

**PEMANFAATAN ISOLAT CENDAWAN ENDOFIT
UNTUK MENINGKATKAN KETAHANAN PADI AROMATIK LOKAL
ENREKANG TERHADAP PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI
(*Xanthomonas oryzae pv oryzae*) DAN CEKAMAN KEKERINGAN**

**Utilization Of Endophytic fungal Isolates for Enhancing the Resistance of
Local Aromatic Rice from Enrekang against bacterial leaf blight
(*Xanthomonas oryzae pv oryzae*) and Drought Stress**

**SYAMSIA
P0100311408**



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2015**

**PEMANFAATAN ISOLAT CENDAWAN ENDOFIT
UNTUK MENINGKATKAN KETAHANAN PADI AROMATIK LOKAL
ENREKANG TERHADAP PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI
(*Xanthomonas oryzae pv oryzae*) DAN CEKAMAN KEKERINGAN**

DISERTASI

Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar Doktor

**PROGRAM STUDI
ILMU PERTANIAN**

Disusun dan Diajukan Oleh

SYAMSIA

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2015**

DISERTASI

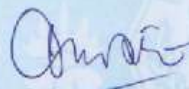
**PEMANFAATAN ISOLAT CENDAWAN ENDOFIT
UNTUK MENINGKATKAN KETAHANAN PADI AROMATIK LOKAL
ENREKANG TERHADAP PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI
(*Xanthomonas oryzae* pv *oryzae*) DAN CEKAMAN KEKERINGAN**

Disusun dan diajukan oleh

SYAMSIA
Nomor Pokok P0100311408

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi
Pada tanggal 12 Agustus 2015
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

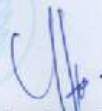
Menyetujui
Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.
Promotor

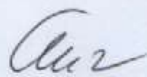


Prof. Dr. Ir. Elkawakib Syam'un, M.P.
Ko-promotor



Dr. A. Masniawati, S.Si., M.Si.
Ko-promotor

Ketua Program Studi
Ilmu Pertanian



Prof. Dr. Ir. Darmawan Salman, M.S.

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Syamsul Bachri, SH., M.S.

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Syamsia
Nomor Mahasiswa : P0100311408
Program Studi : Ilmu Pertanian

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 15 Juni 2015

Yang menyatakan

S y a m s i a

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan disertasi ini dapat diselesaikan atas bantuan banyak pihak, karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc selaku promotor, Prof. Dr. Ir. Elkawakib Syam'un, M.S. dan Dr. A. Masniawati, S.Si, M.Si selaku ko-promotor yang telah memberikan arahan dan memotivasi sejak persiapan hingga tersusunnya disertasi ini.
2. Dr. Ir. Syatrianty A Syaiful M.S., Dr. Ir. A. Nasruddin, M.S., Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc dan Dr. Ir. Danial Rahim, M.Sc selaku tim penguji yang telah memberikan saran untuk penyempurnaan disertasi ini
3. Rektor Universitas Hasanuddin, Pembantu Rektor, Direktur Program Pasca Sarjana dan Asisten Direktur, Ketua Program Studi Ilmu Pertanian Universitas Hasanuddin
4. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Koordinator Kopertis Wilayah IX Sulawesi,
5. Ketua Badan Pelaksana Harian Universitas Muhammadiyah Makassar, Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar, Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar, Pembantu Dekan, Ketua Program Studi Agribisnis, teman-teman di Fakultas Pertanian Unismuh Makassar: Prof. Dr. Syafiuddin, M.Si., Prof. Dr. Ir. Ratnawati Tahir, M.Si., Dr. Ir. Hj. Rosanna, M.P., Dr. Ir. Kasifah, M.P., Ir. Hj. Nailah, M.Si., Isnaini Junais, S.TP.M.Si., Irma Hakim, S.TP., M.Si.
6. Ayahanda dan ibunda tercinta H. Tayibe dan Hj. Alimang, bapak dan ibu mertua H. Sukirman H.C dan Hj. Siti Khoeriyah, terima kasih atas jerih payah, pengorbanan dan doanya. Dan keluarga besar Ir. Syata Sanusi dan Ir. Nurwana Wahid yang senantiasa memotivasi dan mendoakan penulis

7. Suami tercinta Adib Munawar SP.,M.Si dan anak-anakku tersayang Delima Putri Muthia, Nailah Dian Jauhara dan Muhammadi Dhaniarsya Kayana, atas ketabahan, kesabaran, dan pengorbanannya.
8. Adik saya H. Abd Rahman dan Istri Hj. Rahmatullah, serta sahabatku Reta, SP, M.Si dan keluarga, terima kasih atas bantuan dan doanya.
9. Jufri dan petani di Desa Awo Kabupaten Enrekang yang telah membantu dalam pengambilan sampel dan benih padi aromatik lokal Enrekang.
10. Ahmad Yani, S.Si, yang telah banyak membantu selama penelitian di PKP, Harianto, SP, dan Asmi, di Lab. Terpadu serta Rahmawati di Lab. Tanah, Amri dan keluarga, siswa-siswi SMK Pertanian, Mahasiswa Prodi Agribisnis Unismuh Makassar: Marni, Nadir, Dahrul, Amriadi, Sahlan, Dewi, Ishaka, Nawir, dan Hamsiah yang telah membantu selama pengumpulan data.
11. Rekan-rekan peneliti di PKP: Dr.Ir. Kafrawi, SP.,M.Si, Dr.Ir.Hendri Kesaulya, Dr.Nurbaya,S.Si.,M.P. Rahmi Rosali, SP,M.P., Abri, S.P., M.P., Iradatullah, S.P.,M.P., A. Herawati, S.P.,M.P., Mu'mina, S.P.,M.P., Maimunah Nonci, S.P.,M.P., Indriati, S.P., M.Sc., Dr.Ir.Zulkifli Maulana, M.P., atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian.
12. Ir.Katriani, M.P., Irmayani, S.P.,M.Si, Ir. Abubakar Idhan, M.P., Ir. Nirwana Tahir, M.P., dan Dr. Roy Efendy, SP.M.Si. Muhammad Kadir, SP,M.P. dan Ismail, S.P. atas bantuan, motivasi, dan sarannya.
13. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Ilmu Pertanian angkatan 2011 yang selalu memberikan semangat dan doa.

Semoga Allah SWT memberikan pahala yang berlipat ganda, dan semoga Disertasi ini dapat bermanfaat. Amin.

Makassar, 12 Agustus 2015

Syamsia

ABSTRAK

SYAMSIA. *Pemanfaatan Isolat Endofit untuk Meningkatkan Ketahanan Padi Aromatik Lokal Enrekang terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas oryzae pv oryzae*) dan Cekaman Kekeringan* (dibimbing oleh Tutik Kuswinanti, Elkawakib Syam'un, dan A. Masniawati).

Penelitian ini bertujuan menguji : (1) ketahanan jenis padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri (HDB), (2) ketahanan jenis padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan, (3) kemampuan isolat cendawan endofit sebagai antagonis terhadap bakteri xoo secara in vitro, (4) kemampuan isolat cendawan endofit dalam memproduksi hormon IAA, pelarutan fosfat, dan produksi enzim, (5) kemampuan isolat endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun bakteri (HDB), dan (6) kemampuan isolat endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan.

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahapan yaitu: (1) uji ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri dan cekaman kekeringan, (2) isolasi, uji kemampuan isolat cendawan endofit dalam memproduksi hormon IAA, pelarut, fosfat, dan produksi enzim dan identifikasi, (3) uji kemampuan isolat cendawan endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap penyakit hawar daun bakteri dan cekaman kekeringan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) padi aromatik lokal Enrekang, yaitu pare mansur, pulu lotong, pulu mandoti, pare lambau dan pare pinjan bersifat rentan terhadap penyakit hawar daun bakteri, (2) padi aromatik lokal Enrekang pulu mandoti, pare lambau, pare pinjan, pare solo, dan pare kamida memiliki sifat toleran terhadap cekaman kekeringan, (3) isolat cendawan endofit yang bersifat antagonis terhadap bakteri xoo, yaitu *penicillium sp*, *aspergillus sp*, dan *aspergillus niger*, (4) *aspergillus sp* dan *aspergillus niger* dapat meningkatkan ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri, (5) *penicellium sp* memiliki kemampuan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan, dan (6) *aspergillus niger* mampu meningkatkan ketahanan pulu mandoti dan pare pinjan dari level rentan menjadi tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri.

Kata kunci: cendawan endofit, penyakit hawar daun bakteri, padi aromatik lokal, cekaman kekeringan



ABSTRACT

SYAMSIA. *Endophytic Isolate Utilization to Enhance Resistance Local Aromatic Rice of Enrekang against Bacterial Leaf Blight (*Xanthomonas oryzae pv oryzae*) and Drought Stress* (supervised by Tutik Kuswinanti, Elkawakib Syam'un and A. Masniawati).

The research aimed to examine: (1) the resistance of the local aromatic rice variety of Enrekang against the bacterial leaf blight (BLB); (2) the resistance of the local aromatic rice variety of Enrekang against the drought stress; (3) the capability of the endophytic fungal isolate as the antagonist against the *Xanthomonas oryzae pv oryzae* by *in vitro*; (4) the capability of the endophytic fungal isolate in producing IAA hormone, phosphate dissolving and enzyme production; (5) the capability of the endophytic fungal isolate in improving the plant resistance against the bacterial leaf blight (BLB); (6) the capability of the endophytic fungal isolate in improving the plant resistance against the drought stress.

The research was carried out in three stages as follows: (1) the test of the local aromatic rice resistance against the bacterial leaf blight and drought stress; (2) the isolation, the test of the endophytic fungal isolate capability in producing IAA hormone, phosphate dissolving, enzyme production and identification; (3) the test of the endophytic fungal isolate capability in improving the plant resistance against the bacterial leaf blight and drought stress.

The research result indicates that: 1) the local aromatic rice of Enrekang of Pare Mansur, Pulu Lotong, Pulu Mandoti, Pare Limbau, and Pare Pinjan is susceptible against the bacterial leaf blight; 2) the local aromatic rice of Enrekang of Pulu Mandoti, Pare Limbau, Pare Pinjan, Pare Solo and Pare Kamida has the tolerant characteristic against the drought stress; 3) the endophytic fungal isolate is antagonistic (can inhibit) the *Xanthomonas oryzae pv oryzae* namely: *Penicillium* sp, *Aspergillus*, sp and *Aspergillus niger*; 4) the *Aspergillus*, sp and *Aspergillus niger* can improve the resistance of the local aromatic rice of Enrekang against the bacterial leaf blight; 5) the *Penicillium* sp has the capability in improving the plant resistance against the drought stress; 6) the *Aspergillus niger* is able to improve the resistance of Pulu Mandoti and Pare Pinjan and the susceptible level to become resistant against the bacterial leaf blight.

Key-words: Endophytic fungus, bacterial leaf blight, local aromatic rice, drought stress.



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGANTAR..... | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI..... | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| ABSTRAK..... | vii |
| ABSTRACT..... | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| BAB I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Rumusan Masalah..... | 8 |
| C. Tujuan Penelitian..... | 10 |
| D. Manfaat Penelitian..... | 11 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| A. Padi Aromatik..... | 14 |
| B. Penyakit Hawar daun Bakteri..... | 17 |
| C. Cekaman Kekeringan..... | 18 |
| D. Respon Tanaman Terhadap Cekaman Kekeringan..... | 19 |
| E. Metode Seleksi Toleransi Kekeringan pada Fase Kecambah dengan PEG..... | 21 |
| F. Cendawan Endofit..... | 22 |
| G. Potensi Cendawan Endofit dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit HDB | 23 |
| H. Potensi Cendawan Endofit dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Terhadap Cekaman kekeringan..... | 24 |
| 1. Hormon IAA..... | 25 |

| | |
|--|-----|
| 2. Pelarutan Fosfat oleh Cendawan..... | 25 |
| 3. Enzim Lignoselulotik..... | 27 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 28 |
| A. Waktu dan Tempat..... | 28 |
| B. Metode Pelaksanaan..... | 28 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 40 |
| A. Hasil Penelitian..... | 40 |
| 1. Uji ketahanan padi aromatik terhadap penyakit hawar daun bakteri..... | 41 |
| 2. Uji ketahanan padi aromatik terhadap cekaman kekeringan di laboratorium..... | 49 |
| 3. Uji ketahanan padi aromatik terhadap cekaman kekeringan di rumah kaca..... | 54 |
| 4. Isolasi dan pemurnian cendawan endofit..... | 60 |
| 5. Kemampuan isolat cendawan endofit dalam memproduksi IAA, pelarut fosfat dan enzim lignoselulotik..... | 61 |
| 6. Uji antagonis cendawan endofit terhadap bakteri <i>Xoo</i> | 65 |
| 7. Karakterisasi dan identifikasi isolat cendawan endofit yang bersifat antagonis | 66 |
| 8. Kemampuan isolat cendawan endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun bakteri.... | 69 |
| 9. Pemanfaatan isolat cendawan endofit untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan..... | 72 |
| B. Pembahasan..... | 78 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 95 |
| A. Kesimpulan..... | 95 |
| B. Saran..... | 95 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 96 |
| LAMPIRAN..... | 108 |

DAFTAR TABEL

| NO | Teks | Halaman |
|-----------|--|----------------|
| 1 | Perkembangan strain hawar daun bakteri di beberapa daerah penghasil padi..... | 4 |
| 2 | Perubahan ketahanan beberapa varietas padi terhadap penyakit hawar daun bakteri..... | 5 |
| 3 | Perbedaan subspecies padi Indika, Japonika, dan Javanika..... | 15 |
| 4 | Cendawan pelarut fosfat dengan aktivitas biokontrol..... | 26 |
| 5 | Skor luas gejala penyakit padi aromatik lokal pada umur 14 hari setelah Inokulasi bakteri Xoo-003..... | 41 |
| 6 | Tinggi taman padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo..... | 42 |
| 7 | Jumlah anakan padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo..... | 43 |
| 8 | Jumlah gabah isi padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo | 44 |
| 9 | Berat gabah padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo | 45 |
| 10 | Berat 100 biji padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo | 46 |
| 11 | Persentase gabah hampa padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo..... | 47 |
| 12 | Rekapitulasi luas gejala, pertumbuhan dan produksi padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo ... | 48 |
| 13 | Persentase kecambah, panjang tajuk, panjang akar dan panjang koleoptil padi pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan konsentrasi PEG 6000 di laboratorium | 49 |
| 14 | Persentase kecambah padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan berbagai konsentrasi PEG 6000..... | 50 |

| | | |
|----|--|----|
| 15 | Panjang tajuk padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan berbagai konsentrasi PEG 6000 | 51 |
| 16 | Panjang akar padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan berbagai konsentrasi PEG 6000 | 52 |
| 17 | Panjang koleoptil padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan berbagai konsentrasi PEG 6000..... | 53 |
| 18 | Tinggi tanaman padi pada kondisi optimum dan cekaman kekeringan..... | 54 |
| 19 | Jumlah anakan padi pada kondisi optimum dan cekaman kekeringan..... | 55 |
| 20 | Berat kering tajuk tanaman padi pada kondisi optimum dan cekaman kekeringan berat kering tajuk tanaman padi pada kondisi optimum dan cekaman kekeringan..... | 56 |
| 21 | Berat kering akar padi pada kondisi optimum dan cekaman kekeringan..... | 57 |
| 22 | Berat gabah padi pada kondisi optimum dan cekaman kekeringan | 58 |
| 23 | Rekapitulasi Indeks toleransi (it) pada perlakuan cekaman kekeringan larutan PEG 6000 konsentrasi 20% | 59 |
| 24 | Kemampuan isolat cendawan endofit memproduksi IAA, pelarut fosfat, dan enzim lignoselulolitik | 64 |
| 25 | Morfologi koloni isolat cendawan endofit..... | 66 |
| 26 | Luas gejala dan kategori ketahanan terhadap penyakit HDB padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan jenis cendawan endofit pada umur 14 hari setelah diinokulasi bakteri Xoo..... | 67 |
| 27 | Tinggi tanaman padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan aplikasi isolat cendawan endofit untuk meningkatkan ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri | 68 |
| 28 | Jumlah anakan padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan aplikasi isolat cendawan endofit untuk meningkatkan ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri | 69 |

| | | |
|----|---|----|
| 29 | Tinggi tanaman padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan aplikasi isolat cendawan endofit untuk meningkatkan ketahanan terhadap cekaman kekeringan..... | 71 |
| 30 | Jumlah anakan padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan aplikasi isolat cendawan endofit untuk meningkatkan ketahanan terhadap cekaman kekeringan | 72 |
| 31 | Panjang akar padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan aplikasi isolat cendawan endofit untuk meningkatkan ketahanan terhadap cekaman kekeringan | 73 |
| 32 | Berat kering akar padi aromatik lokal enrekang pada perlakuan aplikasi isolat cendawan endofit untuk meningkatkan ketahanan terhadap cekaman kekeringan..... | 74 |
| 33 | Berat kering tajuk padi aromatik lokal enrekang pada perlakuan aplikasi isolat cendawan endofit untuk meningkatkan ketahanan terhadap cekaman kekeringan..... | 75 |
| 34 | Kadar prolin pada perlakuan cekaman kekeringan dan aplikasi isolat cendawan endofit | 76 |

