

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, sumber pengetahuan dan kehidupan. Sebab karena anugerah dan penyertaan-Nya yang limpah, penulis dimampukan untuk menyelesaikan penulisan karya skripsi dengan judul “EVALUASI POTENSI JAMUR *Aspergillus* TM3 DALAM MENDEKOLORISASI PEWARNA TEKSTIL KOMERSIAL”.

Terus mengeksplorasi diri dan berjuang mencapai versi terbaik dari diri adalah bagian dari proses belajar yang harus dilakukan semua orang. Demikian pula dengan penulis yang diberikan kesempatan tak terduga untuk mengeksplorasi dan mengerjakan topik penelitian yang tidak pernah terbayangkan sebelumnya. Penelitian terkait dekolorisasi ini menyadarkan penulis bahwa ada begitu banyak permasalahan lingkungan yang terjadi, namun seringkali dikesampingkan tanpa mendapat perhatian karena berbagai alasan. Penelitian ini juga memberikan penulis harapan dan semangat bahwa permasalahan lingkungan ini dapat diselesaikan dengan solusi-solusi biologis dan dibuktikan efektifitasnya dengan mengkombinasikan berbagai bidang ilmu, seperti mikrobiologi, biologi molekuler dan bioinformatika. Melalui penelitian ini, penulis rindu mendorong semua pihak untuk saling bahu-membahu memikirkan dan menghasilkan solusi untuk berbagai permasalahan yang dihadapi melalui bidang keahliannya.

Melalui kesempatan ini, juga penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, dr. Ferdinan K. Suawa, MA, M.Th. & Dr. Florensia E. A. Rembet, M.Pd., adik Joshua Graham Suawa, Oma Ev. Wihelmina Treesje Tumiwa, Opa Eddy Hendrik Joseph Rembet, Oma Lilie Liu, Tante Fietje Valentine Rembet keponakan Theophilus Elfano Jayden Suawa dan seluruh keluarga yang boleh terus memberikan penguatan dan sukacita bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian. Terima kasih untuk kasih dan penerimaan yang boleh terus dicurahkan kepada penulis. Suatu kebanggan dapat menjadi bagian keluarga ini;

2. Ketua Program Studi Biologi sekaligus pembimbing akademik dan pembimbing skripsi, Bapak Dr. Reinhard Pinontoan, Bapak Dr. rer. nat. dr. Juandy Jo, M.Mol. Biol., Bapak Dr. Bambang Kiranadi, seluruh dosen dan staff Program Studi Biologi yang boleh memberikan kesempatan dan motivasi untuk berkontribusi secara aktif dan melakukan penelitian terkait. Secara khusus, penulis ingin berterima kasih kepada Bapak Dr. Reinhard Pinontoan dan Bapak Hans Victor, S.Si., M.Si. yang dengan penuh dedikasi serta kesabaran mau terus membimbing penulis dari awal hingga berakhirnya penelitian ini. Terima kasih, suatu sukacita yang besar bagi penulis dapat dibimbing dan diarahkan oleh Bapak.
3. Bapak Effendi Soewono, M.Sc. yang mengajarkan tentang *programming* dan mendukung secara mental. Edward Lohardja, Priscilla Joanne, Livi Anastasia dan Josephine Boentoro, rekan tim bioinformatika dan *welwitschia* yang telah banyak membantu dan menghibur penulis selama proses pengerjaan lab kering bioinformatika. Penulis juga ingin berterima kasih kepada Bapak Ferdiansyah yang telah banyak membantu selama melakukan penelitian di Laboratorium Biologi Dasar dan Biologi Lanjutan, Universitas Pelita Harapan.
4. Choirun Nita Fikriani, Nina Bunga Anggraini, Naily Fitrotun, Febri Aditya Putra dan Sri Mariati, rekan penulis selama kerja praktek yang boleh berbagi suka duka selama melakukan penelitian skripsi.
5. Scholastika, Charles dan teman-teman angkatan 2016 Program Studi Biologi yang berjuang bersama.
6. Ibu Aksamina Linome, Jovan Immanuel Tsu, Ibu Diah Ayu Wulansari, Nayla Mikayla Koto, Ria Nova Liana, Deby Aryani, Desi Hutagalung, Ibu Dwi Widyajyantie, Ibu Carla F. Pantouw dan Ibu Ade Nena yang menemani dan selalu menghibur penulis.
7. Ibu Ruth Resubun-Sondakh, Bapak Hendra Rembet, Ibu Ani Sidangoli, Ibu Meylani Rembet-Mamesah, Margaretha Mamesah-Moring, Ibu Nini Rembet-Lapian, Ibu Sofie Runtuwene-Turangan, Ibu Indira

Runtuwene dan Ibu Sien Mamarinding-Siwu yang senantiasa mendukung dan mendoakan penulis.

