

DAFTAR ISI

PENGARUH GIBERELIN TERHADAP PEMBENTUKAN KAYU TARIK PADA SEMAI GAHARU (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke).....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
INTISARI.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tanaman Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke).....	5
2.1.1. Taksonomi & Deskripsi Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke)	6
2.1.2. Sifat Anatomi Gaharu.....	8
2.2. Sel Penyusun Kayu.....	9
2.2.1. Sel Penyusun Kayu Keras.....	10
2.2.1.1. Sel Serabut	10
2.2.1.2. Sel Pembuluh	11
2.2.1.3. Parenkim	12
2.2.1.3.1. Parenkim longitudinal.....	13
2.2.1.3.2. Parenkim jari-jari	13
2.2.1.4. <i>Interxylary Phloem</i>	14

2.3. Kayu Reaksi	16
2.3.1. Kayu Tarik	18
2.3.2. Kayu <i>Opposite</i>	22
2.4. Sudut Kemiringan.....	23
2.5. Hormon Tumbuhan	24
2.5.1. Giberelin	25
2.5.2. Uniconazole-P.....	28
BAB II HIPOTESIS DAN RANCANGAN PERCOBAAN	32
3.1. Hipotesis Penelitian	32
3.2. Rancangan Penelitian	32
3.3. Parameter Penelitian.....	34
3.4. Analisis Hasil Data	35
BAB IV BAHAN DAN METODOLOGI PENELITIAN	37
4.1. Waktu & Lokasi Penelitian	37
4.2. Bahan & Alat Penelitian.....	37
4.2.1. Penelitian di Lapangan.....	37
4.2.2. Penelitian di Laboratorium	39
4.3. Prosedur Penelitian.....	40
4.3.1. Penelitian di Lapangan.....	40
4.3.2. Penelitian di Laboratorium	44
BAB V HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS.....	48
5.1. Derajat Pemulihan Batang (<i>Stem Recovery Degree</i>).....	48
5.2. Lebar Zona Kayu Tarik	51
5.3. Tebal Lapisan Gelatin (<i>G-layer</i>)	56
5.4. Perubahan Karakteristik Anatomi Kayu.....	56
5.4.1. Sel Serabut	57
5.4.1.1. Panjang Sel Serabut	57
5.4.1.2. Diameter Sel Serabut	61
5.4.1.3. Tebal Dinding Sel Serabut.....	65
5.4.2. Sel Pembuluh	69
5.4.2.1. Diameter Sel Pembuluh	69

5.4.2.2. Frekuensi Sel Pembuluh	74
5.4.3. Sel Jari-Jari	79
5.4.3.1. Tinggi Sel Jari-Jari.....	79
5.4.3.2. Frekuensi Jari-Jari.....	84
5.4.4. <i>Interxylary Phloem</i>	87
5.4.4.1. Proporsi <i>Interxylary Phloem</i>	87
5.4.4.2. Frekuensi <i>Interxylary Phloem</i>	92
BAB VI PEMBAHASAN.....	96
6.1. Derajat Pemulihan Batang (<i>Stem Recovery Degree</i>).....	96
6.2. Lebar Zona Kayu Tarik (<i>Width of Tension Wood Zone</i>).....	98
6.3. Tebal Lapisan Gelatin (<i>G-layer</i>)	100
6.4. Anatomi Sel Penyusun Kayu Keras	102
6.4.1. Sel Serabut	102
6.4.1.1. Panjang Sel Serabut	102
6.4.1.2. Diameter Sel Serabut	104
6.4.1.3. Tebal Dinding Sel Serabut.....	106
6.4.2. Sel Pembuluh	108
6.4.2.1. Diameter Sel Pembuluh	108
6.4.2.2. Frekuensi Sel Pembuluh	110
6.4.3. Sel Jari-Jari	112
6.4.3.1. Tinggi Sel Jari-Jari.....	112
6.4.3.3. Frekuensi Sel Jari-Jari.....	114
6.4.4. <i>Interxylary Phloem</i>	114
6.4.4.1. Proporsi <i>Interxylary Phloem</i>	116
6.4.4.2. Frekuensi <i>Interxylary Phloem</i>	118
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	121
7.1. Kesimpulan.....	121
7.2. Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN.....	131

