

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	9
1.3. Tujuan	12
1.4. Keaslian Penelitian	13
1.5. Manfaat	22
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	23
2.1. Teknologi <i>Smart Farming</i>	23
2.2. Rekayasa Iklim Mikro	27
2.3. Fotosintesis	30
2.3.1 Faktor Eksternal	34
2.3.2 Faktor Internal.....	52
2.4. Stomata	55
2.5. Jaringan Syarat Tiruan (<i>Artificial Neural Network</i>)	63
2.6. Model Regresi Berganda	70

2.7. Sistem Pemodelan Dinamis	73
2.7.1. Sistem.....	73
2.7.2. Jenis-Jenis Sistem	74
2.7.3. Model	75
BAB III. LANDASAN TEORI.....	79
3.1 <i>Smart Farming</i>	79
3.2 Aktivitas Stomata.....	81
3.3 Karakteristik Stomata	84
3.4 Intensitas Cahaya Matahari dan Dinamika Karakteristik Stomata	85
3.5 Kualitas Cahaya Matahari dan Dinamika Karakteristik Stomata	87
3.6 Pengaruh Lama Penyinaran terhadap Tanaman	89
3.7 Teknologi <i>Growth Chamber</i>	89
3.8 Sistem Dinamis.....	92
3.9 Batasan Masalah	94
4.0 Landasan Keilmuan	95
4.1 Hipotesis	97
BAB IV. METODE PENELITIAN	98
4.1 Bahan	98
4.2 Alat	98
4.3 Prosedur Kerja	99
4.4 Prosedur Penelitian Tahap Pertama: Pengaruh Analisis Anasir Iklim Terhadap Dinamika Karakteristik Stomata.....	100
4.5 Prosedur Penelitian Tahap Kedua: Pengaruh Stres Air Terhadap Dinamika Karakteristik Stomata	110
4.6 Prosedur Penelitian Tahap Ketiga: Pengaruh Cahaya Artifisial Terhadap Dinamika Karakteristik Stomata.....	112
4.7 Prosedur Pemodelan Matematika Karakteristik Stomata Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan	118
4.8 Validasi Model.....	121
BAB V. PEMBAHASAN	125
5.1. Budidaya tanaman cabai merah di lahan (alami).....	125

5.1.1. Iklim mikro pada kondisi di lahan (alami).....	125
5.1.2. Kebutuhan air tanaman	132
5.1.3. Karakteristik stomata tanaman cabai di lahan (alami).....	135
5.1.4. Karakter pertumbuhan tanaman cabai merah di lahan (alami)	148
5.2. Budidaya tanaman cabai merah perlakuan pemberian air irigasi	154
5.2.1. Variasi pemberian air irigasi tanaman cabai merah	154
5.2.1. Karakteristik stomata tanaman cabai pada variasi air irigasi.....	157
5.2.2. Karakter pertumbuhan tanaman cabai merah pada perlakuan pemberian air irigasi	163
5.3 Pengamatan Budidaya cabai merah menggunakan cahaya artifisial	168
5.3.1. Iklim mikro dalam <i>growth chamber</i>	168
5.3.2. Karakteristik stomata tanaman cabai merah dalam <i>growth chamber</i>	173
5.3.3. Karakter pertumbuhan tanaman cabai merah.....	179
5.3.4. Fisiologi tanaman cabai merah	185
5.4. Penyusunan model matematika tanaman cabai merah	189
5.4.1. Penyusunan model dinamis karakteristik stomata cabai merah.....	195
5.5. Rekomendasi pengembangan <i>smart farming</i> untuk budidaya tanaman hortikultura	209
BAB VI. KESIMPULAN.....	212
6.1. Kesimpulan.....	212
6.2. Saran	214
DAFTAR PUSTAKA	215
LAMPIRAN.....	249

