

	Halaman
PRAKATA	i
DAFTAR ISI (<i>LIST OF CONTENTS</i>)	iii
DAFTAR TABEL (<i>LIST OF TABLES</i>)	v
DAFTAR GAMBAR (<i>LIST OF FIGURES</i>)	viii
DAFTAR LAMPIRAN (<i>LIST OF APPENDICES</i>)	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiv
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Daerah sentra produksi ubi kayu di Indonesia....	6
B. Gejala penyakit hawar bakteri dan pengaruhnya terhadap tanaman inang	7
C. Sifat morfolgi, fisiologi, dan biokimia <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	9
D. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit hawar	12
E. Ketahanan tanaman terhadap penyakit	14
F. Mekanisme ketahanan tanaman	18
G. Gen yang menentukan ketahanan dan virulensi....	24
H. Ketahanan ubi kayu terhadap serangan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	25
III. HIPOTESIS	31
IV. METODOLOGI PENELITIAN	32
A. Tempat dan waktu penelitian.....	32
B. Bahan dan alat penelitian.....	32
C. Metode penelitian.....	33
1. Penyebaran penyakit hawar ubi kayu dan ciri-ciri penyebab penyakit	33
a. Daerah penyebaran penyakit hawar	33
b. Sifat morfologi, fisiologi, dan biokimia penyebab penyakit	33
2. Pengujian ketahanan varietas ubi kayu terhadap penyakit hawar	40
a. Pengujian ketahanan di lapangan	40
b. Pengujian ketahanan di rumah kaca	42
c. Pengujian ketahanan di luar rumah kaca	42
3. Pengujian virulensi dan sifat patogenisitas <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	45
a. Pengujian virulensi	45
b. Pengujian sifat patogenisitas 5 isolat <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> terhadap 10 varietas ubi kayu	47
4. Pengujian mekanisme ketahanan ubi kayu terhadap serangan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	48
a. Kaitan antara beberapa sifat fisik daun dengan persentase serangan awal.....	48
b. Kaitan kandungan protein daun dengan ketahanan ubi kayu	49

c. Kaitan antara beberapa sifat fisik daun dengan ketahanan ubi kayu.....	51
d. Histologi tanaman ubi kayu yang tahan dan yang rentan terhadap serangan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	56
e. Kaitan antara kandungan protein daun, asam amino daun, N terlarut, fenol total daun, dan jumlah mulut kulit daun/mm ² dengan ketahanan ubi kayu	57
V. HASIL DAN ANALISIS	61
A. Daerah penyebaran penyakit hawar dan ciri-ciri penyebab penyakit	61
1. Daerah penyebaran penyakit hawar	61
2. Ciri-ciri penyebab penyakit	63
B. Pengujian ketahanan beberapa varietas ubi kayu .	71
1. Pengujian ketahanan di lapangan	71
2. Pengujian ketahanan di rumah kaca	72
3. Pengujian ketahanan di luar rumah kaca.....	73
C. Pengujian virulensi dan patogenisitas	80
1. Pengujian virulensi	80
2. Pengujian patogenisitas	86
D. Mekanisme ketahanan ubi kayu terhadap serangan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	88
1. Kaitan antara beberapa sifat fisik daun dengan persentase serangan awal.....	88
2. Kaitan antara kandungan protein daun dengan ketahanan ubi kayu	89
3. Kaitan antara kandungan substansi penghambat, Ca ⁺⁺ , kandungan air daun dengan ketahanan ubi kayu.....	94
4. Histologi ubi kayu yang tahan dan yang rentan terhadap serangan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	96
5. Kaitan antara kandungan protein daun, asam amino daun, N terlarut, fenol total daun, dan jumlah mulut kulit daun/mm ² dengan ketahanan ubi kayu.....	103
VI. PEMBAHASAN	108
A. Daerah penyebaran penyakit hawar bakteri ubi kayu dan ciri-ciri patogen	108
B. Pengujian ketahanan varietas ubi kayu terhadap penyakit hawar	117
C. Mekanisme ketahanan ubi kayu terhadap <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	120
1. Kaitan antara jumlah mulut kulit daun dan ketahanan ubi kayu	120
2. Kaitan antara kandungan protein daun dengan ketahanan ubi kayu	120
3. Kaitan antara kandungan HCN daun dengan ketahanan ubi kayu	122
4. Kaitan antara kandungan fenol total daun dengan ketahanan ubi kayu	124
VII. KESIMPULAN DAN SARAN.....	128
RINGKASAN	131
SUMMARY	138
DAFTAR PUSTAKA	144
LAMPIRAN	153