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Rancangan penelitian kayu tarik semai gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke) di lapangan	33
Tabel 3.2. Rancangan penelitian kayu tarik semai gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke) di laboratorium	33
Tabel 3.3. Analisis varians satu-arah (<i>one-way</i> ANOVA).....	35
Tabel 3.4. Analisis varians dua-arah (<i>two-way</i> ANOVA)	35
Tabel 5.1. Besar rata-rata kenaikan sudut ($^{\circ}$) kemiringan batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) pada masing-masing perlakuan selama 30 hari pengamatan.....	49
Tabel 5.2. Besar rata-rata akumulasi kenaikan sudut ($^{\circ}$) kemiringan batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) pada masing-masing perlakuan selama 30 hari pengamatan.....	49
Tabel 5.3. Rata-rata lebar zona kayu tarik semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan	54
Tabel 5.4. Hasil analisis keragaman lebar zona kayu tarik pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan	54
Tabel 5.5. Hasil analisis keragaman lebar zona kayu tarik pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 30 hari pengamatan	54
Tabel 5.6. Rata-rata panjang sel serabut pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) dari masing-masing perlakuan selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan.....	58
Tabel 5.7. Hasil analisis keragaman panjang sel serabut pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan	59
Tabel 5.8. Hasil analisis keragaman panjang sel serabut pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 30 hari pengamatan	59
Tabel 5.9. Rata-rata diameter sel serabut pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) dari masing-masing perlakuan selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan.....	62
Tabel 5.10. Hasil analisis keragaman diameter sel serabut pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan.....	62

Tabel 5.11. Hasil analisis keragaman diameter sel serabut pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 30 hari pengamatan.....	63
Tabel 5.12. Rata-rata tebal dinding sel serabut pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) dari masing-masing perlakuan selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan.....	66
Tabel 5.13. Hasil analisis keragaman tebal dinding sel serabut pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan.....	67
Tabel 5.14. Hasil analisis keragaman tebal dinding sel serabut pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 30 hari pengamatan.....	67
Tabel 5.15. Rata-rata diameter sel pembuluh pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) dari masing-masing perlakuan selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan.....	70
Tabel 5.16. Hasil analisis keragaman diameter sel pembuluh pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan.....	70
Tabel 5.17. Hasil analisis keragaman diameter sel pembuluh pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 30 hari pengamatan.....	71
Tabel 5.18. Rata-rata frekuensi sel pembuluh pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) dari masing-masing perlakuan selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan.....	75
Tabel 5.19. Hasil analisis keragaman frekuensi sel pembuluh pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan.....	75
Tabel 5.20. Hasil analisis keragaman frekuensi sel pembuluh pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 30 hari pengamatan.....	76
Tabel 5.21. Rata-rata tinggi sel jari-jari pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) dari masing-masing perlakuan selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan.....	80
Tabel 5.22. Hasil analisis keragaman tinggi sel jari-jari pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan	80
Tabel 5.23. Hasil analisis keragaman tinggi sel jari-jari pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 30 hari pengamatan.....	81

Tabel 5.24. Rata-rata frekuensi sel jari-jari pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) dari masing-masing perlakuan selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan.....	85
Tabel 5.25. Hasil analisis keragaman frekuensi sel jari-jari pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan.....	85
Tabel 5.26. Hasil analisis keragaman frekuensi sel jari-jari pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 30 hari pengamatan.....	86
Tabel 5.27. Rata-rata proporsi <i>interxylary phloem</i> pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) dari masing-masing perlakuan selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan.....	88
Tabel 5.28. Hasil analisis keragaman proporsi <i>interxylary phloem</i> pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan	88
Tabel 5.29. Hasil analisis keragaman proporsi <i>interxylary phloem</i> pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 30 hari pengamatan	89
Tabel 5.30. Rata-rata frekuensi <i>interxylary phloem</i> pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) dari masing-masing perlakuan selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan.....	93
Tabel 5.31. Hasil analisis keragaman frekuensi <i>interxylary phloem</i> pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 15 hari pengamatan	93
Tabel 5.32. Hasil analisis keragaman frekuensi <i>interxylary phloem</i> pada batang semai gaharu (<i>G.versteegii</i>) selama 30 hari pengamatan	94

