri indigen lainnya tidak menunjukkan adanya bercak karena tidak membentuk senyawa baru atau terjadi proses bioadsorpsi, diantara 5 bakteri tersebut dipilih 2 bakteri berdasarkan persentase dekolorisasi tertinggi yakni *Pseudomonas stutzeri* BD 05 dan *Bacillus tropicus* BD 01 untuk dilakukan optimasi parameter lingkungan. Berdasarkan penelitian oleh Muhammad et al., (2019) bahwa penyerapan zat warna Basic Red 18 oleh polisakarida menyebabkan terjadinya penurunan kepekatan warna dari zat warna sehingga ketika dilakukan analisis lanjut menggunakan Kromatografi Lapis Tipis tidak menunjukkan adanya bercak pada plat KLT.

Pengaruh Konsentrasi Zat Warna terhadap Kemampuan Adsorpsi dan Jumlah Sel Akhir Bakteri

Kemampuan masing-masing bakteri dalam adsorpsi berbeda-beda terhadap konsentrasi zat warna. Persentase adsorpsi tertinggi dari masing-masing bakteri pada konsentrasi 30 ppm, dan terendah pada 230 ppm. Semakin tinggi konsentrasi zat warna maka kemampuan adsorpsi bakteri semakin menurun. Hal ini disebabkan karena sifat karsinogenik dan mutagenik dari zat warna yang berlebihan dapat mengganggu struktur dinding sel bakteri sehingga akan menurunkan kemampuan bakteri untuk mengadsorpsi zat warna. Menurut Tripathi dan Garg, (2017), tingkat dekolorisasi zat akan menurun dengan meningkatnya konsentrasi zat warna.



(a)



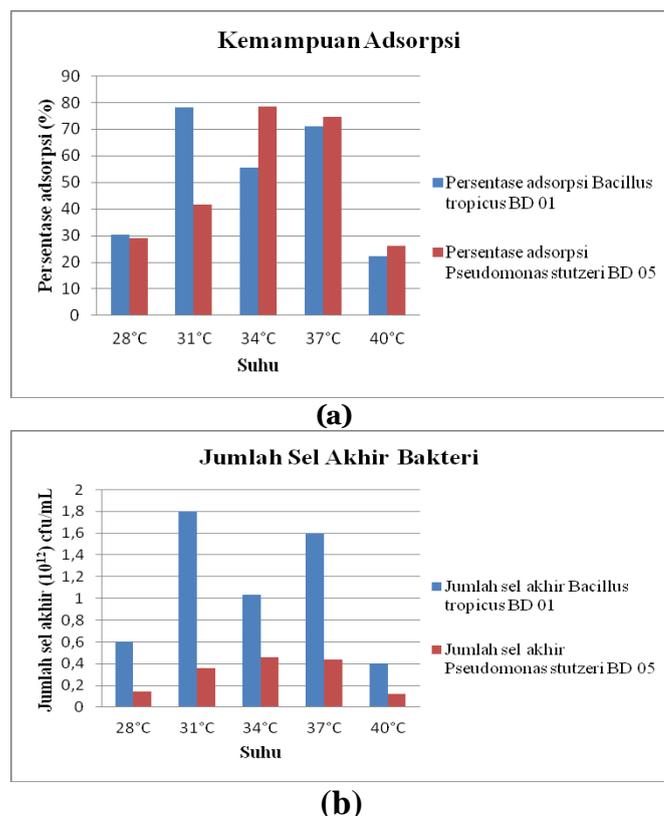
(b)

Gambar 4.2. Pengaruh Konsentrasi Zat Warna terhadap Kemampuan Adsorpsi dan Jumlah Sel Akhir Bakteri setelah inkubasi 5 hari Keterangan:

- (a): Pengaruh konsentrasi zat warna terhadap kemampuan adsorpsi bakteri;
- (b): Pengaruh konsentrasi zat warna terhadap jumlah sel akhir bakteri.

