

**PENGENDALIAN PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI PATOTIPE IV
DENGAN BAKTERI *Paenibacillus polymyxa* DAN
Pseudomonas fluorescens PADA TANAMAN PADI**

(Tesis)

Oleh

OVY ERFANDARI



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

PENGENDALIAN PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI PATOTIPE IV DENGAN BAKTERI *Paenibacillus polymyxa* DAN *Pseudomonas fluorescens* PADA TANAMAN PADI

Oleh

OVY ERFANDARI

Penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* merupakan salah satu kendala dalam upaya peningkatan produksi tanaman padi karena dapat menyebabkan kehilangan hasil yang tinggi (puso). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* dalam menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi dan mengetahui waktu aplikasi *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* yang efektif dalam menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi.

Penelitian ini terdiri dari 15 perlakuan dengan tiga ulangan, setiap ulangan terdiri atas 3 rumpun tanaman, perlakuan disusun dalam rancangan acak lengkap faktorial. Data hasil pengamatan kemudian dianalisis secara statistika dengan uji ragam dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi suspensi agensia hayati (*Pseudomonas fluorescens* dan *Paenybacillus polomyxa*) dapat menekan keparahan penyakit HDB pada umur tanaman 7 MST (29%) tetapi tidak dapat menekan keparahan HDB pada 9 MST (33,73%). Aplikasi suspensi *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenybacillus polomyxa* juga dapat meningkatkan aspek agronomi tanaman seperti tinggi tanaman (103,00 cm), jumlah anakan produktif (7), panjang malai (29 cm), jumlah bulir (174), dan bobot brangkasan (78,00 gram).

Kata kunci: *Paenybacillus polomyxa*, penyakit hawar daun bakteri, *Pseudomonas fluorescens*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*.

ABSTRACT

BACTERIAL LEAF BLIGHT DISEASE PATHOTYPE IV CONTROL by *Paenibacillus polymyxa* and *Pseudomonas fluorescens* ON RICE PLANT

By

OVY ERFANDARI

Leaf blight disease caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* is one of the problems to increase rice plant production because it can cause high yield loss (*puso*). This research was aimed to determine the effectiveness of *Paenibacillus polymyxa* and *Pseudomonas fluorescens* in suppressing the development of leaf blight disease on rice plant and to determine effective application time of *Paenibacillus polymyxa* and *Pseudomonas fluorescens* in suppressing the development of leaf blight disease. This research consisted of 15 treatments with three replications, each consisted of 3 plants. Treatments were arranged with completely randomized factorial design, then the observed data will be analyzed by analysis of variance followed by *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) on 5%. Application of biological agents (*Pseudomonas fluorescens* and *Paenibacillus polymyxa*) reduced disease severity of leaf blight disease on 7 weeks after plant (29%), but did not reduce disease severity on 9 weeks after planting (33,73%). *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenybacillus polymyxa* suspension application increased agronomic aspects of plants such as plant height (103 cm), number of

productive tillers (7), panicle length (29 cm), number of grains (174), and stover weight (78 gram).

Key words: leaf blight disease, *Paenibacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*

**PENGENDALIAN PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI PATOTIPE IV
DENGAN BAKTERI *Paenibacillus polymyxa* DAN
Pseudomonas fluorescens PADA TANAMAN PADI**

Oleh
OVY ERFANDARI

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS

Pada

**Program Pascasarjana Program Studi Magister Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Tesis : **PENGENDALIAN PENYAKIT HAWAR
DAUN BAKTERI PATOTIPE IV DENGAN
BAKTERI *Paenibacillus polymyxa* DAN
Pseudomonas fluorescens PADA
TANAMAN PADI**

Nama Mahasiswa : **Ovy Erfandari**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1424011012

Program Studi : Magister Agronomi

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

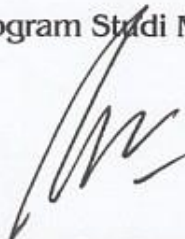


Dr. Ir. Suskandini Ratih D, M.P.
NIP 19610502 198707 2 001



Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.
NIP 19720804 200501 1 002

2. Ketua Program Studi Magister Agronomi



Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP 19610803 198603 2 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Suskandini Ratih D, M.P.**

Suskandini Ratih D
.....

Sekretaris : **Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.**

Agustiansyah
.....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc.**

Cipta Ginting
.....

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S.
NIP 19611020 198603 1 002

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Sudjarwo, M.S.
NIP 19530528 198103 1 002

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **10 November 2016**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tesis dengan judul PENGENDALIAN PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI PATOTIPE IV DENGAN BAKTERI *Paenibacillus polymyxa* DAN *Pseudomonas fluorescens* PADA TANAMAN PADI adalah karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut **plagiarisme**.
2. Pembimbing penulisan tesis ini berhak mempublikasikan sebagian atau seluruh isi tesis ini pada jurnal ilmiah dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
3. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Desember 2016



Pembuat Pernyataan,

Ovy Erfandari
NPM 1424011012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung 18 Januari 1990, anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Hifni Zami Sukri, Bc.Ak dan Ibu Fauziah Yulianti. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 3 Rawa Laut, Tanjung Karang Timur, Bandar Lampung pada tahun 2001, Sekolah Menengah Pertama Negeri 12 Bandar Lampung pada tahun 2004, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 5 Bandar Lampung tahun 2007. Pada Tahun 2007, penulis diterima menjadi Mahasiswa Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Penelusuran Minat Kemampuan Akademik dan Bakat (PMKAB) dan pada tahun 2008 penulis menjadi Mahasiswa Agroteknologi yang merupakan penggabungan empat Program Studi yaitu Agronomi, Ilmu Tanah, Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, serta Hortikultura. Pada bulan Maret 2012 penulis menyelesaikan studi S1-nya. Pada bulan Oktober 2012, penulis mengikuti Program Pendidikan Calon Pendidik Akademi Komunitas (PPCPAK) dari DIKTI hingga bulan Januari 2014. Selanjutnya pada September 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa program pascasarjana di Jurusan Agroteknologi Program Studi Magister Agronomi.

Tuntutlah ilmu dan belajarlaha (untuk ilmu) ketenangan dan
kehormatan diri, dan bersikaplah rendah hati kepada orang
yang mengajar kamu

(HR. Ath-Thabrani)

Untuk Orang tuaku ,
Ayah (Hifni Zami Sukri) & Ibu (Fauziah Yulianti)
Adik-adikku,
Dhanty, Adhistry dan Andiny
serta Almamater Tercinta,
Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan.

Dengan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Suskandini Ratih D,M.P, selaku pembimbing utama atas bimbingan, saran, serta dengan sabar memberikan arahan, motivasi, dan ilmu selama penulis melakukan penelitian dan menyelesaikan penyusunan tesis ini
2. Bapak Dr. Agustiansyah, S.P, M.Si. selaku pembimbing kedua atas bimbingan,saran dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan tesis
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Cipta Ginting, M.Sc. selaku pembahas atas saran dan bimbingannya
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.S. selaku Ketua Program Studi Magister Agronomi atas dukungan dan bantuannya
5. Ibu Dr. Ir. Tumiar Katarina Manik, M.S, selaku pembimbing akademik atas saran, motivasi serta dukungannya
6. Seluruh dosen Program Studi Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas ilmu dan pengetahuan yang telah diberikan selama ini.

7. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S, selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung
8. Ibu dan Ayah tercinta atas segala do'a, dukungan, kepercayaan dan limpahan kasih sayang selama ini, adik-adikku tercinta, Dhanty Adelin, A.Md , Adhistry Mariska, dan Andiny Dewi Larasati
9. Nicorian Pratama, S.E, beserta keluarga atas segala doa, dukungan, kasih sayang dan perhatiannya selama penyelesaian tesis
10. Politeknik Negeri Lampung atas bantuannya kepada penulis selama melaksanakan penelitian
11. Seluruh keluarga besar ayah (Keluarga A. Rahman Rahim) dan keluarga besar ibu (Keluarga RA. Sofiah Karim)
12. Keluarga besar Magister Agronomi Angkatan 2014 dan 2015 atas kebersamaannya
13. Mba Sri, Annisa Ayu Fitri, Reni, Mas Riadi, Mas Edy atas bantuannya selama penyusunan tesis, dan
14. Teman-teman di Laboratorium HPT, Dinna, Nuraeni, Nova, Mesva, Geraldo atas bantuannya selama penelitian di Laboratorium.

