

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
Daftar Isi	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
INTISARI	1
ABSTRACT	2
I. PENDAHULUAN	3
I.1 Latar Belakang	3
I.2 Permasalahan	9
I.3 Tujuan Penelitian	9
I.4 Manfaat Penelitian	9
I.5 Keaslian Penelitian	10
I.6 Kebaharuan Penelitian	11
II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	12
II.1 Tinjauan Pustaka	12
II.1.1 Jagung	12
II.1.2 Penyakit hawar pelepah	15
II.1.2.1 Arti penting penyakit hawar pelepah	15
II.1.2.2 Penyebab penyakit	16
II.1.2.3 Gejala penyakit hawar pelepah	19
II.1.2.4 Bioekologi penyebab penyakit hawar pelepah	20
II.1.2.5 Keragaman genetik penyebab penyakit hawar pelepah	24
II.1.3 Pengendalian penyakit hawar pelepah jagung	27
II.2 Landasan Teori	31
II.3 Hipotesis	34
II.4 Alur Pikiran	34
III. METODE PENELITIAN	36
III.1 Bahan dan Alat	36
III.1.1 Bahan penelitian	36
III.1.2 Alat Penelitian :	36
III.2 Waktu dan Tempat Penelitian	37
III.3 Prosedur Penelitian	37
III.3.1 Koleksi, isolasi, karakterisasi, dan keragaman genetik <i>R. solani</i>	37
III.3.1.1 Koleksi dan isolasi <i>R. solani</i>	37
III.3.1.2 Karakterisasi <i>R. solani</i>	38
a. Keragaman koloni <i>R. solani</i>	38
b. Keragaman morfologi <i>R. solani</i>	39
III.3.1.3 Keragaman genetik <i>R. solani</i>	41
a. Ekstraksi DNA	41
b. Amplifikasi DNA dengan Reaksi <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR) dengan primer spesifik AG1-IA (Rs1F dan Rs2R)	41
c. Amplifikasi DNA dengan Reaksi <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR) dengan penanda SSR (<i>Simple Sequence Repeats</i>)	42
III.3.2 Bioekologi <i>R. solani</i>	43
III.3.2.1 Uji Patogenisitas	43

III.3.2.2 Uji kisaran inang.....	45
III.3.2.3 Pertumbuhan vegetatif	47
a. Pengujian pengaruh suhu	48
b. Pengujian pengaruh pH	48
c. Pengujian pengaruh cahaya	48
III.3.3 Uji antagonisme antara isolat <i>T. asperellum</i> dengan <i>R. solani</i> secara <i>in vitro</i> dan uji efektivitas <i>T. asperellum</i> terhadap <i>R. solani</i> di rumah kaca	49
III.3.3.1 Uji antagonisme isolat <i>T. asperellum</i> terhadap <i>R. solani</i> secara <i>in vitro</i>	49
III.3.3.2 Uji aktivitas enzim ekstraseluler (kitinase dan β -1,3-glukanase) isolat <i>T. asperellum</i>	51
a. Aktivitas kitinase	51
b. Uji aktivitas β -1,3-glukanase.....	52
III.3.3.3 Uji efektivitas isolat <i>T. asperellum</i> terhadap <i>R. solani</i> di rumah kaca	52
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	55
IV.1 Koleksi, Isolasi, Karakterisasi, dan Keragaman Genetik <i>R. solani</i>	55
IV.1.1 Koleksi dan isolasi <i>R. solani</i>	55
IV.1.2 Karakterisasasi <i>R. solani</i>	58
IV.1.2.1 Keragaman koloni <i>R. solani</i>	58
IV.1.2.2 Keragaman morfologi <i>R. solani</i>	65
a. Ukuran hifa <i>R. solani</i>	65
b. Karakteristik sklerosium <i>R. solani</i>	68
IV.1.3 Keragaman genetik <i>R. solani</i>	77
IV.1.3.1 Identifikasi molekuler dengan primer spesifik AG1-IA (Rs1F dan Rs2R)	77
IV.1.3.2 Amplifikasi DNA dengan Reaksi Polymerase Chain Reaction (PCR) dengan penanda SSR (<i>Simple Sequence Repeats</i>).....	79
IV.2 Bioekologi <i>R. solani</i>	85
IV.2.1 Uji patogenesis.....	85
IV.2.2 Kisaran inang	89
IV.2.3 Pertumbuhan vegetatif	94
IV.2.3.1 Pengujian pengaruh suhu	94
IV.2.3.2 Pengaruh pH	98
IV.2.3.3 Pengaruh cahaya	101
IV.3 Antagonisme antara isolat <i>T. asperellum</i> terhadap <i>R. solani</i> secara <i>in vitro</i> dan efektivitas <i>T. asperellum</i> terhadap <i>R. solani</i> di rumah kaca.....	104