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 4.1. Bahan yang digunakan untuk perlakuan hormonal. (A) Hormon Giberelin. (B) Uniconazole-p.....38
- Gambar 4.2. Tahap persiapan semai Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke). (A) Perawatan semai selama 2 minggu di lapangan. (B) Persiapan semai untuk perlakuan hormonal....41
- Gambar 4.3. (A) Penyuntikan hormon giberelin pada salah satu sampel pengamatan dari perlakuan hormonal (sudut 45°). (B) Salah satu sampel pengamatan dari perlakuan normal (sudut 0°) yang tidak diberi perlakuan apapun. (C) Pengaturan sudut kemiringan batang 45° pada sampel dengan perlakuan hormonal..... 42
- Gambar 4.4. (A) Pengukuran derajat pemulihan batang setiap 3 hari sekali pada salah satu semai Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) dengan perlakuan hormonal (sudut 45°).....43
- Gambar 4.5. (A) Pengukuran panjang sampel sebelum diambil. (B) Pengambilan sampel melalui pengirisan. (C) Contoh sampel yang telah diiris. (D) Sampel yang telah dimasukkan kedalam larutan *glutaraldehyde* 4%..... 44
- Gambar 4.6. (A) Proses pembuatan preparat irisan dengan mikrotom (B) Proses maserasi45
- Gambar 4.7. (A) *Software Image pro Plus* ver. 4 yang digunakan untuk pengamatan dan pengukuran pada gambar mikroskopis anatomi kayu. Gambar bintang berwarna hitam menunjukkan bagian kayu tarik. (B) Preparat irisan melintang kayu dari alat mikrotom dan (C) Preparat maserasi serat kayu setelah difoto melalui mikroskop Olympus BX51 46
- Gambar 5.1. Perbandingan sudut pemulihan batang pada semai gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) dari perlakuan kontrol (air suling), giberelin, dan uniconazole-P setelah dimiringkan dengan sudut kemiringan batang 45° pada hari ke-0 hingga hari ke-30..... 48

- Gambar 5.2. Grafik derajat pemulihan batang semai gaharu (*G.versteegii*) dari sudut kemiringan batang 45° pada masing-masing perlakuan selama 30 hari pengamatan. Gambar A adalah kenaikan sudut kemiringan batang per 3 hari pengamatan. Gambar B adalah perubahan posisi pemulihan batang per 3 hari pengamatan.....50
- Gambar 5.3. Kenampakan pada irisan penampang melintang batang semai gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) dari sudut kemiringan batang 45° selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan melalui mikroskop Olympus BX5 setelah diwarnai dengan pewarna safranin 1% dan *astra blue* 1%. Gambar bintang berwarna hitam menunjukkan zona kayu tarik.....52
- Gambar 5.4. Grafik pola keragaman lebar zona kayu tarik yang dipengaruhi oleh faktor perlakuan hormonal.....55
- Gambar 5.5. Penampang irisan melintang batang semai gaharu (*G. versteegii*) dari perlakuan (A) giberelin, (B) kontrol, dan (C) uniconazole-P selama 30 hari pengamatan yang menunjukkan tidak ditemukannya lapisan gelatin (*g-layer*).....56
- Gambar 5.6. Panjang sel serabut pada batang semai gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) dari perlakuan normal (sudut 0°) dan perlakuan hormonal (sudut 45°) selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan..... 57
- Gambar 5.7. Grafik pola keragaman panjang sel serabut yang dipengaruhi oleh faktor perlakuan hormonal..... 60
- Gambar 5.8. Penampang transversal batang semai gaharu (*Gyrinops* sp.) dari salah satu sampel pengamatan pada skala 50 μ m. Garis kuning menunjukkan diameter sel serabut.....61
- Gambar 5.9. Grafik pola keragaman diameter sel serabut yang dipengaruhi oleh faktor perlakuan hormonal63
- Gambar 5.10. Tebal dinding sel serabut pada batang semai gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) dari perlakuan normal (sudut 0°) dan