Bandar Lampung, Desember 2016

Penulis,

Ovy Erfandari

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang	1
1.2. Tujuan penelitian	4
1.3. Kerangka pemikiran.....	5
1.4. Hipotesis	7

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penyakit hawar daun bakteri	8
2.2. PGPR sebagai pengimbas ketahanan patogen terhadap tanaman	12
2.3. Indikasi Penyakit HDB sebagai penyakit terbawa benih.....	13

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Waktu dan tempat penelitian	17
3.2. Alat dan bahan	17
3.3. Metode penelitian	18
3.4. Pelaksanaan Penelitian	
3.4.1. Penyiapan isolat <i>Xoo</i>	19
3.4.2. Aplikasi suspensi agensia hayati dan bakterisida dengan perendaman benih (R)	21
3.4.3. Aplikasi suspensi agensia hayati dan bakterisida melalui penyemprotan daun (S).....	23
3.4.4. Aplikasi suspensi agensia hayati dan bakterisida dengan perendaman benih dan penyemprotan daun (RS).....	25
3.5. Data Pendukung	27
3.6. Analisis Data.....	28

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil	
4.1.1 Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap keparahan penyakit HDB pada tanaman padi..	29
4.1.2. Aspek pertumbuhan tanaman padi	
4.1.2.1 Panjang akar dan bobot akar	33
4.1.2.2 Tinggi tanaman padi	34
4.1.2.3 Jumlah daun tanaman padi	38
4.1.2.4 Jumlah anakan produktif	40
4.1.2.5 Panjang malai	41
4.1.2.6 Jumlah bulir	42
4.1.2.7 Bobot brangkasan	43
4.1.2.8 Jumlah hijau daun	45
4.1.2.9 Uji ulang patotipe <i>Xoo</i>	46
4.2. Pembahasan	47

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	57

DAFTAR PUSTAKA	58
-----------------------------	----

LAMPIRAN	63
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skoring tanaman beserta gejala yang muncul.....	23
2. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap keparahan penyakit HDB	31
3. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap panjang akar dan bobot akar.....	34
4. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap tinggi tanaman padi (inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST)	35
5. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap tinggi tanaman padi (inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST)	36
6. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap tinggi tanaman padi (inokulasi <i>Xoo</i> 7 MST)	37
7. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap jumlah daun (inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST).....	38
8. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap jumlah daun (inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST).....	39
9. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap jumlah daun (inokulasi <i>Xoo</i> 7 MST).....	40
10. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap jumlah anakan produktif	41
11. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polymyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap panjang malai.....	42

12. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polomyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap jumlah bulir.....	43
13. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polomyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap bobot brangkasan tanaman padi.....	44
14. Pengaruh aplikasi suspensi <i>P. polomyxa</i> dan <i>P. fluorescens</i> terhadap jumlah hijau daun tanaman padi.....	45
15. Persentase keparahan penyakit HDB padi varietas diferensial.....	47
16. Pengelompokan patotipe <i>Xoo</i> berdasarkan reaksinya terhadap varietas diferensial.....	47
17. Persentase keparahan penyakit HDB padi varietas diferensial.....	70
18. Keparahhan penyakit HDB pada beberapa jenis waktu inokulasi <i>Xoo</i>	71
19. ANOVA Keparahhan Penyakit HDB (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST).....	73
20. ANOVA Keparahhan Penyakit HDB (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST).....	73
21. ANOVA Keparahhan Penyakit HDB (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 7 MST).....	73
22. Panjang akar (7 MST).....	74
23. Bobot akar (7 MST).....	75
24. Tinggi tanaman yang diinokulasi <i>Xoo</i> pada minggu ke-3.....	76
25. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-1.....	77
26. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-2.....	77
27. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-3....	77
28. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-4....	77
29. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-5....	78
30. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-6....	78
31. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-7....	78
32. Tinggi tanaman yang diinokulasi <i>Xoo</i> pada minggu ke-5.....	79
33. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST) minggu ke-1....	80

34. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST) minggu ke-2....	80
35. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST) minggu ke-3....	80
36. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST) minggu ke-4....	80
37. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST) minggu ke-5....	81
38. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST) minggu ke-6....	81
39. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST) minggu ke-7....	81
40. Tinggi tanaman yang diinokulasi <i>Xoo</i> pada minggu ke-7.....	82
41. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 7 MST) minggu ke-1....	83
42. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 7 MST) minggu ke-2....	83
43. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 7 MST) minggu ke-3....	83
44. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 7 MST) minggu ke-4....	84
45. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 7 MST) minggu ke-5....	84
46. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST) minggu ke-6....	84
47. ANOVA Tinggi tanaman (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST) minggu ke-7....	84
48. Jumlah daun tanaman yang diinokulasi <i>Xoo</i> pada minggu ke-3.....	85
49. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-1.....	86
50. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-2.....	86
51. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-3.....	86
52. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-4.....	87
53. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-5.....	87
54. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-6.....	87
55. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 3 MST) minggu ke-7.....	87
56. Jumlah daun tanaman yang diinokulasi <i>Xoo</i> pada minggu ke-5.....	88
57. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>Xoo</i> 5 MST) minggu ke-1.....	89

58. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 5 MST) minggu ke-2.....	89
59. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 5 MST) minggu ke-3.....	89
60. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 5 MST) minggu ke-4.....	90
61. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 5 MST) minggu ke-5.....	90
62. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 5 MST) minggu ke-6.....	90
63. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 5 MST) minggu ke-7.....	90
64. Jumlah daun tanaman yang diinokulasi <i>X₀₀</i> pada minggu ke-7.....	91
65. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST) minggu ke-1.....	92
66. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST) minggu ke-2.....	92
67. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST) minggu ke-3.....	92
68. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST) minggu ke-4.....	93
69. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST) minggu ke-5.....	93
70. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST) minggu ke-6.....	93
71. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST) minggu ke-7.....	93
72. ANOVA Jumlah daun (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST) minggu ke-8.....	93
73. Jumlah anakan produktif.....	94
74. ANOVA Jumlah anakan produktif (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 3 MST).....	95
75. ANOVA Jumlah anakan produktif (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 5 MST).....	95
76. ANOVA Jumlah anakan produktif (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST).....	95
77. Panjang malai tanaman.....	96
78. ANOVA Panjang malai (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 3 MST).....	97
79. ANOVA Panjang malai (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 5 MST).....	97
80. ANOVA Panjang malai (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST).....	97
81. Jumlah Bulir Tanaman.....	98

82. ANOVA Jumlah bulir (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 3 MST).....	99
83. ANOVA Jumlah bulir (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 5 MST).....	99
84. ANOVA Jumlah bulir (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST).....	99
85. Bobot brangkasan tanaman.....	100
86. ANOVA Bobot brangkasan (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 3 MST).....	101
87. ANOVA Bobot brangkasan (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 5 MST).....	101
88. ANOVA Bobot brangkasan (waktu inokulasi <i>X₀₀</i> 7 MST).....	101
89. Rerata harian suhu rumah kaca.....	102
90. Rerata harian kelembaban rumah kaca.....	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tahapan perkecambahan benih padi	10
2. Tahap pertumbuhan tanaman padi	10
3. Isolat <i>Xoo</i> patotipe IV yang berasal dari Sukamandi	20
4. Isolat <i>Xoo</i> patotipe IV yang sudah diperbanyak di media NA.....	20
5. Inokulasi <i>Xoo</i> pada tanaman padi	22
6. Diagram keparahan penyakit hawar daun bakteri tanaman padi.....	23
7. Rata- rata Keparahan Penyakit HDB pada berbagai perlakuan suspensi....	32
8. Rata- rata Keparahan Penyakit HDB pada berbagai jenis suspensi.....	33
9. Akar tanaman padi yang berumur 7 MST.....	34
10. Bibit varietas diferensial Tetep yang telah diinokulasi dan menunjukkan gejala HDB	46
11. Fase perkembangan keparahan penyakit tanaman HDB.....	49
12. Tata letak penelitian di rumah kaca.....	63
13. Pengguntingan daun 5 cm	66
14. Perendaman ke dalam suspensi <i>Xoo</i>	66
15. Kondisi daun sebelum dan sesudah inokulasi.....	66
16. Diagram penyakit hawar daun bakteri tanaman padi	67

17. Malai padi yang muncul tumbuh normal	67
18. Kondisi tanaman padi di rumah kassa dan bulir hampa..... ..	68

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Tanaman padi merupakan tanaman pangan yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman padi sebagai penghasil beras dibutuhkan oleh masyarakat dunia untuk memenuhi kebutuhan makanan pokoknya. Negara-negara di Asia, khususnya Asia Tenggara termasuk Indonesia, sangat membutuhkan beras mengingat makanan pokok sehari-hari adalah beras. Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk di Indonesia, maka semakin meningkat pula kebutuhan pokoknya termasuk beras. Oleh karena itu, perlu adanya usaha peningkatan produksi tanaman padi. Saat ini, usaha peningkatan produksi padi banyak mengalami kendala, salah satunya adalah masalah penyakit hawar daun bakteri (HDB) yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*.

