

EFEKTIFITAS BAKTERI INDIGENOUS LIMBAH CAIR BATIK UNTUK DEKOLORISASI SISA PENCELUPAN TEKSTIL DENGAN ZAT WARNA REMAZOL BLUE

¹Martiningsih, ST., M.Si
²Syifa Ur Rahmi, S.ST., M.Pd

Dosen Program Studi Teknik Tekstil STT Wastukencana Purwakarta
¹martiningsih@stt-wastukencana.ac.id, ²syifa@stt-wastukencana.ac.id

Abstrak: Bakteri *indigenus* hasil isolasi dari limbah cair batik adalah bakteri yang memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi limbah dan memiliki aktivitas enzim yang mampu melakukan proses dekolorisasi zat warna untuk diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana, dapat juga diuraikan menjadi sumber nutrisi untuk perkembangannya (Mayanti dan Herto, 2009). Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan bakteri *indigenus* yang potensial dan kondisi optimum untuk menurunkan zat warna remazol blue. Zat warna remazol blue adalah salah satu jenis dari zat warna reaktif yang banyak digunakan pada industri pencelupan tekstil. Proses dekolorisasi zat warna remazol *blue* pada konsentrasi 50, 100 dan 200 mg/L dengan cara *Submerged Fermentation* (SmF) atau fermentasi terendam menurut Hernandez, (2008) dan Bergsten-Torralba, (2009). Efisiensi dekolorisasi atau perombakan zat warna dari variasi konsentrasi zat warna ditentukan berdasarkan perbandingan konsentrasi zat warna yang mengalami perombakan terhadap konsentrasi zat warna mula-mula dan dinyatakan dalam %. Pada akhirnya didapatkan genus *Bacillus* spp yang mampu menurunkan kadar warna hingga 90% pada konsentrasi zat warna 100 mg/L.

Kata kunci : Bakteri *indigenus*, zat warna remazol blue, dekolorisasi

PENDAHULUAN

Pada umumnya pengolahan limbah dilakukan dengan cara koagulasi dan filtrasi, akan tetapi pengolahan cara ini menghasilkan limbah sampingan berupa *sludge*. Usaha pemanfaatan potensi mikroorganisme sedang dikembangkan dan diupayakan dalam berbagai aspek dan bidang kehidupan. Proses degradasi yang bersifat ramah lingkungan, dan juga tidak menghasilkan limbah sampingan. Mikroorganisme juga berperan penting dalam siklus biogeokimia yang mendukung berbagai metabolisme makhluk hidup di muka bumi yang secara alamiah mampu mendegradasi senyawa-senyawa toksik dan bahan-bahan pencemar sehingga dapat dimanfaatkan dalam proses bioremediasi limbah. Mikroorganisme tersebut merupakan bagian dari kekayaan dan keragaman hayati Indonesia yang dapat diisolasi dari lapisan tanah dan perairan atau laut. Isolat mikroorganisme yang potensial tersebut bahkan dapat juga diisolasi dari berbagai macam limbah industri, termasuk limbah industri tekstil (Mohandass *et al.*, 2007).

Selain di Indonesia, di berbagai negara lain juga telah ditemukan 9 isolat bakteri yang mampu mendegradasi zat warna azo dari genus *Chryseobacterium* dan genus *Flavobacterium* (Khadijah *et al.*, 2009). Isolat bakteri tersebut sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam proses dekolorisasi atau degradasi zat warna pada limbah hasil industri pengolahan batik.

Limbah batik yang pekat dengan parameter kimia dan fisika yang tinggi, sangat berpotensi untuk ditemukan bakteri *indigenus* yang mampu melakukan proses dekolorisasi terhadap limbah cair tekstil dari sisa pencelupan dengan zat warna sintesis. Bakteri *indigenus* adalah bakteri yang secara alamiah mampu hidup pada lingkungan tertentu yang merupakan tempat tumbuh bakteri tersebut sejak awal, seperti limbah dan substrat tertentu. Bakteri tersebut sudah teradaptasi dan diharapkan mampu melakukan degradasi senyawa-senyawa organik dan pencemar yang terdapat pada limbah pada kondisi yang sesuai. Mikroba *indigenus* yang terdapat pada limbah umumnya dari kelompok bakteri dan jamur (Mayanti dan Herto, 2009).

Bakteri *indigenus* hasil isolasi dari limbah batik tersebut tentu akan memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi limbah dan memiliki aktivitas enzim yang mampu melakukan proses dekolorisasi zat warna untuk diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga tidak berbahaya terhadap lingkungan.