8. Setiap pihak yang tidak dapat penulis tulis satu persatu, namun yang mendoakan dan mendukung penulis dengan berbagai cara.

Setiap doa dan bantuan yang diberikan sangat berarti bagi penulis. Kiranya Tuhan terus menjaga, memelihara dan membalas kebaikan Bapak/Ibu/Saudara/-i. Tuhan Yesus memberkati.

Tangerang, 05 Maret 2021

Suawa, Natania Abigail Christy



## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL .....	
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUHAS AKHIR .....	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI .....	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI .....	
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Perumusan masalah .....	3
1.3 Tujuan	
1.3.1 Tujuan umum .....	3
1.3.2 Tujuan khusus .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pencemaran pewarna tekstil dan dampaknya .....	6
2.2 Dekolorisasi sebagai solusi untuk menangani limbah cair dan metabolitnya .....	8
2.3 Jamur sebagai kandidat mikroorganisme potensial dalam mendekolorisasi pewarna tekstil .....	9
2.4 <i>Anotasi genom sebagai metode untuk mengeksplorasi potensi mikroorganisme Aspergillus TM3</i> .....	12
<b>BAB III METODE</b>	
3.1 Alat, bahan dan sampel .....	15
3.2 Prosedur penelitian	
3.2.1 Evaluasi potensi dekolorisasi pewarna tekstil oleh isolat <i>Aspergillus</i> TM3	
3.2.1.1 Persiapan media dan larutan pewarna, serta pengkulturan <i>Aspergillus</i> TM3 .....	17
3.2.1.2 Pengujian kemampuan jamur <i>Aspergillus</i> TM3 dalam mendekolorisasi pewarna tekstil .....	17
3.2.2 Evaluasi mekanisme yang dikembangkan jamur <i>Aspergillus</i> TM3 dalam mendekolorisasi pewarna tekstil komersial	
3.2.2.1 Uji aktivitas biosorpsi jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	18
3.2.2.2 Uji aktivitas biodegradasi jamur <i>Aspergillus</i> TM3	