DAFTAR GAMBAR

| NO | <u>Teks</u> | Halaman |
|----|--|---------|
| 1 | Kerangka pikir penelitian | 12 |
| 2 | Tahapan dan luaran penelitian | 13 |
| 3 | Padi aromatik lokal Enrekang yang memiliki bulu pada ujung gabah | 16 |
| 4 | Perkecambahan gabah var. Gajahmungkur pada PEG (0, 10, 20, 25 dan 30% PEG 6000 | 22 |
| 5 | Mekanisme pemacu pertumbuhan tanaman oleh cendawan pelarut fosfat | 26 |
| 6 | Morfologi koloni dari cendawan endofit yang diisolasi dari padi aromatik lokal Enrekang pada jaringan batang (A), akar (B) dan daun (C) | 60 |
| 7 | Produksi IAA ditunjukkan oleh perubahan warna supernata menjadi pink setelah ditambahkan Reagen Salowski. Kontrol (a). Isolat cendawan endofit KN1,KN2,KN3,KN4, KN5 (a-f)..... | 61 |
| 8 | Terbentuknya zona bening (Halo zone) sebagai indikator pelarutan fosfat isolat cendawan endofit (A dan B), Kontrol (C).. | 62 |
| 9 | Perubahan warna pada kultur filtrat merupakan Indikator kemampuan melarutkan fosfat kontrol (k), isolat cendawan endofit (a,b,c) | 63 |
| 10 | Perubahan warna media dari biru menjadi bening sebagai indikator Kemampuan memproduksi enzim lignoselulotik..... | 64 |
| 11 | Zona hambat (Zona bening) disekitar isolat cendawan endofit | 64 |
| 12 | Permukaan atas (a), permukaan bawah (b) isolat cendawan endofit | 66 |
| 13 | Struktur Mikroskopis <i>Penicillium</i> sp (a), <i>Aspergillus</i> sp (b), <i>Aspergillus niger</i> (c) ; konidia (1), konidiofor (2), fialid (3), vesikel (4) | 67 |
| 14 | Skor mengulung daun 10 jenis padi setelah aplikasi isolat cendawan endofit dan cekaman kekeringan | 71 |

DAFTAR LAMPIRAN

| N0 | <u>Teks</u> | Halaman |
|-----------|---|----------------|
| 1 | Deskripsi padi Mekongga dan Situ Bagendit | 109 |
| 2 | Padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan Inokulasi bakteri <i>Xoo</i> | 109 |
| 3 | Isolat Bakteri <i>Xanthomonas oryzae</i> pv <i>oryzae</i> | 111 |
| 4 | Uji ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan | 112 |
| 5 | Skor menggulung daun pada uji cekaman kekeringan | 113 |
| 6 | Bahan pembuatan media NA, PDA, Pikovskaya dan CDA | 114 |
| 7 | Perbanyak isolat cendawan endofit dan penyelubungan benih padi | 115 |
| 8 | Anova tinggi, jumlah anakan, berat gabah, berat 100 biji, jumlah gabah, jumlah gabah isi, jumlah gabah hampa pada uji ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri | 116 |
| 9 | Anova persentase kecambah, panjang tajuk, panjang akar, panjang koleoptil pada uji ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan di laboratorium | 117 |
| 10 | Anova tinggi tanaman, jumlah anakan, berat gabah, dan berat 100 biji pada uji ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan di rumah kaca | 120 |
| 11 | Anova skor luas gejala, tinggi tanaman, jumlah anakan pada perlakuan isolat cendawan endofit dalam meningkatkan ketahanan padi terhadap penyakit hawar daun bakteri | 121 |
| 12 | Anova skor menggulung daun, tinggi tanaman, jumlah anakan, berat kering tajuk, berat kering akar pada perlakuan isolat cendawan endofit dan cekaman kekeringan | 122 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Padi aromatik mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi karena disukai oleh konsumen. Padi atau beras aromatik banyak diminati konsumen karena selain memiliki rasa nasi yang enak dan pulen juga memiliki aroma wangi. Adanya tuntutan kebutuhan masyarakat terhadap bahan pangan khususnya beras yang semakin meningkat baik dari kualitas maupun kuantitas merupakan peluang bagi pengembangan padi aromatik lokal.

Padi aromatik lokal Enrekang merupakan jenis padi aromatik yang memiliki aroma wangi yang tajam. Jenis padi aromatik lokal Enrekang antara lain; Pulu Mandoti, Pare Salle, Pare Pulu Lotong, Pare Pinjan, Pare Pallan, Pare Solo, Pare Mansur, Pare Kamida dan Pare Lambau. Hasil uji organoleptik terhadap sembilan varietas padi aromatik menunjukkan bahwa padi aromatik lokal Enrekang yaitu Pulu Mandoti dan Pare Lambau mempunyai tingkat aromatik yang paling harum (Masniawati et al., 2005).

Penanaman padi aromatik lokal dapat memberikan nilai tambah bagi petani karena harganya relatif lebih mahal dibanding dengan padi biasa (tidak beraroma). Namun penanaman padi lokal tersebut kurang bisa berkembang, karena umurnya lebih panjang dan hasilnya tidak setinggi varietas unggul nasional. Dilain pihak kebutuhan masyarakat terhadap bahan pangan terutama beras semakin meningkat baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Untuk mendukung keberhasilan tuntutan pemenuhan kebutuhan pangan tersebut dibutuhkan varietas unggul yang berdaya hasil tinggi, tahan terhadap hama/penyakit utama padi dan mempunyai aroma yang wangi.

Beberapa penelitian mengenai padi aromatik lokal telah dilakukan diantaranya adalah penelitian tentang pemanfaatan padi aromatik dataran tinggi Sulawesi Selatan untuk pengembangan padi aromatik dataran rendah (Masniawati dan Syatrianti, 2007), potensi produksi dan analisa molekuler plasma nutfa padi aromatik dataran tinggi Sulawesi Selatan untuk pengembangan padi unggul aromatik (Masniawati, 2009), dan identifikasi cendawan terbawa benih padi aromatik lokal Enrekang (Risnawati, 2012).

Hasil penelitian Masniawati, (2009) menunjukkan bahwa padi aromatik lokal Enrekang menghasilkan jumlah gabah total paling banyak dibandingkan vareitas lain pada lokasi penanaman dataran tinggi. Gen Xa-7 yang berperan sebagai pembawa sifat ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri (HDB) pada padi menggunakan primer Xa-LD34 dan Xa-LD14 telah dideteksi pada padi aromatik lokal Enrekang .

Pertumbuhan dan produksi padi selain dipengaruhi oleh faktor genetik juga dipengaruhi oleh faktor. Penyakit dan kekeringan merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi produksi padi. Salah satu penyakit penting pada tanaman padi adalah penyakit hawar daun bakteri.

Penyakit hawar daun bakteri (HDB) yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae pv oryzae* (Xoo) merupakan penyakit utama tanaman padi. Kegagalan panen padi akibat infeksi berat oleh HDB berkisar antara 20-30% dan bahkan dapat mencapai 50% (Ou, 1985). Di Asia serangan Xoo dapat mengurangi hasil padi 50% sampai 80% (Makino et al., 2006; Dewi et al., 2011). Serangan HDB di Indonesia menyebabkan kerugian hasil panen sebesar 21 - 36% pada musim hujan dan sebesar 18 - 28% pada musim kemarau (Suprayono, 1992; Wahyudi et al., 2011).

Patogen penyebab HDB mempunyai beberapa strain (Ou, 1985). Strain *Xoo* berbeda dari satu negara ke negara lain dan dari satu daerah ke daerah lain. Strain *Xoo* di Indonesia hingga kini telah ditemukan 12 strain *Xoo* dengan tingkat virulensi yang berbeda. Strain IV dan VIII diketahui mendominasi serangan HDB pada tanaman padi di Indonesia (Suprayono et al., 2004; Wahyudi et al., 2011). Berdasarkan metode Kozaka, Yamamoto dan kawan-kawan pada tahun 1997 berhasil mengelompokkan isolat *Xoo* di Indonesia.

Berbagai upaya dilakukan untuk mencegah perkembangan penyakit, pengendalian umumnya dilakukan dengan penggunaan fungisida, namun teknik ini belum mendapatkan hasil yang memuaskan. Pengendalian menggunakan fungisida sintetik relatif lebih mahal dan berpeluang mengganggu lingkungan. Pengendalian lainnya yaitu perlakuan panas terhadap benih, penggunaan varietas resisten dan pengendalian hayati.

Pengendalian HDB dengan menggunakan varietas resisten hanya bersifat sementara, karena patogen *Xoo* sangat mudah membentuk ras baru yang lebih virulen dan ketahanan varietas sangat ditentukan oleh dominasi ras patogen. Hal ini menyebabkan penggunaan varietas tahan sangat dibatasi oleh waktu dan tempat. Artinya varietas yang semula tahan akan menjadi rentan setelah ditanam beberapa musim dan varietas yang tahan di satu tempat mungkin rentan di tempat lain. Pada saat dilepas pada tahun 1986, IR64 dinyatakan agak tahan HDB strain IV. Saat ini IR64 telah patah ketahanannya sehingga mudah tertular HDB (Tabel 1 dan 2)

Tabel 1. Perkembangan Strain HDB di Beberapa Daerah Penghasil Padi

| Tahun | Strain | Daerah Penularan |
|-----------|----------------------|---|
| 1977 | II, III, IV, V | Sulawesi Selatan, Jawa, |
| 1980 | III, IV, V, VI, VIII | Bali dan Kalimantan |
| 1996/97 | IV, VII, X | Jawa Barat |
| 1997 | III, IV, VII, VIII | Jawa Barat |
| 1997/98 | VIII, XII | Jawa Barat |
| 1998 | VIII | Jawa Barat |
| 1998/99 | V, VIII, X | Jawa Barat |
| 1999/2000 | III, IV, VIII | Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta |
| 2000 | V, VI, VIII, X | Jawa Tengah |
| 2001 | III, IV, VIII | Jawa Barat |
| 2009 | X | Jawa Barat |

Sumber ; Kadir, 2009

Tabel 2. Perubahan Ketahanan Beberapa Varietas Padi Terhadap HDB

| Varietas | Tahun dilepas | Reaksi Terhadap HDB, strain III, IV, VIII | Tahun Pengamatan | Reaksi Terhadap HDB, strain III, IV, VIII |
|----------|---------------|---|---|--|
| IR64 | 1986 | Agak Tahan | 1990 2006/2007 2009 | Rentan Rentan Rentan |
| Ciherang | 2000 | Tahan | 2003/2004 2004/2005 2006/2007 2009 | Agak Tahan Agak Tahan Rentan Rentan |
| Cisadane | 1980 | Tahan | 2003/2004 | Rentan |
| Conde | 2001 | Tahan | 2003/2004 2009 | Agak Tahan Agak Tahan |
| Cibogo | 2003 | Agak Tahan | 2003/2003 | Rentan |
| Ciapus | 2003 | Agak Tahan | 2007 | Agak Tahan |

Sumber: Takdir, 2009

Pengendalian hayati saat ini banyak dikembangkan, salah satunya adalah penggunaan cendawan endofit. Cendawan endofit adalah cendawan yang hidup dalam jaringan tanaman tanpa menunjukkan gejala (Durham , 2004; Wilia et al., 2011). Jamur endofit dapat membentuk metabolit sekunder yang bersifat antibiotika yang berfungsi untuk pertahanan dari pengaruh

mikroba lain (Radji , 2005; Sunarsih et al., 2014). Cendawan *Aspergillus niger* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen karena memproduksi enzim hidrolitik seperti lipase, protease, selulase, pektinase (Schuster et al., 2002). cendawan *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., dan *Trichoderma harzianum* dapat menghambat pertumbuhan cendawan patogen *Cercospora musae* penyebab penyakit sigatoka secara *In Vitro* (Ratnasari et al., 2014).

Selain penyakit hawar daun bakteri, kekeringan juga merupakan kendala utama dalam produksi padi di lahan sawah tadah hujan (Mackil et al., 1996; Lestari dan Mariska, 2006). Cekaman kekeringan yang terjadi dapat mengakibatkan ketidakstabilan hasil pada padi sawah. Tingkat kerugian yang dialami oleh tanaman akibat kekeringan tergantung pada beberapa faktor, antara lain pada saat tanaman mengalami kekurangan air, intensitas kekurangan air dan lamanya kekurangan air (Nio dan Kandou, 2000).

Salah satu strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasi kekeringan adalah penanaman genotype padi toleran cekaman kekeringan. Genotipe tersebut diperoleh melalui serangkaian tahapan kegiatan. Tahapan seleksi merupakan kegiatan yang penting dan utama untuk mendapatkan bahan genetik unggul. Seleksi terhadap bahan genetik dalam jumlah besar, membutuhkan banyak biaya, tenaga dan waktu, karena itu perlu didukung metode seleksi yang efektif dan efisien.

Pengujian terhadap beberapa genotype padi yang toleran terhadap kekeringan pada umumnya harus dilakukan sampai fase generative (disaat terbentuknya bulir sampai panen), akan tetapi berdasarkan penelitian Suardi . (2002); Hanum et al. (2010), pengujian dapat dilakuan pada fase semai di

rumah kaca sehingga tidak perlu dilakukan saat hasil produksi sampai panen. Karena pengujian terhadap kekeringan selama fase semai (\pm 4 minggu di rumah kaca) telah menunjukkan korelasi yang positif terhadap hasil produksi dilapangan (sawah).

Penentuan galur yang tahan kekeringan akan mengalami kesulitan apabila dilakukan di lapangan, karena tidak mudah mendapatkan lahan yang luas dengan tingkat kekeringan yang seragam. Disamping itu diperlukan waktu yang lama dan biaya lebih mahal (Bousslama dan Schapaugh, 1984). Penapisan benih untuk mendapatkan materi genetik yang toleran terhadap kekeringan dapat dilakukan di laboratorium atau di rumah kaca (Bousslama dan Scapaugh, 1984; Erb et al., 1988; Rumbaugh dan Johnson, 1981; Molphey-Balch et al., 1996; Mackill et al., 1996; Lestari dan Mariska, 2006)

Salah satu teknik seleksi untuk ketahanan kekeringan adalah penapisan gabah/benih secara dini menggunakan larutan PEG (Suardi dan Silitongan, 1998; Bousslama dan Scapaugh, 1984; Lestari dan Mariska, 2006).

Selain melakukan induksi kimiawi secara *in vitro*, ketahanan terhadap cekaman kekeringan juga dapat dilakukan melalui inokulasi mikroba endofit pada tanaman. Menurut Moore-Landecker (1996) ada tiga potensi yang bermanfaat untuk tanaman yang diinfeksi oleh cendawan endofit, yaitu: 1) meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman; 2) tanaman lebih toleran terhadap kekeringan; dan 3) menghasilkan toksin yang melindungi tanaman dari patogen.

Beberapa spesies *Trichoderma* telah dilaporkan mampu memperbaiki respon tanaman terhadap cekaman kekeringan, seperti adanya pengaruh pada panjang tajuk dan akar dari padi (Shukla et al., 2012), hipokotil yang

lebih tinggi, berkurangnya kelayuan pada persemaian kakao setelah diberi perlakuan *Trichoderma hamatum* DIS 219b (Bae et al., 2009) dan peningkatan persentase perkecambahan dan pertumbuhan pada gandum dan tomat (Hubbard et al., 2012; Mastouri et al., 2010) pada kondisi cekaman kekeringan.

Penelitian tentang cendawan asal padi aromatik lokal Enrekang saat ini baru sebatas pada identifikasi cendawan terbawa benih pada padi lokal aromatik Pulu Mandoti, Pulu Pinjan, dan Pare Lambau asal Kabupaten Enrekang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis-jenis cendawan yang terbawa benih pada padi Pare Lambau adalah tergolong genus *Aspergillus*, pada benih padi Pulu Pinjan adalah genus *Aspergillus* dan *Rhizopus*. Sedangkan pada benih padi Pulu Mandoti adalah cendawan dengan genus *Aspergillus* (Risnawati et al., 2012).

Penelitian tentang pemanfaatan cendawan endofit padi aromatik lokal Enrekang untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun bakteri belum pernah dilakukan. Demikian juga informasi mengenai ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri dan cekaman kekeringan belum tersedia, Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kemampuan cendawan endofit padi aromatik lokal Enrekang dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae pv oryzae*) dan cekaman kekeringan.