Keberadaan zat warna dalam limbah cair tekstil dapat dikenali dengan mudah karena secara visual dapat terlihat dengan jelas walaupun jumlahnya hanya sedikit. Dengan demikian, air limbah yang mengandung zat warna memerlukan perlakuan penghilangan warna sebelum dibuang ke lingkungan. Limbah cair berwarna pada umumnya dihasilkan oleh industri tekstil, khususnya industri pencelupan atau pewarnaan serta industri pembuatan

zat warna. Zat warna yang banyak digunakan pada industri tekstil umumnya terdiri dari kelompok senyawa azo. Salah satu zat warna dari kelompok azo adalah zat warna reaktif atau remazol *blue* (Nigam *et al.*, 1996).

Zat warna reaktif atau remazol *blue* termasuk dalam kelompok zat warna aromatik yang sukar terdegradasi secara biologi karena adanya ikatan azo pada beberapa senyawa tersebut. Sekitar 10-15% dari sisa proses pencelupan dan pembuatan zat warna akan terbuang ke lingkungan. Pembuangan sisa zat warna tersebut tentu sangat berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup di sekitarnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu perlakuan atau proses penghilangan warna sebelum dibuang ke lingkungan (Murachman, 1996).

Beberapa mikroba *indigenous* tertentu memiliki kemampuan untuk menggunakan zat warna sebagai sumber karbon dan nitrogen dan mereduksi zat warna tersebut dengan enzim azo reduktase (Sharma *et al.*, 2009). Penggunaan bakteri *indigenous* lebih menguntungkan dibanding menggunakan bakteri komersial. Selain harganya mahal, bakteri komersial juga belum tentu sesuai dengan karakteristik limbah yang akan diolah, selain itu dapat menyebabkan terjadinya kompetisi dengan mikroba alami yang terdapat didalam limbah. Isolat-isolat lokal dari daerah tercemar memiliki kemampuan mendegradasi limbah dengan baik. Bakteri yang diisolasi dari limbah batik kemungkinan besar memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar pencemar atau warna dari limbah cair tekstil sisa pencelupan. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan bakteri untuk proses degradasi zat warna telah banyak dilakukan misal dari jenis *Actinomyces*, *Chrysobacterium* dan *Flafobacterium* (Mane, *et al.*, 2008; Khadijah, *et al.*, 2008).

Pada penelitian ini akan dilakukan proses dekolorisasi zat warna remazol *blue* dalam beberapa variasi konsentrasi yaitu 50, 100 dan 200 mg/L dengan menggunakan isolat bakteri *indigenous* potensial asal limbah cair batik dari daerah Trusmi Cirebon, Jawa Barat. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas perombakan zat warna remazol *blue* pada limbah cair tekstil dengan teknik dekolorisasi secara biologis yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di laboratorium dengan metode deskriptif analisis dengan 3 tahapan penelitian.

Isolasi bakteri *indigenous*

Metode yang digunakan dalam proses isolasi bakteri *indigenous* adalah metode deskriptif dengan cara *Pour Plate* atau cawan tuang melalui serangkaian pengenceran sampel. Limbah batik yang diambil berasal dari bak penampungan limbah yang akan dibuang ke luar. Sampel limbah cair sebanyak

1 ml diencerkan dengan 9 ml NaCL fisiologis steril hingga pengenceran 10^{-8} . Sampel limbah cair dari tiga pengenceran terakhir, yaitu pengenceran 10^{-6} , 10^{-7} dan 10^{-8} masing-masing diambil sebanyak 1 ml dan dituang kedalam cawan petri yang berisi 20 ml media cair Nutrient Agar (NA) yang ditambahkan limbah cair batik. Sampel limbah cair dan medium dicampur hingga homogen dengan cara memutar cawan petri secara perlahan diatas meja. Setelah medium beku, cawan petri kemudian dibalik agar air kondensasi tidak jatuh keatas agar karena permukaan agar harus kering. Semua cawan petri kemudian dibungkus dengan kertas dan diinkubasi di dalam inkubator pada suhu 37°C selama 1x24 jam. Koloni-koloni bakteri yang tumbuh dalam cawan petri diisolasi untuk setiap koloni yang berbeda. Koloni yang telah diisolasi kemudian dimurnikan dengan cara mengambil satu ose koloni bakteri, lalu digoreskan pada medium agar NA miring dalam tabung reaksi. Tabung reaksi yang telah berisi kultur bakteri kemudian dibungkus dan diinkubasi di dalam inkubator pada suhu 37°C selama 1x24 jam, kemudian disimpan di dalam lemari es agar kultur bakteri tahan lama.

