

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis. Sholawat serta salam dipanjatkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan umat-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Efektivitas Konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* Sebagai Pendekolorisasi Pewarna Sintetik Limbah Cair Batik". Adapun penyusunan skripsi ini diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan Ujian Program Sarjana (S1) pada Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi Tasikmalaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi yang masih jauh dari kata sempurna, yang disebabkan oleh keterbatasan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, saran beserta kritik sangat diharapkan penulis guna memperbaiki penyusunan skripsi. Sehingga, penulis dapat melaksanakan penelitian sesuai prosedur, ketentuan, dan metode yang berlaku.

Tasikmalaya, Oktober 2022

Penulis

Friska Mutiara

NPM. 172154003

UCAPAN TERIMAKASIH

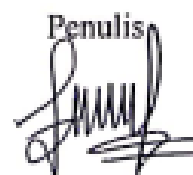
Dalam penyusunan skripsi ini banyak tantangan, hambatan serta rintangan yang penulis hadapi yang pada akhirnya dapat melaluinya dengan sepenuh hati berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu, penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah turut membantu diantaranya:

- 1) Dr. Diana Hernawati, S.Pd., M.Pd., selaku pembimbing I yang selalu menyediakan waktunya serta pemikirannya untuk memberikan bimbingan, motivasi, serta arahan untuk menyelesaikan skripsi ini;
- 2) Vita Meylani, S.Pd., M.Sc., selaku pembimbing II yang selalu menyediakan waktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi, serta semangat untuk segera menyelesaikan skripsi ini;
- 3) Dr. Purwati Kuswarini Suprpto, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi periode 2018-2022 dan Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi, dan nasihat kepada penulis hingga skripsi ini selesai;
- 4) Mufti Ali, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi periode 2022-2026 yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi, dan nasihat kepada penulis hingga skripsi ini selesai;
- 5) Dr. Hj. Nani Ratnaningsih, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi Tasikmalaya;
- 6) Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staf Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Siliwangi yang telah memberikan ilmu, bantuan dan dorongan dalam penyusunan skripsi ini;
- 7) Asep Yudi Supriatna, S.Pd. dan Ari Hardian, S.Pd., selaku staf Pranata Laboratorium Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Siliwangi yang selalu membantu dan menyediakan fasilitas yang dibutuhkan saat melaksanakan penelitian;
- 8) Kepala dan Staf Laboran UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Soreang, Kabupaten Bandung, yang telah membantu proses penelitian;

- 9) Kedua orang tua tercinta Ibunda (Juju Juwarsih) dan Ayahanda (Ahmad Keridawan Aheng S.Sos), Adik perempuan tersayang (Syahla Farida) serta keluarga besar Mas Agi Partawinata yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi sehingga penulis termotivasi untuk terus menggapai cita-citanya;
- 10) Kim Nam-Joon, Kim Soek-Jin, Min Yoon-Gi, Jung Ho-soek, Park Ji-Min, Kim Tae-Hyung, dan Joen Jung-Kook, selaku inspirator terbaik yang setia memotivasi, memberikan semangat, dan membantu penulis dalam setiap kesulitan yang dihadapi melalui karyanya;
- 11) Rekan mahasiswa Pendidikan Biologi, terutama Elsa Nurfauziah, Mina Maharot Faiqoh, Ria Rahmawati, Aliza Khumaira, Nurul Asrilia Dewi, Dewinda Oktavia, Nenti Rofiah Hasanah, Maya Putri Andaristi, Khadizah Soendoess, Sinta Rahmawati Dewi, dan Siti Aisyah yang telah berkontribusi dalam proses pembuatan skripsi ini;
- 12) Segenap rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi Angkatan 2017; dan
- 13) Kepada semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Tidak ada sesuatu yang dapat penulis berikan sebagai tanda terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan waktu, tenaga dan pikirannya. Semoga pengorbanan yang telah diberikan oleh seluruh pihak dalam proses pembuatan skripsi ini diberikan imbalan yang setimpal oleh Allah SWT. Diharapkan skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak dan tak lupa kritik beserta saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis agar skripsi ini bisa lebih baik kedepannya. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya kepada kita semua, Aamiin

