

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
INTISARI .....	vi
ABSTRACT .....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Kakao .....	4
2.2 Klon Kakao di Indonesia .....	6
2.3 Ekofisiologi Tanaman Kakao .....	7
2.4 Pengaruh Cekaman Kekeringan terhadap Pertumbuhan dan Hasil.....	8
2.5 Mekanisme Tanaman dalam Menghadapi Cekaman Kekeringan .....	11
2.6 Interaksi Batang Atas dan Batang Bawah .....	15
2.7 Hipotesis.....	17
BAB III. METODE PENELITIAN .....	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Bahan dan Alat.....	19
3.3 Rancangan Penelitian .....	19
3.4 Tata Pelaksanaan Penelitian .....	20
3.5 Variabel pengamatan .....	22
3.6 Analisis Data .....	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1 Kondisi Iklim Mikro Penelitian .....	33
4.2 Kondisi Tanah .....	34
4.3 Kadar Lemas Tanah.....	35
4.4 Kondisi Batang Bawah, Batang Atas, dan Sambungan Bibit Kakao .....	37
4.5 Bobot Kering, Indeks Cekaman dan Indeks Sensitivitas Tanaman .....	41
4.6 Perubahan Biokimiawi Bibit Tanaman Kakao .....	43
4.7 Perubahan Fisiologis Bibit Tanaman Kakao .....	49
4.8 Perubahan Morfologi dan Anatomi Bibit Tanaman Kakao .....	53
4.9 Komponen Pertumbuhan dan Analisis Pertumbuhan Tanaman.....	70
4.10 Pembahasan Umum .....	80
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	96
5.1 Kesimpulan.....	96
5.2 Saran .....	96

DAFTAR PUSTAKA .....	97
LAMPIRAN .....	112

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Kondisi Lingkungan Penelitian .....	33
Tabel 4. 2	Sifat Tanah untuk Penelitian Bibit Tanaman Kakao.....	34
Tabel 4. 3	Kadar Lengas Tanah (%) Sebelum Siram Selama Periode Penelitian .....	36
Tabel 4. 4	Kadar Lengas Tanah (%) Setelah Siram Selama Periode Penelitian .....	36
Tabel 4. 5	Tinggi Bibit (cm) Semaian Klon Scavina 6 sebagai Batang Bawah Sebelum Sambung .....	38
Tabel 4. 6	Diameter Batang (mm) Bibit Semaian Klon Scavina 6 sebagai Batang Bawah Sebelum Sambung .....	38
Tabel 4. 7	Jumlah Daun Bibit Semaian Klon Scavina 6 sebagai Batang Bawah Sebelum Sambung .....	38
Tabel 4. 8	Bobot Kering (gram) Bibit Semaian Klon Scavina 6 sebagai Batang Bawah Sebelum Sambung .....	39
Tabel 4. 9	Diameter Batang Atas/Entres (mm) Pada Beberapa Klon Sebelum Sambung.....	39
Tabel 4. 10	Bobot Kering Batang Atas/Entres (gram) Pada Beberapa Klon Sebelum Sambung .....	40
Tabel 4. 11	Persentase Keberhasilan Sambung Batang Bawah dan Batang Atas .....	41
Tabel 4. 12	Bobot Kering (g) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	42
Tabel 4. 13	Indeks Sensitivitas dan Indeks Toleransi Cekaman Pada Bibit Sambung kakao dengan Klon Batang Atas yang Berbeda.....	43
Tabel 4.14	Aktivitas Nitrat Reduktase ( $\mu\text{mol NO}_2^- \cdot \text{gram} \cdot \text{jam}^{-1}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	43
Tabel 4.15	Kandungan Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil Total ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	44
Tabel 4.16	Kandungan Hidrogen Peroksida (ppm) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	45
Tabel 4.17	Aktivitas Superoksida Dismutase ( $\text{unit} \cdot \text{mg}^{-1} \text{ protein}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	46
Tabel 4.18	Kandungan Asam Askorbat ( $\text{mg AA} \cdot \text{g}^{-1}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	47
Tabel 4.19	Kandungan Fenolik Total ( $\text{mg GAE} \cdot \text{g}^{-1}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	48
Tabel 4.20	Kandungan Prolin Daun ( $\mu\text{mol} \cdot \text{prolin} \cdot \text{gram}^{-1}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	48
Tabel 4.21	Konduktansi Stomata ( $\text{mmol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	49
Tabel 4.22	Kandungan $\text{CO}_2$ ( $\text{mmol CO}_2$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	50
Tabel 4.23	Laju Fotosintesis ( $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	51
Tabel 4.24	Laju Transpirasi ( $\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	52