Seleksi atau skrining bakteri *indigenous*.

Seleksi dilakukan dengan fermentasi terendam (*Submerged Fermentation*) pada medium cair, seleksi bakteri *indigenous* dilakukan untuk mendapatkan isolat bakteri terbaik yang potensial untuk proses dekolorisasi zat warna remazol *blue*. Sebanyak 10% atau 10 ml suspensi bakteri dari kultur murni dimasukkan ke dalam fermentor yang berisi 90 ml medium yang mengandung zat warna reaktif dengan konsentrasi 50 mg/liter, kemudian diaduk hingga tercampur homogen. Fermentor yang telah berisi medium yang mengandung zat warna reaktif dan suspensi bakteri kemudian diinkubasi pada suhu ruangan (27°C) selama 7 hari. Perubahan warna diamati dan dianalisis berdasarkan tingkat dekolorisasi zat warna pada medium yang berisi masing-masing isolat bakteri yang berbeda. Isolat bakteri terbaik dipilih berdasarkan tingkat dekolorasi tertinggi dan waktu dekolorisasi tercepat. Isolat bakteri dengan tingkat dekolorasi tertinggi dan waktu dekolorisasi tercepat tersebut kemudian ditetapkan sebagai isolat terpilih yang akan digunakan pada proses dekolorisasi zat warna.

Identifikasi bakteri *indigenous*

Identifikasi bakteri *indigenous* dilakukan dengan teknik pewarnaan konvensional menurut Cowan, (1974). Kultur murni bakteri *indigenous* hasil isolasi dan seleksi diidentifikasi untuk mengetahui genus bakteri tersebut melalui serangkaian pewarnaan. Beberapa jenis pewarnaan dan uji yang dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri tersebut antara lain pewarnaan gram, pewarnaan kapsul, pewarnaan spora dan uji biokimia. Proses identifikasi dilakukan secara duplo atau pengulangan sebanyak 2 kali untuk

menghasilkan data identifikasi bakteri yang lebih akurat. Tahap ketiga yaitu tahap dekolorisasi zat warna remazol *blue* dengan 3 variasi konsentrasi zat warna, dan 4 isolat bakteri *indigenous* selama 7 hari inkubasi. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan bakteri selama proses dekolorisasi dengan metode *Total Plate Count* (TPC) dari serangkaian pengenceran sampel, efisiensi dekolorisasi dari setiap isolat bakteri selama proses dekolorisasi melalui pengukuran absorbansi sampel dengan metode Spektrofotometrik pada panjang gelombang maksimum yang ditentukan.

Pembuatan Kurva Standar Zat Warna Remazol Blue

Pembuatan kurva standar asam galakturonat dilakukan dengan dengan mengukur absorbansi zat warna remazol *blue* pada spektrofotometer dengan panjang gelombang maksimum sebagai standar baku perombakan zat warna remazol *blue* yang akan dikonversikan ke dalam persen (%) dekolorisasi. Sebanyak 0,338 gram zat warna remazol *blue* dilarutkan dalam 1 liter akuades, sehingga diperoleh larutan standar zat warna remazol *blue* dengan konsentrasi 400 ppm, kemudian dari larutan standar 400 ppm tersebut diencerkan hingga diperoleh larutan standar zat warna remazol *blue* dengan konsentrasi 350 ppm, 300 ppm, 250 ppm, 200 ppm dan 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm dan 50 ppm. Kemudian masing-masing larutan standar dari setiap konsentrasi tersebut dihitung absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang maksimum. Nilai hasil absorbansi dari hasil pengukuran tersebut kemudian dibuat dalam bentuk grafik linear. Kurva standar zat warna remazol *blue* dinyatakan baik apabila nilai regresi mendekati atau sama dengan 1.

Dekolorisasi Zat Warna Remazol Blue

Metode yang digunakan dalam proses dekolorisasi zat warna remazol *blue* adalah metode deskriptif eksperimental dengan cara *Submerged Fermentation* (SmF) atau fermentasi terendam

$$(a \times 10^x) + (b \times 10^y) + (c \times 10^z)$$

$$\text{Jumlah sel/ml} = \frac{\quad}{3}$$

Keterangan : a = Jumlah koloni bakteri pada pengenceran ke-x
 b = Jumlah koloni bakteri pada pengenceran ke-y
 c = Jumlah koloni bakteri pada pengenceran ke-z