perlakuan hormonal (sudut 45°) selama 15 hari pengamatan dan 30 hari pengamatan.....	65
Gambar 5.11. Grafik pola keragaman tebal dinding sel serabut yang dipengaruhi oleh faktor perlakuan hormonal.....	68
Gambar 5.12. Penampang transversal batang semai gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke) dari salah satu sampel pengamatan pada skala 50 µm. Tanda panah kuning menunjukkan diameter sel pembuluh....	69
Gambar 5.13. Grafik pola keragaman diameter sel pembuluh yang dipengaruhi oleh faktor perlakuan hormonal.....	72
Gambar 5.14. Grafik pola keragaman diameter sel pembuluh akibat interaksi antara perlakuan hormonal dan bagian kayu.....	73
Gambar 5.15. Penampang transversal batang semai gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke) dari salah satu sampel pengamatan pada skala 500 µm. Tanda panah kuning menunjukkan frekuensi sel pembuluh...	75
Gambar 5.16. Grafik pola keragaman frekuensi sel pembuluh akibat interaksi antara perlakuan hormonal dan bagian kayu.....	77
Gambar 5.17. Grafik pola keragaman frekuensi sel pembuluh yang dipengaruhi oleh faktor perlakuan hormonal.....	78
Gambar 5.18. Penampang tangensial batang semai gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke) dari salah satu sampel pengamatan pada skala 500 µm. Tanda panah kuning menunjukkan tinggi sel jari-jari.....	79
Gambar 5.19. Grafik pola keragaman tinggi sel jari-jari akibat interaksi antara perlakuan hormonal dan bagian kayu.....	82
Gambar 5.20. Grafik pola keragaman tinggi sel jari-jari akibat interaksi antara perlakuan hormonal dan bagian kayu.....	83
Gambar 5.21. Penampang tangensial batang semai gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke) dari salah satu sampel pengamatan pada skala 500 µm. Garis kuning menunjukkan frekuensi sel jari-jari.....	85
Gambar 5.22. Penampang transversal batang semai gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke) dari salah satu sampel pengamatan pada skala 500 µm. Garis kuning menunjukkan proporsi <i>interxylary phloem</i>	87

Gambar 5.23. Grafik pola keragaman proporsi <i>interxylary phloem</i> yang dipengaruhi oleh faktor perlakuan hormonal.	90
Gambar 5.24. Grafik pola keragaman proporsi <i>interxylary phloem</i> akibat interaksi antara perlakuan hormonal dan bagian kayu.....	90
Gambar 5.25. Penampang transversal batang semai gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg.) Domke) dari salah satu sampel pengamatan pada skala 500 μm . Tanda panah kuning menunjukkan frekuensi <i>interxylary phloem</i>	92
Gambar 5.26. Grafik pola keragaman frekuensi <i>interxylary phloem</i> yang dipengaruhi oleh faktor perlakuan hormonal.....	95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perubahan Posisi Pemulihan Batang Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45°	132
Lampiran 2. Besar Kenaikan Sudut Batang Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45°	133
Lampiran 3. Lebar Zona Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45°	134
Lampiran 4. Panjang Serat Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 15 Hari Pengamatan.....	135
Lampiran 5. Panjang Serat Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 30 Hari Pengamatan.....	136
Lampiran 6. Diameter Serat Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 15 Hari Pengamatan.....	137
Lampiran 7. Diameter Serat Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° 30 Hari Pengamatan	138
Lampiran 8. Tebal Dinding Serat Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 15 Hari Pengamatan.....	139
Lampiran 9. Tebal Dinding Serat Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 30 Hari Pengamatan.....	140
Lampiran 10. Diameter dan Frekuensi Pembuluh Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 15 Hari Pengamatan	141
Lampiran 11. Diameter dan Frekuensi Pembuluh Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 30 Hari Pengamatan	142
Lampiran 12. Tinggi dan Frekuensi Jari-Jari Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 15 Hari Pengamatan.....	143

Lampiran 13. Tinggi dan Frekuensi Jari-Jari Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 30 Hari Pengamatan.....	144
Lampiran 14. Proporsi dan Frekuensi <i>Interxylary Phloem</i> Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 15 Hari	145
Lampiran 15. Proporsi dan Frekuensi <i>Interxylary Phloem</i> Kayu Tarik Semai Gaharu (<i>Gyrinops versteegii</i>) Dari Sudut Kemiringan Batang 45° Selama 30 Hari	146