IV.3.1 Antagonisme antara <i>T. asperellum</i> dengan <i>R. solani</i> secara <i>in vitro</i>	104
IV.3.2 Aktivitas enzim ekstraseluler (kitinase dan β -1,3-glukanase) isolat <i>T. asperellum</i>	113
IV.3.3 Efektivitas Pengendalian <i>R. solani</i> dengan <i>T. asperellum</i> di rumah kaca	117
V. KESIMPULAN DAN SARAN	129
V.1 Kesimpulan	129
V.2 Saran	130
RINGKASAN	131
SUMMARY	135
DAFTAR PUSTAKA	139

DAFTAR TABEL

Tabel II.1.	Luas area panen, produksi, dan produktivitas jagung Indonesia 2014-2018	15
Tabel II.2.	Perkembangan ekspor dan impor jagung Indonesia 2014–2018 ...	15
Tabel III.1.	Primer yang digunakan dalam PCR-SSR (Zala <i>et al.</i> , 2008)	43
Tabel III.2.	Uji kisaran inang <i>R. solani</i>	45
Tabel III.3.	Perlakuan pengujian pengaruh cahaya terhadap <i>R. solani</i>	49
Tabel III.4.	Daftar koleksi isolat <i>T. asperellum</i>	50
Tabel III.5.	Skala antagonistik isolat <i>T. asperellum</i>	50
Tabel III.6.	Skoring aktivitas kitinase dan β -1,3-glukanase isolat <i>T. asperellum</i>	52
Tabel III.7.	Perlakuan uji efektivitas <i>T. asperellum</i> terhadap <i>R. solani</i> di rumah kaca.....	53
Tabel IV.1.	Koleksi <i>Rhizoctonia solani</i> isolat jagung dan padi di Indonesia....	56
Tabel IV.2.	Karakteristik kultur isolat <i>Rhizoctonia solani</i> pada medium PDA	62
Tabel IV.3.	Diameter dan laju pertumbuhan koloni isolat <i>Rhizoctonia solani</i> ...	64
Tabel IV.4.	Lebar hifa isolat <i>Rhizoctonia solani</i>	66
Tabel IV.5.	Karakteristik sklerosium isolat <i>Rhizoctonia solani</i> pada medium PDA	72
Tabel IV.6.	Distribusi pengelompokan 43 isolat <i>Rhizoctonia solani</i> berdasarkan karakteristik kultur dan morfologi.....	75
Tabel IV.7.	Patogenisitas isolat <i>Rhizoctonia solani</i> pada jagung manis	86
Tabel IV.8.	Patogenisitas isolat <i>Rhizoctonia solani</i> pada 4 jenis tanaman inang.	90
Tabel IV.9.	Pengaruh variasi suhu terhadap laju pertumbuhan koloni dan pembentukan sklerosium isolat <i>Rhizoctonia solani</i>	97
Tabel IV.10.	Pengaruh variasi pH terhadap laju pertumbuhan koloni dan pembentukan sklerosium isolat <i>Rhizoctonia solani</i>	100
Tabel IV.11.	Pengaruh variasi cahaya terhadap laju pertumbuhan miselium dan pembentukan sklerosium isolat <i>Rhizoctonia solani</i>	102
Tabel IV.12.	Persentase penghambatan isolat <i>Trichoderma asperellum</i> terhadap isolat <i>Rhizoctonia solani</i> secara <i>in vitro</i>	105
Tabel IV.13.	Skala aktivitas antagonisme antara <i>Trichoderma asperellum</i> dengan isolat <i>Rhizoctonia solani</i> pada hari ketujuh setelah inkubasi	109
Tabel IV.14.	Aktivitas kitinase dan β -1,3-glukanase isolat <i>Trichoderma asperellum</i>	113
Tabel IV.15.	Total nilai berdasarkan aktivitas enzimatik β -1,3-glukanase, kitinase dan antagonisme <i>in vitro</i>	116
Tabel IV.16.	Intensitas penyakit hawar pelepah pada jagung yang diinokulasi dengan <i>Trichoderma asperellum</i>	120
Tabel IV.17.	Efikasi pengendalian 11 isolat <i>Trichoderma asperellum</i> terhadap 43 isolat <i>Rhizoctonia solani</i> di rumah kaca	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1.	Kontribusi luas panen jagung sepuluh provinsi di Indonesia tahun 2012-2016 (Anonim, 2017).....	13
Gambar II.2.	Kontribusi produksi jagung sepuluh provinsi di Indonesia tahun 2012-2016 (Anonim, 2017).....	14
Gambar II.3.	Bagan alir penelitian meliputi keragaman, bioekologi <i>Rhizoctonia solani</i> AG1-IA dan pengendalian hayati penyakit hawar pelepah pada jagung dengan <i>Trichoderma asperellum</i> ..	35