Analisis Efisiensi Dekolorisasi

Efisiensi dekolorisasi dianalisis dengan menggunakan dilakukan dengan menggunakan

menurut Hernandez, (2008) dan Bergsten-Torralba, (2009). Sebanyak 10% atau 100 ml dari masing-masing suspensi bakteri dari kultur murni yang berbeda dimasukkan secara aseptik ke dalam masing-masing botol fermentor yang berisi 900 ml zat warna remazol *blue* steril dengan konsentrasi 50 mg/L, 100 mg/L dan 200 mg/L, kemudian diinkubasi pada suhu ruangan (27°C) selama 7 hari. Selama proses dekolorisasi dilakukan penghitungan pertumbuhan bakteri dengan metode *Total Plate Count* (TPC) dan analisis efisiensi dekolorisasi dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum selama 7 hari inkubasi.

Pengukuran Pertumbuhan Bakteri

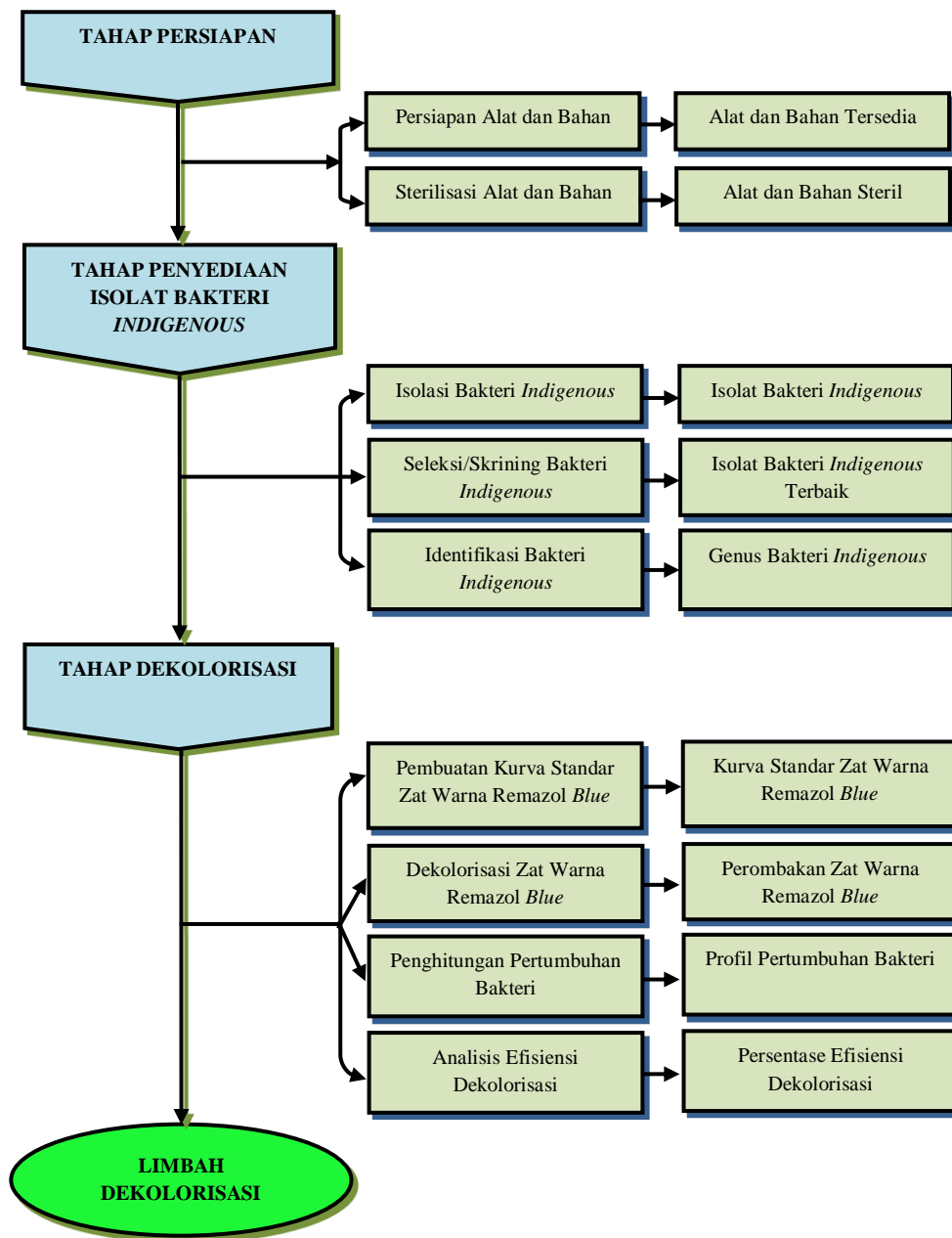
Pertumbuhan bakteri selama 7 hari proses dekolorisasi dilakukan secara langsung atau DC (*Direct Count*) dengan TPC (*Total Plate Count*). Sampel zat warna reaktif yang berisi inokulum bakteri yang telah dihomogenkan diambil dari botol fermentor sebanyak 1 ml, kemudian dimasukkan secara aseptik ke dalam tabung reaksi pertama yang berisi 9 ml NaCl fisiologi steril. Tabung pertama merupakan pengenceran 10⁻¹. Kemudian 1 ml sampel hasil pengenceran pertama diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kedua yang berisi 9 ml NaCl fisiologi steril untuk pengenceran 10⁻². Dengan prosedur yang sama dilakukan pengenceran hingga 10⁻⁷. Kemudian masing-masing 1 ml dari tiga pengenceran terakhir, yaitu pengenceran 10⁻⁶, 10⁻⁷ dan 10⁻⁸ dimasukkan ke dalam cawan petri steril, lalu ke dalam cawan petri tersebut dituangkan 20 ml medium NA hangat (suhu ± 40°C) dengan metode tuang (*Pour Plate*). Cawan petri tersebut kemudian diputar di atas meja agar medium NA dan bakteri tercampur homogen. Setelah campuran bakteri dan medium membeku, cawan petri kemudian dibungkus dengan kertas dengan posisi terbalik agar air kondensasi tidak jatuh ke atas permukaan medium. Cawan petri diinkubasi di dalam inkubator pada suhu 37°C selama 1x24 jam, kemudian jumlah kolonin bakteri dihitung dengan rumus sebagai berikut :

spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum selama 7 hari dekolorisasi. Sebanyak 10 ml zat warna hasil dekolorisasi diambil dari botol fermentor, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Supernatan hasil sentrifugasi diambil dan dimasukkan ke dalam kuvet, lalu diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Efisiensi dekolorisasi atau perombakan zat warna dari variasi konsentrasi zat warna ditentukan berdasarkan perbandingan konsentrasi zat warna yang mengalami perombakan terhadap konsentrasi zat warna mula-mula, kemudian

efisiensinya dihitung dengan rumus sebagai berikut
:

$$\text{Dekolorisasi (\%)} = \frac{(\text{Absorbansi Awal}) - (\text{Absorbansi Akhir})}{(\text{Absorbansi Awal})} \times 100\%$$

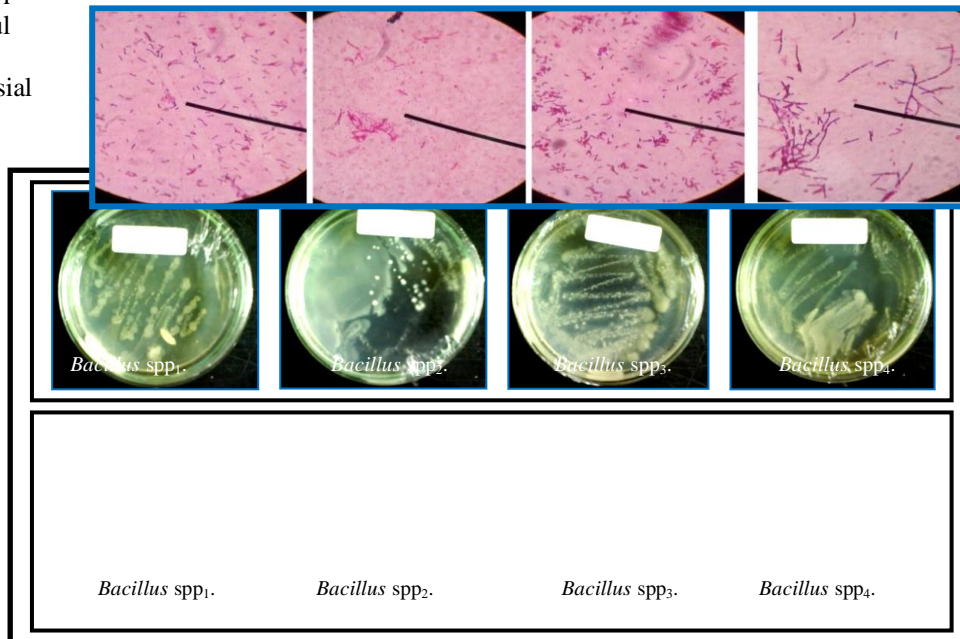
Bagan Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi, Seleksi dan Identifikasi Bakteri *Indigenus* Limbah Cair Batik