Penyakit HDB merupakan masalah pada budidaya tanaman padi di berbagai negara termasuk di Indonesia. Penyakit HDB dapat terjadi pada padi fase benih, bibit, tanaman muda, serta tanaman menjelang panen. Penyebaran penyakit dapat berlangsung secara cepat melalui gesekan antardaun, terbawa angin, dan air (lahan tergenang, percikan air hujan, banjir, dan dari saluran irigasi).

Gejala penyakit HDB berupa perubahan warna pada daun bendera yang akan menghambat proses metabolisme tanaman padi dari fase bibit hingga panen.

Penurunan hasil produksi padi akan menjadi sangat tinggi bila ket

Perjadian penyakit HDB semakin meningkat (Sudir *et al.*, 2012). Penyakit HDB dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 75- 80% (*International Rice Research Institute*, 2003).

Kehilangan hasil padi yang tinggi dapat dikaitkan dengan banyaknya patotipe bakteri penyebab penyakit HDB (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*). Patotipe adalah sinonim dari *strain*, *form*, *variant*, *pathovar*, dan ras, yaitu populasi patogen yang semua anggota individunya mempunyai potensi yang sama sebagai parasit. Patotipe ditentukan berdasarkan reaksinya atau virulensinya terhadap satu perangkat varietas diferensial yang terpilih (Suparyono *et al.*, 2003).

Berdasarkan virulensinya terhadap varietas diferensial (Kinmaze, Kogyoku, Tetep, Wase Aikoku, dan Java 14) pada sentra produksi padi di Pulau Jawa ditemukan tiga kelompok patotipe bakteri *Xoo* yang dominan yaitu patotipe III, IV, dan VIII dengan komposisi dan dominasi bervariasi (Suparyono *et al.*, 2004 dan Sudir *et al.*, 2009). Penelitian penyebaran komposisi dan dominasi bakteri *Xoo* telah dilakukan di berbagai sentra produksi padi di Indonesia seperti di Pulau Jawa, Sulawesi Selatan, dan Sumatera Selatan. (Sudir *et al.*, 2009 dan Sudir *et al.*, 2012).

Beberapa peneliti menyatakan bahwa bakteri *Xoo* terbawa oleh benih (*seed-borne*). Namun di sisi lain beberapa peneliti menyebutkan bahwa bakteri ini tidak terbawa benih (*non- seed borne*) (Sarraf et al., 2010). Menurut Ou (1985) pada musim hujan, keadaan cuaca (suhu dan kelembaban) sangat mendukung perkembangan penyakit. Pada keadaan suhu rendah dan kelembaban tinggi umumnya tingkat virulensi patogen meningkat. Perkembangan penyakit tanaman sangat dipengaruhi oleh interaksi patogen, tanaman inang dan lingkungan (Ginting, 2013). Mengingat bahwa berkembangnya suatu penyakit akibat peranan patogen, tanaman inang, dan lingkungan maka usaha mengendalikan suatu penyakit dapat diusahakan dengan cara pemanfaatan PGPR untuk meningkatkan ketahanan tanaman.

Ketahanan tanaman padi terhadap penyakit HDB dapat diimbangi dengan cara pemberian bakteri PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*) pada tanaman termasuk pada benih dan pada daun. PGPR yaitu sejenis bakteri yang hidup di sekitar perakaran tanaman. Rizosfer tanaman adalah tempat yang memiliki aktivitas mikroba sangat tinggi. Beberapa bakteri di zona tersebut dikenal sebagai *rhizobacteria*. *Rhizobacteria* secara aktif mengkolonisasi akar dan mendapatkan makanan dari eksudat yang dikeluarkan oleh tanaman, sedangkan *rhizobacteria* memberi efek menguntungkan bagi tanaman dikenal sebagai PGPR (Kloepper et al., 2004). Bakteri tersebut hidupnya berkoloni menyelimuti akar tanaman. Bagi tanaman keberadaan mikroorganisme ini akan sangat baik. Bakteri ini memberi keuntungan dalam proses fisiologi tanaman dan pertumbuhan.

Untuk meminimalisir penggunaan bahan kimia PGPR dapat digunakan sebagai pengendali patogen penyebab penyakit dengan cara perlakuan pada benih ataupun melalui penyemprotan pada daun. Pemberian PGPR pada benih, diharapkan dapat menekan perkembangan mikroba patogen yang berada di benih sejak awal tanam, sedangkan penyemprotan pada daun diharapkan saat PGPR disemprotkan, PGPR dapat mengkolonisasi jaringan tanaman, dan menstimulasi tanaman untuk meningkatkan produksi senyawa metabolit. PGPR juga diketahui menghasilkan enzim peroksidase yang dapat memicu tanaman menghasilkan senyawa pertahanan tanaman seperti lignin dan kitin. Kedua senyawa ini juga merupakan senyawa penyusun dinding sel. Secara nyata juga diungkapkan bahwa penggunaan PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman pada tanaman cabai yang terinfeksi virus CMV (*Cucumber Mozaic Virus*). PGPR yang bisa dijadikan sebagai alternatif pengendalian dan telah banyak digunakan dalam beberapa penelitian adalah *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* (Taufik *et al.*, 2010).

1.2. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui kemampuan *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* dalam menekan menghambat penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi

2. Mengetahui waktu aplikasi *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* yang efektif dalam menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi.

1.3. Kerangka pemikiran

Pengendalian penyakit HDB saat ini masih banyak dilakukan dengan menggunakan varietas tahan. Namun kemampuan patogen yang dapat membentuk patotipe baru menyebabkan resistensi tanaman dapat terpatahkan. Resistensi tanaman terhadap ras tertentu patogen namun rentan terhadap ras lain dari patogen yang sama disebut juga resistensi vertikal. Oleh sebab itu, telah banyak dilakukan pengendalian dengan menggunakan PGPR (*plant growth promoting rhizobacteria*) melalui perlakuan benih maupun dengan penyemprotan pada daun. Produksi benih padi yang bebas patogen diharapkan dapat mencegah masuknya infeksi patogen melalui benih pada tanaman padi. Pengendalian *Xoo* pada benih dapat dilakukan dengan menggunakan bakteri *P. polymyxa* dan *P. fluorescens*. Kedua bakteri ini telah banyak digunakan untuk beberapa penelitian untuk menginduksi resistensi tanaman seperti yang digunakan pada tanaman cabai yang terinfeksi Cucumber Mosaik Virus (CMV), tanaman tembakau yang terinfeksi CMV, dan pada tanaman padi yang terinfeksi virus tungro.

Beberapa penelitian menggunakan bakteri *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* sebagai penginduksi ketahanan tanaman, karena bakteri *P. polymyxa* yang dapat bertahan, berasosiasi, dan terus berkembang pada perakaran tanaman. Bakteri ini juga mampu berkompetisi dan menekan perkembangan penyebab penyakit pada akar tanaman. Perlakuan benih dan penyemprotan suspensi *P. polymyxa* mampu meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif dan juga menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi (Wartono *et al.*, 2014). Bakteri *P. polymyxa* juga mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh (ZPT) seperti yang dihasilkan oleh tanaman yaitu senyawa *indole-3-acetic acid* (IAA) sehingga dapat memicu pertumbuhan tanaman. Bakteri *P. polymyxa* juga membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Damanik *et al.* (2013) bakteri *P. fluorescens* juga berperan sebagai pelarut fosfat dalam tanah, mengikat nitrogen dan dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh (ZPT) berupa IAA. Selain itu bakteri ini juga mampu menghasilkan asam sianida (HCN) yang berfungsi sebagai toksin terhadap patogen dan dapat menekan perkembangan penyebab penyakit tanaman.

Diketahui bahwa *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* terus berkembang sehingga memberikan dukungan pertumbuhan yang semakin baik bagi tanaman. Benih yang diberi perlakuan *P. diminuta* dan *B. subtilis* menghasilkan laju pertumbuhan tertinggi dengan menghasilkan tinggi tanaman tertinggi yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Namun perlakuan PGPR membutuhkan waktu untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi dan perkembangan PGPR itu sendiri (Zamzani *et al.*, 2014).