Berdasarkan gambar 4.2. (b), jumlah sel akhir *Bacillus tropicus* BD 01 lebih tinggi dibandingkan dengan *Pseudomonas stutzeri* BD 05. Hal tersebut dikarenakan kemampuan masing-masing bakteri untuk beradaptasi pada tiap konsentrasi zat warna berbeda-beda. Berdasarkan grafik juga didapatkan bahwa, jumlah sel akhir masing-masing bakteri menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi zat warna yakni tertinggi pada konsentrasi 30 ppm dan terendah pada 230 ppm. Hal ini dikarenakan zat warna yang digunakan bersifat karsinogenik dan mutagenik sehingga menyebabkan terganggunya struktur dinding sel bakteri. Menurut Xu et al., (2010), penurunan jumlah sel hidup (cfu/mL) disebabkan oleh akumulasi dari zat warna yang bersifat karsinogenik dan mutagenik. Zat warna yang terakumulasi pada membran sel bakteri dapat mengganggu sistem fungsional struktur dinding sel bakteri yang menyebabkan penghambatan pertumbuhan sel bakteri.

Pengaruh Suhu terhadap Kemampuan Adsorpsi dan Jumlah Sel Akhir Bakteri



Gambar 4.3. Pengaruh Suhu terhadap Kemampuan Adsorpsi dan Jumlah Sel Akhir Bakteri setelah inkubasi 5 hari Keterangan:

(a): Pengaruh suhu terhadap kemampuan adsorpsi bakteri;
 (b): Pengaruh suhu terhadap jumlah sel akhir bakteri.

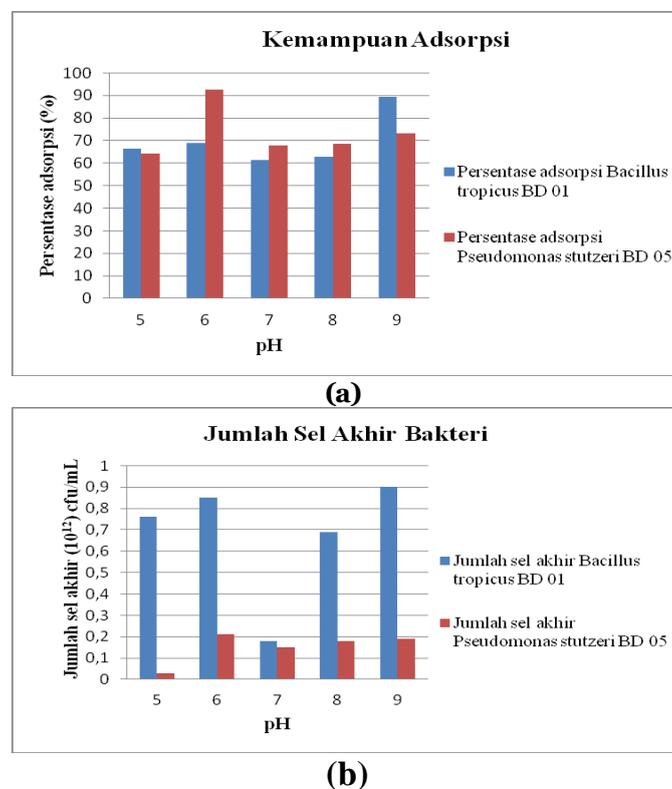
Kemampuan *Bacillus tropicus* BD 01 dalam mengadsorpsi zat warna *Direct Red* 80 optimal pada suhu 31°C sebesar 78,13% sedangkan persentase terendah pada suhu 40°C (Gambar 4.3 a). Hal ini membuktikan bahwa penyerapan zat warna oleh dinding sel bakteri akan optimal, apabila bakteri berada pada lingkungan sesuai dengan suhu pertumbuhannya. Menurut Farah *et al.*, (2007) bahwa peningkatan suhu lingkungan yang tidak sesuai dengan suhu optimal pertumbuhan bakteri akan mengurangi kemampuan bakteri dalam menyerap zat warna. Liu *et al.*, (2017) melaporkan bahwa *Bacillus tropicus* memiliki daya adsorpsi terhadap zat warna azo optimal pada suhu 30°C dengan persentase sebesar 70%.