B. Rumusan Masalah

Penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Xoo* adalah salah satu penyakit utama tanaman padi. Penggunaan varietas tahan terhadap HDB yang selama ini digunakan untuk pengendalian penyakit hawar daun bakteri ternyata kurang efektif, karena bakteri *Xoo* sangat mudah membentuk ras baru. Hal ini menyebabkan penggunaan varietas tahan sangat dibatasi oleh waktu dan tempat. Artinya varietas yang semula tahan akan menjadi rentan setelah ditanam beberapa musim dan varietas yang tahan di satu tempat mungkin rentan di tempat lain.

Adanya gen *Xa-7* pada jenis padi aromatik lokal Enrekang yang diperoleh melalui analisis molekuler masih perlu dilakukan pengujian dilapangan untuk mengetahui apakah gen *Xa-7* yang ada pada padi aromatik terekspresi pada tanaman padi di pertanaman.

Mengingat ketahanan varietas terhadap penyakit hawar daun bakteri tidak bisa berlangsung lama maka penggunaan varietas tahan perlu didukung dengan komponen pengendalian lain. Fungisida merupakan teknologi yang sangat praktis dalam mengatasi penyakit HDB, namun sering kali menimbulkan efek samping yang kurang baik diantaranya menimbulkan resistensi patogen dan pencemaran lingkungan.

Alternatif pengendalian penyakit hawar daun bakteri yang dapat dilakukan tanpa menimbulkan efek samping kurang baik terhadap lingkungan adalah dengan memanfaatkan mikroba. Beberapa jenis mikroba dari golongan bakteri dan streptomycin diketahui memiliki kemampuan dalam menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri. Penggunaan jenis cendawan endofit untuk menekan perkembangan penyakit hawar daun

bakteri belum pernah dilakukan sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui jenis cendawan endofit yang bersifat antagonis terhadap bakteri *Xoo*

Kekeringan juga merupakan masalah utama dalam pertanaman padi beberapa tahun terakhir ini. Pada saat terjadi kekeringan, sebagian stomata daun menutup sehingga terjadi hambatan masuknya CO₂ dan menurunkan aktivitas fotosintesis. Pengaruh cekaman kekeringan tidak saja menekan pertumbuhan dan hasil bahkan menjadi penyebab kematian tanaman.

Meluasnya areal dengan resiko gagal panen karena cekaman kekeringan dapat mengancam produksi beras dan ketahanan pangan nasional. Untuk mengantisipasi dampak buruk dari adanya cekaman kekeringan akibat kemarau panjang diperlukan strategi yang tepat. Salah satu strategi yang dapat dilakukan diantaranya adalah penggunaan varietas padi yang toleran terhadap cekaman kekeringan.

Informasi tentang ketahanan tanaman padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan sampai saat ini belum ada. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan.

Salah satu teknik seleksi untuk ketahanan kekeringan adalah penapisan gabah/benih secara dini menggunakan simulasi cekaman kekeringan menggunakan larutan osmotikum. PEG merupakan bahan yang terbaik untuk mengontrol potensial air dan tidak dapat diserap tanaman. PEG menyebabkan penurunan potensial air secara homogen sehingga dapat digunakan untuk meniru besarnya potensial air tanah (Michel & Kaufman 1973).

Alternatif lain yang dapat dilakukan mengatasi kekeringan adalah melalui pemanfaatan cendawan endofit. Menurut Moore-Landecker (1996) ada tiga potensi yang bermanfaat untuk tanaman yang diinfeksi oleh cendawan endofit, yaitu: 1) meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman; 2) tanaman lebih toleran terhadap kekeringan; dan 3) menghasilkan toksin yang melindungi tanaman dari patogen.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Bagaimana tingkat ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri
- 2) Bagaimana tingkat ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan
- 3) Bagaimana potensi isolat cendawan endofit sebagai antagonis terhadap bakteri *Xoo* secara *in vitro*
- 4) Bagaimana kemampuan isolat cendawan endofit dalam memproduksi hormon IAA, pelarutan fosfat dan produksi enzim lignoselulolitik
- 5) Bagaimana kemampuan cendawan endofi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun bakteri
- 6) Bagaimana kemampuan cendawan endofit dalam meningkatkan ketahanan padi terhadap cekaman kekeringan

G. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

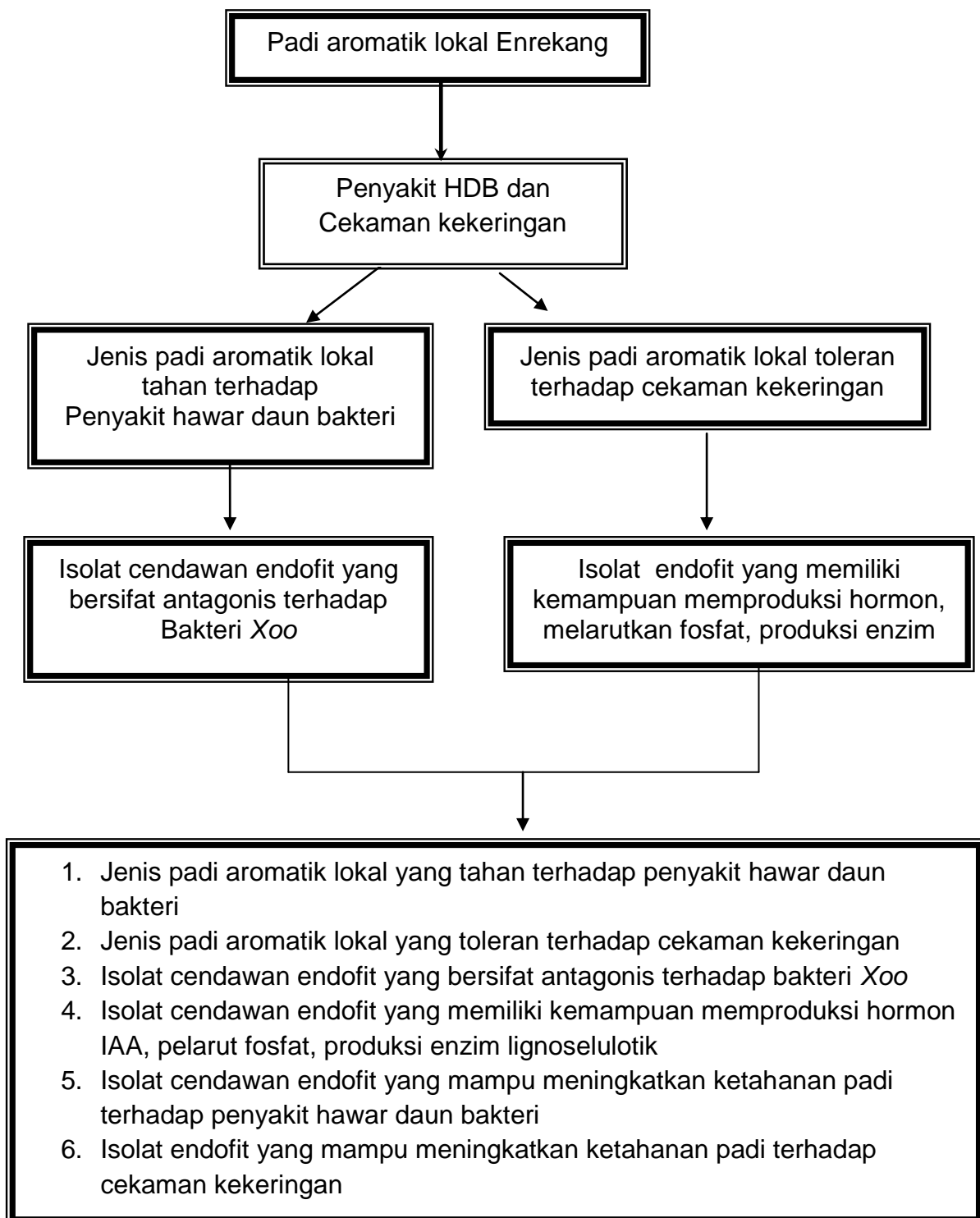
1. Menguji ketahanan jenis padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri (HDB)

2. Menguji ketahanan jenis padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman Kekeringan
3. Menguji kemampuan isolat cendawan endofit sebagai antagonis terhadap bakteri *Xoo* secara *in vitro*
4. Menguji kemampuan isolate cendawan endofit dalam memproduksi hormon IAA, pelarutan fosfat dan produksi enzim lignoselulotik
5. Menguji kemampuan isolat endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap penyakit hawar daun bakteri (HDB)
6. Menguji kemampuan isolat endofit padi aromatik lokal dalam meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap cekaman kekeringan

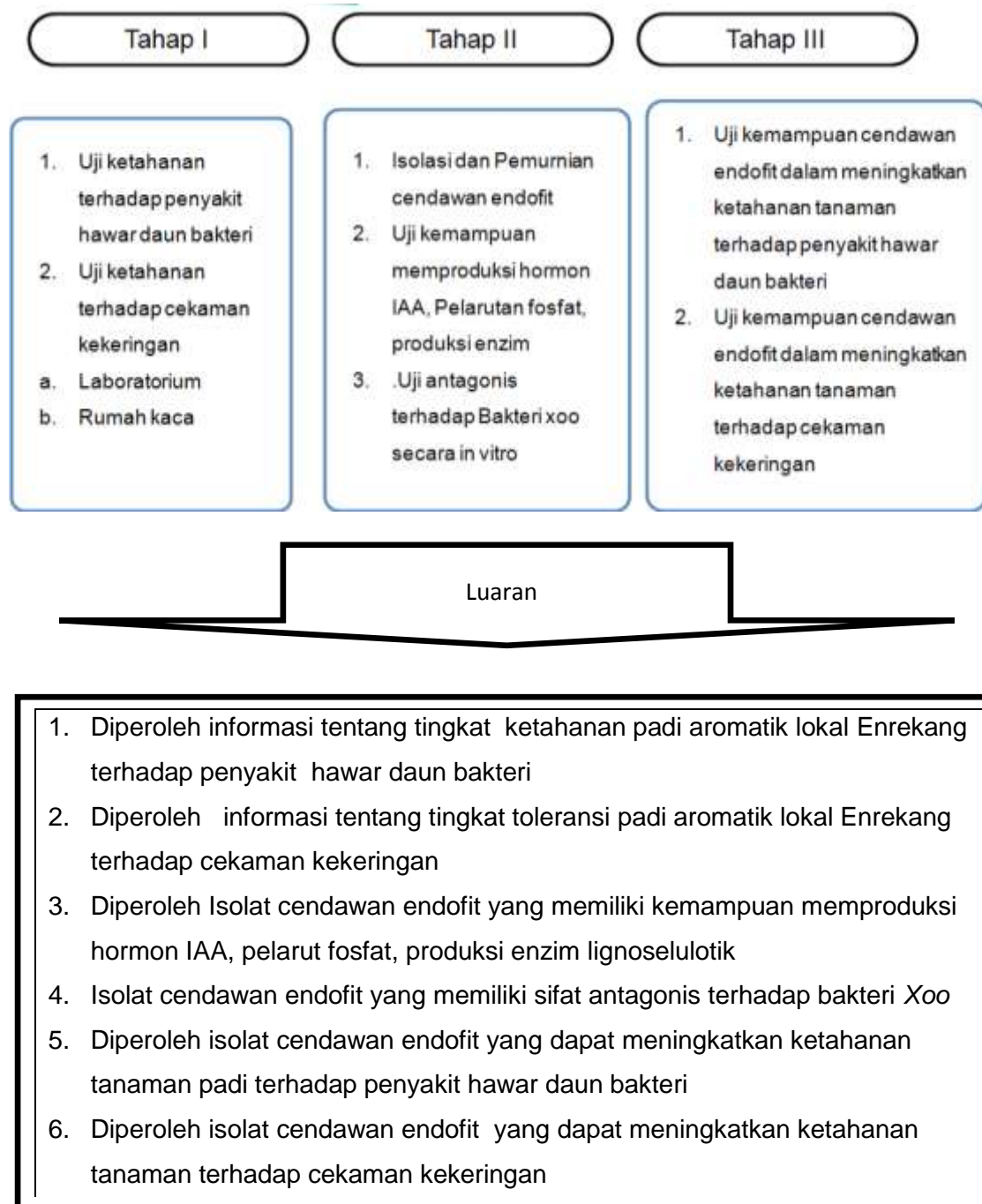
H. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mendapatkan isolat cendawan endofit yang memiliki kemampuan meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap penyakit hawar daun bakteri dan cekaman kekeringan, sehingga dapat mendukung peningkatan produksi padi nasional.

Secara teoritis diharapkan melalui hasil penelitian ini akan memberikan informasi dan kontribusi sebagai bahan kajian lanjut dalam pemanfaatan isolat cendawan endofit dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2. Tahapan dan Luaran Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Padi/Beras Aromatik

Beras aromatik (*Scented rice*) adalah beras dari beberapa varietas yang mempunyai aroma yang kuat dibandingkan beras tradisional. Beberapa penelitian mengatakan *scented rice* sebagai *aromatic*, *popcorn*, atau *pecan rice*. Varietas yang banyak terdapat pada negara Timur-Jauh adalah basmati, sedangkan di Amerika adalah Della.

Beras aromatik berbeda dari beras biasa. Perbedaannya yaitu aroma wangi dan karakteristik kualitas beras. Disamping itu, beras aromatik memerlukan kondisi lingkungan yang berbeda sebagai perbandingan dengan beras biasa (Sing et al., 2000). Aroma *2-Acetyl-1-pyrroline* merupakan komponen aroma terpenting yang memberikan kontribusi terhadap karakteristik aroma pada beras (Buttery et al., 1983). Komponen ini juga ditemukan pada analisis terhadap komponen volatil dari daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*). Selain pada padi Pandanwangi, aroma ini juga ditemukan pada berbagai padi beraroma yang terdapat di seluruh Asia. Komponen *2-Acetyl-1-pyrroline* paling banyak mengandung gugus alkohol, kemudian aldehid dan keton, serta asam dan komponen lainnya.

Pengelompokan padi lokal berdasarkan karakter morfologinya dibedakan atas dua yaitu *indica* dan *japonica* (Irawan dan Purbayanti, 2008). Selanjutnya Chang (1988); Sitaresmi et al. (2013) membedakan antara subspecies padi Indica, Japonica, dan Javanica berdasarkan karakter morfologi sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan subspecies padi Indica, Japonica, dan Javanica.

| Karakter pembeda | Indica | Japonica | Javanica |
|---|--|---|------------------------------------|
| Daun | Lebar sampai sempit berwarna hijau muda | Sempit, berwarna hijau tua | Lebar, kaku berwarna hijau muda |
| Gabah | Panjang sampai pendek, ramping, agak pipih | Pendek, agak bulat | Panjang, lebar, dan tebal |
| Anakan Tinggi tanaman | Banyak Tinggi sampai sedang | Sedang Pendek sampai sedang | Sedikit Tinggi |
| Bulu | Kebanyakan tidak berbulu | Ada yang tidak berbulu sampai berbulu panjang | Berbulu panjang atau tidak berbulu |
| Jaringan tanaman Kepekaan terhadap fotoperiodisme | Lembut Beragam | Keras Tidak ada sampai agak peka | Keras Agak peka |
| Kadar amilosa | 23-31% | 10-24% | 20-25% |
| Suhu gelatinisasi | Bervariasi | Rendah | Rendah |

Sumber: Chang (1988)

Terdapat 9 jenis padi aromatik lokal yang banyak dibudidayakan oleh petani di Sulawesi Selatan yaitu Gilireng, Sintanur, Pulu, Mandoti, Pare Bau, Gunung Perak, Pinjan, Celebes, Pare Kombong dan Lambau. Karakter morfologis yang terukur pada 9 varietas padi aromatik memperlihatkan hasil yang berbeda-beda apabila ditanam pada tempat lokasi yang berbeda. Berdasarkan uji organoleptik Pulu Mandoti mempunyai tingkat aromatik yang paling harum dan Pare Kombong mempunyai tekstur nasi yang paling pulen sedangkan rasa nasi yang paling enak adalah Pare Bau. (Masniawati et al., 2005)

Padi lokal yang memiliki ekor yaitu Pare Ambo, Pare Bau, Pare Birrang, Pare Bumbungan, Pare Kobo, Pare Rogon, Pare Kamida, Pare Lambau, Pare Solo, Pulu Mandoit, Pare Lotong, Pare Pallang dan Pare

Pinjan, sedangkan yang tidak memiliki ekor yaitu Pare Lalodo, Pare Lea, Pare Tallang dan Pare Mansur (Maulana, 2014)