1.4. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah

- a) *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* dapat mengurangi keparahan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi
- b) Waktu aplikasi *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* menghambat keparahan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Bacterial Leaf Blight*)

Penyakit hawar daun bakteri (*bacterial leaf blight*) merupakan penyakit penting padi yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (IRRI, 2003).

Xanthomonas oryzae pv. *oryzae* (*Xoo*) adalah bakteri berbentuk batang dengan kedua ujung membulat, berukuran pendek dengan panjang kira-kira 0,7 μm – 2,0 μm dan lebar 0,4 μm – 0,7 μm , dan termasuk kelompok bakteri gram negatif.

Bakteri *Xoo* memiliki alat gerak berupa satu flagella dan koloni bakterinya berwarna kuning karena mengandung pigmen *xanthomonadin*. Suhu optimum untuk perkembangan bakteri *Xoo* adalah 25 – 30 $^{\circ}\text{C}$ dan suhu minimum adalah 5 – 10 $^{\circ}\text{C}$ (Bradury, 1986 ; Reddy *et al.*, 1979). Bentuk koloni pada media biakan adalah bulat, cembung, dan berdiameter kira-kira 1- 3 mm (Ou, 1985).

Menurut Ghasemie *et al.* (2008), penyakit HDB pertama kali muncul di bagian daun muda. Perubahan warna pada daun dari hijau menjadi keabuan dari bagian tepi hingga ke bagian tengah daun. Kemudian bercak ini meluas hingga berwarna kuning keputihan yang menyebabkan daun menjadi kering dan bergelombang.

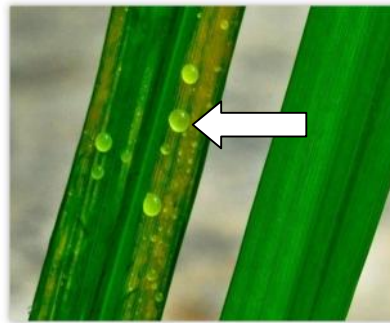
Di persemaian, daun yang terinfeksi *Xoo* akan menggulung dan berwarna hijau keabuan. Gejala seperti ini disebut dengan kresek (*International Rice Research Institute*, 2003).

Gejala infeksi pada padi yang sudah di pindah tanam adalah adanya luka berwarna hijau pucat atau hijau keabuan pada daun. Bercak kemudian berkembang seiring bertambahnya umur tanaman dan menjadi warna putih kekuningan dengan ujung daun yang bergelombang. Terdapat *ooze* di bawah permukaan daun, yang merupakan koloni bakteri *Xoo* yang berwarna putih susu dan biasanya muncul pada pagi hari sebelum matahari terbit (Djarmiko *et al.*, 2011 dan Herlina *et al.*, 2011).

Hasil penelitian Sarra *et al.* (2010) menunjukkan bahwa gejala awal tanaman terinfeksi *Xoo* adalah pada umur 45 hari setelah semai (HSS). Namun, pada tahun 2008, bakteri *Xoo* menginfeksi tanaman padi saat berumur 57- 199 HSS. Hal ini terjadi diakibatkan ketidakstabilan reaksi varietas tanaman karena perbedaan faktor- faktor epidemi, misalnya strain patogen, lingkungan, dan inang (Agrios, 2005). Gambar 1 dan 2 menunjukkan daun padi yang terinfeksi bakteri *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* (*Xoo*) dan *ooze* koloni bakteri *Xoo* yang berwarna kuning berada di bawah permukaan daun padi.



Gambar 1. Daun yang terinfeksi bakteri *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae*.
(Hasil Penelitian)



Gambar 2. Oose koloni bakteri *Xoo* yang berwarna kuning berada di bawah permukaan daun (*International Rice Research Institute, 2003*).

Penyakit HDB sudah dikenal di Fukuoka Jepang sejak tahun 1884 dan tersebar luas di negara penghasil padi di Asia. Namun penyakit HDB belum tersebar luas di Eropa maupun di Amerika Utara (Ou, 1985). Penyakit HDB diketahui menyebabkan kehilangan hasil sebesar 70- 80% (Kadir, 1999).

Tanaman padi yang terinfeksi *Xoo* akan memiliki jumlah malai yang tidak optimal serta berat bulir yang rendah (Sarraf *et al.*, 2010). Hal ini disebabkan karena gejala infeksi pada fase generatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan fase vegetatif.

Sebagian besar varietas yang tahan pada fase vegetatif akan berubah menjadi rentan saat memasuki fase generatif. Hal ini menunjukkan bahwa stadia tanaman berpengaruh terhadap tingkat keparahan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi.

Fase generatif adalah fase yang paling penting pada stadia pertumbuhan tanaman padi, karena pada fase ini tanaman sangat membutuhkan banyak energi dan cadangan makanan untuk pembentukan bunga, pembentukan malai, hingga pengisian bulir. Infeksi *Xoo* pada fase generatif sangat berpotensi menurunkan hasil karena tidak sempurnanya pembentukan bunga, pembentukan malai, dan pengisian bulir (Herlina *et al.*, 2011).

Menurut Vikal *et al.* (2007), bakteri *Xoo* merupakan patogen yang terbawa benih (*seed-borne*). Namun, berdasarkan keadaan di Desa Waluyojati, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Pringsewu, padi yang ditanam pada musim kering tidak terinfeksi penyakit hawar daun bakteri, padahal pada saat musim hujan, keparahan penyakit hawar daun bakteri hampir 50-60%. Hal ini mengindikasikan bahwa kemungkinan bakteri *Xoo* muncul di pertanaman tidak terbawa benih, melainkan karena faktor lingkungan seperti curah hujan, iklim, suhu, dan kelembaban

Menurut Khaeruni *et al.* (2014), waktu inokulasi *Xoo* yang berbeda akan berpengaruh terhadap keparahan penyakit HDB pada tanaman padi. Waktu inokulasi *Xoo* yang digunakan dalam penelitiannya adalah 3 MST, 5 MST, dan 7 MST. Inokulasi *Xoo* pada waktu 3 MST mewakili fase pesemaian, 5 MST mewakili fase pindah tanam, dan 7 MST mewakili fase awal generatif tanaman.

Pengendalian penyakit HDB saat ini banyak dilakukan dengan menggunakan varietas tahan, penggunaan berupa *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), serta menggunakan bakterisida. Namun penggunaan bakterisida harus diminimalisir karena bahan kimia yang terkandung di dalamnya dapat merusak tanaman, lingkungan tumbuh dan mengganggu keseimbangan

agroekosistem di sekitarnya. Oleh karena itu, untuk mencegah penyakit HDB perlu dilakukan penyediaan benih yang bebas *Xoo* serta pemahaman mengenai waktu tanam yang sesuai dengan perkembangan penyakit *Xoo* agar keparahan penyakit dapat menurun sehingga produksi pada tanaman padi meningkat.

2.2 *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* sebagai Pengimbas Ketahanan Patogen terhadap Tanaman

Rizosfer merupakan daerah yang dekat dengan perakaran tanaman. Zona ini kaya akan nutrisi dan banyak mengandung eksudat tanaman seperti asam amino, glukosa yang berperan dalam proses fotosintesis dan sumber nutrisi bagi tanaman. Bakteri yang banyak hidup dan berkembang pada zona ini disebut dengan *Rhizobacteria*. Bakteri *Rhizobacteria* yang hidup di rizosfer biasanya hidup bebas di sekitar perakaran tanaman dan mendukung daya tumbuh tanaman disebut PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) (Kloepper *et al.*, 2004).

Mekanisme kerja PGPR terhadap patogen ada 2 macam, yaitu secara tidak langsung melalui pemicu ketahanan tanaman dan secara langsung dengan cara antagonisme patogen. PGPR yang bekerja secara tidak langsung biasanya menghasilkan zat yang merupakan hasil sintesis bakteri seperti fitohormon atau membantu tanaman mengambil secara langsung nutrisi penting di sekitar akar tanaman.

Mekanisme kerja PGPR yang secara langsung mempengaruhi tanaman adalah *Rhizobacteria* yang dapat mencegah masuknya organisme fitopatogen dengan

menghasilkan zat yang bersifat antagonis atau dengan mengimbas ketahanan tanaman (Beneduzi *et al.*, 2012).