Persentase adsorpsi *Pseudomonas stutzeri* BD 05 (gambar 4.3 a) optimal pada suhu 34°C yakni sebesar 78,66% sedangkan persentase terendah suhu 40°C. Hal ini membuktikan bahwa suhu lingkungan yang tidak sesuai dengan suhu optimal pertumbuhan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 menyebabkan penurunan kemampuan adsorpsi. Menurut Zaman *et al.*, (2016), suhu yang tidak sesuai dengan pertumbuhan bakteri dapat memutuskan ikatan

hidrogen antara dinding sel bakteri dengan ikatan nitrogen zat warna, sehingga penyerapan zat warna oleh dinding sel akan berkurang.

Berdasarkan gambar 4.3. (b) masing-masing bakteri memiliki suhu optimum yang berbeda-beda. Jumlah sel akhir *Bacillus tropicus* BD 01 tertinggi pada suhu 31°C sebesar $1,8 \times 10^{12}$ cfu/mL sedangkan jumlah sel akhir *Pseudomonas stutzeri* BD 05 tertinggi pada suhu 34°C sebesar $0,4 \times 10^{12}$ cfu/mL. Jumlah sel akhir masing-masing bakteri tersebut sama-sama menurun pada suhu 40°C, hal tersebut dikarenakan peningkatan suhu yang tidak sesuai dengan suhu pertumbuhan masing-masing bakteri dapat menyebabkan kerusakan pada membran sel bakteri. Menurut Hemavanthy *et al.*, (2013), ketika suhu lingkungan pertumbuhan bakteri dinaikkan maka energi yang diserap bakteri juga naik. Hal ini dikarenakan gerakan molekul-molekul penyusun membran sel yakni lipoprotein yang meliputi fosfolipid, glikolipid, sterol dan glikoprotein akan mengalami pergerakan yang cepat seiring dengan bertambahnya suhu lingkungan. Molekul tersebut menimbulkan gesekan sehingga dapat meningkatkan suhu didalam sel dan membran sel akan mengalami kerusakan.

Pengaruh pH terhadap Kemampuan Adsorpsi dan Jumlah Sel Akhir Bakteri

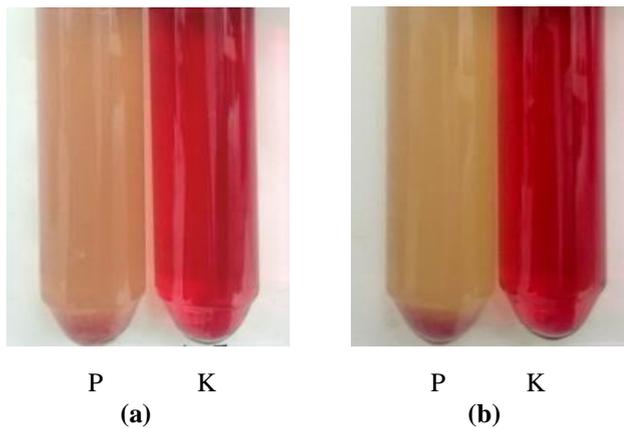


Gambar 4.4. Pengaruh pH terhadap Kemampuan Adsorpsi dan Jumlah Sel Akhir Bakteri setelah inkubasi 5 hari Keterangan:

(a): Pengaruh pH terhadap kemampuan adsorpsi bakteri;
 (b): Pengaruh pH terhadap jumlah sel akhir bakteri.

Hasil optimasi pH pada gambar 4.4. (a) diketahui bahwa *Bacillus tropicus* BD 01 memiliki daya adsorpsi tertinggi pada pH 9 sebesar 89,52% sedangkan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 mampu mengadsorpsi zat warna secara optimal pada pH 6 yakni sebesar 92,48%. Hal ini menunjukkan bahwa *Pseudomonas stutzeri* BD 05 memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi terhadap zat warna *Direct Red 80* daripada *Bacillus tropicus* BD 01. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian oleh Ponraj *et al.*, (2011) bahwa, *Bacillus* sp mampu mendekolorisasi zat warna tekstil jenis diazo yakni Orange 3R pada pH 9 dengan persentase sebesar 86,72%.