Tabel 4.25	Suhu Daun ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	52
Tabel 4.26	Kandungan Air Nisbi (%) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	53
Tabel 4. 27	Sudut Daun ( $^{\circ}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	55
Tabel 4. 28	Kerapatan Stomata (stomata.(mm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	56
Tabel 4. 29	Lebar Buka-an Stomata ( $\mu\text{m}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	57
Tabel 4. 30	Ketebalan Mesofil ( $\mu\text{m}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	58
Tabel 4. 31	Ketebalan Epidermis Adaxial dan Abaxial ( $\mu\text{m}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	59
Tabel 4. 32	Kerapatan Pembuluh Xylem pada Sambungan (xylem.(mm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	61
Tabel 4. 33	Diameter Pembuluh Xylem pada Sambungan ( $\mu\text{m}$ ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	62
Tabel 4. 34	Rasio Akar/Tajuk pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	64
Tabel 4. 35	Diameter Akar (mm) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	65
Tabel 4. 36	Panjang Akar (cm) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	66
Tabel 4. 37	Luas Permukaan Akar (cm <sup>2</sup> ) Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	67
Tabel 4. 38	Volume Akar (cm <sup>3</sup> ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	68
Tabel 4. 39	Dimensi Fraktal pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	69
Tabel 4.40	Tinggi Tanaman (cm) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	70
Tabel 4.41	Diameter Batang Tanaman (mm) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	71
Tabel 4. 42	Jumlah Daun (helai) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	73
Tabel 4. 43	Luas Daun (cm <sup>2</sup> ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	75
Tabel 4. 44	Luas per daun (cm <sup>2</sup> ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	76
Tabel 4. 45	Tebal Daun (mm) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	76
Tabel 4. 46	Laju Asimilasi bersih (g.dm <sup>2</sup> .minggu <sup>-1</sup> ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman .....	77
Tabel 4. 47	Laju Pertumbuhan Nisbi (g.g.minggu <sup>-1</sup> ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	78
Tabel 4. 48	Bobot daun khas (g.(cm <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ) pada Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman.....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hubungan antara Diameter Batang dan Bobot Kering terhadap Batang Bawah Sebelum Sambung .....	38
Gambar 2. Hubungan antara Diameter dan Bobot Kering terhadap Batang Atas Sebelum Sambung .....	40
Gambar 3. Keragaan Stomata Daun Bibit sambung dengan beberapa klon batang atas kakao pada interval penyiraman. (A) Klon ICS 60 Frekuensi Siram 2 Hari; (B) Klon Sulawesi 1 Frekuensi Siram 2 Hari; (C) Klon KW 641 Frekuensi Siram 2 Hari; (D) Klon ICS 60 Frekuensi Siram 5 Hari; (E) Klon Sulawesi 1 Frekuensi Siram 5 Hari; (F) Klon KW 641 Frekuensi Siram 5 Hari; (G) Klon ICS 60 Frekuensi Siram 8 Hari; (H) Klon Sulawesi 1 Frekuensi Siram 8 Hari; (I) Klon KW 641 Frekuensi Siram 8 Hari. ....	57
Gambar 4. Keragaan Sel Daun Bibit sambung dengan beberapa klon batang atas kakao pada interval penyiraman. (A) Klon Sulawesi 1 Siram 2 Hari; (B) Klon KW 641 Siram 2 Hari; (C) Klon ICS 60 Siram 2 Hari; (D) Klon Sulawesi 1 Frekuensi Siram 5 Hari; (E) Klon KW 641 Siram 5 Hari; (F) Klon ICS 60 Siram 5 Hari; (G) Klon Sulawesi 1 Siram 8 Hari; (H) Klon KW641 Siram 8 Hari; (I) Klon ICS 60 Siram 8 Hari.....	60
Gambar 5. Keragaan Xylem pada Sambungan dengan beberapa klon batang atas kakao pada interval penyiraman. (A) Klon Sulawesi 1 Siram 2 Hari; (B) Klon KW 641 Siram 2 Hari; (C) Klon ICS 60 Siram 2 Hari; (D) Klon Sulawesi 1 Frekuensi Siram 5 Hari; (E) Klon KW 641 Siram 5 Hari; (F) Klon ICS 60 Siram 5 Hari; (G) Klon Sulawesi 1 Siram 8 Hari; (H) Klon KW641 Siram 8 Hari; (I) Klon ICS 60 Siram 8 Hari.....	63
Gambar 6. Hubungan antara interval siram dengan Kadar Lemas Tanah.....	81
Gambar 7. Hubungan antara interval siram dengan Bobot Kering pada klon KW 641 ( $Y = -3,051\ln(X) + 26,299$ ; $R^2 = 0,44$ ), Sulawesi 1 ( $Y = -3,395\ln(X) + 27,258$ ; $R^2 = 0,58$ ); dan ICS 60 ( $Y = -8,587\ln(X) + 30,59$ ; $R^2 = 0,8508$ ).....	82
Gambar 8. Hubungan antara Kadar Lemas Tanah dengan Bobot Kering Bibit Kakao Sambung ( $Y = 0,3742 X - 2,779$ ; $R^2 = 0,62$ ) .....	83
Gambar 9. Hubungan antara Kandungan Air Nisbi dengan Bobot Kering pada Bibit Kakao Sambung ( $Y = 0,3727 X - 8,4456$ ; $R^2 = 0,59$ ).....	83
Gambar 10. Hubungan antara Laju Fotosintesis dengan Bobot Kering .....	84
Gambar 11. Hubungan antara Kandungan Hidrogen Peroksida ( $H_2O_2$ ) dengan Kandungan Klorofil ( $Y = -1,3431 X + 54,36$ ; $R^2 = 0,53$ ) .....	86
Gambar 12. Hubungan antara Sudut Daun terhadap Laju Transpirasi .....	89
Gambar 13. Hubungan antara Kandungan Air Relatif terhadap Sudut Daun .....	89
Gambar 14. Analisis Komponen Utama Perlakuan Beberapa Klon Batang Atas dan Interval Penyiraman terhadap Sifat Morfologi, Fisiologi, dan Biokimia Bibit Kakao .....	92
Gambar 15. Diagram Alir Proses Cekaman Kekeringan dan Mekanisme Toleransi Klon Kakao terhadap Cekaman .....	95