Rhizobacteria yang dapat menghasilkan zat antibiotik dan juga berperan dalam mengendalikan patogen tanaman adalah *P. fluorescens* dan *P. polymyxa* (Kloepper, 2004). Pada beberapa penelitian yang mulai berkembang, aktifitas biologis dari kedua jenis bakteri ini menghasilkan suatu zat hasil sekresi yang dapat menurunkan populasi patogen pada tanaman.

Klasifikasi ilmiah *Pseudomonas fluorescens* (Holt *et al.*, 1994),

Kingdom : Bacteria
 Filum : Proteobacteria
 Kelas : Gamma Proteobacteria
 Ordo : Pseudomonadaceae
 Genus : Pseudomonas
 Spesies : *Pseudomonas fluorescens*

Klasifikasi ilmiah *Paenibacillus polymyxa* (Ash *et al.*, 1994)

Kingdom : Bacteria
 Filum : Firmicutes
 Kelas : Bacilli
 Ordo : Bacillales
 Genus : Paenibacillus
 Spesies : *Paenibacillus polymyxa*

2.3. Indikasi Penyakit HDB sebagai penyakit terbawa benih

Benih padi pada bagian terluar dilapisi sekam yang dibentuk dari jaringan berselulosa dan berserat (*fibrous*) serta mengandung kadar silika yang tinggi (Damardjati, 1988). Benih padi akan berkecambah saat kondisi lingkungan tumbuh mendukung benih untuk berkecambah terutama dengan keberadaan

cahaya, kelembaban, dan suhu. Selain itu, kondisi media tumbuh juga dapat mempengaruhi perkecambahan, seperti pH, salinitas, serta drainase. Menurut Saranga (1997), pertumbuhan tanaman padi dapat dibagi menjadi 3 fase, fase pertama yaitu fase vegetatif (awal pertumbuhan dan sampai pembentukan bakal malai/primordia). Pada fase ini terdapat beberapa tahapan, perkecambahan, pertunasan, munculnya anakan, dan terjadinya pemanjangan batang. Lamanya fase vegetatif beragam yang menyebabkan perbedaan umur tanaman.

Fase kedua adalah fase generatif (pembentukan malai hingga fase bunting) yaitu fase yang ditandai dengan memanjangnya ruas batang teratas tanaman, berkurangnya jumlah anakan (matinya anakan tidak produktif), munculnya daun bendera, pengisian bulir, dan pembungaan.

Fase ketiga adalah fase pematangan (pembungaan sampai gabah matang) yang ditandai dengan munculnya bunga. Pertama, keluar malai dari ujung daun bendera dan malai terus berkembang sampai keluar seutuhnya dari pelepah daun. Apabila 50% bunga telah keluar, maka dapat disebut sebagai fase pembungaan.

Pembungaan (*anthesis*) dimulai ketika benang sari bunga yang paling ujung telah nampak keluar dari bulir dan terjadi proses pembuahan. Setelah itu tanaman akan memasuki fase pengisian gabah.

Terdapat 3 fase pengisian gabah, yaitu fase gabah matang susu, Fase gabah setengah matang dan Fase gabah matang penuh. Periode pemasakan ini memerlukan waktu kira-kira 30 hari dan ditandai dengan penuaan daun. Suhu di sekitar lingkungan tumbuh sangat mempengaruhi periode pemasakan gabah.

Menurut Tjitrosoepomo (2004), klasifikasi ilmiah tanaman padi adalah sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub- Divisi : Angiospemeae
Ordo : Poales
Famili : Graminae (Poaceae)
Sub-Famili : Pooideae
Genus : *Oryzae*
Spesies : *Oryza sativa*

Penggunaan benih bermutu merupakan komponen penting dalam pelaksanaan budidaya tanaman padi yang dapat menjamin pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang baik dengan hasil panen yang tinggi. Kadar air yang tinggi pada tanaman dapat menyebabkan benih mudah terinfeksi oleh patogen, sehingga dapat menyebabkan terjadinya penyakit. Agarwal dan Sinclair (1987) menyatakan bahwa bakteri patogen dapat berada dalam benih melalui cara infeksi atau kontaminasi. Infeksi benih dapat melalui embrio, selaput biji, dan endosperm, sedangkan kontaminasi disebabkan oleh banyaknya kotoran yang tercampur ke dalam benih selama pemanenan, penjemuran, dan penyimpanan.

Pada fase perkecambahan, benih sangat rentan mengalami tekanan fisiologis, kerusakan secara mekanis, dan juga rentan terhadap infeksi oleh patogen (Schmidt, 2000). Infeksi patogen yang terjadi pada benih padi biasanya dikarenakan karena patogen tersebut sudah ada di dalam benih sejak awal tanam. Penyakit HDB yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* diindikasikan sebagai penyakit terbawa benih.

Pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan perlakuan benih. Perlakuan benih bisa menggunakan bakterisida kimia, bakterisida nabati, maupun agens hayati yang dapat menginduksi ketahanan tanaman. Pengendalian patogen terbawa benih seharusnya juga dikombinasikan dengan peningkatan mutu fisiologis benih padi (Zamzani *et al.*, 2014). Selain itu, pengendalian juga dapat dilakukan dengan teknik budidaya, yaitu perlakuan bibit secara baik, menanam bibit dengan jarak yang tidak terlalu rapat, dan pengairan dilakukan secara berselang (intermiten). Pemupukan juga dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pemupukan nitrogen yang berlebihan akan meningkatkan perkembangan patogen penyebab penyakit HDB, oleh karena itu harus diimbangi dengan pemupukan kalium. Penggunaan varietas tahan juga merupakan salah satu pengendalian penyakit HDB yang dapat dilakukan saat ini. Karena patogen *Xoo* yang mampu membentuk patotipe baru, maka perlu adanya peta penyebaran patotipe suatu wilayah yang dapat digunakan sebagai dasar penentuan penanaman suatu varietas tahan berdasarkan kesesuaian sifat tahan varietas terhadap patogen yang ada di wilayah tersebut (Sudir *et al.*, 2012).

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada November 2015 sampai dengan Juli 2016 di rumah kasa Politeknik Negeri Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat- alat yang digunakan dalam penelitian adalah cawan petri, labu erlenmeyer, tabung reaksi, mikroskop, *Laminar Air Flow*, autoklaf, timbangan elektrik, lemari pendingin, bambu kecil, meteran, gunting isolasi, bak semai, polibag, *Thermohyrometer* , *Chlorophyllmeter* (SPAD) , *sprayer* kecil, dan kamera.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media *nutrient agar* (NA), larutan khloroks, *aquades*, alkohol 70%, *plastic wrap*, *aluminium foil*, air steril, , suspensi bakteri *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* (patotipe IV) 76×10^6 , suspensi bakteri *P. fluorescens* 88×10^6 (berasal dari BBPOPT Jatisari, Karawang, Jawa Barat) , suspensi bakteri *P. polymyxa* 9×10^7 (berasal dari BBPOPT Jatisari, Karawang, Jawa Barat), bakterisida kimia berbahan aktif streptomycin sulfat, larutan gula 10%, pupuk urea, pupuk SP-36, dan pupuk NPK.

3.3. Metode Penelitian

Uji keefektifan *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor, yaitu faktor waktu inokulasi *Xoo* dan faktor jenis suspensi.

a. Waktu inokulasi *Xoo*

Waktu inokulasi terdiri dari tiga waktu inokulasi *Xoo*, yaitu 3 minggu setelah tanam (MST), 5 minggu setelah tanam (MST), dan 7 minggu setelah tanam (MST).

b. Jenis suspensi perendam benih atau penyemprot tanaman

Perlakuan terdiri dari perendaman benih, penyemprotan daun, dan kombinasi perendaman serta penyemprotan menggunakan *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* dan bakterisida streptomycin sulfat.

Suspensi yang digunakan dalam perendaman benih, penyemprotan daun serta kombinasi perendaman dan penyemprotan adalah

1. Air steril (kontrol)
2. Suspensi bakteri *P. polymyxa*
3. Suspensi bakteri *P. fluorescens*
4. Suspensi campuran *P. polymyxa* dan *P. fluorescens*
5. Suspensi bakterisida streptomycin sulfat

Terdapat 15 perlakuan dalam dalam uji keefektifan *P. polymyxa* dan *P. fluorescens*. Masing- masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, setiap ulangan memiliki 3 sampel tanaman dan setiap 1 sampel tanaman terdiri dari 1 rumpun padi.