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Penelitian yang berkaitan dengan judul penelitian	15
Tabel 2. 1. Peranan panjang gelombang bagi tanaman (Baskara, 2012)	40
Tabel 3. 1. Landasan Ontologi, Epistemologi, dan Aksiologi	95
Tabel 5.1. Kondisi iklim mikro di area penelitian	127
Tabel 5. 2. Koefisien korelasi hubungan antar parameter iklim mikro.....	129
Tabel 5.3. Perhitungan kebutuhan volume air irigasi	132
Tabel 5. 4. Ukuran dan jumlah stomata cabai merah	139
Tabel 5. 5. Pengaruh luas porus stomata dengan iklim mikro	147
Tabel 5. 6. Hubungan luas porus stomata dengan iklim mikro yang direduksi	148
Tabel 5. 7. Pertumbuhan tanaman cabai pada kondisi alami pada 90 HST	149
Tabel 5. 8. Kebutuhan air irigasi pada tanaman cabai merah	154
Tabel 5. 9. Karakteristik stomata cabai merah pada variasi perlakuan air irigasi	157
Tabel 5. 10. Pertumbuhan tanaman cabai merah	163
Tabel 5. 11. Sebaran iklim mikro di dalam growth chamber.....	170
Tabel 5. 12. Hasil uji statistik karakteristik stomata pada variasi cahaya.....	178
Tabel 5. 13. Model ANN dengan output jumlah stomata	190
Tabel 5. 14. Model ANN dengan output indeks stomata	191
Tabel 5. 15. Model ANN dengan output kerapatan stomata.....	192
Tabel 5. 16. Model ANN dengan output luas porus stomata	194

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Proses Reaksi Terang dalam Menghasilkan ATP dan NADPH.....	31
Gambar 2. 2. Proses reaksi gelap	33
Gambar 2.3. Faktor eksternal yang mempengaruhi bukaan stomata	35
Gambar 2.4. Panjang gelombang dan energi dari berbagai spektrum elektromagnetik	38
Gambar 2.5. Panjang gelombang yang paling banyak diserap oleh tanaman	39
Gambar 2.6. Kenaikan kandungan CO ₂ dari tahun 2007-2021.....	43
Gambar 2.7. Bagian-bagian stomata	57
Gambar 2. 9. Backpropagation Network Architecture.....	64
Gambar 3. 1. Kerangka pikir penelitian	79
Gambar 3. 2. Mekanisme membuka dan menutupnya stomata pada sel penjaga	82
Gambar 3. 3. Hubungan intensitas cahaya dengan fotosintesis	86
Gambar 3.4. Sebaran panjang gelombang pada cahaya tampak	88
Gambar 4.1. Alat percobaan kisi difraksi.....	99
Gambar 4. 2. Bibit tanaman cabai merah setelah pindah tanam	101
Gambar 4. 3. Diagram alir penelitian tahap pertama	103
Gambar 4. 4. Mikroskop digital (a), dan bentuk penampang stomata tanaman cabai merah (b).....	106
Gambar 4. 5. Photosynthesis Analyzer Li-6400 (a), cara pengambilan sampel daun (b).....	108
Gambar 4. 6. Tingkat hubungan koefisien korelasi	109
Gambar 4. 7. Prosedur penelitian dinamika karakteristik stomata pada perlakuan stres air	110
Gambar 4. 8. Pemberian variasi air irigasi pada tanaman cabai	111
Gambar 4. 9. Diagram alir penelitian tahap ketiga	113