Gambar 3. Padi aromatik lokal Enrekang yang memiliki Bulu pada Ujung Gabah

Padi lokal yang memiliki sifat-sifat spesifik umumnya memiliki potensi hasil rendah, umur dalam, mudah rebah, dan kurang respons terhadap pemupukan. Oleh sebab itu, varietas lokal kurang bernilai ekonomis dibandingkan dengan varietas unggul. Di lain pihak, sejumlah varietas lokal telah teridentifikasi sebagai sumber gen untuk sifat mutu, ketahanan terhadap hama dan penyakit, dan toleransi terhadap cekaman lingkungan suboptimal (Singh et al., 2000; Sitaresmi, et al., 2013)

Plasma nutfah padi berupa varietas lokal memiliki keunggulan genetik tertentu. Padi lokal telah dibudidayakan secara turun-temurun sehingga genotipe telah beradaptasi dengan baik pada berbagai kondisi lahan dan iklim spesifik di daerah pengembangannya. Padi lokal secara alami memiliki ketahanan terhadap hama dan penyakit, toleran terhadap cekaman abiotik, dan memiliki kualitas beras yang baik sehingga disenangi oleh banyak konsumen di tiap lokasi tumbuh dan berkembangnya (Sitaresmi et al., 2013)

Identifikasi Gen Xa-7 dengan menggunakan primer XaLD34 dan Xa-LD 14 memperlihatkan bahwa varietas Celebes, Gilirang, Pinjang, Pulu Mandoti,

Lambau, Komong, Gunung Perak dan Pare Bau memiliki Ge Xa-7 yang merupakan gen ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri. Sedangkan varietas Sintanur tidak ditemukan adanya Gen Xa-7 (Masniawati, 2009)

Hasil identifikasi ketahanan gen terhadap genangan dengan menggunakan primer AEX1F/R memperlihatkan bahwa aksesori padi lokal Pare Ambo, Pare Bau, Pare Birrang, Pare Bumbungan, Pare Kobo, Pare Lalodo, Pare Lea, Pare Kamida Pare Lambau, Pare Solo, Pulu Mandoti, Pare Lotong, Pare Pallang, Pare Mansur, Pare Salle dan Pare Pinjan memiliki gen ketahanan terhadap genangan, sedangkan Pare Rogon dan Pare Tallang tidak ditemukan adanya gen ketahanan terhadap genangan (Maulana, 2014)

B. Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Tanaman Padi

Penyakit hawar daun bakteri (HDB) yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (*Xoo*) merupakan salah satu penyakit utama padi. Penyakit ini tidak hanya merusak tanaman padi pada fase bibit tetapi juga pada fase generatif. Kerugian yang ditimbulkannya bervariasi berkisar antara 20-30%, bergantung pada varietas yang ditanam dan musim tanam (Hifni et al., 1996; Suryadi et al., 2006)

Penyakit HDB dapat menginfeksi tanaman padi mulai dari pembibitan sampai panen. Ada dua macam gejala penyakit HDB. Gejala yang muncul pada saat tanaman berumur kurang dari 30 hari setelah tanam, yaitu pada persemaian atau tanaman yang baru dipindah ke lapang, disebut kresek. Gejala yang timbul pada fase anakan sampai pemasakan disebut hawar (*blight*) (Takdir, 2009)

Xoo menginfeksi tanaman dengan cara masuk ke dalam jaringan tanaman melalui luka, hidatoda, stomata, atau benih yang terkontaminasi

(Wang et al., 2009; Wahyudi et al., 2011) Gejala penyakit bakteri terlihat jelas pada varietas yang rentan. Luka biasanya diawali dari pinggir daun dekat pucuk berwarna hijau pucat sampai kelabu, kemudian berubah menjadi putih sampai kuning (Mew, 1989; Suryadi dan Kadir, 2008).

Penyebaran penyakit hawar daun bakteri pada wilayah persawahan melalui perantara air irigasi. Gejala yang ditimbulkan oleh bakteri ini tergolong khas, yaitu mulai dari terbentuknya garis basah pada helaian daun yang akan berubah menjadi kuning kemudian putih. Gejala ini umum dijumpai pada stadium anakan, berbunga, dan pemasakan. Serangan penyakit pada tanaman yang masih muda dinamakan *kresek*, yang dapat menyebabkan daun berubah menjadi kuning pucat, layu, dan kemudian mati. *Kresek* merupakan bentuk gejala yang paling merusak (Gnanamanickam et al., 1999; Wahyudi et al., 2011)

Sel bakteri *Xoo* tumbuh dan berkembang biak sangat cepat. Pada awal pertumbuhannya, baik pada daun padi varietas tahan maupun rentan, dalam waktu 2-4 hari sel bakteri berkembang biak dari 10^1 - 10^4 menjadi 10^7 - 10^8 sel mL^{-1} . Selanjutnya, perkembangan *Xoo* pada daun varietas tahan lebih lambat dibandingkan pada daun varietas rentan. Hal ini merupakan dampak dari ketahanan varietas terhadap perkembangan penyakit di lapangan (Kadir, 2009)

C. Cekaman Kekeringan

Cekaman kekeringan merupakan istilah untuk menyatakan bahwa tanaman mengalami kekurangan air akibat keterbatasan air dari lingkungannya yaitu media tanam. Menurut Bray (1993) defisit air selular merupakan akibat dari stres seperti kekeringan, salinitas dan suhu rendah.

Tingkat kerugian yang dialami oleh tanaman akibat kekeringan tergantung pada beberapa faktor, antara lain pada saat tanaman mengalami kekurangan air, intensitas kekurangan air dan lamanya kekurangan air (Nio dan Kandou, 2000). Respons yang pertama kali dapat diamati pada tanaman yang kekurangan air ialah penurunan *conductance* yang disebabkan oleh berkurangnya tekanan turgor. Hal ini mengakibatkan laju transpirasi berkurang, dehidrasi jaringan dan pertumbuhan organ menjadi lambat, sehingga luas daun yang terbentuk saat kekeringan lebih kecil.

Tanaman selalu membutuhkan air dalam siklus hidup tanaman, mulai dari perkecambahan sampai panen. Tidak satupun proses metabolisme tanaman dapat berlangsung tanpa air. Besarnya kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama. Hal ini berhubungan langsung dengan proses fisiologis, morfologis dan kombinasi kedua faktor di atas dengan faktor-faktor lingkungan. Kebutuhan air pada tanaman dapat dipenuhi melalui penyerapan oleh akar. Besarnya air yang diserap oleh akar tanaman sangat bergantung pada kadar air dalam tanah yang ditentukan oleh kemampuan partikel tanah menahan air dan kemampuan akar untuk menyerapnya (Jumin, 1992)

D. Respon Tanaman Terhadap Cekaman Kekeringan

Mekanisme toleransi tanaman terhadap kekeringan pada saat mengalami stres kekeringan dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: 1) *escape* yaitu tanaman menyelesaikan siklus hidupnya sebelum mengalami stres berat, dengan berbunga lebih awal atau daun menggulung; 2) toleran yaitu tanaman tetap tumbuh dalam kondisi cekaman kekeringan dan potensial air rendah, dengan *osmotic adjustmen*;; 3) *avoidance* yaitu menghindar dari

cekaman kekeringan, dengan mengembangkan sistem perakaran dan efisiensi membuka dan menutupnya stomata (Lestari dan Mariska, 2006).

Ber macam-macam spesies bertahan terhadap kekeringan dengan berbagai cara. Tumbuhan seperti *Prosopis glandulosa* dan *Medicago sativa* mempunyai akar yang dapat memanjang 7 sampai 10 meter ke bawah mencapai muka air tanah, tidak pernah mengalami potensial air negatif yang ekstrim. Tumbuhan tersebut adalah pengguna air. Tumbuhan itu hanya menghindari kekeringan. Tentu saja tumbuhan itu harus menggunakan air tanah sewaktu memanjang akarnya menuju muka air tanah (Salisbury and Ross, 1995)

Stress air (kekeringan) pada tanaman dapat disebabkan oleh dua hal: 1) kekurangan suplai air di daerah perakaran; dan 2) permintaan air yang berlebihan oleh daun, dimana laju evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air oleh akar tanaman, walaupun keadaan air tanah cukup (jenuh). Dengan demikian jelaslah bahwa stress air pada tanaman dapat terjadi pada keadaan air tanah tidak kekurangan (Harjadi dan Yahya, 1988)

Salah satu diantara ciri varietas toleran kekeringan adalah perakaran yang mampu menyerap air tanah dalam kondisi cekaman kekeringan. Hasil penelitian Suardi (2004) menunjukkan bahwa galur padi gogo dan padi sawah mempunyai daya tembus akar relatif tinggi dan relatif toleran kekeringan, salah satunya adalah spesies *Oryza glaberrima*. Perakaran yang padat, dalam dan memiliki daya tembus akar yang tinggi akan meningkatkan serapan air dari tanah.

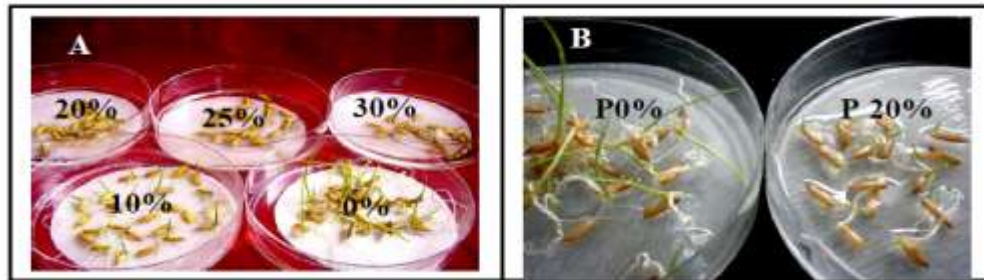
Karakter fisiologi yang dapat digunakan sebagai penanda bahwa benih tersebut mempunyai sifat tahan terhadap kekeringan antara lain kemampuan

benih berkecambah dan pertumbuhan bibit pada larutan yang mempunyai potensial osmotik rendah (Richard et al., 1978; Sammons et al., 1979). Bibit atau benih yang terseleksi dengan teknik tersebut di atas dapat tumbuh lebih baik pada cekaman kekeringan di lapangan, seperti pada tanaman jagung dan *Boer lovegrass* (*Eragostis curvula* Nees) (Sammons et al., 1978) dan padi (Cabuslay et al., 1999) (Lestari dan Mariska, 2006)

E. Metode Seleksi Toleransi Kekeringan pada Fase Kecambah dengan PEG

Ada beberapa metode yang dapat dipakai untuk uji toleransi kekeringan dalam program pemuliaan tanaman (Winter et al., 1988), antara lain pengukuran kerapatan dan kedalaman akar (Gregory, 1989), kandungan air dalam daun (Kumar and Singh, 1998), dan perkecambahan dalam larutan osmotikum (Emmerich dan Haregree, 1991) (Nio et al., 2010)

Penentuan galur yang tahan kekeringan akan mengalami kesulitan apabila dilakukan di lapangan, karena tidak mudah mendapatkan lahan yang luas dengan tingkat kekeringan yang seragam. Disamping itu diperlukan waktu yang lama dan biaya lebih mahal (Bousslama dan Schapaugh, 1984). Penapisan benih untuk mendapatkan materi genetik yang toleran terhadap kekeringan dapat dilakukan di laboratorium atau di rumah kaca (Bousslama dan Scapaugh, 1984; Erb et al., 1988; Rumbaugh dan Johnson, 1981; Molphe - Balch et al., 1996; Mackill et al., 1996) (Lestari dan Mariska, 2006)



Gambar 4 Perkecambahan gabah var. Gajahmungkur pada PEG (0, 10, 20, 25 dan 30% PEG (A), tunas dan akar gabah var. Gajahmungkur hari ke -7 pada PEG 0% dan 20% (B) (Lestari dan Mariska, 2006)

Laju perkecambahan benih dan persentase perkecambahan akhir serta jumlah air yang diabsorpsi oleh benih sangat rendah dengan naiknya tingkat cekaman osmotik, dan lebih banyak berkurang pada PEG 6000. Mexal et al. (1975) menyatakan larutan PEG 6000 dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%, masing-masing setara dengan -0.03, -0.19, -0.41, -0.67 dan -0.99 MPa. Tanah dalam kondisi kapasitas lapang mempunyai potensial osmotik -0.33 bar dan dalam kondisi titik layu permanen mempunyai potensial osmotik -15.0 bar. Oleh karena itu PEG dapat digunakan untuk simulasi kondisi lingkungan kekeringan yang menirukan kondisi di lapangan (Rahayu et al., 2005)

F. Cendawan Endofit

Cendawan endofit adalah cendawan yang hidup dalam jaringan tanaman tanpa menunjukkan gejala (Durham, 2004; Wilia, 2011). Konsentrasi endofit yang paling tinggi terdapat dalam mahkota, batang dan daun-daun, Sementara sedikit yang hidup dalam akar inang. Endofit membentuk miselia yang tumbuh antara sel tanaman, sebagian besar dalam lapisan pelindung daun dan struktur reproduktif. Ketika inang dalam bentuk benih, endofit

menginfeksi dan menyebar dari bagian tanaman lapisan luar masuk kedalam benih. Ini menunjukkan bagaimana endofit pindah dari tanaman dalam suatu lahan produksi benih. Ketika benih berkecambah dan tumbuh, endofit menginfeksi dan menyebar ke jaringan pertumbuhan tanaman inang (Moris, 2001; Deni, 2007).

Interaksi cendawan endofit dan inang tanaman umumnya bersifat simbiosis mutualisme. Mikotoksin yang dihasilkan cendawan endofit seperti alkaloid pada tanaman rumput-rumputan mampu melindungi inang dari serangan invertebrata herbivor, nematoda dan patogen. Cendawan *Neotyphodium* mampu melindungi inang dari serangan vertebrata pemakan rumput (Faeth, 2002)

Menurut Moore-Landecker (1996), ada tiga potensi yang bermanfaat untuk tanaman yang diinfeksi oleh cendawan endofit, yaitu: 1) meningkatkan per-tumbuhan vegetatif tanaman; 2) tanaman lebih toleran terhadap kekeringan; dan 3) menghasilkan toksin yang melindungi tanaman dari patogen.

Kolonisasi cendawan endofit pada tanaman inang memberikan kontribusi terhadap genotipe tanaman dalam beradaptasi terhadap kondisi stress biotik dan abiotik (Waller et al., 2005; Bae et al., 2009; Michelle et al., 2012)

G. Potensi Cendawan Endofit dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman terhadap Penyakit HDB

Cendawan endofit melindungi tanaman dari serangan patogen melalui mekanisme kompetisi, induksi resistensi, antagonisme, dan mikoparasit. Cendawan ini juga dapat menginduksi respon metabolisme inang, sehingga

menjadi resisten terhadap patogen tanaman sehingga produksi meningkat (Redline dan Carris, 1996; Wilia et al., 2012). Menurut Yedidia et al., 1999) interaksi antara cendawan endofit dan akar kemungkinan mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen yang berada pada bagian atas tanaman. Cendawan endofit mampu mempengaruhi fisiologis tanaman seperti tahan terhadap stress air (kekeringan), beberapa dari cendawan endofit menghasilkan dan obat anti tumor (Azevedo et al., 2000). Cendawan endofit dalam jaringan tanaman menyebabkan terinduksinya metabolit sekunder yang mampu menghambat cendawan lain (Rayner, 1991).

H. Potensi Cendawan Endofit dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman terhadap Cekaman Kekeringan

Beberapa spesies *Trichoderma* telah dilaporkan mampu memperbaiki respon tanaman terhadap cekaman kekeringan, seperti adanya pengaruh pada panjang tajuk dan akar dari padi (Shukla et al., 2012), hipokotil yang lebih tinggi, berkurangnya kelayuan pada persemaian kakao setelah diberi perlakuan *Trichoderma hamatum* DIS 219b (Bae et al., 2009) dan peningkatan persentase perkecambahan dan pertumbuhan pada gandum dan tomat (Hubbard et al., 2012; Mastouri et al., 2010) pada kondisi cekaman kekeringan. Selain itu, penurunan laju fotosintesis, konduktansi stomata, dan peroksidase yang diakibatkan oleh cekaman kekeringan dapat ditekan dengan perlakuan *Trichoderma* (Bae et al., 2009; Shukla et al., 2012). Pada pengujian pola ekspresi gen yang dianalisis menggunakan primer baru terhadap respon kekeringan ESTs (*expressed sequence tags*) menunjukkan adanya ekspresi yang sama antara perlakuan tanaman pada kondisi normal

(tanpa cekaman kekeringan) dengan tanaman yang diberi perlakuan *Trichoderma* pada kondisi cekaman kekeringan (Bae et al., 2009)

Kemampuan beberapa spesies jamur dari genus *Trichoderma* untuk menekan penyakit dan merangsang pertumbuhan dan pengembangan tanaman memberikan gambaran secara luas dan jangka panjang mengenai penggunaan organisme ini pada beberapa tanaman (Benirtez et al., 2004; Samoski et al., 2009).

