

Daftar Isi

HALAMAN PERSETUJUAN	II
PERNYATAAN	III
DAFTAR ISI.....	IV
DAFTAR TABEL	VI
DAFTAR GAMBAR.....	VII
INTISARI	IX
ABSTRACT	X
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	4
1.3. BATASAN MASALAH	5
1.4. TUJUAN PENELITIAN	6
1.5. MANFAAT PENELITIAN	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. LIMBAH DOMESTIK	8
2.2. BIOPROSES <i>SOLID STATE FERMENTATION</i> (SSF)	9
2.3. BIOPESTISIDA	12
2.4. PENGUNAAN <i>STREPTOMYCES</i> SP. SEBAGAI BIOPESTISIDA MELALUI SSF.....	14
2.5. <i>GENOME MINING</i> DAN <i>STREPTOMYCES</i> SP GMR22	15
2.6. DESAIN <i>SMART BIOREACTOR SOLID STATE FERMENTATION</i> (SSF) DAN STRATEGI PENGEMBANGANNYA	18
2.7. <i>MACHINE LEARNING</i>	20
BAB III. LANDASAN TEORI	23
3.1. LANDASAN TEORI	23
3.2. HIPOTESIS.....	31
BAB IV. METODE PENELITIAN	33
4.1. OBYEK PENELITIAN.....	33
4.2. DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	34
4.3. PELAKSANAAN	38
4.4. TAHAPAN PENELITIAN.....	39
4.4.1. Identifikasi Masalah.....	39
4.4.2. Tujuan Penelitian	39
4.4.3. Studi Pustaka.....	40
4.4.4. Identifikasi <i>Streptomyces</i> sp. GMR22 sebagai pelaku bioproses	40
4.4.5. Pengaruh Faktor Lingkungan yang dimodelkan dengan <i>response surface</i> <i>methodology</i> (RSM).....	41
4.4.6. Perancangan Penerapan Perangkat Sensor	41

4.4.7.	Perancangan Otomasi dan Mekanisasi Proses	44
4.4.8.	Integrasi ke dalam Sistem Smart <i>Bioreactor</i> , Simulasi, dan Evaluasi Kinerja Sistem.....	44
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		45
5.1.	MESIN DAN PERANGKAT PENUNJANG BIOPROSES	46
5.1.1.	Desain <i>Bioreactor</i> dan Mesin Penunjang Kerja <i>Bioreactor</i>	46
5.1.2.	Sensor pendeteksi kandungan gizi limbah padat.....	54
5.1.3.	Sensor Gas dan Data pada platform <i>Internet of Things</i> (IoT)	63
5.1.4.	Pengujian Proksimat Limbah Padat	68
5.2.	LIMBAH PASAR SEBAGAI MEDIA PERTUMBUHAN <i>STREPTOMYCES</i> SP. GMR22	70
5.2.1.	Perancangan Kombinasi Proksimat Limbah dengan <i>Box-behken Design</i> (BBD)	70
5.2.2.	Optimasi Pertumbuhan dan Biopestisida dengan Response Surface Methodology (RSM)	72
5.3.	PELAKU BIOPROSES DAN OPTIMASINYA.....	80
5.3.1.	Pelaku Bioproses <i>Streptomyces</i> sp. GMR22	80
5.4.	INTEGRASI SISTEM SMART <i>BIOREACTOR</i> DAN EVALUASI BIOPROSES <i>SOLID-STATE FERMENTATION</i>	83
5.4.1.	Integrasi Mesin Penunjang dengan <i>Bioreactor</i> dan machine learning	83
5.4.2.	Hasil pengukuran sensor	93
5.4.3.	Evaluasi keluaran proses <i>Solid-state Fermentation</i> (SSF)	96
BAB VI KESIMPULAN		100
DAFTAR PUSTAKA		102
LAMPIRAN		115
	<i>Lampiran 1. Posisi gen-gen yang berkaitan dengan metabolisme senyawa aromatik pada genome Streptomyces sp. GMR22</i>	<i>115</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 1</i>	<i>116</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 1</i>	<i>117</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 1</i>	<i>118</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 1</i>	<i>119</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 1</i>	<i>120</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 1</i>	<i>121</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 1</i>	<i>122</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 1</i>	<i>123</i>
	<i>Lampiran 2. Posisi gen-gen yang berkaitan dengan respon terhadap stres.....</i>	<i>124</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 2</i>	<i>125</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 2</i>	<i>126</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 2</i>	<i>127</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 2</i>	<i>128</i>
	<i>Lanjutan Lampiran 2</i>	<i>129</i>

Daftar Tabel

Tabel 2.1. Senyawa bioaktif yang diproduksi genus <i>Streptomyces</i> pada SSF.	15
Tabel 3.1. Landasan Ontologi, Epistemologi dan Aksiologi	29
Tabel 5.1. Spesifikasi ukuran dan kapasitas kerja <i>bioreactor</i>	47
Tabel 5.2. Matriks nilai X	55
Tabel 5.3. Matriks transpose nilai X'	56
Tabel 5.4. Matriks <i>dot product</i> $X'X$:.....	56
Tabel 5.5. Matriks invers dari <i>dot product</i> $X'X$:.....	57
Tabel 5.6. Matriks nilai Y (<i>wavelength</i>):.....	57
Tabel 5.7. Matriks <i>dot product</i> $X'Y$	58
Tabel 5.8. Matriks B atau <i>dot product</i> antara $(X'X)^{-1}$ dengan $X'Y$	58
Tabel 5.10. Komposisi proksimat limbah domestik organik dari berbagai pasar tradisional di Yogyakarta	69
Tabel 5.11. Komposisi proksimat limbah pertanian	69
Tabel 5.12. <i>Box-behken design</i> dengan respon observasi dan prediksi pertumbuhan <i>Streptomyces</i> sp. GMR22. abu (X_1), protein (X_2), lemak (X_3), dan karbohidrat (X_4).	71
Table 5.13. ANOVA dari rancangan <i>Box-behken Design</i> dengan fungsi abu (X_1), protein (X_2), lemak (X_3), dan karbohidrat (X_4).	74
Tabel 5.14. ANOVA persamaan regresi dari <i>Box-Behnken Design</i> pada produksi senyawa antijamur.	77