Gambar IV.1.	Peta lokasi koleksi isolat <i>Rhizoctonia solani</i> di Indonesia	57
Gambar IV.2.	Gejala penyakit hawar pelepah pada jagung. A: gejala pada pelepah dan tongkol; B: sklerosium <i>Rhizoctonia solani</i> ; C: gejala lanjut pada seluruh bagian tanaman	58
Gambar IV.3.	Morfologi koloni isolat <i>Rhizoctonia solani</i> pada medium PDA 5 hari inkubasi. 1:CMS, 2: SBH, 3: SBH, 4: SLM1, 5: SLM2, 6: SLM3, 7: SLM4, 8: BTL1, 9: BTL2, 10: BTL3, 11: BYL1, 12: BYL2, 13: KLT, 14: KRY, 15: PTI, 16: BLR, 17: PWR, 18: KBM, 19: TGL1, 20: TGL2, 21: TGL3, 22: KDR1, 23: KDR2, 24: JBR, 25: NJK, 26: PSR, 27:NGW, 28:LPS1, 29: LPS2, 30: DLS, 31: LGT, 32: MDN, 33: PNT1, 34: PNT2, 35: PNT3	60
Gambar IV.4.	Variasi lebar hifa isolat <i>Rhizoctonia solani</i> . Sempit (1:CMS, 15: PTI, 16: BLR, 22: KDR1); Sedang (2: SBH, 3: SBH, 4: SLM1, 5: SLM2, 6: SLM3, 7: SLM4, 8: BTL1, 9: BTL2, 10: BTL3, 11: BYL1, 12: BYL2, 13: KLT, 14: KRY, 17: PWR, 18: KBM, 19: TGL1, 20: TGL2, 21: TGL3, , 23: KDR2, 24: JBR, 25: NJK, 26: PSR, 27:NGW, 28:LPS1).....	67
Gambar IV.5.	Variasi pola distribusi sklerosium isolat <i>Rhizoctonia solani</i> pada medium PDA 4 minggu setelah inkubasi. Subsentral-Pinggir (1:CMS, 3: SKM, 4: SLM1, 6: SLM3, 11: PTI, 12: BLR, 15: TGL1, 16: TGL2, 17: TGL3, 18: KLT, 20: KBM, 23: KDR1, 24: KDR2); Tidak teratur (2: SBH, 5: SLM2, 27: SLM4, 8: BTL1, 9: BTL2, 13: BYL1, 14: BYL2, 19: KRY, 21: PWR, 22: NGW, 25: NJK, 26: JBR, 27:PSR, 28:LPS1, 29: LPS2); Pinggir (10: BTL3); Tersebar (30: DLS).....	74
Gambar IV.6.	Dendogram hubungan kekerabatan isolat <i>Rhizoctonia solani</i> berdasarkan karakteristik morfologi kultur dan morfologi	76
Gambar IV.7.	Hasil elektroforesis setelah amplifikasi menggunakan primer Rs1F dan Rs2R pada gel agarose 1%. M: penanda molekuler berukuran 100 bp. Lajur 1: Isolat SLM1; 2: SLM2; 3: SLM3; 4: SLM4; 5: BTL1; 6: BTL2; 7: BTL3; 8: CMS; 9: SBH; 10: SKM; 11: NGW; 12: BLI; 13: BYL1; 14: BYL2; 15: KLT; 16: KRY; 17: PWR; 18: KBM; 19: PTI; 20: BLR; 21: TGL1; 22: TGL2; 23: TGL3; 24: KDR1; 25: KDR2; 26: NJK; 27: PSR; 28: JBR; 29: LPS1; 30: LPS2; 31: DLS; 32: LGT; 33: MDN; 34: TBK; 35: KEG; 36: BJB1; 37: KND; 38: PNT1; 39: PNT2; 40: PNT3; 41: PLK1; 42: PLK2; 43: PLK4	78
Gambar IV.8.	Hasil amplifikasi menggunakan 10 primer SSR pada gel agarose 1,5%. M: penanda molekuler berukuran 50 bp. Lajur 1: Isolat SLM1; 2: SLM2; 3: SLM3; 4: SLM4; 5: BTL1; 6: BTL2;	

	7: BTL3; A: primer TC01; B: primer TC02; C: primer TC03; D: primer TC05; E: primer TC06; F: primer TC07; G: primer TC10; H: primer TC11; I: primer TC12; J: primer TC13.....	80
Gambar IV.9.	Hasil amplifikasi menggunakan 10 primer SSR pada gel agarose 1,5%. M: penanda molekuler berukuran 50 bp. Lajur 1: Isolat PNT1; 2: PNT2; 3: PNT3; 4: PLK1; 5: PLK2; 6: PLK4; A: primer TC01; B: primer TC02; C: primer TC03; D: primer TC05; E: primer TC06; F: primer TC07; G: primer TC10; H: primer TC11; I: primer TC12; J: primer TC13	81
Gambar IV.10.	Elektroforegram hasil analisis dengan mikrosatelit SSR (primer TC01 dan TC13) <i>R. solani</i> isolat Kalimantan. A: PNT1; B: PNT2; C: PNT3; D: PLK1; E: PLK2; F: PLK4.....	82
Gambar IV.11.	Pohon filogenetik 43 isolat <i>Rhizoctonia solani</i> dengan 10 primer SSR hasil rekonstruksi dengan menggunakan metode <i>Neighbour-Joining</i>	83
Gambar IV.12.	Gejala hawar pelepah pada jagung manis yang diinokulasi dengan <i>Rhizoctonia solani</i> setelah 3 minggu inokulasi. A: kontrol tanpa diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> ; B: tanaman diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> . Tanda anak panah menunjukkan gejala hawar pelepah	88