Cendawan endofit berpotensi sebagai agen pengendalian hayati dan biofertilizer karena keberadaan cendawan endofit ini sangat beragam dan berlimpah, dapat ditemukan pada tanaman pertanian maupun pada rumput-rumputan (Faeth, 2002)

1. Hormon IAA

Auksin merupakan salah satu jenis hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan proses elongasi sel dan perpanjangan batang, seperti halnya diferensiasi sel (Tarabily et al., 2003)

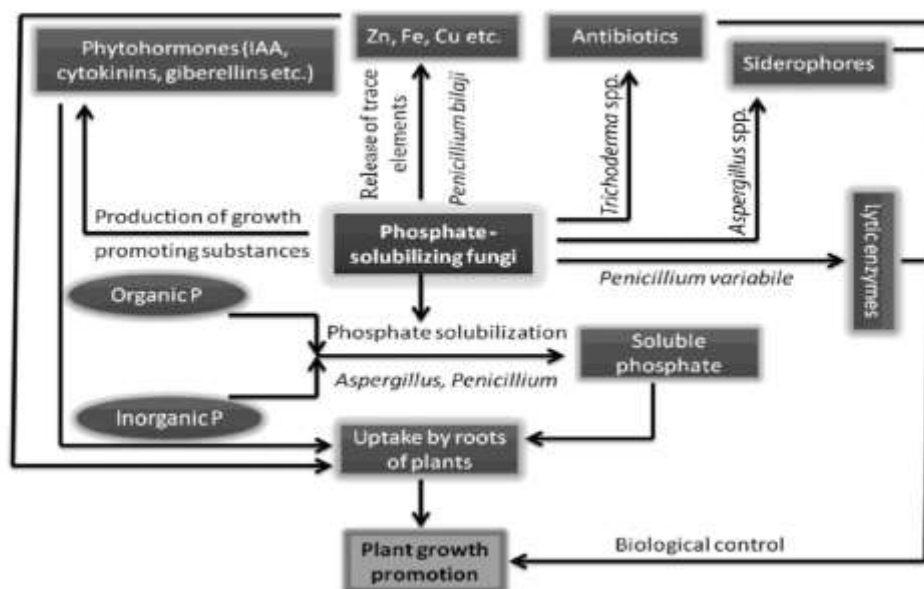
Selain tanaman tingkat tinggi, bakteri dan fungi juga memiliki kemampuan untuk mensintesis hormon tumbuh seperti indole-3-acetic acid (IAA) dan senyawa indole lainnya (Chung et al., 2003). Banyak jamur dapat menghasilkan auksin dalam kultur axenik (Gruen, 1959; Buckley, dan Pugh. 1971; Maor et al., 2004).

2. Pelarut fosfat

Cendawan pelarut Fosfat pada umumnya memacu pertumbuhan tanaman dengan menyediakan unsur hara mikro; banyak unsur hara mikro diperlukan untuk pembentukan polifenol dan aspek lain dari metabolisme fenolik. Seperti unsur hara mikro, Mangan diperlukan untuk beberapa fungsi

fisiologis tanaman seperti fotosintesis, metabolisme N (terutama reduksi nitrat), dan sintesis senyawa cincin aromatik sebagai precursor terhadap beberapa asam amino, hormon (auksin), fenol dan lignin. Sebagai akibatnya, memainkan peran utama dalam pertumbuhan tanaman dan resistensi penyakit (Huber dan Wilhelm 1988; Graham dan Webb 1991; Khan et al., 2014)

Mekanisme cendawan pelarut fosfat dalam memacu pertumbuhan tanaman adalah (i) pelepasan pengompleksan ligan yang menyerap Zn^{2+} , sehingga meningkatkan pelarutan logam seng dan membuatnya tersedia untuk tanaman, (ii) pengkondisian tanah, (iii) mensintesis zat pemacu pertumbuhan tertentu (Mittal et al., 2008) termasuk siderophores (Vassilev et al., 2006) dan antibiotik (Lipping et al., 2008), dan (iv) memberikan perlindungan untuk tanaman terhadap patogen tanah (biokontrol).



Gambar 5. Mekanisme pemacu pertumbuhan tanaman oleh cendawan pelarut fosfat (sumber : Khan et al., 2009)

Cendawan pelarut fosfat P-pelarut, yang menunjukkan aktivitas biokontrol ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3. Cendawan pelarut fosfat dengan aktivitas biokontrol

| <i>Spesies</i> | <i>Aktivitas biokontrol</i> | <i>Metabolik</i> | <i>Referensi</i> |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|
| <i>Trichoderma harzianum T22</i> | + | <i>Siderofore</i> | Altomare et al., 1999 |
| <i>Aspergillus niger</i> | + | <i>Asam organik</i> | Khan dan Khan, 2001, 2002 |
| <i>Aspergillus awamori</i> | + | <i>Asam organik</i> | |
| <i>Penicillium digitatum</i> | + | <i>Asam organik</i> | |
| <i>Aspergillus niger</i> | + | <i>Siderofore</i> | Vassilev et al., 2005b |
| <i>Penicillium variable P16</i> | - | <i>Oksidasi glukosa</i> | Petruccioli et al., 1999 |

Sumber : Vassilev et al., 2006

3. Enzim Lignoselulolitik

Enzim kitinase mampu menyebabkan kerusakan sel cendawan patogen yang akhirnya dapat menyebabkan kematian sel cendawan patogen (Umrah et al., 2009). Cendawan *A. niger* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen karena memproduksi enzim hidrolitik seperti lipase, protease, selulase, pektinase (Schuster et al., 2002).

Cendawan *Trichoderma* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen karena menghasilkan lipase yang dapat memecah senyawa kitin, glukukan dan lemak dinding sel patogen (Vinale et al., 2008).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Juli 2013 sampai dengan Desember 2014. Penelitian Laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Tanaman Pusat Kegiatan Penelitian (PKP) dan Laboratorium Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Penelitian rumah kaca dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin

B. Metode Penelitian

1. Uji ketahanan jenis padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri

Padi yang diuji adalah 8 jenis padi aromatik lokal Enrekang yaitu Pare Mansur, Pulu Lotong, Pulu Mandoti, Pare Lambau, Pare Pinjan, Pare Lea, Pare Solo dan Pare Kamida. Sebagai pembanding digunakan Mekongga dan Situ Bagendit yang agak tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri.

Benih padi disemai dalam bak plastik sebelum dipindahkan ke ember. Setiap jenis padi ditanam 3 bibit dan pada umur 14 hari setelah tanam dilakukan penjarangan sehingga setiap ember berisi 1 tanaman.

Metode pengujian menggunakan metode pengguntingan ujung daun dengan gunting yang dicelupkan ke dalam suspensi inokulum bakteri *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae*/Xoo (Dewi et al., 2011). Isolat bakteri yang digunakan adalah isolat 003 dan 028 koleksi BB Biogen merupakan strain III dan IV yang banyak menyerang di Sulawesi Selatan. Konsentrasi bakteri adalah 10^8 cpu mL⁻¹. Inokulasi bakteri Xoo dilakukan

pada stadia umur 60 hari setelah semai dan pengamatan dilakukan 14 hari setelah inokulasi. Cara penilaian tingkat ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun bakteri (HDB) merujuk pada *SES for Rice*.

Parameter yang diamati adalah

a. Skor luas gejala penyakit

Cara penilaian tingkat ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun bakteri merujuk pada *SES for Rice* dari IBPGR (IRRI, 1996; Dewi et al., 2011) sebagai berikut :

Tabel 4. Skor luas gejala penyakit dan tingkat ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri

| Skor | Gejala serangan (%) | Tingkat ketahanan |
|------|---------------------|-------------------|
| 0 | Tidak ada gejala | Sangat tahan |
| 1 | 1 – 5 | Tahan |
| 3 | 6-12 | Agak tahan |
| 5 | 13-25 | Agak rentan |
| 7 | 26-50 | Rentan |
| 9 | 51-100 | Sangat rentan |

- b. Tinggi tanaman, diukur dari pangkal batang sampai dengan ujung daun tertinggi pada akhri percobaan dengan satuan cm
- c. Jumlah anakan, dihitung anakan setiap rumpun pada akhir percobaan dengan satuan batang
- d. Berat gabah, ditimbang berat gabah per rumpun pada akhir percobaan dengan satuan gram
- e. Berat 100 biji, ditimbang 100 biji dari setiap rumpun dengan satuan gram
- f. Jumlah gabah total, dihitung gabah setiap rumpun pada akhir percobaan dengan satuan biji
- g. Jumlah gabah isi, dihitung gabah isi setiap rumpun pada akhir percobaan dengan satuan biji

- h. Pesentase gabah hampa, dihitung persentase gabah hampa setiap rumpun pada akhir percobaan dengan satuan persen.

Data hasil pengamatan luas gejala dianalisis secara deskriptif, sedangkan data pertumbuhan dan produksi dianalisis dengan uji F dan bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

2. Uji ketahanan jenis padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan

- a. **Percobaan Laboratorium**

Benih padi aromatik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Pare Mansur; Pulu Lotong; Pulu Mandoti; Pare Lambau; Pare Pinjan; Pare Lea; Pare Solo; Pare Kamida dipilih yang mempunyai ukuran seragam. Perlakuan cekaman kekeringan dilakukan dengan mengecambahkan benih di dalam cawan petri yang sudah dilapisi dengan kertas saring dan diberi larutan PEG 6000 dengan konsentrasi berbeda. Konsentrasi PEG 6000 yang digunakan sebagai media perkecambahan adalah 0%, 10%, 20% dan 30%, berturut-turut setara dengan 0, - 1,9 bar; - 6,7 bar; dan -12 bar (Maxwel, 1973). Percobaan ini menggunakan teknik yang dilakukan oleh Lestari dan Marsika (2006). Setiap cawan petri diisi 10 butir, dan masing-masing perlakuan diulang 3 kali, dan sebagai kontrol digunakan air. Cawan petri yang telah berisi benih padi diinkubasi di dalam suhu ruangan. Perlakuan diberikan selama 9 hari. Konsentrasi PEG 6000 yang dapat menghambat perkecambahan benih sampai 50% akan digunakan untuk percobaan tahap selanjutnya di rumah kaca.

Parameter yang diamati adalah :

a. Persentase kecambah

Persentase kecambah diamati dengan menghitung jumlah benih bekecambah dari total jumlah benih yang dikecambahkan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Persentase Kecambah} = \frac{\text{Jumlah benih yang tumbuh}}{\text{Jumlah benih yang dikecambahkan}} \times 100 \%$$

- b. Panjang tajuk/tinggi tanaman, diukur dari pangkal batang tanaman sampai ujung daun diukur pada hari ke-9 dengan satuan cm
- c. Panjang akar, diukur dari pangkal batang sampai ujung akar diukur pada hari ke-9 dengan satuan cm
- d. Panjang koleoptil, diukur panjang koleoptil pada hari ke-9 dengan satuan cm

Data hasil pengamatan luas gejala dianalisis secara deskriptif, sedangkan data pertumbuhan dan produksi dianalisis dengan uji F dan bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

b. Percobaan rumah kaca

Pengujian cekaman kekeringan mengacu pada metode Afa et al. (2012). Kecambah normal (bibit) padi yang berumur 14 hari dipindahkan ke ember yang telah diisi media tanam. Setiap ember diisi 3 bibit dan setelah 14 hari dilakukan penjarangan dan dipertahankan 1 tanaman. Perlakuan cekaman kekeringan diberikan setelah tanaman berumur 48 hari setelah tanam dengan melakukan penyiraman larutan PEG 6000

konsentrasi 20%. Air yang hilang selama percobaan diganti dengan menambahkan air/aquades setiap hari.

Parameter yang diamati adalah :

- a. Tinggi tanaman/panjang tajuk, diukur mulai dari pangkal tajuk sampai ujung tajuk pada akhir percobaan dengan satuan centimeter.
- b. Jumlah anakan/rumpun, dihitung anakan setiap rumpun pada akhir percobaan dengan satuan batang
- c. Berat gabah total, ditimbang berat gabah keseluruhan pada akhir percobaan dengan satuan gram
- d. Berat 100 biji, ditimbang 100 biji setiap jenis padi pada akhir percobaan dengan satuan gram
- e. Berat kering tajuk, ditimbang tajuk tanaman setelah dikeringkan dengan oven 60⁰C selama 3 x 24 jam dengan satuan gram
- f. Berat kering akar, ditimbang akar tanaman setelah dikeringkan dengan oven 60⁰C selama 3 x 24 jam dengan satuan gram
- g. *Tolerance Index* (TI) ditentukan dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Fernandez (1993); Iriany et al.(2005)) :

$$Tolerance\ Index\ (TI) = \frac{Yd}{Yn} \times \frac{Yd}{HYd}$$

Keterangan :

Yd = Hasil tanaman kondisi stress kekeringan

Yn = Hasil tanaman kondisi normal.

HYd = Hasil tanaman kondisi stress kekeringan tertinggi

Dimana, TI > 0,5 = Toleran, dan TI < 0,5 = Peka

3. Isolasi dan pemurnian isolat endofit padi aromatik lokal Enrekang

Sampel tanaman padi Pulu Mandoti diambil dari areal pertanaman padi di Kabupaten Enrekang. Isolasi cendawan endofit dilakukan pada bagian daun, batang dan akar tanaman. Metode isolasi cendawan endofit mengikuti metode Rodriques (Wilia et al., 2012) yang dimodifikasi. Sterilisasi bagian tanaman dilakukan secara bertahap dengan merendam selama 60 detik dalam etanol 70%, NaOCl 3% selama 60 detik, dan etanol 70% selama 30 detik. Kemudian dibilas sebanyak empat kali dengan aquades steril kemudian dikeringkan di atas kertas saring steril. Bagian tanaman dipotong kecil untuk ditumbuhkan dalam media PDA. Hasil isolasi cendawan endofit tidak dapat digunakan jika pada media uji kesterilan masih tumbuh cendawan.

Produksi IAA. Isolat cendawan endofit yang telah dimurnikan diremajakan pada media PDA (Potato Dekstro Agar) dan diinkubasi selama 7 hari. Kemudian isolat ditumbuhkan pada media cair *Potato Dextro Broth (PDB)* dan ditambahkan dengan *L-tryptophan* (0.1 gL^{-1}) dan diinkubasi pada suhu kamar dalam ruang gelap dan dishaker dengan kecepatan 150 rpm/menit selama 7 hari. Supernata diambil setelah suspensi cendawan disentrifius dengan kecepatan 5000 rpm selama 25 menit. Kemudian 1 ml supernata ditambahkan ke dalam 1 ml reagen Salkowski ($12 \text{ gL}^{-1} \text{ FeCl}_3$ dalam $429 \text{ ml L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$) (Glickman dan Dessaux, 1995). Campuran disimpan selama 24 jam pada suhu kamar pada kondisi gelap. Perubahan warna pink pada kultur filtrat menunjukkan kemampuan memproduksi hormon IAA isolat cendawan

endofit. Konsentrasi secara kuantitatif diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 535 nm.

Pelarut Fosfat. Kemampuan isolat cendawan endofit dalam melarutkan fosfat mengacu pada metode Pikovskaya (Sundara dan Shinha, 1962; Subba Rao, 1982). Isolat cendawan endofit ditumbuhkan pada media Pikovskaya padat yang mengandung 0.5 % *tricalsum fosfat* (Ca_3PO_4) sebagai sumber fosfat. Kemampuan isolat cendawan melarutkan fosfat ditandai oleh adanya zona bening disekitar cendawan.

Kemampuan isolat cendawan melarutkan fosfat secara kuantitatif dilakukan dengan menggunakan media Pikovskaya cair. Enam belas isolat cendawan endofit dikulturkan dalam media Pikovskaya cair selama 7 hari dan dishaker. Suspensi isolat cendawan disaring menggunakan kertas saring whatman no 1 kemudian disentrifius selama 15 menit pada 10.000 rpm. Sebanyak 5 ml supernata dimasukkan ke tabung reaksi dan ditambahkan 0.5 ml pereaksi *P Pekat* (112 g *ammonium molibdat*, 0.277 g *kalsium antimol tartrat*). Dikocok beberapa menit lalu didiamkan selama 30 menit. Kemudian pH larutan filtrat diukur tingkat keasamnya menggunakan pH meter. Absorbansi diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 693 nm. Konsentrasi fosfat dalam filtrat ditentukan berdasarkan nilai absorbansi dan kurva standar dan dinyatakan dalam mg L^{-1}

Produksi Enzim Lignoselulotik Uji kemampuan isolat cendawan endofit dalam memproduksi enzim lignoselulotik mengacu pada metode Wirth and Wolf (1990). Isolat cendawan endofit ditumbuhkan dalam media *Czapek Dox Agar* (CDA) yang telah ditambahkan pewarna

reamazol brilliant blue (RBB) sebanyak 0.1 %. Media CDA dibagi menjadi lima bagian, satu bagian sebagai kontrol dan empat bagian untuk uji kitin, selulosa, pektin dan lignin. Masing-masing bagian ditambahkan kitin; *carboxymotin cellulose* pektin dan lignin sebanyak 0.1 %. Keenambelas isolat cendawan endofit ditumbuhkan pada media dan diinkubasi dalam suhu kamar. Terbentunya zona bening disekit isolat cendawan endofit merupakan indikator kemampuan dalam memproduksi kitin, selulosa, pektin dan lignin.