Tasikmalaya, Oktober 2022

Penulis


Frista Mutiara

NPM. 172154003

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang Masalah.....	1
1.2.Rumusan Masalah	6
1.3.Definisi Operasional	6
1.4.Tujuan Penelitian	8
1.5.Kegunaan Penelitian	8
BAB 2 TINJAUAN TEORITIS	11
2.1.Kajian Pustaka	11
2.1.1. Limbah Batik.....	11
2.1.2. Pewarna Batik	13
2.1.3. Dekolorisasi Pada Limbah Cair Batik	16
2.1.4. Konsorsium Mikroorganisme.....	18
2.1.5. Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	23
2.1.6. Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	24
2.2.Hasil Penelitian yang Relevan	25
2.3.Kerangka Konseptual.....	26
2.4.Hipotesis Penelitian	29

BAB 3 PROSEDUR PENELITIAN	
3.1. Metode Penelitian	29
3.2. Variabel Penelitian	30
3.3. Populasi dan Sampel	30
3.4. Desain Penelitian	31
3.5. Langkah-langkah Penelitian	33
3.6. Teknik Pengumpulan Data	72
3.7. Instrumen Penelitian	73
3.8. Teknik Pengolahan dan Analisis Data	75
3.9. Waktu dan Tempat Penelitian	76
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	80
4.1. Deskripsi Hasil Penelitian	80
4.2. Pengujian Prasyarat Analisis.....	94
4.3. Pembahasan.....	98
4.3.1. Uji Antagonisme dan Adaptasi Konsorsium Pada Limbah Batik	98
4.3.2. Pengaruh Konsorsium Mikroba terhadap Efisiensi Dekolorisasi Dengan Variasi Waktu Inkubasi	99
4.3.3. Pengaruh Absorbansi Warna Terhadap Efisiensi Dekolorisasi	106
4.3.4. Pengaruh pH Terhadap Efisiensi Dekolorisasi	109
4.3.5. Pengaruh Kadar BOD Terhadap Efisiensi Dekolorisasi.....	110
4.3.6. Mekanisme Dekolorisasi dan Optimalisasi Kadar pH Limbah Batik ...	112
4.3.7. Implikasi Penelitian Terhadap Pendidikan	117
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	
120	
5.1. Simpulan	120
5.2. Saran	120
DAFTAR PUSTAKA	122
LAMPIRAN	131
RIWAYAT HIDUP	202

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Aturan Baku Standar Mutu Air Limbah Tekstil	12
Tabel 2.2 Pemanfaatan Mikroba dalam Dekolorisasi Pewarna Sintetik Limbah Tekstil.....	21
Tabel 3.1 Data UMKM Batik di Kawasan Sentra Batik Kota Tasikmalaya	30
Tabel 3.2 Desain Penelitian RAL (Rancangan Acak lengkap) Pada Pewarna Reaktif <i>Procion Red</i> (Monoazo)	32
Tabel 3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	35
Tabel 3.4 Jumlah Contoh Uji Pengukuran Kadar BOD.....	66
Tabel 3.5 Instrumen Observasi Pengukuran Absorbansi Limbah Cair Batik....	73
Tabel 3.6 Instrumen Observasi Pengukuran Efisiensi Dekolorisasi (Persentase) Limbah Cair Batik.....	74
Tabel 3.7 Instrumen Observasi Pengukuran Adaptasi Mikroba Difusi Cakram <i>Kirby-Bauer</i> (mm) Limbah Cair Batik.....	74
Tabel 3.8 Instrumen Observasi Pengukuran Kadar BOD ₅ (mg/L) Limbah Cair Batik	74
Tabel 3.9 Instrumen Observasi Pengukuran Derajat Keasaman (pH) Limbah Cair Batik	75
Tabel 3.10 Jadwal Kegiatan Penelitian	78
Tabel 4.1 Morfologi Koloni Bakteri	82
Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Uji Adaptasi Mikroba	85
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH)	88
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Kadar BOD	89
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Absorbansi Limbah Cair Batik.....	91
Tabel 4.6 Pengukuran Uji Efisiensi Dekolorisasi	91
Tabel 4.7 Hasil Analisis Uji Normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	95
Tabel 4.8 Hasil Analisis Homogenitas Uji <i>Levene</i>	95
Tabel 4.9 Hasil Uji ANOVA Satu Jalur (<i>One Way Analysis of Variant</i>)	96
Tabel 4.10 Hasil Analisis Uji Tukey HSD.....	97