Berdasarkan hasil isolasi dari limbah cair batik pada uji pendahuluan melalui serangkaian pengenceran, diperoleh sebelas isolat bakteri *indigenus* yang berpotensi untuk menurunkan kadar warna pada limbah cair batik. Sebelas isolat bakteri tersebut kemudian diseleksi dengan metode fermentasi kultur terendam atau *Submerged Fermentation* (SmF) dan diperoleh empat isolat bakteri unggul yang potensial untuk



Gambar 4.1. (A) Koloni *Bacillus spp.*. (B) Mikroskopis *Bacillus spp.*
(Sumber gambar : Dokumentasi Pribadi, 2012)

Pertumbuhan *Bacillus spp.* pada Variasi Konsentrasi Zat Warna

Berdasarkan kurva pertumbuhan bakteri pada Gambar 4.2(A,B,C), dapat diketahui bahwa pada konsentrasi zat warna 50 mg/l, 100 mg/l dan 200 mg/l terdapat fase adaptasi (*lag phase*) pertumbuhan *Bacillus sp.* pada awal fermentasi hingga hari kedua fermentasi. Pertumbuhan *Bacillus spp.* memasuki fase eksponensial dengan jumlah pertumbuhan tertinggi pada hari ke-3 fermentasi

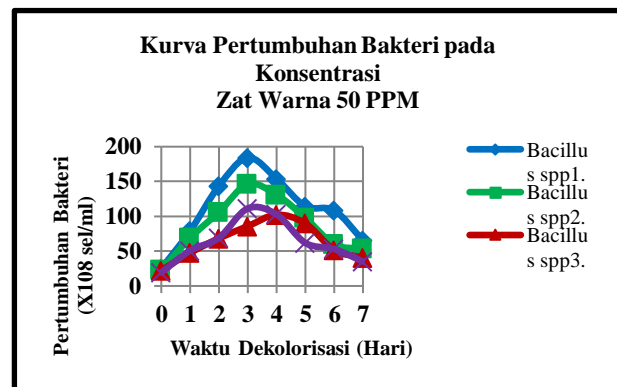
Dekolorisasi Zat Warna Remazol Biru

Pada awal fermentasi telah terjadi proses dekolorisasi dengan rata-rata efisiensi yang lebih tinggi pada konsentrasi zat warna 50 mg/l dan 100 mg/l (Gambar 4.3A-B), akan tetapi efisiensi dekolorisasi tertinggi terdapat pada konsentrasi zat warna 100 mg/l dengan menggunakan bakteri *Bacillus spp.*1., yaitu hingga 90,88%.

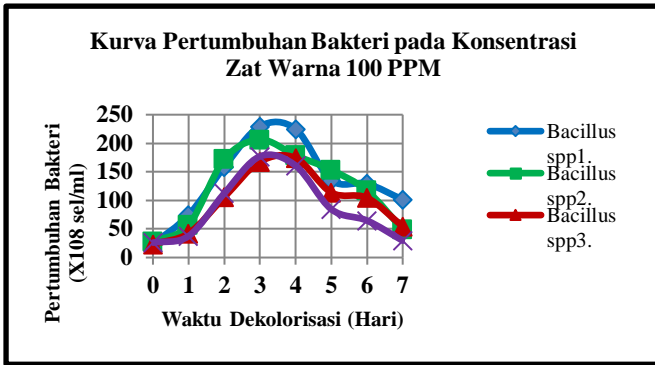
proses dekolorisasi limbah zat warna.

Pada proses dekolorisasi lanjutan dengan pengaturan berbagai variasi konsentrasi zat warna, dari empat isolat bakteri *indigenus* tersebut akan diketahui satu isolat terbaik yang paling unggul untuk proses dekolorisasi limbah cair batik. Isolat bakteri unggul tersebut dipilih berdasarkan waktu dekolorisasi tercepat dan tingkat efisiensi dekolorisasi terbesar dalam menurunkan kadar warna pada limbah cair batik. Berdasarkan hasil identifikasi dengan metode pewarnaan, empat isolat bakteri unggul tersebut tergolong dalam genus