4. Uji Antagonisme secara *in Vitro* (*dual culture*)

Fermentasi Jamur Endofit. Koloni murni jamur endofit pada cawan petri PDA yang telah diinkubasi selama 5 - 7 hari, kemudian 5 potongan isolat cendawan endofit ke dalam media cair sebanyak 20 mL. Selanjutnya dilakukan fermentasi goyang menggunakan rotary shaker 130 rpm (kocokan/menit) pada suhu kamar selama 7 hari. Dari masing-masing kultur yang telah difermentasi dimasukkan ke dalam tabung sentrifus ukuran 15 mL kemudian di sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit. Supernata diambil dan kemudian disaring menggunakan kertas saring. Supernata ini kemudian digunakan untuk uji aktivitas antibakteri sebagai larutan uji berupa supernata suspensi koloni endofit.

Persiapan Bakteri Uji. Sebanyak tiga ose koloni bakteri uji dimasukkan dalam tabung reaksi yang telah diisi aqua steril sebanyak 100 ml kemudian divorteks supaya bakteri tercampur rata. Kerapatan koloni diukur dengan menggunakan spektrofotometer untuk mendapatkann

kerapatan koloni 10^6 cpu. Sebanyak 100 μ L suspense diteteskan pada permukaan media PDA dan diratakan dengan menggunakan spatula

Pengujian aktivitas antibakteri. Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode Kirby-Bauer yang dikenal dengan sebutan metode cakram kertas (Lay, 1994). Tiap-tiap cakram kertas kosong dicelupkan ke dalam suspense cendawan endofit. Cakram yang telah berisi supernata, kemudian didiamkan selama 15 menit sebelum diletakkan pada media PDA yang telah diberi bakteri *Xoo*. Jumlah cakram kertas yang diletakkan tersebut kira-kira dalam satu cawan Petri berisi 6-7 buah, dan masing-masing jarak antara cakram diatur supaya tidak terlalu dekat. Sebagai kontrol digunakan cakram kosong steril. Pengujian dilakukan dengan tiga ulangan. Setelah inkubasi pada suhu ruangan selama 18-24 jam. Terbentuknya zona bening di sekitar isolat cendawan merupakan indikator bahwa isolat tersebut memiliki sifat antagonis terhadap bakteri *Xanthomonas oryzae pv oryzae* (*Xoo*)

5. Uji Kemampuan Cendawan Endofit dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri

Penyediaan Isolat Cendawan Endofit. Tiga isolat cendawan endofit yang memiliki kemampuan antagonis terhadap bakteri *Xoo*, diperbanyak pada media beras. Lima puluh gram beras ditambah 40 mL aquades, dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer 250 mL. Sterilisasi dilakukan sebanyak dua kali selama 20 menit pada suhu 121° C dengan interval waktu 24 jam. Media beras diinokulasi dengan lima potong koloni cendawan. Tiga hari kemudian, erlenmeyer diguncang-guncang agar pertumbuhan cendawan merata. Isolat yang telah tumbuh pada media

beras dihaluskan untuk dijadikan tepung bubuk cendawan dengan menggunakan blender (Amin et al.,1997; Istikorini, 2005)

Penyiapan Benih .Benih padi aromatik lokal dilapisi dengan tepung cendawan dengan perbandingan 1 g tepung cendawan endofit banding 10 g benih padi. Benih yang telah dilapisi tepung cendawan dikecambahkan dalam loyang plastik yang telah diisi tanah dan pupuk kandang. Bibit yang telah berumur 14 hari dipindahkan ke ember plastik yang telah diisi dengan campuran tanah dan pupuk kandang. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan menyiram tanaman setiap hari. Pemupukan dilakukan sesuai anjuran.

Inokulasi Bakteri Xoo. Metode yang digunakan sama dengan metode pada uji ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri

Parameter yang diamati adalah

- a. Skor luas gejala penyakit, diukur pada umur 14 setelah inokulasi.
- b. Tinggi tanaman, diukur dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi pada hari ke -14 setelah inokulasi bakteri Xoo dengan satuan cm
- c. Jumlah anakan, dihitung jumlah anakan per rumpun pada hari ke-14 setelah inokulasi bakteri Xoo

Data hasil pengamatan luas gejala dianalisis secara deskriptif, sedangkan data pertumbuhan dan produksi dianalisis dengan uji F dan bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

6. Uji kemampuan cendawan endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan

Persiapan tanaman. Benih yang telah diselubungi dengan tepung cendawan disemai. Setelah berumur 14 hari bibit dipindahkan ke dalam ember yang berisi tanah. Setiap ember diisi dengan 4 bibit, setelah 14 hari dilakukan penjarangan dan setiap ember berisi 1 tanaman.

Perlakuan cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan diberikan setelah tanaman berumur 48 hari setelah dipindahkan dengan tidak melakukan penyiraman sampai varietas padi yang peka terhadap cekaman kekeringan menunjukkan daun menggulung seperti bawang. Selanjutnya dilakukan pengukuran sesuai parameter pengamatan.

Parameter yang diamati adalah :

a. Daun menggulung

Skor menggulung daun diukur setelah perlakuan cekaman kekeringan dengan menggunakan skor 1 -5 (Efendi, 2008)

- Skor 1 = daun tidak menggulung atau turgid
- Skor 2 = daun mulai menggulung
- Skor 3 = daun menggulung dengan bagian ujung daun berbentuk V
- Skor 4 = daun menggulung menutupi lidah daun
- Skor 5 = daun menggulung seperti daun bawang

b. Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi setelah perlakuan cekaman kekeringan dengan satuan cm

c. Jumlah anakan dihitung jumlah anakan per rumpun setelah perlakuan cekaman kekeringan dengan satuan batang

- d. Berat kering tajuk, ditimbang tajuk tanaman setelah dikeringkan dengan oven 60⁰C selama 3 x 24 jam dengan satuan gram
- e. Berat kering akar, ditimbang berat akar tanaman setelah dikeringkan dengan oven 60⁰C selama 3 x 24 jam dengan satuan gram
- f. Panjang akar, diukur dari pangkal batang sampai ujung akar pada dengan satuan cm
- g. Kadar prolin

Kadar prolin dianalisis berdasarkan metode Bates et al. (1973) dengan sedikit perubahan. Potongan daun padi sebanyak 0,5 g digerus dan dihomogenasi dengan 10 mL asam sulfo-salisilat 3%. Selanjutnya disentrifus pada 9.000 rpm selama 15 menit. Selanjutnya sebanyak 2 mL supernata direaksikan dengan 2 mL asam ninhidrin dan 2 mL asam asetat glasial di dalam tabung reaksi dan dipanaskan dalam pengangas air pada temperatur 100⁰ C selama 60 menit. Larutan kemudian didinginkan di dalam es selama 5 menit, larutan diekstraksi dengan 4 mL toluen sampai terbentuk kromofom. Untuk menetapkan kadar prolin, larutan yang berwarna diukur absorbansinya dengan Spektofotometer pada panjang gelombang 523 nm. Sebagai standar digunakan DL-Proline (Sigma) 0,1-3,0 mM yang dilarutkan dalam asam sulfosalisilat 3%. Kadar prolin dinyatakan sebagai $\mu\text{mol/g}$ daun segar.

Data hasil pengamatan dianalisis dengan uji F dan bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

4.1. Uji Ketahanan Padi Aromatik Terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri

Hasil pengamatan luas gejala penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi pada hari ke-14 setelah diinokulasi dengan bakteri *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* (Xoo) menunjukkan bahwa jenis padi aromatik lokal Enrekang memperlihatkan tingkat ketahanan yang bervariasi terhadap kedua jenis isolat bakteri Xoo. Kedua isolat bakteri ini merupakan strain yang banyak menyerang pertanaman padi di Sulawesi Selatan yaitu strain III dan IV.

Jenis padi aromatik lokal yang dikategorikan rentan terhadap isolat bakteri Xoo-003 yaitu: Pare Mansur, Pulu Lontong, Pulu Mandoti, Pare Lambau, Pare Pinjan, sedangkan Pare Lea, Pare Solo, Pare Kamida termasuk kategori sangat rentan. Sedangkan jenis padi aromatik lokal Enrekang yang termasuk kategori agak tahan terhadap isolat bakteri Xoo-028 yaitu: Pulu Lotong, Pare Lambau Pare Solo dan Pare Kamida, dan kategori agak rentan yaitu: Pare Mansur, Pulu Mandoti, dan Pare Pinjan serta kategori rentan yaitu Pare Lea (Tabel 5).

Tabel 5. Luas gejala dan kategori ketahanan terhadap penyakit HDB padi aromatik lokal Enrekang 14 hari setelah inokulasi

| Jenis padi | Jenis bakteri | | | |
|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|
| | Xoo-003 | | Xoo-028 | |
| | Luas gejala (%) | Kategori | Luas gejala (%) | Kategori |
| Pare Mansur | 43.50 | R | 38.97 | AR |
| Pulu Lotong | 42.73 | R | 23.87 | AT |
| Pulu Mandoti | 38.59 | R | 41.82 | AR |
| Pare Lambu | 33.32 | R | 24.01 | AT |
| Pare Pinjan | 38.50 | R | 41.85 | AR |
| Pare Lea | 59.36 | SR | 61.63 | R |
| Pare Solo | 55.13 | SR | 10.91 | AT |
| Pare Kamida | 65.48 | SR | 22.72 | AT |
| Mekongga | 46.72 | R | 42.03 | AR |
| Situbagendit | 34.89 | AR | 33.50 | AR |

Keterangan : AT = agak tahan, AR= agak rentan, R = rentan, SR= sangat rentan

4.1.2 Pengaruh *X.oryzae pv.oryzae* terhadap pertumbuhan dan produksi padi aromatik lokal Enrekang.

a. Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jenis padi aromatik lokal Enrekang dan jenis bakteri Xoo serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi aromatik lokal Enrekang dan jenis bakteri Xoo, semuanya berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman padi (Tabel Lampiran 8)

Uji Duncan menunjukkan bahwa interaksi perlakuan P6X1 menghasilkan tinggi tanaman paling rendah (77.10 cm) dan berbeda nyata dengan kontrol (P6X0) pada perlakuan jenis padi yang sama, kecuali dengan kombinasi perlakuan P6X2 yang berbeda tidak nyata, sedangkan perlakuan jenis padi aromatik lokal Enrekang pada jenis bakteri yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan semua perlakuan yang lain (Tabel 6)

Tabel 6. Tinggi tanaman padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri *Xoo*

| JENIS PADI | Tinggi tanaman (cm) | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| | Kontrol (X0) | Xoo-003 (X1) | Xoo-028 (X2) |
| Pare Mansu (P1) | 188.5de X | 183.9e X | 179.3f X |
| Pulu Lotong (P2) | 191.6de Y | 176.5e Y | 141.5b X |
| Pulu Mandoti (P3) | 185.7de X | 174.6e X | 170.8ef X |
| Pare Lambau (P4) | 186.9de X | 173.6e X | 172.8ef X |
| Pare Pinjan (P5) | 163.6c Z | 161.5d X | 162.3de Y |
| Mekongga (P6) | 102.4a Y | 77.10a X | 95.50a X |
| Pare Lea (P7) | 178.3d X | 150.4c X | 145.4bc X |
| Situ Bagendit (P8) | 122.8b Z | 106.9b Y | 97.00a X |
| Pare Solo (P9) | 198.0e Z | 163.2d Y | 156.1cd X |
| Pare Kamida (P10) | 185.8de Z | 157.7cd Y | 135.4b X |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

b. Jumlah Anakan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jenis padi aromatik lokal Enrekang dan jenis bakteri *Xoo* serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi aromatik lokal Enrekang dan bakteri *Xoo*, semuanya berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan total (Tabel Lampiran 8)

Uji Duncan menunjukkan bahwa interaksi perlakuan P3X2 menghasilkan jumlah anakan paling rendah (17 batang) dan berbeda nyata

dengan P3X0 pada perlakuan jenis padi yang sama, kecuali dengan perlakuan P3X2 yang tidak berbeda nyata, sedangkan perlakuan jenis padi aromatik lokal Enrekang pada jenis bakteri yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan semua perlakuan jenis padi yang lain kecuali dengan kombinasi perlakuan P10X2 yang berbeda nyata (Tabel 7)

Tabel 7. Jumlah anakan padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo

| JENIS PADI | Jumlah anakan (batang) | | |
|--------------------|------------------------|--------------|---------------|
| | Kontrol (X0) | Xoo-003 (X1) | Xoo-028(X2) |
| Pare Mansur (P1) | 24.00ab | 19.33a | 23.67ab |
| | Z | X | Y |
| Pulu Lotong (P2) | 39.67ef | 22.33ab | 21.00ab |
| | Y | X | X |
| Pulu Mandoti (P3) | 30.67bcd | 21.33a | 17.00a |
| | Y | X | X |
| Pare Lambau (P4) | 19.67a | 18.00a | 18.33ab |
| | X | X | X |
| Pare Pinjan (P5) | 35.33def | 23.67ab | 23.67ab |
| | X | X | X |
| Mekongga (P6) | 27.00abc | 23.00ab | 22.33ab |
| | Y | X | X |
| Pare Lea (P7) | 54.67g | 21.00a | 17.67a |
| | Y | X | X |
| Situ Bagendit (P8) | 33.33cde | 24.00ab | 25.00ab |
| | Y | X | X |
| Pare Solo (P9) | 26.67abc | 25.33ab | 24.67ab |
| | X | X | X |
| Pare Kamida (P10) | 41.00f | 30.00b | 33.00b |
| | X | X | X |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

c. Jumlah Gabah Isi

Sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jenis padi aromatik lokal Enrekang dan bakteri Xoo serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi aromatik lokal Enrekang dan jenis bakteri Xoo, semuanya berpengaruh nyata terhadap jumlah gabah isi (Tabel Lampiran 8)

Uji Duncan menunjukkan bahwa interaksi perlakuan P7X2 menunjukkan jumlah gabah isi paling rendah (433 biji) dan berbeda nyata dengan P7X0 pada perlakuan jenis padi yang sama, kecuali dengan kombinasi perlakuan P7X1 yang berbeda tidak nyata, sedangkan perlakuan jenis padi pada jenis bakteri yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan semua jenis padi yang lain kecuali dengan kombinasi perlakuan P8X2, P9X2 dan P2X2 yang berbeda tidak nyata (Tabel 8)

Tabel 8. Jumlah gabah isi padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo

| JENIS PADI | Jumlah gabah isi (biji) | | |
|--------------------|-------------------------|----------------|---------------------|
| | Kontrol (X0) | Xoo-003 (X1) | Xoo-028 (X2) |
| Pare Mansur (P1) | 2776.67d Z | 742.00ab X | 946.33bcd Y |
| Pulu Lotong (P2) | 1539.33abc X | 630.33a X | 614.33ab X |
| Pulu Mandoti (P3) | 1989.67bc Y | 986.67bc X | 885.00bcd X |
| Pare Lambau (P4) | 1388.33ab Y | 810.33ab X | 862.33bcd X |
| Pare Pinjan (P5) | 1003.00a Y | 880.33abc X | 880.33bcd X |
| Mekongga (P6) | 1196.00a X | 643.33a X | 962.00d X |
| Pare Lea (P7) | 1197.00a Y | 643.00a X | 433.00a X |
| Situ Bagendit (P8) | 1653.33abc Y | 717.33ab X | 563.33a X |
| Pare Solo (P9) | 2147.00cd Y | 1140.33c X | 671.33abc X |
| Pare Kamida (P10) | 1198.33a X | 665.33ab X | 865.33bcd X |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha= 0.05$

d. Berat Gabah

Sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jenis padi aromatik lokal Enrekang dan bakteri Xoo serta faktor tunggalnya yaitu jenis

padi aromatik lokal Enrekang dan bakteri Xoo, semuanya berpengaruh nyata terhadap berat gabah (Tabel Lampiran 8)

Uji Duncan menunjukkan bahwa interaksi perlakuan P8X2 menunjukkan berat gabah paling rendah (6.11 g) dan berbeda nyata dengan perlakuan jenis bakteri yang lain pada jenis padi yang sama, sedangkan perlakuan jenis padi pada jenis bakteri yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain, kecuali dengan kombinasi perlakuan P6X2 yang berbeda tidak nyata, (Tabel 9)