Tabel 4.11	Durasi Waktu Inkubasi Konsorsium <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Terhadap Nilai Rata-rata Presentase Dekolorisasi	101
Tabel 4.12	Durasi Waktu Inkubasi Konsorsium <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Terhadap Nilai Rata-rata Presentase Dekolorisasi dan Kadar pH.....	109

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1	8
Desain <i>Booklet</i> “Pemanfaatan Konsorsium <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Sebagai Pendekolorisasi Limbah Cair Batik”	
Gambar 2.1	15
Pewarna Reaktif merek <i>Procion</i>	
Gambar 2.2 (A)	23
Fotomikograf <i>Bacillus subtilis</i> menggunakan mikroskop fase kontras perbesaran 2 μ m	
Gambar 2.2 (B)	23
<i>Bacillus subtilis</i> pada media NA setelah diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C	
Gambar 2.3 (A)	24
Morfologi <i>Pseudomonas aeruginosa</i> menggunakan SEM (<i>Scanning Electrone Microscop</i>)	
Gambar 2.3 (B)	24
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> pada media <i>Blood Agar Plate</i>	
Gambar 2.4	29
Kerangka Konseptual	
Gambar 3.1	34
Seminar Proposal Penelitian.....	
Gambar 3.2 (A)	50
Mencuci Alat	
Gambar 3.2 (B)	50
Membungkus Alat.....	
Gambar 3.2 (C)	50
Proses Sterilisasi	
Gambar 3.2 (D)	50
Meniriskan alat yang telah disterilisasi	
Gambar 3.3 (A)	51
Pengukuran suhu limbah.....	
Gambar 3.3 (B)	51
Pengukuran pH limbah	
Gambar 3.3 (C)	51
Menyaring sampel limbah selama dua kali di wadah yang berbeda.....	
Gambar 3.3 (D)	52
Sampel yang telah disaring dimasukkan pada botol gelap	
Gambar 3.3 (E)	52
Sampel dimasukkan ke dalam kulkas laboratorium.....	
Gambar 3.4 (A)	53
Penimbangan bahan media NA	
Gambar 3.4 (B)	53
Mengaduk larutan NA agar homogen.....	
Gambar 3.4 (C)	54
Menyiapkan media NA sebelum disterilisasi	
Gambar 3.4 (D)	54
Sterilisasi media NA	
Gambar 3.5 (A)	55
Pembuatan konsentrasi limbah batik 75%	
Gambar 3.5 (B)	55
Penimbangan bahan pembuatan media MSMB	

Gambar 3.5 (C)	Penuangan akuades pada gelas beaker.....	55
Gambar 3.5 (D)	Mengaduk larutan media agar homogen.....	55
Gambar 3.5 (E)	Penuangan MSMB pada labu erlenmeyer.....	56
Gambar 3.5 (F)	Proses sterilisasi media.....	56
Gambar 3.5 (G)	Penyimpanan media di kulkas	56
Gambar 3.5 (H)	Memasukkan media MSMB pada <i>incubator shaker</i>	56
Gambar 3.5 (I)	Mengatur rpm dan suhu penggojogan media	56
Gambar 3.5 (J)	Penggojogan media MSMB selama 5 hari.....	56
Gambar 3.6 (A)	Pemanasan media NA.....	58
Gambar 3.6 (B)	Preparasi media NA pada labu ukur sebanyak 8 mL.....	58
Gambar 3.6 (C)	Pemanasan jarum ose pada api bunsen	58
Gambar 3.6 (D)	Inokulasi mikroba dengan metode gores (<i>streak plate method</i>) pada cawan petri.....	58
Gambar 3.6 (E)	Menginkubasi inokulum pada inkubator statis suhu 37°C selama 4 x 24 jam.....	58
Gambar 3.7 (A)	Pembuatan limbah batik konsentrasi 75%	59
Gambar 3.7 (B)	Meneteskan limbah pada <i>paper disc</i>	59
Gambar 3.7 (C)	Meletakkan <i>paper disc</i> pada media NA yang telah diinkubasi mikroba selama 1 hari	59
Gambar 3.7 (D)	Pengamatan uji adaptasi pada inkubasi hari ketiga	60
Gambar 3.7 (E)	Pengukuran diameter zona hambat	60
Gambar 3.7 (F)	Inokulasi mikroba hasil uji adaptasi hari ketiga dari media NA terhadap LB	60
Gambar 3.7 (G)	inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C	60
Gambar 3.8 (A)	Menuangkan media MSMB sebanyak 52 mL pada botol kaca	61
Gambar 3.8 (B)	Sampel yang mengandung media MSMB	61
Gambar 3.8 (C)	Pipet volume yang diatur menjadi 260 μ m (26 mL) untuk inokulasi tiap isolat murni	62
Gambar 3.8 (D)	Memasang tip pada mikropipet	62
Gambar 3.8 (E)	Mengambil inokulum dari media LB.....	62