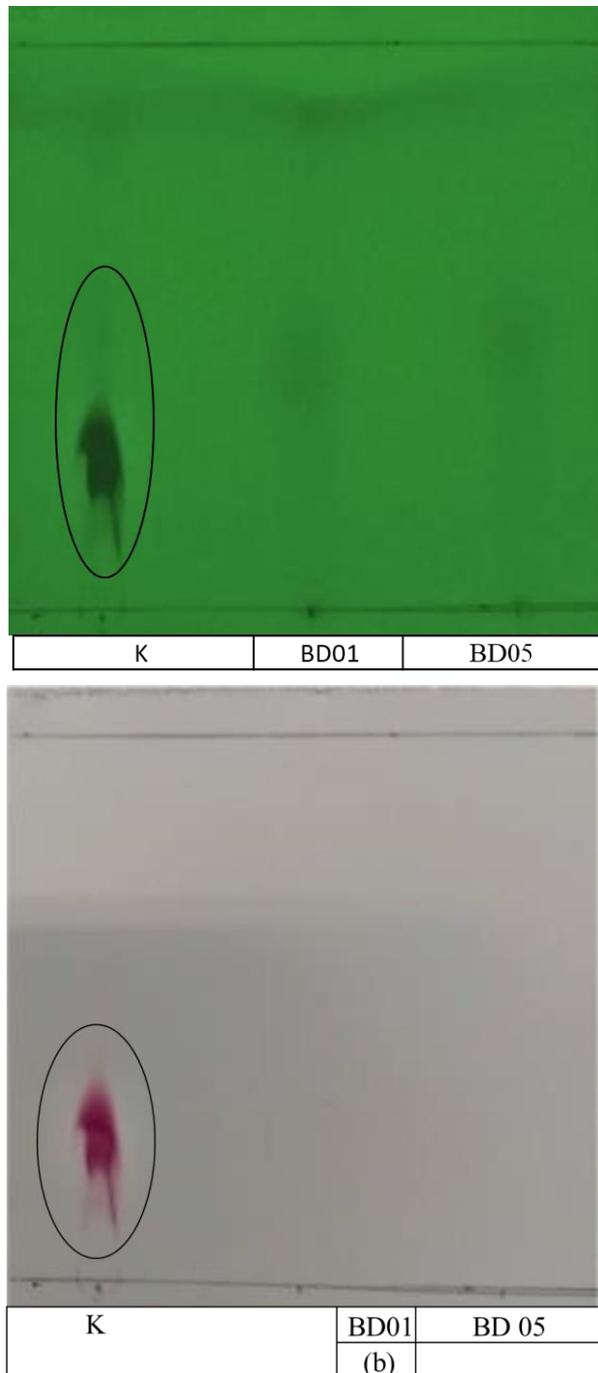
Struktur lipopolisakarida *Pseudomonas stutzeri* yang merupakan bakteri gram negatif, berikatan dengan struktur zat warna sehingga penyerapan zat warna oleh dinding sel lebih optimal walaupun pertumbuhan sel bakteri *Pseudomonas stutzeri* lebih sedikit dibandingkan dengan *Bacillus tropicus*. Menurut Djauhari *et al.*, (2019), bakteri gram negatif memiliki struktur lipopolisakarida yang mengandung gugus hidroksil serta atom hidrogen yang dapat berikatan dengan gugus karboksil dan atom nitrogen dari zat warna.



Gambar 4.5. Hasil Optimasi pH. Keterangan:
 (a): *Bacillus tropicus* BD 01 konsentrasi 80 ppm suhu 31°C pH 9;
 (b): *Pseudomonas stutzeri* BD 05 konsentrasi 80 ppm suhu 34°C pH 6;
 P : Kultur perlakuan pada konsentrasi, suhu dan pH terbaik setelah disentrifuse;
 K : Zat warna *Direct Red 80* konsentrasi 80 ppm tanpa bakteri.

sentralisasi zat warna, suhu dan pH yang optimal untuk pertumbuhan mikroorganismenya.

Analisis Pola Kromatogram



Gambar 4.6. Pola kromatogram Keterangan:
 (a) : KLT hasil visualisasi dengan sinar UV 254 nm;
 (b) : KLT tanpa visualisasi dengan sinar UV;
 K : Kontrol; BD 01: *Bacillus tropicus*; BD 05: *Pseudomonas stutzeri*.