Tabel 1.	Sifat morfologi, fisiologi, dan biokimia <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> dari hasil pengujian beberapa peneliti	11
(Table 1.	<i>Morphological, physiological, and biochemical characteristics of X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> according to some researcher)	
Tabel 2.	Indeks penyakit dari 21 kultivar ubi kayu 30 hari setelah inokulasi (dengan penyemprotan dan inokulasi batang) dengan isolat CBB 4.26L	29
(Table 2.	<i>Disease index of 21 cassava cultivars 30 days after spray and stem inoculation with CBB 4.26L)</i>	
Tabel 3.	Skala persentase bercak daun dan banyaknya daun layu	52
(Table 3.	<i>The persentage scale of leaf spots and number of wilted leaves)</i>	
Tabel 4.	Penyebaran, intensitas penyakit, dan beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit hawar bakteri pada ubi kayu di daerah survei	61
(Table 4.	<i>Distribution, disease intensity, and factors influencing the CBB development in the survey regions)</i>	
Tabel 5.	Skala intensitas penyakit dan tingkat ketahanan 10 varietas ubi kayu (inokulasi dengan penyemprotan, pengguntingan daun, dan tusukan pada batang)	65
(Table 5.	<i>Scale of disease intensity and degree of resistance of 10 cassava varieties (using leaf spray and stem inoculations)</i>	
Tabel 6.	Persentase daya tumbuh biji dan tanaman yang hidup pada 36 klon ubi kayu yang diuji di Kebun Percobaan Humas Jaya, Lampung Tengah 1987/1988	71
(Table 6.	<i>Percentage of seeds viability and seedling survival of 36 cassava clones tasted in the research field of Humas Jaya, Central Lampung 1987/1988)</i>	
Tabel 7.	Skala intensitas penyakit 10 varietas ubi kayu yang terinfeksi <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> pada 40 hari setelah inokulasi (isolat dari Bogor)	72
(Table 7.	<i>Scale of disease intensity of 10 cassava varieties infected by X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> at 40 days after inoculation (isolate from Bogor))	
Tabel 8.	Rata-rata masa inkubasi penyebab penyakit hawar pada 10 varietas ubi kayu (isolat dari Bogor)	74
(Table 8.	<i>Average of incubation period of CBB of 10 cassava varieties (isolat from Bogor)</i>	
Tabel 9.	Rata-rata bercak daun (%), masa gugur daun yang diinokulasi (hari), dan persentase	

	panjang batang yang diserang <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> (isolat dari Bogor)	75
(Table 9.	Average percentage of leaf spots, defoliation period (days), and percentage of length of stem of 10 cassava varieties infected by <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> (isolat from Bogor)	
Tabel 10.	Rata-rata persentase luas daun yang sehat, masa dan persentase panjang batang yang sehat	78
(Table 10.	Average of percentage of healthy leaf, defoliation period of inoculated leaf, and the percentage of healthy stem)	
Tabel 11.	Indeks rata-rata persentase luas daun yang sehat, masa gugur daun yang di inokulasi, dan persentase panjang batang yang sehat dari 10 varietas ubi kayu yang terinfeksi <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	79
(Table 11.	Average index of percentage healthy leaf, defoliation period of inoculated leaf, and percentage of healthy stem of 10 cassava varieties infected by <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>)	
Tabel 12.	Rata-rata masa inkubasi 6 isolat <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> pada 3 varietas ubi kayu.....	83
(Table 12.	Average of incubation period 6 isolates of <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> on 3 cassava varieties)	
Tabel 13.	Rata-rata masa mati ujung 3 varietas ubi kayu yang di inokulasi dengan 6 isolat <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	84
(Table 13.	Average die back period of 3 cassava varieties inoculated with 6 isolates <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>)	
Tabel 14.	Tingkat virulensi 6 isolat <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> , yang menggunakan inokulasi pada batang	86
(Table 14.	Virulence of 6 isolates of <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> using the stem inoculation technique)	
Tabel 15.	Masa inkubasi 5 isolat <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> pada 10 varietas ubi kayu, yang menggunakan inokulasi pada batang	87
(Table 15.	Incubation period of 5 isolates of <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> on 10 cassava varieties using stem inoculation technique)	
Tabel 16.	Rata-rata masa mati ujung pada 10 varietas ubi kayu, yang menggunakan inokulasi pada batang	88
(Table 16.	Average of die back period of 10 cassava varieties, using stem inoculation technique)	
Tabel 17.	Koefisien korelasi antara 3 sifat fisik daun ubi kayu dengan serangan awal <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	89
(Table 17.	Corellation coefficient between 3 physical characteristics of cassava leaf and initial infection of <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>)	
Tabel 18.	Rata-rata masa inkubasi pada 3 umur tanaman ubi kayu yang diinokulasi dengan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	91