Gambar IV.13.	Gejala hawar pelepah pada padi 3 minggu setelah diinokulasi dengan isolat <i>Rhizoctonia solani</i> . A: kontrol tanpa diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> ; B: tanaman diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> . Tanda anak panah menunjukkan gejala hawar pelepah	91
Gambar IV.14.	Gejala hawar pelepah pada kedelai 3 minggu setelah diinokulasi dengan isolat <i>Rhizoctonia solani</i> . A: kontrol tanpa diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> ; B: tanaman diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> . Tanda anak panah menunjukkan gejala hawar pelepah.....	92
Gambar IV.15.	Gejala hawar pelepah pada jali 3 minggu setelah diinokulasi dengan isolat <i>Rhizoctonia solani</i> . A: kontrol tanpa diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> ; B: tanaman diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> . Tanda anak panah menunjukkan gejala hawar pelepah	92
Gambar IV.16.	Gejala hawar pelepah pada tembakau 3 minggu setelah diinokulasi dengan <i>Rhizoctonia solani</i> . A: kontrol tanpa diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> ; B: tanaman diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> . Tanda anak panah menunjukkan gejala hawar pelepah.....	93
Gambar IV.17.	Rerata daya hambat 11 <i>Trichoderma asperellum</i> terhadap 43 <i>Rhizoctonia solani</i> secara <i>in vitro</i>	107
Gambar IV.18.	Mekanisme mikoparasitisme dalam penghambatan isolat <i>Trichoderma asperellum</i> terhadap isolat <i>Rhizoctonia solani</i> . A: Hifa <i>Rhizoctonia solani</i> (panah merah); B. Penempelan dan pelilitan hifa <i>Trichoderma asperellum</i> (panah kuning) pada hifa <i>Rhizoctonia solani</i> (panah merah); C dan D: Hifa <i>Rhizoctonia solani</i> mengalami lisis	110
Gambar IV.19.	Mekanisme antibiosis dalam penghambatan isolat <i>Trichoderma asperellum</i> terhadap isolat <i>Rhizoctonia solani</i> . A: <i>Rhizoctonia solani</i> vs <i>Trichoderma asperellum</i> UGM; B:	

	<i>Rhizoctonia solani</i> vs <i>Trichoderma asperellum</i> JBI; C:	
	<i>Rhizoctonia solani</i> vs <i>Trichoderma asperellum</i> TH-LH; D:	
	<i>Rhizoctonia solani</i> vs <i>Trichoderma asperellum</i> LMBK; E:	
	<i>Rhizoctonia solani</i> vs <i>Trichoderma asperellum</i> SUL; F:	
	<i>Rhizoctonia solani</i>	111
Gambar IV.20.	Hasil pengujian aktivitas enzim kitinase isolat <i>Trichoderma asperellum</i>	114
Gambar IV.21.	Hasil pengujian aktivitas enzim β -1,3-glukanase isolat <i>Trichoderma asperellum</i>	115
Gambar IV.22.	Rerata efektivitas penghambatan penyakit hawar pelepah dengan 11 <i>Trichoderma asperellum</i> di rumah kaca.....	119
Gambar IV.23.	Hasil pengendalian <i>Rhizoctonia solani</i> dengan <i>T. asperellum</i> di rumah kaca. A: kontrol tanpa inokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> ; B: tanaman diinokulasi <i>Rhizoctonia solani</i> dan <i>Trichoderma asperellum</i> ; C: kontrol dengan inokulasi <i>Rhizoctonia solani</i>	122
Gambar IV.24.	Rerata efikasi penghambatan penyakit hawar pelepah dengan 11 <i>Trichoderma asperellum</i> di rumah kaca	123
Gambar IV.25.	Analisis korelasi pearson antara total nilai (aktivitas enzimatik dan antagonisme <i>in vitro</i>) dengan efikasi pengendalian di rumah kaca (nilai koefisien analisis korelasi pearson = 0,704)..	127