Hasil analisis pola kromatogram pada plat KLT (gambar 4.6.) bahwa, terjadi perbedaan bercak antara masing-masing bakteri dengan kontrol. Hal ini menunjukkan

bahwa terjadi penyerapan zat warna oleh dinding sel bakteri. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, perbandingan nilai *Rf* hasil migrasi pada plat disajikan seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Perbandingan Nilai *Rf* Hasil Migrasi pada Plat KLT

| No. | Kultur Perlakuan | Nilai <i>Rf</i> |
|-----|-----------------------------------|-----------------|
| 1 | Kontrol | 0,59 |
| 2 | <i>Bacillus tropicus</i> BD 01 | 0,59 |
| 3 | <i>Pseudomonas stutzeri</i> BD 05 | 0,59 |

Berdasarkan tabel 4.2. dapat diketahui bahwa nilai *Rf* dari kontrol zat warna adalah 0,59 sama dengan nilai *Rf* dari *Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05. Hal ini dikarenakan terjadinya proses bioadsorpsi zat warna yang ditandai dengan tidak terjadinya perubahan nilai *Rf* karena tidak terbentuknya senyawa baru. Tripathi dan Srivastava, (2011) melaporkan bahwa nilai *Rf* yang tetap atau konstan menunjukkan bahwa dekolonisasi disebabkan oleh adsorpsi zat warna karena tidak menghasilkan produk atau senyawa yang berbeda.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Bakteri indigen yang memiliki kemampuan adsorpsi terhadap zat warna *Direct Red* 80 adalah *Bacillus tropicus* BD 01, *Pseudomonas stutzeri* BD 03, *Pseudomonas stutzeri* BD 05, *Pseudomonas stutzeri* BD 06 dan *Bacillus tropicus* BD 15. Diantara 5 bakteri tersebut, yang memiliki persentase tertinggi yakni *Pseudomonas stutzeri* BD 05 dan *Bacillus tropicus* BD 01.
2. *Pseudomonas stutzeri* BD 05 bekerja optimal pada konsentrasi zat warna 80 ppm, suhu 34°C dan pH 6 dengan daya adsorpsi sebesar 92,48% sedangkan *Bacillus tropicus* BD 01 bekerja optimal pada konsentrasi zat warna 80 ppm suhu 31°C dan pH 9 sehingga mampu mengadsorpsi zat warna sebesar 89,52%.
3. Pola kromatogram dari hasil proses bioadsorpsi zat warna *Direct Red* 80 menggunakan *Bacillus tropicus* BD 01 dan *Pseudomonas stutzeri* BD 05 tidak mengalami perubahan nilai *Rf*.