Perlakuan pada saat tanaman berumur 3 MST, 5 MST, dan 7 MST adalah,

1. R0 = benih direndam dalam air steril (kontrol)
2. Rb = benih direndam dalam suspensi bakteri *P. polymyxa*
3. Rp = benih direndam dalam suspensi bakteri *P. fluorescens*
4. Rbp = benih direndam dalam campuran suspensi bakteri *P. polymyxa* dan *P. fluorescens*
5. Rk = benih direndam dalam suspensi bakterisida kimia streptomycin sulfat
6. S0 = daun disemprot dalam air steril (kontrol)
7. Sb = daun disemprot dalam suspensi bakteri *P. polymyxa*
8. Sp = daun disemprot dalam suspensi bakteri *P. fluorescens*
9. Sbp = daun disemprot dalam campuran suspensi bakteri *P. polymyxa* dan *P. fluorescens*
10. Sk = daun disemprot dalam suspensi bakterisida kimia streptomycin sulfat
11. RS0 = benih direndam + daun disemprot dengan air steril (kontrol)
12. RSb = benih direndam + daun disemprot dengan suspensi bakteri *P. polymyxa*
13. RSp = benih direndam + daun disemprot dengan suspensi bakteri *P. fluorescens*
14. RSbp = benih direndam + daun disemprot dengan campuran suspensi bakteri *P. polymyxa* dan *P. fluorescens*
15. RSk = benih direndam + daun disemprot dengan suspensi bakterisida kimia streptomycin sulfat

3.4. Pelaksanaan Penelitian

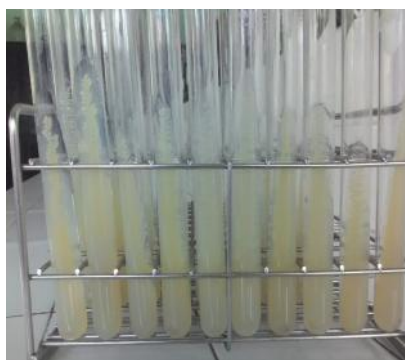
3.4.1. Penyiapan isolat *Xoo*

Isolat *Xoo* (Gambar 6) sebelum digunakan untuk inokulasi diencerkan terlebih dahulu. Isolat murni yang berada dalam media agar miring lalu ditambahkan

dengan 10 cc air steril. Kemudian suspensi tersebut dimasukkan ke dalam air steril lagi sebanyak 100 cc dan suspensi dibuat homogen menggunakan *rotary mixer*. Suspensi diambil sebanyak 100 μ dan dimasukkan ke dalam 90 cc air steril untuk dilakukan pengenceran bertingkat sampai 10^{-6} . Kemudian suspensi diambil sebanyak 100 μ dan disebar di media NA untuk menghitung jumlah koloni bakteri *Xoo* yang tumbuh di media NA. Setelah 3 hari diinkubasikan, jumlah koloni dapat dihitung dengan metode kuadran. Untuk membuat isolat stok *Xoo*, diambil 1 ose koloni bakteri dan digoreskan ke dalam tabung reaksi yang berisi media NA, dan diinkubasikan.



Gambar 3. Isolat *Xoo* patotipe IV yang berasal dari Sukamandi.



Gambar 4. Isolat *Xoo* yang sudah diperbanyak di media NA.

3.4.2. Aplikasi Suspensi *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* dan Bakterisida dengan Perendaman Benih (R)

a. Penyemaian benih

Benih padi varietas Ciherang direndam selama 24 jam pada masing-masing 5 jenis suspensi perendam benih (air steril sebagai kontrol, suspensi *P. fluorescens*, suspensi *P. polymyxa*, suspensi campuran *P. fluorescens* dan *P. polymyxa*, serta suspensi bakterisida kimia streptomycin sulfat. Kemudian benih ditanam dalam bak semai di rumah kaca dan disemai selama 1 minggu.

b. Seleksi bibit

Bibit yang berumur 1 minggu dan telah memiliki daun 2-3 helai adalah bibit yang akan diambil dan siap untuk ditanam di polibag dan diletakkan dalam rumah kaca.

c. Pemupukan

Sebelum melakukan penanaman, dilakukan pemupukan terlebih dahulu ke dalam polibag. Pupuk diletakkan di media tanah dengan cara ditugal di dalam polibag. Pupuk yang digunakan adalah urea dengan dosis 200 kg ha^{-1} , pupuk NPK Mutiara dengan dosis 200 kg ha^{-1} , dan pupuk SP-36 dengan dosis 100 kg ha^{-1} .

d. Penanaman

Bibit padi ditanam dalam polibag dengan jarak antar polibag $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$. Dalam masing-masing polibag ditanam 3 bibit padi. Satu minggu kemudian dilakukan pencabutan 2 bibit padi, sehingga hanya terdapat satu bibit padi dalam polibag.

e. Inokulasi *Xoo*

Inokulasi *Xoo* dilakukan pada kelompok tanaman berumur 3 MST, 5 MST, dan 7 MST dengan cara menggunting daun sepanjang 5 cm lalu mengoleskan ujung daun yang telah digunting dengan suspensi *Xoo* sebanyak 2 ml.



Gambar 5. Inokulasi *Xoo* pada tanaman padi.

f. Pengamatan gejala penyakit dan perhitungan keparahan penyakit

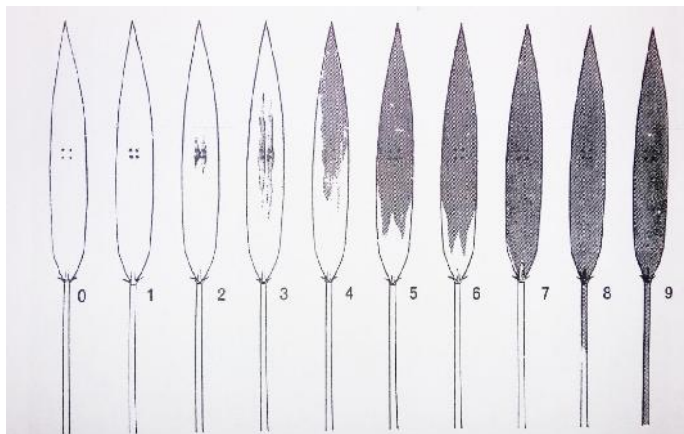
Pengamatan dilakukan pada semua daun dari masing- masing satuan percobaan.

Gejala penyakit HDB yang muncul diamati dan dicatat setiap hari untuk melihat masa inkubasi dan keparahan penyakitnya.

Keparahan penyakit hawar daun bakteri dihitung menggunakan rumus :

$$KP = \sum \frac{n \times v}{N \times V} \times 100 \%$$

- KP = Keparahan penyakit
- n = Jumlah unit tanaman dengan skor tertentu
- N = Jumlah seluruh unit tanaman dengan skor tertentu
- v = Skor unit tanaman
- V = Skor tanaman tertinggi



Gambar 6. Diagram Keparahan Penyakit Hawar Daun Bakteri Tanaman Padi (Ou, 1985).

Tabel 1. Skoring tanaman beserta gejala yang muncul

Skor	Gejala
0	Tidak ada gejala yang diamati
1	Ada gejala bercak sepanjang 1-2 mm disekitar titik inokulasi
2	Gejala membentuk melingkar seperti ellips dengan panjang sekitar 2-3 cm
3	Gejala mulai memanjang kurang dari ½ panjang daun
4	Gejala melebar dan mulai menyatu, bagian atas daun mulai mengalami kematian jaringan, meluas kira-kira ¼ dari bagian bawah permukaan daun yang menjadi titik inokulasi
5	Gejala hawar menyatu, bagian atas dari daun-daun menjadi kering, gejala meluas sampai ½ panjang daun
6	Gejala meluas sampai ¼ dari bagian bawah daun
7	Gejala meluas sampai mendekati ke bagian bawah daun dan hampir merusak seluruh bagian daun
8	Gejala hawar merusak seluruh helai daun dan meluas sampai ke sekitar ½ kelopak daun
9	Seluruh daun dan bagian kelopaknya hancur terinfeksi

3.4.3. Aplikasi Suspensi *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* dan Bakterisida melalui Penyemprotan pada Daun (S)

a. Pengecambahan benih

Benih padi varietas Ciherang direndam selama 24 jam dalam air steril untuk membantu melunakkan kulit benih padi. Kemudian benih ditanam dalam bak semai di rumah kaca selama 1 minggu.

b. Seleksi bibit

Bibit yang berumur 1 minggu setelah perkecambahan dan telah memiliki daun 2-3 helai adalah bibit yang akan diambil dan siap untuk ditanam di polibag dan diletakkan dalam rumah kaca.