Tabel 9 Berat gabah padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo

| JENIS PADI | Berat Gabah (g) | | |
|--------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| | Kontrol (X0) | Xoo-003 (X1) | Xoo-028 (X2) |
| Pare Mansur (P1) | 71.71f Z | 46.40e Y | 33.17gh X |
| Pulu Lotong (P2) | 44.71e Z | 40.03de XY | 39.91h X |
| Pulu Mandoti (P3) | 40.50de Z | 31.92cd Y | 19.84de X |
| Pare Lambau (P4) | 26.89bc Z | 18.90b Y | 12.89cd X |
| Pare Pinjan (P5) | 36.18cd Y | 27.11c X | 27.10fg X |
| Mekongga (P6) | 16.95ab Y | 8.97a X | 8.23ab X |
| Pare Lea (P7) | 71.46f Y | 38.91de X | 16.14cd X |
| Situ Bagendit (P8) | 13.85a Z | 8.55a Y | 6.11a X |
| Pare Solo (P9) | 31.54cde Z | 18.46b Y | 11.79cd X |
| Pare Kamida (P10) | 64.62f Z | 35.66d Y | 22.10ef X |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

6. Berat 100 Biji

Sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jenis padi aromatik lokal Enrekang dan bakteri *Xoo* serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi aromatik lokal Enrekang dan bakteri *Xoo*, semuanya berpengaruh nyata terhadap berat 100 biji (Tabel Lampiran 8)

Uji Duncan menunjukkan bahwa interaksi perlakuan P7X2 menunjukkan berat 100 biji paling rendah (2.16 g) dan berbeda nyata dengan perlakuan jenis bakteri lainnya pada jenis padi yang sama, sedangkan perlakuan jenis padi pada jenis bakteri yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan semua perlakuan jenis padi lainnya kecuali dengan kombinasi perlakuan P2X2, P8X2 dan P10X2 yang tidak berbeda nyata (Tabel 10)

Tabel 10. Berat 100 biji padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri *Xoo*

| JENIS PADI | Berat 100 biji (g) | | |
|--------------------|--------------------|--------------|-------------------|
| | Kontrol (X0) | Xoo-003((X1) | Xoo-028 (X2) |
| Pare Mansur (P1) | 2.90bc X | 2.74cd X | 2.64bcd X |
| Pulu Lotong (P2) | 2.81ab Y | 2.76cd Y | 2.62abc X |
| Pulu Mandoti (P3) | 3.88d Z | 3.42e Y | 3.15e X |
| Pare Lambau (P4) | 3.11d Y | 2.88d XY | 2.61bc X |
| Pare Pinjan (P5) | 3.68c Y | 2.87d X | 2.87d X |
| Meongga (P6) | 2.96c Z | 2.88d Y | 2.76cd X |
| Pare Lea (P7) | 2.73a Z | 2.43a Y | 2.16a X |
| Situ Bagendit (P8) | 2.87bc Z | 2.63bc Y | 2.23a X |
| Pare Solo (P9) | 3.62e Z | 3.35e Y | 2.49b X |
| Pare Kamida (P10) | 2.74a Z | 2.49ab Y | 2.22a X |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

6. Persentase Gabah Hampa

Sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jenis padi aromatik lokal Enrekang dan bakteri Xoo serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi aromatik lokal Enrekang dan bakteri Xoo, semuanya berpengaruh nyata terhadap persentase gabah hampa (Tabel Lampiran 8)

Uji Duncan menunjukkan bahwa interaksi perlakuan P7X1 menunjukkan persentase gabah hampa tertinggi (28.27%) dan berbeda nyata dengan P7X0 pada jenis padi yang sama, kecuali dengan kombinasi perlakuan P7X2 yang berbeda tidak nyata, sedangkan perlakuan jenis padi pada perlakuan jenis bakteri yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan jenis padi yang lain, kecuali dengan kombinasi perlakuan P6X1, P3X1, P1X1, P8X1 dan P10X1 yang berbeda tidak nyata (Tabel 11)

Tabel 11. Persentase gabah hampa padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo

| JENIS PADI | Persentase gabah hampa (%) | | |
|--------------------|----------------------------|---------------|--------------|
| | Kontrol (X0) | Xoo-003 (X1) | Xoo-028 (X2) |
| Pare Mansur (P1) | 5.70a | 16.81abc | 20.69bc |
| | X | Y | Y |
| Pulu Loton (P2) | 4.61a | 11.17ab | 17.75abc |
| | X | Y | Z |
| Pulu Mandoti (P3) | 7.19a | 13.59abc | 11.90ab |
| | X | Y | XY |
| Pare Lambau (P4) | 20.20e | 9.75ab | 26.06c |
| | X | X | X |
| Pare Pinjan (P5) | 8.83ab | 6.24a | 6.24a |
| | X | X | X |
| Mekongga (P6) | 7.22a | 27.85c | 14.11ab |
| | X | X | X |
| Pare Lea (P7) | 13.06bcd | 28.27c | 26.32c |
| | X | Y | XY |
| Situ Bagendit (P8) | 14.37cd | 23.73bc | 13.63ab |
| | X | Y | X |
| Pare Solo (P9) | 9.654abc | 9.14ab | 8.55a |
| | X | X | X |
| Pare Kamida (P10) | 15.34d | 18.29abc | 7.01a |
| | X | X | X |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

Tabel 12 Rekapitulasi luas gejala, pertumbuhan dan produksi padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan inokulasi bakteri Xoo

| Jenis padi | Luas gejala (%) | | Tinggi Tanaman (cm) | | Jumlah anakan (batang) | | Jumlah Gabah isi (biji) | | Berat Gabah (g) | | Berat 100 biji (g) | | Persentase gabah hampa % | |
|--------------------|-------------------|-----------------|---------------------|---------|------------------------|---------------|-------------------------|----------------|-----------------|--------------|--------------------|--------------|--------------------------|----------|
| | Xoo-003 | Xoo-028 | Xoo-003 | Xoo-028 | Xoo-003 | Xoo-028 | Xoo-003 | Xoo-028 | Xoo-003 | Xoo-028 | Xoo-003 | Xoo-028 | Xoo-003 | Xoo-028 |
| Pare Mansur (P1) | 43.50 (R) | 38.97(AR) | 183.9e | 179.3f | 19.33a | 23.67ab | 742.00ab | 946.33bcd | 46.40e | 33.17gh | 2.74cd | 2.64bcd | 16.81abc | 20.69bc |
| | | | X | X | X | Y | X | Y | Y | X | X | X | Y | Y |
| Pulu Lotong (P2) | 42.73 (R) | 23.87(AT) | 176.5e | 141.5b | 22.33ab | 21.00ab | 630.33a | 614.33ab | 40.03de | 39.91h | 2.76cd | 2.62abc | 11.17ab | 17.75abc |
| | | | Y | X | X | X | X | X | XY | X | Y | X | Y | X |
| Pulu Mandoti (P3) | 38.59 (R) | 41.82(AR) | 174.6e | 170.8ef | 21.33a | 17.00a | 986.67bc | 885.00bcd | 31.92cd | 19.84de | 3.42e | 3.15e | 13.59abc | 11.90ab |
| | | | X | X | X | X | X | X | Y | X | Y | X | Y | XY |
| Pare Lambau (P4) | 33.32 (R) | 24.01(AT) | 173.6e | 172.8ef | 18.00a | 18.33ab | 810ab | 862.33bcd | 18.90b | 12.89c | 2.88d | 2.61bc | 9.75ab | 26.06c |
| | | | X | X | X | X | X | X | Y | X | XY | X | X | X |
| Pare Pinjan (P5) | 38.50 (SR) | 41.85(AR) | 161.5d | 162.3de | 23.67ab | 23.67ab | 880.33abc | 880.33bcd | 27.11c | 27.10fg | 2.87d | 2.87d | 6.24a | 6.24a |
| | | | X | Y | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Mekongga (P6) | 46.72 (R) | 42.03(AR) | 77.10a | 95.50a | 23.00ab | 22.33ab | 643.33a | 962.00d | 8.97a | 8.23ab | 2.88d | 2.76cd | 27.85c | 14.11ab |
| | | | Y | X | X | X | X | X | X | X | Y | X | X | X |
| Pare Lea (P7) | 59.36 (SR) | 61.63(R) | 150.4c | 145.4bc | 21.00a | 17.67a | 643.00a | 433.00a | 38.91de | 16.14cd | 2.43a | 2.16a | 28.27c | 26.32c |
| | | | X | X | Y | X | X | X | X | X | Y | X | Y | XY |
| Situ Bagendit (P8) | 3489 (AR) | 33.50(AR) | 106.9b | 97.00a | 24.00a | 25.00ab | 717.33ab | 563.33a | 8.55a | 6.11a | 2.63bc | 2.23a | 23.73bc | 13.63ab |
| | | | X | X | X | X | X | X | Y | X | Y | X | Y | X |
| Pare Solo (P9) | 55.13(SR) | 10.91(AT) | 163.2d | 156.1cd | 25.33ab | 24.67ab | 1140.33c | 671.33abc | 18.46b | 11.79cd | 3.5e | 2.49b | 9.14ab | 8.55a |
| | | | Y | X | X | X | X | X | Y | X | Y | X | X | X |
| Pare Kamida (P10) | 65.48(SR) | 22.72(AT) | 157.7cd | 135.4b | 30.00b | 33.00b | 665.33ab | 865.33bcd | 35.66d | 22.10ef | 2.49ab | 2.22a | 18.29abc | 7.01a |
| | | | Y | X | X | X | X | X | Y | X | Y | X | X | X |

4.2 Uji Ketahanan Padi Aromatik Terhadap Cekaman Kekeringan di Laboratorium

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi perlakuan jenis padi aromatik lokal Enrekang dan konsentrasi PEG 6000 serta faktor tunggal jenis padi aromatik lokal Enrekang masing-masing berpengaruh tidak nyata terhadap persentase kecambah, panjang tajuk, panjang akar dan panjang koleoptil, sedangkan faktor tunggal konsentrasi PEG 6000 berpengaruh nyata (Tabel Lampiran 9)

Uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi PEG 20% (K2) menghasilkan nilai terendah terhadap persentase kecambah (44.00%), panjang tajuk (2.04 cm), panjang akar (5.14 cm), panjang koleoptil (0.58 cm) dan berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi PEG 6000 yang lain (Tabel 13)

Tabel 13. Persentase kecambah, panjang tajuk, panjang akar dan panjang koleoptil padi pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan berbagai konsentrasi PEG 6000 di laboratorium

| Konsentrasi PEG 6000 | Persentase Kecambah (%) | Panjang Tajuk (cm) | Panjang akar (cm) | Panjang Koleoptil (cm) |
|----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| 0% (K0) | 100.00a | 8.45a | 10.12a | 0.69a |
| 10 %(K1) | 100.00a | 7.24ab | 7.70ab | 0.78b |
| 20%(K2) | 44.00b | 2.04c | 5.14c | 0.58c |
| 30%(K3) | 0.00c | 0.00d | 0.00d | 0.00d |

Keterangan: Huruf yang tidak sama kearah kolom menunjukkan berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

a. Persentase Kecambah

Hasil pengamatan terhadap persentase kecambah padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan konsentrasi PEG 6000 menunjukkan bahwa hanya pada konsentrasi PEG 20% dapat dilihat perbedaan persentase kecambah dari 10 jenis padi yang diuji. Jenis padi Pare Lambau menunjukkan persentase kecambah tertinggi (63.33%), kemudian diikuti Pulu Mandoti, dan Situ Bagendit (Kontrol) dengan nilai persentase kecambah 60.00% dan 53.33%. (Tabel 14). Berdasarkan hal tersebut, maka larutan PEG 6000 20% dapat digunakan untuk percobaan tahap berikutnya di rumah kaca.

Tabel 14 . Persentase Kecambah Padi pada Perlakuan Cekaman Kekeringan Menggunakan Berbagai Konsentrasi PEG 6000

| Jenis padi | Persentase kecambah (%) | | | |
|-------------------|-------------------------|-----|-------|----|
| | K0 | K1 | K2 | K3 |
| Pare Mansur (P1) | 100 | 100 | 33.33 | 0 |
| Pulu Lotong (P2) | 100 | 100 | 46.67 | 0 |
| Pulu Mandoti (P3) | 100 | 100 | 60.00 | 0 |
| Pare Lambau(P4) | 100 | 100 | 63.33 | 0 |
| Pare Pinjan (P5) | 100 | 100 | 46.67 | 0 |
| Mekongga (P6) | 100 | 100 | 30.00 | 0 |
| Pare Lea (P7) | 100 | 100 | 40.00 | 0 |
| Situbagendit (P8) | 100 | 100 | 53.33 | 0 |
| Pare Solo (P9) | 100 | 100 | 36.67 | 0 |
| Pare Kamida (P10) | 100 | 100 | 30.00 | 0 |

b. Panjang Tajuk

Hasil pengamatan terhadap panjang tajuk padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan konsentrasi PEG 6000 menunjukkan Pulu Mandoti memperlihatkan panjang tajuk tertinggi (2.92 cm) pada perlakuan cekaman kekeringan dengan

menggunakan larutan PEG 6000 konsentrasi 20% (-6,7 bar), kemudian Pulu Lotong dan Mekongga (kontrol) masing-masing 2.42 cm dan 1.74 cm (Tabel 15)

Tabel 15 Panjang tajuk 10 jenis padi pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan berbagai konsentrasi PEG 6000

| Jenis padi | Panjang Tajuk (cm) | | | |
|-------------------|--------------------|------|------|----|
| | K0 | K1 | K2 | K3 |
| Pare Mansur (P1) | 9.3 | 9.49 | 0.70 | 0 |
| Pulu Lotong (P2) | 7.6 | 5.89 | 2.42 | 0 |
| Pulu Mandoti (P3) | 9.21 | 9.03 | 2.92 | 0 |
| Pare Lambau(P4) | 9.03 | 6.04 | 0.81 | 0 |
| Pare Pinjan (P5) | 7.87 | 7.82 | 1.35 | 0 |
| Mekongga (P6) | 6.65 | 7.37 | 1.74 | 0 |
| Parrilea (P7) | 7.47 | 0.58 | 0.48 | 0 |
| Situbagendit (P8) | 8.22 | 7.60 | 1.31 | 0 |
| Pare Solo (P9) | 9.57 | 8.17 | 1.14 | 0 |
| Pare Kamida (P10) | 9.65 | 8.26 | 1.55 | 0 |

c. Panjang Akar

Hasil pengamatan terhadap panjang akar padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan konsentrasi PEG 6000 menunjukkan bahwa pada perlakuan larutan PEG konsentrasi 20% panjang akar tertinggi ditunjukkan oleh Pulu Mandoti yaitu 12,93 cm, kemudian diikuti oleh Mekongga (kontrol) dan Pare Pinjan masing-masing 12.93 cm dan 11.75 cm. (Tabel 16)

Tabel 16 Panjang akar padi pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan berbagai konsentrasi PEG 6000

| Jenis padi | Panjang Akar (cm) | | | |
|--------------------|-------------------|-------|-------|----|
| | K0 | K1 | K2 | K3 |
| Pare Mansur (P1) | 21.1 | 13.8 | 8.52 | 0 |
| Pulu Lotong (P2) | 15.61 | 14.73 | 10.72 | 0 |
| Pulu Mandoti (P3) | 22.50 | 17.47 | 12.93 | 0 |
| Pare Lambau(P4) | 28.32 | 18.39 | 9.28 | 0 |
| Pare Pinjan (P5) | 17.94 | 24.23 | 11.14 | 0 |
| Mekongga (P6) | 7.75 | 9.67 | 11.75 | 0 |
| Pare Lea (P7) | 11.15 | 4.85 | 4.41 | 0 |
| Situ Bagendit (P8) | 9.43 | 7.06 | 7.98 | 0 |
| Pare Solo (P9) | 18.59 | 12.3 | 3.98 | 0 |
| Pare Kamida (P10) | 14.90 | 7.35 | 6.02 | 0 |

d. Panjang Koleoptil

Hasil pengamatan terhadap panjang koleoptil padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan konsentrasi PEG 6000 menunjukkan bahwa pada perlakuan larutan PEG 6000 konsentrasi 20% panjang koleoptil tertinggi ditunjukkan oleh Pulu Mandoti yaitu 0.71 cm, kemudian diikuti oleh Pulu Lotong dan Mekongga masing-masing 0.65 cm dan 0.63 cm (Tabel 17).