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Performa Bibit Kakao dengan Interval Penyiraman yang Berbeda; (A) Klon ICS 60; (B) Klon KW 641; (C) Klon Sulawesi 1 .....	112
Lampiran 2.	Tata Letak Penelitian.....	113
Lampiran 3.	Jadwal Kegiatan .....	114
Lampiran 4.	Karakterisasi Klon Kakao ICS 60 .....	115
Lampiran 5.	Karakter Klon Kakao Sulawesi 1 .....	116
Lampiran 6.	Anova Klorofil A .....	118
Lampiran 7.	Anova ANR .....	118
Lampiran 8.	Anova Prolin .....	118
Lampiran 9.	Anova Superoksida Dismutase .....	118
Lampiran 10.	Anova Fenolik Total .....	119
Lampiran 11.	Anova H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	119
Lampiran 12.	Anova Laju Fotosintesis .....	119
Lampiran 13.	Anova Konduktansi Stomata .....	119
Lampiran 14.	Anova Intercellular CO <sub>2</sub> .....	119
Lampiran 15.	Anova Transpirasi.....	119
Lampiran 16.	Anova Suhu Daun .....	120
Lampiran 17.	Anova KAN .....	120
Lampiran 18.	Anova R/S Rasio .....	120
Lampiran 19.	Anova Laju Asimilasi Bersih .....	120
Lampiran 20.	Anova Luas Daun .....	120
Lampiran 21.	Anova LPN.....	120
Lampiran 22.	Anova Fraktal .....	121
Lampiran 23.	Anova Panjang Akar.....	121
Lampiran 24.	Anova Luas Akar .....	121
Lampiran 25.	Anova Diameter Akar .....	121
Lampiran 26.	Anova Volume Akar.....	121
Lampiran 27.	Anova Bobot Daun Khas .....	121
Lampiran 28.	Anova Tinggi Tanaman .....	122
Lampiran 29.	Anova Diameter Batang .....	122
Lampiran 30.	Anova Jumlah Daun .....	122
Lampiran 31.	Anova Sudut Daun .....	122
Lampiran 32.	Anova Tebal Daun.....	122
Lampiran 33.	Anova Lebar Bukaan Stomata .....	122
Lampiran 34.	Anova Kerapatan Stomata .....	123
Lampiran 35.	Anova Tebal Epidermis Adaxial .....	123
Lampiran 36.	Anova Tebal Epidermis Abaxial .....	123
Lampiran 37.	Anova Tebal Mesofil .....	123
Lampiran 38.	Anova Diameter Xilem.....	123
Lampiran 39.	Anova Kerapatan Xilem.....	123
Lampiran 40.	Eigenvalue PCA .....	124
Lampiran 41.	Korelasi Antar Variabel.....	124