(Table 18. Average of incubation period of 3 different ages of cassava inoculated by <i>X. campestris</i> pv. manihotis)	
Tabel 19. Rata-rata persentase kandungan protein daun pada 3 umur tanaman ubi kayu	91
(Table 19. Average of percentage of leaf protein content on 3 different ages of cassava)	
Tabel 20. Rata-rata masa gugur daun pada 4 varietas ubi kayu yang di inokulasi dengan <i>X. campestris</i> pv. manihotis	93
(Table 20. Average of defoliation period of 4 cassava varieties infected by <i>X. campestris</i> pv. manihotis)	
Tabel 21. Rata-rata masa gugur daun pada 3 umur tanaman ubi kayu yang diinokulasi dengan <i>X. campestris</i> pv. manihotis	94
(Table 21. Average of defoliation period of 3 different ages of cassava infected by <i>X. campestris</i> pv. manihotis)	
Tabel 22. Rata-rata persentase penyakit <i>X. campestris</i> pv. manihotis, kandungan fenol total, kandungan HCN pada daun 4 varietas ubi kayu	95
(Table 22. Average of disease percentage of <i>X. campestris</i> pv. manihotis infection, total fenol content, HCN content of 4 cassava varieties leaf)	
Tabel 23. Rata-rata persentase penyakit yang disebabkan oleh <i>X. campestris</i> pv. manihotis pada 10 varietas ubi kayu pada 30 hari setelah	104
(Table 23. Average of disease percentage of <i>X. campestris</i> pv. manihotis infection on 10 cassava varieties at 30 days after inoculation)	
Tabel 24. Koefisien korelasi di antara 5 variable yang diamati pada 10 varietas ubi kayu	105
(Table 24. Correlation coefficient between 5 observed variable of 10 cassava varieties)	
Tabel 25. Koefisien sidik lintas antara variabel yang diamati dengan persentase penyakit yang disebabkan oleh <i>X. campestris</i> pv. manihotis	107
(Table 25. Path coefficient between variables observed with disease percentage of <i>X. campestris</i> pv. manihotis)	
Tabel 26. Rata-rata curah hujan/ bulan di daerah survei	108
(Table 26. Average rain fall/ month in survey regions)	

		Halaman (page)
Gambar	1. Bercak bersudut, gejala penyakit hawar bakteri pada daun ubi kayu	34
(Figure	1. <i>Angular spots, bacterial blight symptom on cassava leaf</i>)	
Gambar	2. Diagram sidik lintas	59
(Figure	2. <i>Path analysis diagram</i>)	
Gambar	3. Pertumbuhan bakteri penyebab penyakit hawar ubi kayu pada isolasi goresan pada media PDA	64
(Figure	3. <i>Growth of bacteria of cassava blight on streak isolation on PDA media</i>)	
Gambar	4. Pertumbuhan bakteri penyebab penyakit hawar ubi kayu pada isolasi jaringan pada media PDA	64
(Figure	4. <i>Growth of bacteria of cassava blight on tissue isolation on PDA media</i>)	
Gambar	5. Morfologi bakteri penyebab penyakit hawar bakteri dilihat dengan mikroskop elektron	68
(Figure	5. <i>Electron micrograph of bacteria of cassava blight</i>)	
Gambar	6. Pertumbuhan bakteri penyebab penyakit ubi kayu pada media TZC.	69
(Figure	6. <i>Growth of bacteria of cassava blight on TZC media.</i>	
Gambar	7. Perumbuhan bakteri penyebab penyakit hawar ubi kayu pada media Wakimoto (umur 5 hari)	69
(Figure	7. <i>Growth of bacteria of cassava blight on Wakimoto media at 5 days old</i>)	
Gambar	8. Pengaruh suhu terhadap kecepatan perkembangbiakan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> ...	70
(Figure	8. <i>Effect of temperature on the rate multiplication of X. campestris pv. manihotis</i>)	
Gambar	9. Gejala awal daun ubi kayu yang diinokulasi dengan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	76
(Figure	9. <i>Initial symptom of cassava leaf inoculated by X. campestris pv. manihotis</i>)	
Gambar	10. Massa bakteri yang keluar dari batang ubi kayu yang terserang <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	77
(Figure	10. <i>Bacterial mass exuded from cassava stem inoculated by X. campestris pv. manihotis</i>	
Gambar	11. Gejala awal batang ubi kayu yang diinokulasi dengan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	80
(Figure	11. <i>Initial symptom of cassava's stem inoculated by X. campestris pv. manihotis</i>)	
Gambar	12. Gejala kelayuan pada tanaman ubi kayu yang di inokulasi dengan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	81