REFERENSI

- Adhitama, R. M. 2019. Identifikasi Bakteri Pendegradasi Zat Warna Sintetis dari Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan DNA-*Barcoding*. Skripsi. Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Alen, Y., Agresa, F dan Yuliandra, Y. 2017. Analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Aktivitas Antihiperurisemia Ekstrak Rebung *Schizotachyum brachycladum* Kurz (Kurz) pada Mencit Putih Jantan. *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis*. 3(2): 146-152.
- Dewi, R. S dan Sri, L. 2010. Dekolorisasi Limbah Batik Tulis Menggunakan Jamur Indigenous Hasil Isolasi pada Konsentrasi Limbah yang Berbeda. *Jurnal Molekul*. 5(2): 75-82.
- Djauhari, K., Natsir, D Tri, H. 2019. Dekolorisasi *Methyl Orange* Oleh *Lactobacillus acidophilus* dalam Kolom Unggun Tetap. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 3(2): 1-9.
- Farah, J. Y., El-Gendy, N. S dan Farahat, L. A. 2007. Biosorption of Astrazone Blue Basic Dye from an Aqueous Solution Using Dried Biomass of Baker's Yeast. *Journal Hazard Mater*. 148: 402-408.
- Hemavathy, H., Asma, I dan Kimpal. 2013. *Temperature-Regulated Expression of Membrane Protein Sigella flexneri*, Gut Pathogens. Malaysia: Biomedical Center.
- Lalnunhlimi, S dan Krishnaswamy, V. 2016. Decolorization of Azo Dyes (Direct Blue 151 and Direct Red 31) by Moderately Alkaliphilic Bacterial Consortium. *Brazilian Journal of Microbiology*. 47: 39-46.
- Liu, Y., Du, J., Lai, Q., Zeng, R., Ye, D., Xu, J dan Shao, Z. 2017. Proposal of Nine Novel Species of the *Bacillus cereus* Group. *Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 67(1): 2499-2508.
- Madigan, M., J. Martinko, D., Stahl, D. 2012. *Brock: Biology of Microorganisms*. 13th Ed. Pearson Education Inc., San Fransisco: xxviii + 1043 + A-13 +G-16 + P-3 + 1-41 hal.
- Melani, A., Andre dan Rifdah. 2017. Kajian Pengaruh Waktu dan Ukuran Lempengan terhadap Limbah Cair Industri Kain Tenun Songket dengan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Distilasi*. 2(1): 23-34.
- Muhammad., Ishak., Azhari., Nurfarida dan Darmadi. 2019. Penyerapan Zat Warna Basic Red 18 dan Direct Black 38 dengan Menggunakan Serat Pinang sebagai Adsorben. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 14(1): 72-80.
- Ponraj, M., Gokila, K and Zambare, V. 2011. Bacterial Decolourization of Textile Dye-Orange 3R. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 2(1):168-177.

- Purwanti, I. F., Abdullah, S. R. S., Hamzah, A., Idris, M., Basri, H., Mukhlisin, M dan Latif, M. T. 2015. Biodegradation of Diesel by Bacteria Isolated from *Scirpus mucronatus* Rhizosphere in Diesel-Contaminated Sand. *Journal of Advanced Science*. 1(2): 140-143.
- Rahman, A., Ananda, K. S., Rokshana, A. R., Fazlul, H dan Moni, K. M. 2019. Decolourization of Textile Azo Dye Direct Red 81 by Bacteria from Textile Industry Effluent. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(4): 1742-1754.
- Saratale, R. G., Saratale, G. D., Chang, J. S dan Govindwar, S. P. 2011. Bacterial Decolourization and Degradation of Direct Azo Dyes: A Review. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 42: 138-157.
- Sari, I. P dan Khanom, S. 2019. Decolorization of Selected Azo Dye by *Lysinibacillus fusiformis* W1B6: Biodegradation Optimization, Isotherm, and Kinetic Study Biosorption Mechanism. *Journal of Adsorption Science and Technology*. 35(5): 492-519.
- Tripathi, S. K dan Srivastava. 2011. Ecofriendly Treatment of Azo Dyes: Biodecolorization using Bacterial Strains. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*. 1(1): 37-41.
- Tripathi, M. 2017 dan Garg. Microbial Strategies for Decoloration and Detoxification of Azo Dyes from Textile Effluents. *Research Journal of Microbiology*. 12(1): 1-19
- Valerie., Joan, C., Wijaya, dan Pinontoan, R. 2018. Kajian Pustaka: Pemanfaatan Mikroba yang Berpotensi sebagai Agen Bioremediasi Limbah Pewarna Tekstil. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2(1): 3248.
- Xu H, Heinze, T. M, Paine, D. D. 2010. Sudan Azo Dyes and Para Red Degradation by Prevalent Bacteria of the Human Gastrointestinal tract. *Anaerobe Journal*. 16(2): 114-119.
- Yunita, M., Hendrawan, Y., dan Yulianingsih, R. 2015. Analisis Kuantitatif Mikrobiologi pada Makanan Penerbangan (*Aerofood ACS*) Garuda Indonesia Berdasarkan TPC (*Total Plate Count*) dengan Metode *Pour Plate*. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 3(3): 237-248.
- Zaman, A., Das, P dan Banerjee, P. 2016. Biosorption of Dye Molecules. In: Rathoure AK and Dhatwalia VK (eds) Toxicity and Waste Management Using Bioremediation. *Hersyey PA : Engineering Science Reference Journal*. 1(1): 51-74.