

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.5 Metodologi Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB II LANDASAN TEORI	10
2.1 Melanoma dan Mekanisme Invasi Jaringan	10
2.2 <i>Cytotoxic T Lymphocyte</i> dan Imunoterapi	13
2.2.1 Sistem Imun dan Jenis Sel Imun	13
2.2.2 Alasan Pemilihan CTL sebagai Efektor Utama pada Melanoma	14
2.2.3 Mekanisme Kerja CTL	15
2.2.4 Imunoterapi Berbasis CTL pada Melanoma	17

2.2.5	Efek Samping Imunoterapi pada Jaringan Kulit Sehat	18
2.3	Pemodelan Matematika	19
2.4	Persamaan Diferensial	20
2.4.1	Persamaan Diferensial Biasa	20
2.4.2	Persamaan Diferensial Parsial	21
2.5	Model Reaksi-Difusi dan Dinamika Spasial	22
2.5.1	Bentuk Umum Model Reaksi-Difusi	22
2.5.2	Model Fisher–Kolmogorov–Petrovsky–Piskunov (Fisher–KPP)	22
2.5.3	Model Porous–Fisher	24
2.5.4	Model Reaksi-Difusi Invasi Melanoma yang Dikembangkan oleh Browning <i>et al.</i> dan Dianalisis oleh El-Hachem <i>et al.</i> .	25
2.6	Model Respons Fungsional Holling	29
2.6.1	Holling Tipe I	29
2.6.2	Holling Tipe II	30
2.6.3	Holling Tipe III	31
2.6.4	Holling Tipe IV	32
2.7	Analisis Perambatan Gelombang (<i>Travelling Wave</i>)	33
2.8	Analisis Kestabilan Lokal	35
2.8.1	Titik Tetap	35
2.8.2	Matriks Jacobian	36
2.8.3	Nilai Eigen	38
2.8.4	Klasifikasi Kestabilan	39
2.9	Metode Volume Hingga (<i>Finite Volume Method</i>)	40
2.9.1	Diskretisasi Spasial Persamaan Difusi	40
2.9.2	<i>Arithmetic Interface Averaging</i>	42
2.9.3	Forward Euler	43
2.9.4	Konsistensi, Kestabilan, dan Konvergensi	44
2.10	Metode Perturbasi Reguler	45

BAB III	ANALISIS PERAMBATAN GELOMBANG PADA MODEL	
	REAKSI-DIFUSI INVASI MELANOMA DENGAN	
	PENGARUH RESPONS IMUN ANTITUMOR	49
3.1	Formulasi Model Matematika	49
3.2	Transformasi Perambatan Gelombang	59
3.3	Analisis Perambatan Gelombang pada Kondisi Jaringan Kulit Sehat Tidak Penuh	62
3.3.1	Titik Tetap	63
3.3.2	Analisis Kestabilan	65

3.4	Analisis Perambatan Gelombang pada Kondisi Jaringan Kulit Sehat Penuh	76
3.4.1	Titik Tetap	77
3.4.2	Analisis Kestabilan	79
3.5	Pengaruh Parameter CTL terhadap Kecepatan Gelombang Minimum	85
3.6	Pendekatan Perturbasi	86
3.6.1	Solusi Asimtotik Melanoma	88
3.6.2	Solusi Asimtotik Jaringan Kulit Sehat	90
3.7	Diskretisasi Numerik Model	91
3.7.1	Diskretisasi Persamaan Sel Melanoma (u)	91
3.7.2	Diskretisasi Persamaan Sel Kulit Sehat (v)	93
3.7.3	Verifikasi Syarat Kestabilan	94
BAB IV	SIMULASI DAN VALIDASI NUMERIK	95
4.1	Dinamika Spasio-Temporal Perambatan Gelombang	97
4.1.1	Kondisi Jaringan Kulit Sehat Tidak Penuh	98
4.1.2	Kondisi Jaringan Kulit Sehat Penuh	99
4.2	Simulasi dan Analisis Sistem PDB Travelling Wave	101
4.2.1	Analisis Ruang Fasa Sistem PDB	102
4.2.2	Visualisasi Profil Perambatan Gelombang pada Koordinat Bergerak	104
4.3	Analisis Sensitivitas Parameter CTL	106
4.3.1	Analisis Sensitivitas Parameter Laju Maksimum Penekanan Pertumbuhan Bersih Melanoma Akibat Aktivitas CTL Relatif (η)	108
4.3.2	Analisis Sensitivitas Parameter Laju Maksimum Kerusakan Jaringan Kulit Sehat Akibat Aktivitas CTL (δ)	117
4.4	Validasi Pendekatan Perturbasi	126
4.4.1	Profil Kepadatan Sel Melanoma	127
4.4.2	Profil Kepadatan Jaringan Kulit Sehat	128
4.4.3	Evaluasi Galat RMSE dan Maximum Error	128
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	131
5.1	Kesimpulan	131
5.2	Saran	132
	DAFTAR PUSTAKA	133
	LAMPIRAN	