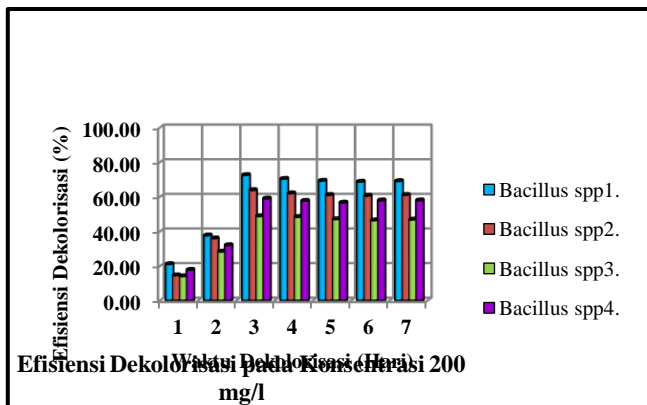
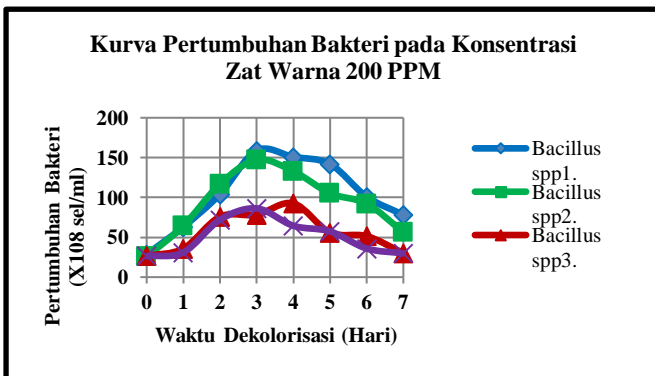
Bacillus seperti ditampilkan pada Gambar 4.1.



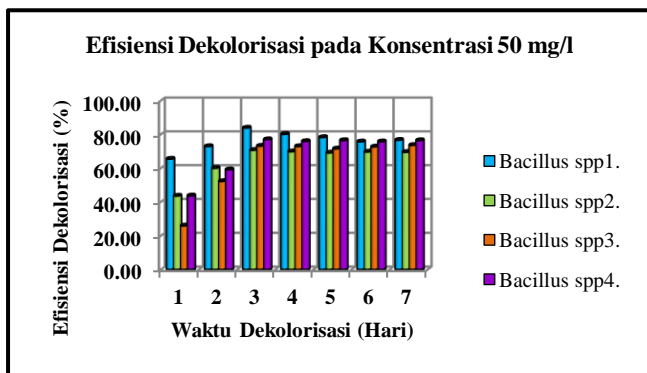
Efisiensi dekolorisasi pada konsentrasi zat warna 200 mg/L (Gambar 4.3C) lebih rendah dibandingkan dengan efektivitas dekolorisasi pada konsentrasi 50 mg/l dan 100 mg/l. Hal ini disebabkan karena konsentrasi zat warna yang terlalu tinggi akan mempengaruhi kemampuan bakteri untuk melakukan pertumbuhan dan melakukan dekolorisasi untuk menurunkan kadar zat warna.



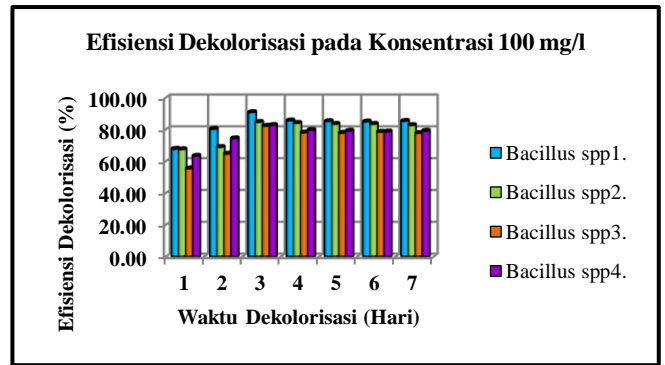
Gambar 4.2 Kurva pertumbuhan bakteri pada variasi konsentrasi zat warna



Efisiensi Dekolorisasi pada Konsentrasi 200 mg/l



Efisiensi Dekolorisasi pada Konsentrasi 50 mg/l



Pengaruh Pertumbuhan Bakteri Terhadap Nilai COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH Zat Warna Remazol Biru

Efisiensi perubahan COD hasil dekolourisasi ditampilkan pada Gambar 4.6. Nilai rata-rata dari masing-masing COD pada zat warna remazol biru pada akhir fermentasi menunjukkan penurunan yang sangat signifikan, yaitu 30,38-65,29%. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing jenis bakteri *Bacillus* spp. tersebut memiliki kemampuan yang tinggi dalam merombak zat warna dan menurunkan kadar COD yang terkandung pada zat warna remazol biru walaupun nilai COD setelah pengolahan melalui dekolourisasi masih melampaui baku mutu limbah yang diijinkan, sehingga masih perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk optimisasi penurunan nilai COD yang terkandung pada zat warna sesuai dengan baku mutu yang diijinkan.