Gambar 4. 10. Blok diagram sistem kontrol pengamatan karakteristik stomata	114
Gambar 4. 11. Konsep dasar teknologi smart farming di dalam rumah tanaman	115
Gambar 4. 12. Arsitektur model jaringan syarat tiruan penelitian	119
Gambar 5.1. Rancangan penelitian tanaman cabai merah	126
Gambar 5. 2. Hubungan antar parameter iklim di area penelitian	130
Gambar 5.3. Perhitungan evapotranspirasi referensi harian (ET _o).....	133
Gambar 5.4. Kebutuhan air tanaman harian selama pertumbuhan	134
Gambar 5.5. Penampang stomata pada daun cabai merah dengan pembesaran 400 x	136
Gambar 5.6. Ilustrasi reaksi perubahan stomata pada pagi dan malam hari	137
Gambar 5.7. Stomata pada variasi waktu (a) pagi (b) siang (c) sore	138
Gambar 5. 8. Luas porus stomata tanaman cabai merah setiap jam	140
Gambar 5.9. Kerapatan stomata (a) dan indeks stomata (b) tanaman cabai merah pada variasi waktu	141
Gambar 5. 10. Hubungan stomata dengan iklim.....	143
Gambar 5.11. Struktur neural network pada pengujian karakteristik stomata	144
Gambar 5.12. Importance luas porus stomata (a), jumlah stomata (b), kerapatan stomata (c), dan indeks stomata (d) terhadap iklim.....	145
Gambar 5. 13. Tingkatan faktor yang berpengaruh terhadap produksi.....	150
Gambar 5. 14. Nilai koefisien korelasi hubungan jumlah stomata dengan produksi tanaman cabai merah (a) luas porus stomata dengan produksi tanaman caba merah (b)	151
Gambar 5. 15. Pemberian air irigasi selama periode penanaman	155
Gambar 5. 16. Stomata cabai merah pada perlakuan (a) T1, (b) T2, (c) T3	157
Gambar 5. 17. Tanaman cabai merah perlakuan T1 (a), T2 (b), dan T3 (c)	164
Gambar 5. 18. Sistem kontrol dan monitoring growth chamber.....	169
Gambar 5. 19. Tanaman cabai merah di bawah paparan cahaya artifisial	172

Gambar 5. 20. Karakteristik stomata tanaman cabai merah.....	173
Gambar 5. 21. Tinggi tanaman cabai merah	180
Gambar 5. 22. Pertumbuhan tanaman cabai merah pada perlakuan T1 (a) dan T9 (b)	181
Gambar 5. 23. Jumlah daun tanaman cabai merah.....	182
Gambar 5. 24. Jumlah bunga pada tanaman cabai merah	184
Gambar 5. 25. Parameter fisiologi tanaman cabai merah pada variasi cahaya	185
Gambar 5. 26. Pengukuran parameter fisiologi tanaman cabai merah	187
Gambar 5. 27. Causal loop diagram faktor dominan yang mempengaruhi stomata .	195
Gambar 5. 28. Pola dinamis intensitas cahaya.....	197
Gambar 5. 29. Simulasi dinamis intensitas dengan temperatur	198
Gambar 5. 30. Simulasi dinamis intensitas dengan kelembaban	199
Gambar 5. 31. Simulasi dinamis intensitas dengan luas porus stomata.....	200
Gambar 5. 32. Simulasi dinamis suhu dengan luas porus stomata	201
Gambar 5. 33. Pola perilaku dinamis model simulasi dan aktual intensitas cahaya .	202
Gambar 5. 34. Korelasi suhu dengan kelembaban udara	203
Gambar 5. 35. Simulasi dinamis suhu udara.....	204
Gambar 5. 36. Simulasi dinamis kelembaban udara	205
Gambar 5. 37. Simulasi dinamis luas porus stomata	206
Gambar 5. 38. Pemodelan dinamis stomata dengan variasi intensitas cahaya.....	207
Gambar 5. 39. Pemodelan dinamis stomata dengan variasi lama penyinaran	208
Gambar 5. 40. Keberlanjutan penelitian karakteristik stomata ditinjau dari aspek Teknik Pertanian dan Biosistem	210

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Regresi berganda hubungan stomata dengan iklim	249
Lampiran 2. Perhitungan nilai ETc	251
Lampiran 3. Hasil uji klorofil pada variasi cahaya artifisial	259
Lampiran 4. Hasil uji lampu.....	260
Lampiran 5. Hasil uji tanah.....	261
Lampiran 6. Model jaringan syaraf tiruan karakteristik stomata	262