c. Pemupukan

Sebelum melakukan penanaman, dilakukan pemupukan terlebih dahulu ke dalam polibag. Pupuk diletakkan di bagian tengah polibag yang sudah dilubangi. Pupuk yang digunakan adalah urea dengan dosis 200 kg ha^{-1} , pupuk NPK Mutiara dengan dosis 200 kg ha^{-1} , dan pupuk SP-36 dengan dosis 100 kg ha^{-1} .

d. Penanaman

Bibit padi ditanam dalam polibag dengan jarak antar polibag $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$. Dalam masing-masing polibag ditanam 3 bibit padi dan satu minggu kemudian dilakukan pencabutan 2 bibit padi, sehingga hanya terdapat satu bibit padi dalam polibag.

e. Penyemprotan *P. polomyxa* dan *P. fluorescens* serta Bakterisida pada Tanaman Padi

Penyemprotan *P. polomyxa* dan *P. fluorescens* dilakukan 2 hari sebelum inokulasi *Xoo*. Hal ini bertujuan agar kedua jenis bakteri tersebut dapat berkolonisasi di permukaan tanaman. Setelah itu, tanaman diinokulasi dengan *Xoo* dengan metode pengguntingan daun.

f. Inokulasi *Xoo*

Inokulasi *Xoo* dilakukan pada kelompok tanaman berumur 3 MST, 5 MST, dan 7 MST dengan cara menggunting daun sepanjang 5 cm lalu mengoleskan ujung daun yang telah digunting dengan suspensi *Xoo* sebanyak 2 ml.

g. Pengamatan gejala penyakit dan Perhitungan Keparahan Penyakit

Pengamatan dilakukan pada semua daun dari masing- masing satuan percobaan. Gejala penyakit HDB yang muncul diamati dan dicatat setiap hari untuk melihat masa inkubasi dan keparahan penyakitnya.

Keparahan penyakit hawar daun bakteri dihitung menggunakan rumus :

$$KP = \sum \frac{n \times v}{N \times V} \times 100 \%$$

- KP = Keparahan penyakit
 n = Jumlah unit tanaman dengan skor tertentu
 N = Jumlah seluruh unit tanaman dengan skor tertentu
 v = Skor unit tanaman
 V = Skor tanaman tertinggi

3.4.4. Aplikasi Suspensi *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* dan Bakterisida melalui Perendaman Benih dan Penyemprotan pada Daun (RS)

a. Pengecambahan benih

Benih padi varietas Ciherang direndam selama 24 jam pada masing-masing 5 jenis suspensi perendam benih (air steril sebagai kontrol, suspensi *P. fluorescens*, suspensi *P. polymyxa*, suspensi kombinasi *P. fluorescens* dan *P. polymyxa*, serta

suspensi bakterisida kimia). Kemudian benih ditanam dalam bak semai di rumah kaca dan disemai selama 1 minggu.

b. Seleksi bibit

Bibit yang berumur 1 minggu dan telah memiliki daun 2-3 helai adalah bibit yang akan diambil dan siap untuk ditanam di polibag dan diletakkan dalam rumah kaca.

c. Pemupukan

Sebelum melakukan penanaman, dilakukan pemupukan terlebih dahulu ke dalam polibag. Pupuk diletakkan di bagian tengah polibag yang sudah dilubangi. Pupuk yang digunakan adalah urea dengan dosis 200 kg ha^{-1} , pupuk NPK Mutiara dengan dosis 200 kg ha^{-1} , dan pupuk SP-36 dengan dosis 100 kg ha^{-1} .

d. Penanaman

Bibit padi ditanam dalam polibag dengan jarak antar polibag $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$. Dalam masing-masing polibag ditanam 3 bibit padi. Dan satu minggu kemudian dilakukan pencabutan 2 bibit padi, sehingga hanya terdapat satu bibit padi dalam polibag.

e. Penyemprotan *P. polomyxa* dan *P. fluorescens* dan Bakterisida pada Tanaman Padi

Penyemprotan PGPR dilakukan 2 hari sebelum inokulasi *Xoo*. Hal ini bertujuan agar bakteri dapat berkembang dulu menginfeksi tanaman lalu kemudian baru ditekan perkembangannya melalui penyemprotan PGPR dan bakterisida.

f. Inokulasi *Xoo*

Inokulasi *Xoo* dilakukan pada kelompok tanaman berumur 3 MST, 5 MST, dan 7 MST dengan cara menggunting daun sepanjang 5 cm lalu mengoleskan ujung daun yang telah digunting dengan suspensi *Xoo* sebanyak 2 ml.

g. Pengamatan gejala penyakit dan Perhitungan Keparahan Penyakit

Pengamatan dilakukan pada semua daun dari masing- masing satuan percobaan.

Gejala penyakit HDB yang muncul diamati dan dicatat setiap hari untuk melihat masa inkubasi dan keparahan penyakitnya.

Keparahan penyakit hawar daun bakteri dihitung menggunakan rumus :

$$KP = \sum \frac{n \times v}{N \times V} \times 100 \%$$

KP = Keparahan penyakit

n = Jumlah unit tanaman dengan skor tertentu

N = Jumlah seluruh unit tanaman dengan skor tertentu

v = Skor unit tanaman

V = Skor tanaman tertinggi

3.5. Data pendukung

Selain data utama berupa menghitung keterjadian penyakit, diamati pula aspek agronomi yang berkaitan yaitu sebagai berikut :

- a. Panjang akar, pengukuran dilakukan dengan menghitung panjang pangkal leher akar sampai dengan ujung akar pada saat tanaman berumur 7 MST
- b. Bobot akar, pengukuran dilakukan dengan menimbang bobot akar mulai dari pangkal leher akar sampai ujung akar pada saat tanaman berumur 7 MST

- c. Tinggi tanaman, diukur dari pangkal batang hingga ujung daun bendera pada tiap rumpun setiap minggunya sampai akhir masa vegetatif dengan satuan centimeter (cm).
- d. Jumlah daun, diukur jumlah daun bendera yang tumbuh setiap minggu sampai akhir masa vegetatif
- e. Kandungan klorofil daun, diukur menggunakan *Chlorophyllmeter* (SPAD-10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$). Pengambilan data di rumah kaca dilakukan sebanyak 10 kali dan dihitung rata-ratanya
- f. Jumlah anakan produktif (fase pemasakan), menghitung jumlah anakan yang menghasilkan malai di setiap rumpunnya. Penghitungan ini dilakukan pada saat tanaman padi memasuki fase generatif awal.
- g. Panjang malai (menjelang panen), pengukuran dari pangkal malai sampai ujung malai dengan satuan centimeter (cm).
- h. Jumlah bulir (panen), menghitung satu per satu bulir yang ada di dalam satu malai
- i. Bobot brangkasan, dihitung bobot brangkasan tanaman per rumpun dengan satuan gram (gr)
- j. Uji konfirmasi patotipe isolat *Xoo*
- k. Rerata suhu harian
- l. Rerata kelembaban harian

3.6. Analisis Data

Selanjutnya data dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

V . KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan maka dapat disimpulkan, bahwa :

1. *Pseudomonas fluorescens* dan *Paenibacillus polymyxa* tidak mengurangi keparahan penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi;
2. Waktu aplikasi agens hayati berpengaruh nyata terhadap keparahan penyakit HDB pada tanaman padi (semakin awal waktu inokulasi *X₀₀* , maka semakin cepat pula tanaman terinfeksi dan dapat menyebabkan meningkatnya keparahan penyakit HDB pada tanaman padi)

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan untuk melakukan waktu aplikasi yang berulang serta pengujian senyawa- senyawa bioaktif yang dimiliki oleh *P. polymyxa* dan *P. fluorescens*, sehingga nampak pengaruh *P. polymyxa* dan *P. fluorescens* terhadap pengendalian penyakit HDB dan pertumbuhan tanaman padi. Selain itu perlu adanya pengendalian secara terpadu agar penyakit HDB dapat dikendalikan sehingga produktifitas padi dapat ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, V.K. and Sinclair, J.B. 1987. *Seedborne pathogens*. In Principles of Seed Pathology Vol I. CRS Press, Inc. Florida.
- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology 5th Edition*. Elsevier Academic Press, Burlington, MA, USA. 984 pp.
- Agustiansyah., S.Ilyas., Sudarsono., M.Machmud. 2010. Pengaruh perlakuan benih secara hayati pada benih padi terinfeksi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* terhadap mutu benih dan pertumbuhan bibit. *Jurnal Agronomi Indonesia* 38: 185-191.
- Ash, C., Priest, F.G., Collins, M.D. 1994. *Paenybacillus* gen and *Paenybacillus polymyxa* : In validation of the publication of new names and new combination previously effectively published outside the IJSB. *International Journal System Bacteriology* 44: 197-198.
- Bai, J., Seong-Ho Choi., Grisel Ponciano., Hei Leung., Jan.E.Leach. 2000. *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Avirulence Genes Contribute Differently and Specifically to Pathogen Aggressiveness. *Molecular Plant- Microbe Interaction* 13 (12) : 1322-1329.
- Balai Besar Padi. 2014. *Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Bradury, J. F. 1986. *Xanthomonas: In Guide to Plant Pathogenic Bacteria*. CAB International Mycological Institute. England.
- Beneduzi, A., A.Ambrosini., L.M.P.Passaglia. 2012. *Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Their potential as antagonists and biocontrol agents*. *Review Article: Genetics and Molecular Biology* ,35,4(suppl), 1044-1051.