Berdasarkan hasil pengukuran pH medium pada awal dan akhir dekolourisasi pada penelitian ini

Gambar 4.3. Grafik efisiensi dekolourisasi zat warna remazol biru berdasarkan variasi konsentrasi zat warna

berkisar antara 6,54-8,28. Hal ini dikarenakan oleh zat warna remazol biru yang merupakan zat warna sintesis dengan kandungan senyawa kimia yang lebih tinggi, sehingga nilai pH bernilai basa sebagaimana hasil pengukuran yang telah dilakukan. Dari hasil pengamatan tersebut, maka bakteri *Bacillus* spp. potensial yang ditemukan pada penelitian ini bersifat neutrofilik dan alkalofilik, karena dapat hidup pada medium di atas pH 7 hingga pH 8,28 (Sumarsih, 2003).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Terdapat empat isolat bakteri *indigenous* dari limbah cair batik yang efektif untuk dekolourisasi zat warna remazol *blue* pada limbah cair tekstil.

2. Bakteri *Bacillus* spp₁. merupakan bakteri *indigenous* yang paling efektif untuk dekolonisasi zat warna remazol *blue* dengan efisiensi dekolonisasi sebesar 90,88%.
3. Konsentrasi zat warna sebesar 100 mg/l dan waktu dekolonisasi selama 3 hari merupakan kondisi optimum untuk proses dekolonisasi zat warna remazol *blue* dengan menggunakan bakteri *indigenous* asal limbah cair batik.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggabungkan dua jenis atau lebih bakteri *Bacillus* spp. secara konsorsium untuk menggabungkan masing-masing keunggulan dari setiap jenis bakteri tersebut untuk menghasilkan efisiensi dekolonisasi yang lebih tinggi dengan waktu yang lebih singkat. Selain itu, perlu juga dilakukan penelitian lanjutan untuk proses *sacle up* dekolonisasi limbah cair tekstil dengan skala yang lebih besar, sehingga dapat diaplikasikan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bergsten-Toralba, L.R., Nishikawa, M.M., Baptista, D.I., Magalhaes, D.P., da Silva, M. *Decolorization of Different Textile Dyes By Penicillium simplicissimum and Toxicity Evaluation After Fungal Treatment*. 2009. Brazilian Journal of Microbiology (2009) 40: 808-817.
- Hernandez, C.E-Luna, G.Gutierrez soto, S.M. Salcedo-Martinez. 2008. *Screening for decolorization Basidiomycetes in Mexico*. World J Microbiol Biotechnol (2008) 24: 465-473.
- Khadijah, O., Lee K.K, Mohd Faiz F., Abdullah (2009). *Isolation, screening, and development of local bacterial consortia with azo dyes decolorizing capability*. Malaysian journal of microbiology, Vol 5 (1) 2009, pp 25-32.
- Mane, U.V., Gurav, P.N., Deshmukh, A.M., Govindwar, S.P. (2009). *Degradation of textile dye reactive navy-blue Rx (Reactive blue-59) by an isolated actinomycete Streptomyces krainskii SUK-5*. Malaysian Journal of Microbiology, Vol 4 (2) 2008, pp. 1-5.
- Mayanti, B dan Hertto Dwi Arysyadi. 2009. *Identifikasi Keberagaman Bakteri Pada Comercial Seed Pengolah Limbah Cair Cat*. Institut Teknologi Bandung.
- Mohandass Ramya.m, Bhaskar Anusha., S.Kalavathy and S.Devilaksmi. 2007. *Biodecolorization & Biodegradation of Reactive Blue by Aspergillus sp*. African Journal of Biotechnology Vol.6(12).pp.1441-1445, 18 June 2007.
- Montano, J.G. 2007. *Combination Of Advanced Oxidation Processes and Biological Treatments For Commercial Reactive Azo Dyes Removal*. Theses. Universitat Autonoma de Barcelona. Bella terra.
- Murachman, B. 1996. *Konsep Penanganan Limbah*. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Gajahmada. Yogyakarta.
- Nigam. P., Banat. I.M., Singh. D 1996. *Microbial Process For The Decolorization of Textile Effluent Containing Azo, Diazo and Reactive Dyes*. Process Biochem 31: 435 – 442.
- Sharma. D.K., H.S Saini, M.Singh, S.S. Chimini, B.S. Chada. 2004. *Isolation and Characterization of Microorganism Capable Of Decolorizing Various Triphenylmethane Dyes*. Basic Microbiol 44: 59-65.