(Figure 12.	Gejala mati ujung pada tanaman ubi kayu yang di inokulasi dengan <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	82
Gambar 13.	Die back symptom on cassava inoculated by <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>)	
Gambar 14.	Pengaruh umur tanaman terhadap kandungan protein daun dan masa inkubasi.....	92
(Figure 14.	Influence plant ages to leaf protein content and incubation period)	
Gambar 15.	Penampang melintang batang ubi kayu yang sehat. a. SM 881; b. SM 994	97
(Figure 15.	Cross section of cassava healthy stem. a. SM 881; b. 944)	
Gambar 16.	Penampang melintang batang ubi kayu yang terinfeksi <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> . a. SM 881; b. SM 944	98
(Figure 16.	Cross section of cassava stem infected by <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> . a SM 881; b. SM 944)	
Gambar 17.	Penebalan dinding sel xilem dan pembentukan gel (penampang melintang batang ubi kayu SM 944)	100
(Figure 17.	Swelling of xylem cell walls and gel formation (Cross section of cassava stem SM 944)	
Gambar 18.	Penampang melintang batang ubi kayu SM 944 yang terinfeksi <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	100
(Figure 18.	Cross section of cassava stem SM 944 infected by <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>)	
Gambar 19.	Pembentukan kantung dan kerusakan floem pada ubi kayu SM 944	101
(Figure 19.	Pocket formation and phloem destruction on SM 944)	
Gambar 20.	Kerusakan dalam kortek dan sel epidermis..	101
(Figure 20.	Destruction of cortex and epidermis)	
Gambar 21.	Penampang membujur batang ubi kayu yang terinfeksi <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> lima hari setelah inokulasi. a. SM 881; b. SM 944	102
(Figure 21.	Longitudinal section of cassava stem infected by <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> 5 days after inoculation. a. SM 881; b. SM 944)	
Gambar 22.	Penampang membujur batang ubi kayu yang terinfeksi <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> 15 hari setelah inokulasi. a. SM 881; b. SM 944	103
(Figure 22.	Longitudinal section of cassava stem infected by <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> 15 days after inoculation. a. SM 881; b. SM 944)	
Gambar 23.	Diagram koefisien sidik lintas antara kandungan protein daun, asam amino, N terlarut,	

dengan persentase penyakit yang disebabkan oleh *X. campestris* pv. *manihotis* 106

(Figure 23. Diagram of path coefficient between leaf protein content, amino acid , soluble N, total phenol, number of stomata/mm² with disease percentage of *X. campestris* pv. *manihotis*)

	Halaman (Page)
Lampiran 1. Sifat Morfologi, fisiologi dan bio-kimia 6 isolat penyebab penyakit hawar bakteri pada ubi kayu	153
(Appendix 1. <i>Morphological, physiological, and biochemical characteristics of 6 CBB isolates</i>)	
Lampiran 2. Analisis nonparametrik pada pengujian virulensi <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i>	154
(Appendix 2. <i>Nonparametric analysis of virulence testing of X. campestris pv. manihotis</i>)	
Lampiran 3. Ketahanan klon ubi kayu terhadap <i>X. campestris</i> pv. <i>manihotis</i> pada pengujian di kebun percobaan Humas Jaya, Lampung Tengah 1988/1989	155
(Appendix 3. <i>Resistance of cassava clones infected by X. campestris pv. manihotis at research field of Humas Jaya, Central Lampung 1988/1989</i>)	
Lampiran 4. Rata-rata kandungan C^{++} dan kandungan air pada daun 4 varietas ubi kayu	161
(Appendix 4. <i>Average of Ca^{++} and water content in leaf of 4 cassava varieties</i>)	
Lampiran 5. Matriks korelasi di antara variabel yang diamati	162
(Appendix 5. <i>Correlation matrix between variables observed</i>)	
Lampiran 6. Rata-rata kandungan protein dan asam amino pada daun 10 varietas ubi kayu	163
(Appendix 6. <i>Average of protein and amino acid content in leaf of 10 cassava varieties</i>)	
Lampiran 7. Rata-rata kandungan N terlarut dan jumlah mulut kulit pada daun 10 varietas ubi kayu	164
(Appendix 7. <i>Average of N soluble content and stomata numbers in leaf of 10 cassava varieties</i>)	