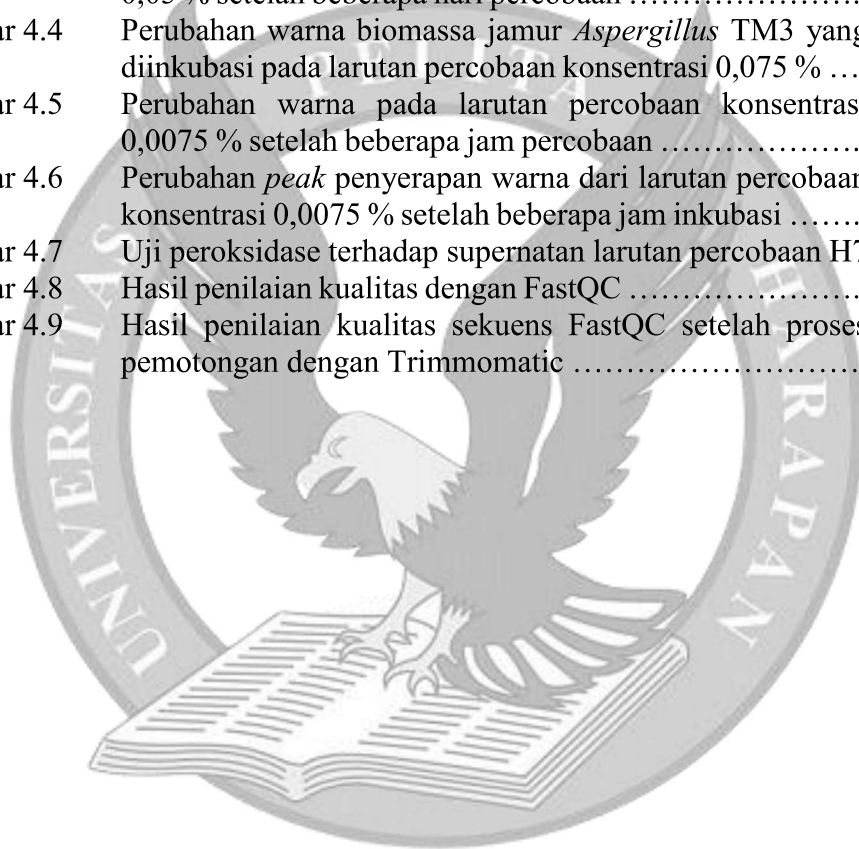
3.2.2.2.1	Pengujian dekolorisasi menggunakan supernatan isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	19
3.2.2.2.2	Analisis senyawa metabolit hasil dekolorisasi menggunakan <i>thin layer chromatography</i> (TLC) .....	19
3.2.2.2.3	Pengujian aktivitas enzimatik jamur <i>Aspergillus</i> TM3 dengan uji peroksidase .....	20
3.2.3	Identifikasi gen yang diduga bertanggung jawab terhadap kemampuan dekolorisasi <i>Aspergillus</i> TM3	
3.2.3.1	Pemrosesan data hasil sequencing <i>Aspergillus</i> TM3	21
3.2.3.2	Proses penggabungan sekuens genom <i>Aspergillus</i> TM3 ( <i>genome sequence assembly</i> ) .....	21
3.2.3.3	Analisis k-mer .....	22
3.2.3.4	Anotasi genom <i>Aspergillus</i> TM3	
3.2.3.4.1	Anotasi struktur genom <i>Aspergillus</i> TM3 .....	22
3.2.3.4.2	Anotasi fungsi genom <i>Aspergillus</i> TM3 .....	23
3.2.3.4.3	Identifikasi gen yang diduga bertanggung jawab dalam mendekolorisasi .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Evaluasi potensi dekolorisasi pewarna tekstil oleh isolat <i>Aspergillus</i> TM3	
4.1.1	Pengujian kemampuan jamur <i>Aspergillus</i> TM3 dalam mendekolorisasi pewarna tekstil komersial .....	26
4.2	Evaluasi mekanisme yang dikembangkan jamur <i>Aspergillus</i> TM3 dalam mendekolorisasi pewarna tekstil komersial	
4.2.1	Uji aktivitas biosorpsi jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	39
4.2.2	Uji aktivitas biodegradasi oleh isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3	
4.2.2.1	Pengujian dekolorisasi menggunakan supernatan isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	42
4.2.2.2	Pengujian aktivitas enzimatik jamur <i>Aspergillus</i> TM3 dengan uji peroksidase.....	53
4.3	Identifikasi gen yang bertanggung jawab terhadap kemampuan <i>Aspergillus</i> TM3 dalam mendekolorisasi pewarna tekstil	
4.3.1	Penggabungan genom utuh ( <i>genome assembly</i> ) dari isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3	
4.3.1.1	Penilaian dan pemrosesan kualitas data mentah hasil <i>sequencing</i> isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 ...	57
4.3.1.2	Penggabungan genom utuh isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	65

4.3.2 Anotasi genom dan identifikasi keberadaan gen yang diduga bertanggungjawab terhadap kemampuan dekolorisasi isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	71
DAFTAR PUSTAKA .....	73
LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1	Ranguman alur kerja dari proses sequencing ..... 13
Gambar 3.1	Alur prosedur penelitian ..... 16
Gambar 4.1	Perubahan warna dari larutan percobaan konsentrasi 0,0075 % setelah beberapa hari percobaan pada uji kemampuan dekolorisasi ..... 28
Gambar 4.2	Perubahan <i>peak</i> penyerapan warna dari larutan percobaan konsentrasi 0,0075 % setelah beberapa hari percobaan ..... 30
Gambar 4.3	Perubahan warna pada larutan percobaan konsentrasi 0,05 % setelah beberapa hari percobaan ..... 35
Gambar 4.4	Perubahan warna biomassa jamur <i>Aspergillus</i> TM3 yang diinkubasi pada larutan percobaan konsentrasi 0,075 % .... 39
Gambar 4.5	Perubahan warna pada larutan percobaan konsentrasi 0,0075 % setelah beberapa jam percobaan ..... 43
Gambar 4.6	Perubahan <i>peak</i> penyerapan warna dari larutan percobaan konsentrasi 0,0075 % setelah beberapa jam inkubasi ..... 44
Gambar 4.7	Uji peroksidase terhadap supernatan larutan percobaan H7 54
Gambar 4.8	Hasil penilaian kualitas dengan FastQC ..... 58
Gambar 4.9	Hasil penilaian kualitas sekuens FastQC setelah proses pemotongan dengan Trimmomatic ..... 62



## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi pewarna tekstil berdasarkan struktur kimia yang terkandung didalamnya .....	6
Tabel 4.1 Hasil perhitungan persentase (%) dekolorisasi dari masing-masing larutan percobaan konsentrasi 0,0075 % pada tahap uji kemampuan dekolorisasi jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	33
Tabel 4.2 Hasil perhitungan persentase (%) dekolorisasi dari masing-masing larutan percobaan konsentrasi 0,05 % .....	36
Tabel 4.3 Hasil perhitungan persentase (%) dekolorisasi dari masing-masing larutan percobaan pada uji supernatan .....	48
Tabel 4.4 Perbandingan bentuk kurva peak penyerapan warna antara warna yang digunakan pada penelitian dengan berbagai jenis pewarna yang ada .....	51
Tabel 4.5 Hasil perhitungan diameter zona cokelat dari kontrol dan masing-masing sampel .....	55
Tabel 4.6 <i>Overrepresented sequence</i> pada <i>reverse sequence</i> isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	60
Tabel 4.7 Perbandingan jumlah <i>overrepresented sequence</i> pada <i>reverse sequence</i> isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	64
Tabel 4.8 Hasil penilaian kualitas dengan QUASt .....	65
Tabel 4.9 Perbandingan hasil analisis isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 dengan database isolat jamur <i>Aspergillus welwitschiae</i> .....	66
Tabel 4.10 Enzim-enzim terkait peroksidase yang ditemukan pada genom isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	66
Tabel 4.11 Hasil <i>alignment</i> gen yang mengkode enzim <i>heme peroxidase</i> dengan BLAST .....	68



## DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran A	
Pewarna tekstil komersial yang digunakan .....	A-1
Lampiran B	
Pembuatan larutan pewarna Padi Gunting stok 1 % .....	B-1
Pembuatan media GYP .....	B-1
Pembuatan larutan percobaan 0,0075 % .....	B-2
Pembuatan media PDA .....	B-2
Pembuatan media <i>bacteriological agar</i> .....	B-3
Pembuatan larutan-larutan untuk uji peroksidase secara kualitatif	B-3
Lampiran C	
Hasil pengamatan perubahan warna secara kualitatif pada larutan percobaan konsentrasi 0,0075 % yang diinkubasi dengan isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 selama beberapa hari .....	C-1
Kurva aktivitas dekolorisasi (panjang gelombang vs OD) dari larutan percobaan konsentrasi 0,05 % .....	C-2
Lampiran D	
Hasil pengamatan perubahan warna biomassa jamur pada uji biosorpsi .....	D-1
Hasil pengamatan perubahan warna secara kualitatif pada larutan warna konsentrasi 0,0075 % yang diinkubasi dengan supernatan larutan percobaan yang telah terdekolorisasi selama tujuh hari	D-2
Lampiran E	
Laporan tentang sekuens genom jamur <i>Aspergillus welwitschiae</i> dalam database National Center for Biotechnology Information (NCBI) .....	E-1
Hasil penilaian kualitas data mentah dari hasil sequencing isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 .....	E-3
Hasil penilaian kualitas sekuen isolat jamur <i>Aspergillus</i> TM3 setelah pemrosesan data .....	E-6
Laporan hasil temuan gen yang mengkode protein tertentu dengan program BLAST .....	E-9
Laporan hasil <i>alignment</i> gen yang mengkode enzim <i>heme peroxidase</i> dengan mikroorganisme lain .....	E-14