- Damanik, S., M.I. Pinem., Y. Pangestini Sih. 2013. Uji efikasi agens hayati terhadap penyakit hawar daun bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada beberapa varietas padi sawah (*Oryza sativa*). *Jurnal Agroekoteknologi* 1(4): 1402-1412.
- Damardjati, D.S. 1988. *Struktur Kandungan Gizi Beras*. Balitbang Pertanian: Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Djarmiko, H.A. dan Fatichin. 2009. Ketahanan dua puluh satu varietas padi terhadap penyakit hawar daun bakteri. *Jurnal HPT Tropika* 9: 168-173.
- Ghasemie, E., M.N. Kazempour., F. Padasht. 2008. *Isolation and Identification of Xanthomonas oryzae the Causal Agent of Bacterial Blight of Rice in Iran*. *Journal of Plant Protection Research* 48 (1) :53-62.
- Ginting, C. 2013. *Ilmu Penyakit Tumbuhan: Konsep dan Aplikasi*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 201 pp.
- Herlina, L dan T.S. Silitonga. 2011. Seleksi lapang ketahanan beberapa varietas padi terhadap infeksi hawar daun bakteri strain iv dan viii. *Buletin Plasma Nutfah* 17 (2) :80-87.
- Hifni, H., K. Kardin. 1998. Pengelompokan isolat *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dengan menggunakan galur isogenik padi IRRI. *Jurnal Hayati* 5(3):66-72.
- Holt, J.G., Krieg, N.R. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th Edition*. USA: Williams and Wilkins Baltimore
- International Rice Research Institute. 2003. *Bacterial Leaf Blight*.
<http://www.knowledgebank.irri.org/decision-tools/rice-doctor/rice-doctor-fact-sheets/item/bacterial-blight> diakses tanggal 19 Mei 2015 pukul 11.19 WIB.

- Kadir, T.S. 1999. Variasi patogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah PFI*. Purwokerto.
- Kadir, T.S. 2009. Menangkal HDB dengan menggilir varietas. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 31 (5): 1-3.
- Khaeruni, A., M. Taufik., T.Wijayanto., E.A.Johan.2014. Perkembangan penyakit hawar daun bakteri pada tiga varietas padi sawah yang diinokulasi pada beberapa fase pertumbuhan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 10(4):119-125.
- Kloepper, J.W.,C.M.Ryu.,S.Zhang. 2004. *Induced systemic resistance and promotion of plant growth by Bacillus spp.* *Phytopathology Journal* 11 (94):1259- 1266.
- Moffet, M.J.,Croft.B.J. 1983. *Xanthomonas*. In: Fahy PC& Persley GJ,eds. *Plant Bacterial Diseases*. Academic Press. London. Pp.189-228
- Navitasari, L.,L. Soesanto.,A.Y. Rahayu. 2013. Pengaruh aplikasi *Pseudomonas fluorescens* P60 terhadap mutu patologis, mutu fisiologis, dan pertumbuhan bibit padi IR64. *Jurnal HPT Tropika* 2(13): 179-190.
- Ou, S.H.1985. *Rice Diseases (2nd ed)*. CMI Kew.380 pp.
- Reddy,A.P.K., D.R.MacKenzie., D.I.Rouse., A.V.Rao. 1979. *Relationship of Bacterial Leaf Blight Severity to Grain Yield of Rice*. *The American Phytopathology* 69: 967- 969.
- Rudolph, K.,Roy.M.A., Sasser,M., Stead,D,E., Davis,M. Swings,J., Gossele,F. 1990. *Isolation of Bacteria. Methods in Phytobacteriology*. Akodemiai Kiado Budapest. Pp. 45-86.

- Schmidt, L.H. 2000. *Guide to handling of tropical and subtropical forest seed*. Danida Forest Seed Centre. University of Copenhagen. Denmark.
- Saranga, P. 1997. *Teknologi Produksi Tanaman Pangan*. Buku I: Padi. Departemen Pertanian. Akademi Penyuluh Pertanian.
- Sarra,S., L.Diarra., M.Dembele., M.M.Coulibaly., Y.Serre. 2010. *Characterization of Bacterial Leaf Blight Epidemic in the Office du Niger (Mali) and Search for a Sustainable Resistance Against the Pathogen*. Second Africa Rice Congress. Bamako. Mali. 22-26 March 2010: Innovation and Partnership to Realize Africa's Rice Potential.
- Soesanto,L.,Mugiastuti. E., Rahayuniati.R.F. 2011. *Biochemical characteristic of Pseudomonas fluorescens P60*. *Jornal of Biotechnology and Biodiversity* 2:19-26.
- Staskawicz, B.J., M.B. Mudgett., J.L.Dangl., J.E. Galan. 2001. *Common and contrasting themes of plant and animal diseases*. *Science* 292: 2285-2289.
- Sudir dan Suprihanto. 2008. Pengaruh kualitas benih terhadap pertumbuhan tanaman, perkembangan penyakit dan hasil padi. *Prosiding Seminar Apresiasi Hasil Padi Menunjang P2BN*. Buku 1: 477- 490.
- Sudir., T.S.Kadir., Suprihanto. 2009. Identifikasi patotipe *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, penyebab penyakit hawar daun bakteri padi di sentra produksi padi di Jawa. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 28 (3) : 131-138.
- Sudir., B.Nuryanto., T.S.Kadir. 2012. Epidemiologi, patotipe, dan strategi pengendalian penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi. *Jurnal IPTEK Tanaman Pangan* 7:79- 87.

- Suparyono., Sudir., Suprihanto. 2003. Komposisi patotipe hawar daun bakteri pada tanaman padi stadium tumbuh berbeda. *Jurnal Penelitian Pertanian* 22(1):45- 50.
- Suparyono., Sudir., Suprihanto. 2004. *Pathotype profile of Xanthomonas campestris pv. Oryzae, isolates from the rice ecosystem in Java. Indonesian Journal of Agricultural Science* 5(2): 63-69.
- Syamsia., T.Kuswinanti., E.Syam'un., A.Masniawati. 2014. *Endurance Test Of Aromatic Rice From Enrekang Against Bacterial Leaf Blight. International Journal of Scientific and Technology Research* 3: 25-27.
- Taufik, M., A.Rachman., A.Wahab., S.H.Hidayat. 2010. Mekanisme ketahanan terinduksi oleh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) pada tanaman cabai terinfeksi *Cucumber Mosaik Virus* (CMV). *Jurnal Hortikultura* 20(3): 274-283.
- Tjitrosoepomo, G. 2004. Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta: Edisi ke-8. UGM Press. Yogyakarta.
- Vergara, Benito, S. 1980. *Rice plant growth and development*. National Academy of Science and Technology. Phillipines.
- Vikal, Y., A. Das.B.Patra.,R.K. Goel., J.S. Sidhu., K.Singh. 2007. *Identification of new sources of bacterial blight resistance in wild Oryza species. Plant Genet. Resour.* 5:108-112.
- Wartono., Giyanto., K.H.Mutaqin. 2014. Efektivitas formulasi spora *Bacillus subtilis* B12 sebagai agen pengendali hayati penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 34 (1):21-28.
- Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute. Los Banos Philippines.
- Zamzani,A., S.Ilyas., M.Machmud.2014. Perlakuan agens hayati untuk mengendalikan hawar daun bakteri dan meningkatkan produksi benih padi sehat. *Jurnal Agronomi Indonesia* 42 (1) :1-8.