Gambar 3.8 (F)	Menginokulasi mikroba dari media LB terhadap MSMB....	62
Gambar 3.8 (G)	Merekatkan <i>aluminium foil</i> pada botol kaca.....	62
Gambar 3.8 (H)	Sampel dimasukkan pada <i>thermoshaker incubator</i>	62
Gambar 3.8 (I)	Mengatur penggojogan sampel pada <i>thermoshaker incubator</i> selama 3 hari pada suhu 37 °C dan 130 rpm	63
Gambar 3.9 (A)	Mengeluarkan sampel yang telah diinkubasi.....	64
Gambar 3.9 (B)	Membuka <i>plastic wrap</i> sampel	64
Gambar 3.9 (C)	Mencelupkan kertas pH universal pada sampel.....	64
Gambar 3.9 (D)	Menganginkan kertas pH universal	64
Gambar 3.9 (E)	Membandingkan hasil pengukuran pada tabel indikator pH.....	64
Gambar 3.9 (F)	Menutup rapat sampel dengan <i>plastic wrap</i>	64
Gambar 3.10 (A)	Preparasi larutan reagent (larutan nutrisi dan larutan pengencer).....	67
Gambar 3.10 (B)	Sentrifugasi sampel konsorsium agar diperoleh suspensi mikroba	67
Gambar 3.10 (C)	Pengenceran sampel faktor pengenceran 4 kali	68
Gambar 3.10 (D)	Pembuatan larutan pengencer yang ditambahkan suspensi konsorsium dan kontrol.....	68
Gambar 3.10 (E)	Penyimpanan sampel pengukuran kadar BOD sampel kontrol dan konsorsium selama 5 hari.....	68
Gambar 3.10 (F)	Kalibrasi DO meter	68
Gambar 3.10 (G)	Menambahkan sejumlah larutan lalu diukur menggunakan DO meter.....	68
Gambar 3.10 (H)	Pengukuran kadar DO ₀ sampel kontrol dan konsorsium (A ₁ dan B ₁).....	68
Gambar 3.10 (I)	membuka plastik hitam pada sampel yang diukur kadar DO ₅	69
Gambar 3.10 (J)	Menambahkan sejumlah larutan lalu diukur menggunakan DO meter.....	69
Gambar 3.10 (K)	Menghomogenkan sampel dengan <i>vortex mixer</i>	69