Daftar Gambar

Gambar 1.1. Diagram <i>fishbone</i> aplikasi SSF yang telah dikembangkan.	3
Gambar 3.1. Konsep dasar dan penggunaan teknologi untuk modifikasi sistem pada <i>smart bioreactor</i>	27
Gambar 3.2. Road Map perkembangan penelitian mengenai pengolahan limbah pasar dengan SSF.	30
Gambar 3.3. Diagram <i>fishbone</i> perkembangan penelitian mengenai pengolahan limbah pasar melalui SSF.	30
Gambar 4.1. Skema <i>solid state fermentation smart bioreactor</i> dengan kapabilitas <i>machine learning</i> untuk menghasilkan biopestisida.	34
Gambar 4.3. Diagram Alir Penelitian.	37
Gambar 5.1. <i>Solid state fermentation Bioreactor</i> . (a) Rancangan <i>Rotary Drum Bioreactor</i> (RDB)	48
Gambar 5.2. Mesin pencacah limbah pasar	49
Gambar 5.3. Pemeras untuk mengurangi kadar air limbah pasar	50
Gambar 5.4. Pencampur limbah pasar dengan limbah pertanian.	51
Gambar 5.5. <i>Feeder</i> tempat stok bahan limbah pertanian	52
Gambar 5.6. <i>Vertical Conveyor</i> untuk mengangkat limbah yang telah dicampur ke dalam <i>bioreactor</i>	53
Gambar 5.7. Rangkaian sensor AS7265x beserta sumber cahaya yang dipantulkan.	54
Gambar 5.8. Nilai asli dan hasil prediksi pada sensor AS72651 dengan panjang gelombang (a) 410nm, (b) 435nm, (c) 460nm, (d) 485nm, (e) 510nm, (f) 535nm.	60
Gambar 5.9. Nilai asli dan hasil prediksi pada sensor AS72651 dengan panjang gelombang (a) 560nm, (b) 545nm, (c) 610nm, (d) 645nm, (e) 680nm, (f) 705nm.	61
Gambar 5.10. Nilai asli dan hasil prediksi pada sensor AS72651 dengan panjang gelombang (a) 730nm, (b) 760nm, (c) 810nm, (d) 860nm, (e) 900nm, (f) 940nm.	61
Gambar 5.13. Perbandingan nilai asli (x axis) dan nilai prediksi (y axis) dari pertumbuhan <i>Streptomyces</i> sp. GMR22.	75
Gambar 5.14. <i>Surface plots</i> (3D) dan <i>contour plots</i> (2D) menunjukkan interaksi antara variabel yang berpengaruh paling signifikan (karbohidrat dan protein) terhadap pertumbuhan <i>Streptomyces</i> sp. GMR22.	75
Gambar 5.15. Perbandingan nilai asli (x axis) dan nilai prediksi (y axis) dari zona hambat yang dibentuk oleh senyawa antijamur <i>Streptomyces</i> sp. GMR22.	76
Gambar 5.16. Fungsi <i>desirability</i> dari komponen produksi antijamur menunjukkan variabel masukan yang direkomendasikan untuk mencapai aktivitas antijamur yang maksimal.	79
Gambar 5.18. <i>Bioreactor</i> beserta alat penunjang kerja <i>Bioreactor</i> yang terdiri dari pencacah, pemeras, pencampur, dan konveyor vertikal yang didukung oleh sensor dan dikendalikan melalui panel kontrol.	84
Gambar 5.19. Jalur komunikasi seluruh mesin dan perangkat dengan <i>platform</i> Thingspeak.	85

Gambar 5.26. (a) Laju produksi CO ₂ terdeteksi sensor SGP30 dan pertumbuhan sel <i>Streptomyces</i> sp. GMR22 (b) Produksi CO ₂ pada saat proses fermentasi terjadi.....	94
Gambar 5.27. (a) Laju produksi TVOC terdeteksi sensor SGP30 dan pertumbuhan sel <i>Streptomyces</i> sp. GMR22 (b) Produksi TVOC pada saat proses fermentasi terjadi.....	95
Gambar 5.28. Proksimat komposisi campuran limbah sebelum (A) dan setelah (B) proses SSF. Setiap batang yang ditandai adalah persentase dari setiap nilai komponen terdekat.	97
Gambar 5.29. Diagram Masa Konversi Limbah Ke Produk senyawa Antifungal (ekstrak kasar)	98
Gambar 5.30. Spektra m/z senyawa antijamur aktif yang dominan hasil dari LC-HRMS yang tidak ditemukan. (A) (5E) -4-Methoxy-5- {methoxy [(2R, 3S) -3-phenyl-2 -oxiranyl] methylene} - 2 (5H) -furanon dengan massa tepat 275.09103 dan (B) Oleamide dengan massa tepat 282.27902.	99