Gambar 3.10 (L)	Pengukuran kadar DO dengan DO meter selama 3 kali	69
Gambar 3.11 (A)	Sampel dikeluarkan dari alat <i>thermoshaker incubator</i>	71
Gambar 3.11 (B)	Preparasi sampel yang diantarkan ke lokasi pengukuran ...	71
Gambar 3.11 (C)	Sentrifugasi sampel.....	71
Gambar 3.11 (D)	Persiapan larutan kerja berupa unit ptCo.....	71
Gambar 3.11 (E)	Pengenceran serial dengan faktor pengenceran 10 kali	71
Gambar 3.11 (F)	Pengukuran absorbansi menggunakan alat spektrofotometer <i>HACH DR3900</i>	71
Gambar 3.12	Skema Alur Penelitian.....	72
Gambar 3.13 (A)	Laboratorium Mikrobiologi Pendidikan Biologi Universitas Siliwangi	77
Gambar 3.13 (B)	Kolam pewarnaan kain batik Sukapura Cigeureung	77
Gambar 3.13 (C)	Laboratorium UPTD Dinas Lingkungan Hidup Soreang Kabupaten Bandung.....	77
Gambar 4.1	Limbah Cair Batik.....	81
Gambar 4.2 (A)	Konsorsium mikroba pada media NA setelah diinkubasi 24 jam.....	83
Gambar 4.2 (B)	<i>Bacillus subtilis</i> pada media LB dengan tingkat kekeruhan <i>moderate</i>	83
Gambar 4.2 (C)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> pada media LB dengan tingkat kekeruhan <i>light</i>	83
Gambar 4.3 (A)	Sampel penelitian sebelum diinkubasi.....	84
Gambar 4.3 (B)	Sampel penelitian setelah diinkubasi	84
Gambar 4.4	Uji Difusi cakram Konsorsium <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> setelah diinkubasi 3 hari	85
Gambar 4.5	Grafik Rata-Rata Kadar pH Pada Efisiensi Dekolorisasi Limbah Batik.....	89
Gambar 4.6 (A)	Supernatan pada konsorsium <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	91
Gambar 4.6 (B)	Pellet pada konsorsium <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	91

Gambar 4.7	Grafik Nilai Rata-rata Efisiensi Dekolorisasi Limbah Cair Batik Konsentrasi 75%.....	94
Gambar 4.8	Sampel dengan absorbansi 0,269 (absorbansi terendah) dan 0,807 (absorbansi tertinggi)	107
Gambar 4.9	Struktur Molekul Pewarna Reaktif <i>Procion Red</i>	108
Gambar 4.10 (A)	A ₂ Sampel Konsorsium.....	112
Gambar 4.10 (B)	A ₂ Sampel Kontrol	112
Gambar 4.10 (C)	B ₂ Konsorsium Standar (Blanko).....	112
Gambar 4.10 (D)	B ₂ Kontrol Standar (Blanko)	112
Gambar 4.11	Mekanisme Dekolorisasi Pewarna Azo dan Optimalisasi pH Limbah Cair Batik	115
Gambar 4.12	Desain <i>Booklet</i> “Pemanfaatan Konsorsium <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Sebagai Pendekolorisasi Limbah Cair Batik”	119

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Surat Keputusan Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan	131
Lampiran 2 Lembar Usulan Judul Penelitian	132
Lampiran 3 Surat Pernyataan Dewan Bimbingan Skripsi	133
Lampiran 4 Kartu Bimbingan Proposal (Pembimbing I).....	134
Lampiran 5 Kartu Bimbingan Proposal (Pembimbing II).....	135
Lampiran 6 Lembar Pengesahan Ujian Proposal	136
Lampiran 7 Rekomendasi Ujian Seminar Hasil Penelitian.....	137
Lampiran 8 Kartu Bimbingan Skripsi (Pembimbing I).....	138
Lampiran 9 Kartu Bimbingan Skripsi (Pembimbing II)	139
Lampiran 10 Rekomendasi Ujian Sidang Akhir	140
Lampiran 11 Keterangan Revisi Skripsi	141
Lampiran 12 Hasil Uji Analisis Statistik	142
Lampiran 13 Surat Rekomendasi Penelitian	144
Lampiran 14 Dokumentasi Survei Lapangan Prapenelitian.....	145
Lampiran 15 Hasil Pengukuran Sampel Penelitian.....	146
Lampiran 16 Desain <i>Booklet</i> (<i>Output</i> Penelitian).....	156

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi saya yang berjudul “**Efektivitas Konsorsium *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* Sebagai Pendekolorisasi Pewarna Sintetik Limbah Cair Batik**”, beserta seluruh isinya adalah sepenuhnya hasil karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini saya siap menanggung konsekuensi atau sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan atau ada klaim pihak lain terhadap keaslian skripsi ini.

Tasikmalaya, 2022
Yang Membuat Pernyataan



Frista Mutiara
NPM. 172154003