Tabel 17 Panjang koleoptil padi pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan berbagai konsentrasi PEG 6000

| Jenis padi | Panjang Koleoptil (cm) | | | |
|-------------------|------------------------|------|------|----|
| | K0 | K1 | K2 | K3 |
| Pare Mansur (P1) | 0.50 | 0.98 | 0.58 | 0 |
| Pulu Lotong (P2) | 0.64 | 0.79 | 0.65 | 0 |
| Pulu Mandoti (P3) | 0.83 | 0.88 | 0.71 | 0 |
| Pare Lambau(P4) | 0.82 | 0.88 | 0.55 | 0 |
| Pare Pinjan (P5) | 0.74 | 0.97 | 0.56 | 0 |
| Mekongga (P6) | 0.59 | 0.54 | 0.63 | 0 |
| Parrilea (P7) | 0.86 | 0.44 | 0.47 | 0 |
| Situbagendit (P8) | 0.58 | 0.61 | 0.58 | 0 |
| Pare Solo (P9) | 0.66 | 0.87 | 0.56 | 0 |
| Pare Kamida (P10) | 0.73 | 0.92 | 0.61 | 0 |

4.2.2 Percobaan Rumah Kaca

4.2.2.1 Pengaruh Cekaman Keringan menggunakan PEG 6000 terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Aromatik Lokal Enrekang

a. Tinggi Tanaman

Hasil perhitungan indeks toleransi (IT) terhadap parameter tinggi tanaman menunjukkan padi aromatik lokal Enrekang memiliki sifat toleran dengan nilai indeks toleransi tertinggi dihasilkan oleh Pare Mansur (0.97). Keragaman toleransi tinggi tanaman dengan menggunakan kriteria Indeks Toleransi (IT) 10 jenis padi disajikan pada Tabel 18.

Tabel 18 Tinggi tanaman padi pada kondisi optimum dan cekaman kekeringan

| Jenis Padi | Tinggi Tanaman (cm) | | Indeks Toleransi (IT) | Tingkat Toleransi |
|--------------------|---------------------|---------|-----------------------|-------------------|
| | PEG 0% | PEG 20% | | |
| Pare Mansur (P1) | 121.00 | 115.07 | 0.97 | Toleran |
| Pulu Lotong (P2) | 106.27 | 98.53 | 0.74 | Toleran |
| Pulu Mandoti (P3) | 109.30 | 94.57 | 0.73 | Toleran |
| Pare Lambau (P4) | 111.57 | 103.27 | 0.70 | Toleran |
| Pare Pinjan (P5) | 105.10 | 105.93 | 0.84 | Toleran |
| Mekongga (P6) | 79.93 | 74.70 | 0.55 | Toleran |
| Pare Lea (P7) | 108.43 | 99.87 | 0.83 | Toleran |
| Situ Bagendit (P8) | 84.30 | 66.50 | 0.55 | Toleran |
| Pare Solo (P9) | 104.60 | 947.00 | 0.58 | Toleran |
| Pare Kamida (P10) | 93.80 | 86.83 | 0.74 | Toleran |

Keterangan : IT > 0,5 = Toleran, IT < 0,5 = Peka

Berdasarkan nilai indeks toleransi pada Tabel 18, Pare Solo memperlihatkan nilai paling rendah diantara padi aromatik lainnya (0.58) namun lebih tinggi dari nilai indeks toleransi Kontrol (Mekongga dan Situ Bagendit) yang hanya mencapai nilai 0.55

b. Jumlah anakan

Hasil perhitungan indeks toleransi (IT) terhadap jumlah anakan menunjukkan bahwa padi aromatik lokal Enrekang memiliki sifat toleran. Keragaman toleransi jumlah anakan dengan menggunakan kriteria Indeks Toleransi (IT) terhadap 8 jenis padi aromatik lokal dan 2 jenis padi sebagai kontrol disajikan pada Tabel 19

Tabel 19 Jumlah anakan padi pada kondisi optimum dan cekamam kekeringan

| Jenis Padi | Jumlah Anakan | | Indeks Toleransi (IT) | Tingkat Toleransi |
|-------------------|---------------|---------|-----------------------|-------------------|
| | PEG 0% | PEG 20% | | |
| Pare Mansur (P1) | 11.00 | 10.67 | 0.57 | Toleran |
| Pulu Lotong (P2) | 13.33 | 15.33 | 0.69 | Toleran |
| Pulu Mandoti (P3) | 9.67 | 9.67 | 0.78 | Toleran |
| Pare Lambau (P4) | 9.33 | 9.33 | 0.66 | Toleran |
| Pare Pinjan (P5) | 9.67 | 13.33 | 0.80 | Toleran |
| Mekongga (P6) | 17.00 | 18.33 | 0.82 | Toleran |
| Parrilea (P7) | 13.00 | 15.00 | 0.58 | Toleran |
| Situbagendit (P8) | 13.67 | 16.67 | 0.58 | Toleran |
| Pare Solo (P9) | 19.33 | 23.67 | 0.82 | Toleran |
| Pare Kamida (P10) | 18.00 | 19.00 | 0.88 | Toleran |

Keterangan : IT > 0,5 = Toleran, IT < 0,5 = Peka

Berdasarkan Tabel 19, menunjukkan bahwa jenis padi aromatik lokal Enrekang yang memiliki nilai indeks toleransi tertinggi adalah Pare Kamida (P10) sebesar 0.88 sedangkan jenis padi yang memiliki nilai indeks toleransi terendah adalah Pare Mansur (0.57) lebih rendah dari nilai indeks toleransi kontrol (Mekongga dan Situ Bagendit) yang memiliki nilai toleransi indeks masing-masing 0.82 dan 0.58.

c. Berat Kering Tajuk

Hasil perhitungan nilai indeks toleransi (IT) terhadap berat kering tajuk menunjukkan bahwa padi aromatik lokal Enrekang ada yang memiliki sifat toleran dan ada yang bersifat peka. Keragam toleransi berdasarkan berat kering tajuk tanaman dengan menggunakan kriteria Indeks Toleransi (IT) 8 jenis padi aromatik lokal Enrekang dan 2 padi sebagai kontrol disajikan pada Tabel 20.

Tabel 20 Berat kering tajuk tanaman padi pada kondisi optimum dan cekaman kekeringan

| Jenis Padi | Berat Kering Tajuk | | Indeks Toleransi (IT) | Tingkat Toleransi |
|--------------------|--------------------|---------|-----------------------|-------------------|
| | PEG 0% | PEG 20% | | |
| Pare Mansur (P1) | 66.88 | 39.36 | 0.34 | Peka |
| Pulu Lotong (P2) | 75.68 | 67.78 | 0.90 | Toleran |
| Pulu Mandoti (P3) | 66.59 | 62.73 | 0.87 | Toleran |
| Pare Lambau (P4) | 72.09 | 51.93 | 0.55 | Toleran |
| Pare Pinjan (P5) | 67.62 | 31.00 | 0.21 | Peka |
| Mekongga (P6) | 45.88 | 13.58 | 0.06 | Peka |
| Pare Lea (P7) | 63.78 | 13.84 | 0.04 | Peka |
| Situ Bagendit (P8) | 16.94 | 15.97 | 0.22 | Peka |
| Pare Solo (P9) | 55.27 | 66.67 | 1.19 | Toleran |
| Pare Kamida (P10) | 82.30 | 66.22 | 0.79 | Toleran |

Keterangan : IT > 0,5 = Toleran, IT < 0,5 = Peka

Berdasarkan Tabel 20, padi aromatik lokal Enrekang yang bersifat toleran terhadap cekaman kekeringan adalah Pulu Lotong, Pulu Mandoti, Pare Lambau, Pare Solo dan Pare Kamida dengan nilai indeks toleransi bervariasi dari 0.55 sampai 1.19. Sedangkan yang bersifat peka adalah Pare Mansur, Pare Pinjan, dan Pare Lea dengan nilai indeks toleransi tinggi dari nilai indeks toleransi padi kontrol (Mekongga). Berat kering tajuk tanaman pada kondisi cekaman kekeringan (PEG 20%) lebih tinggi daripada tanaman yang peka.

d. Berat Kering Akar

Hasil perhitungan indeks toleransi terhadap berat kering akar menunjukkan bahwa padi aromatik lokal Enrekang yang bersifat toleran adalah Pulu Mandoti, Pare Lambau, Pare Pinjan, Pare Lea, Pare Solo dan Pare Kamida. Sedangkan yang bersifat peka adalah Pare Mansur dan Pulu Lotong. Keragam toleransi berdasarkan berat kering akar tanaman dengan

menggunakan kriteria Indeks Toleransi (IT) 8 jenis padi aromatik lokal Enrekang dan 2 padi sebagai kontrol disajikan pada Tabel 21

Tabel 21 Berat kering akar padi pada kondisi optimum dan cekaman kekeringan

| Jenis Padi | Berat Akar (g) | | Indeks Toleransi (IT) | Tingkat Toleransi |
|--------------------|----------------|---------|-----------------------|-------------------|
| | PEG 0% | PEG 20% | | |
| Pare Mansur (P1) | 24.81 | 86.08 | 0.12 | Peka |
| Pulu Lotong (P2) | 39.31 | 71.40 | 0.36 | Peka |
| Pulu Mandoti (P3) | 40.42 | 93.70 | 0.29 | Peka |
| Pare Lambau (P4) | 59.89 | 69.10 | 0.86 | Toleran |
| Pare Pinjan (P5) | 21.60 | 58.65 | 0.13 | Peka |
| Mekongga (P6) | 8.82 | 13.05 | 0.10 | Peka |
| Pare Lea (P7) | 13.80 | 39.22 | 0.08 | Peka |
| Situ Bagendit (P8) | 10.85 | 15.28 | 0.13 | Peka |
| Pare Solo (P9) | 46.94 | 85.12 | 0.43 | Peka |
| Pare Kamida (P10) | 60.59 | 60.75 | 1.00 | Toleran |

Keterangan : IT > 0,5 = Toleran, IT < 0,5 = Peka

Berdasarkan Tabel 21 menunjukkan bahwa indeks toleransi berat kering akar tertinggi dihasilkan Pare Kamida (1.00) lebih tinggi dari indeks toleransi Kontrol Mekongga dan Situ Bagendit yaitu 0.10 dan 0.13, sedangkan indeks toleransi terendah dihasilkan Pare Mansur (0.12) lebih rendah dari indeks toleransi Mekongga (kontrol) yaitu 0.13 dan lebih tinggi dari indeks toleransi Situ Bagendit (kontrol) yaitu 0.13

e. Berat Gabah

Hasil perhitungan indeks toleransi terhadap berat gabah menunjukkan bahwa padi aromatik lokal Enrekang memiliki sifat toleran adalah Pulu Mandoti, Pare Lambau, Pare Pinjan, Pare Lea, Pare Solo dan Pare Kamida. Sedangkan yang bersifat peka adalah Pare Mansur dan Pulu Lotong.

Keragaman toleransi berdasarkan berat gabah dengan menggunakan kriteria Indeks Toleransi (IT) terhadap 8 jenis padi aromatik lokal dan 2 jenis padi sebagai kontrol disajikan pada Tabel 22.

Tabel 22 Berat gabah padi pada kondisi optimum dan cekaman kekeringan

| Jenis Padi | Berat Gabah (g) | | Indeks Toleransi (IT) | Tingkat Toleransi |
|--------------------|-----------------|---------|-----------------------|-------------------|
| | PEG 0% | PEG 20% | | |
| Pare Mansur (P1) | 34.45 | 14.87 | 0.31 | Peka |
| Pulu Lotong (P2) | 16.61 | 9.06 | 0.43 | Peka |
| Pulu Mandoti (P3) | 37.82 | 20.88 | 1.00 | Toleran |
| Pare Lambau (P4) | 27.52 | 16.51 | 0.79 | Toleran |
| Pare Pinjan (P5) | 23.62 | 18.05 | 0.86 | Toleran |
| Mekongga (P6) | 26.35 | 19.48 | 0.93 | Toleran |
| Pare Lea (P7) | 20.83 | 14.70 | 0.70 | Toleran |
| Situ Bagendit (P8) | 27.62 | 11.50 | 0.55 | Toleran |
| Pare Solo (P9) | 27.09 | 18.67 | 0.89 | Toleran |
| Pare Kamida (P10) | 27.08 | 19.57 | 0.94 | Toleran |

Keterangan : IT > 0,5 = Toleran, IT < 0,5 = Peka

Berdasarkan Tabel 22 menunjukkan bahwa pada kondisi cekaman menggunakan larutan PEG konsentrasi 20%, berat gabah padi toleran cenderung lebih tinggi daripada yang peka. Indeks toleransi berat gabah tertinggi dihasilkan Pulu Mandoti (1.00) dibandingkan dengan padi aromatik lainnya dan kontrol, sedangkan terendah adalah Pare Mansur (0.31)

f. Rekapitulasi Indeks Toleransi

Berdasarkan nilai rekapitulasi indeks toleransi terhadap tinggi tanaman, jumlah anakan, berat kering tajuk, berat kering akar dan berat gabah, maka jenis padi aromatik yang dikategorikan peka terhadap cekaman kekeringan adalah Pare Mansur dan dikategorikan toleran terhadap cekaman

kekeringan adalah Pulu Lotong, Pulu Mandoti, Pare Lambau, Pare Pinjan, Pare Lea, Pare Solo dan Pare Kamida (Tabel 23)

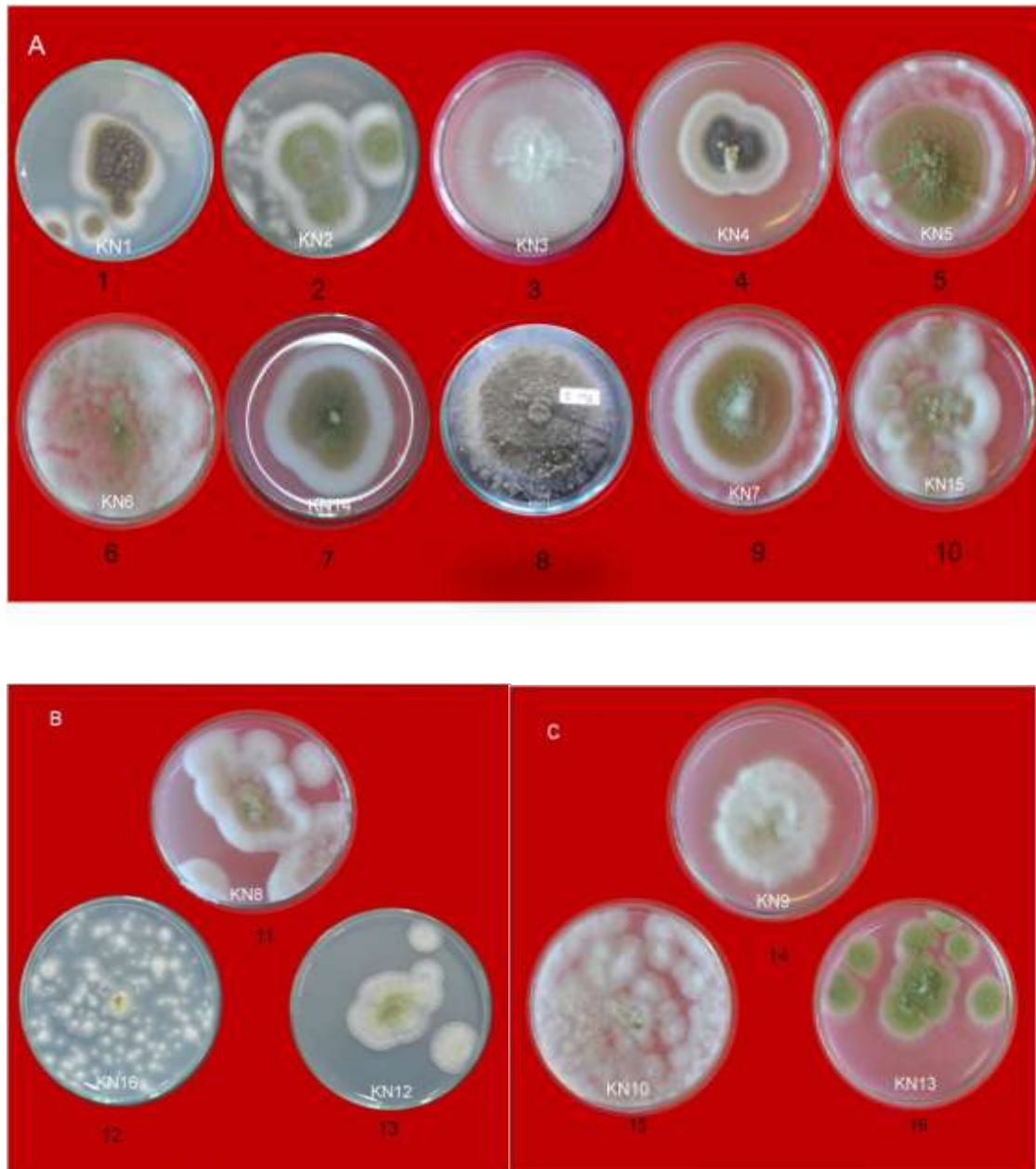
Tabel 23 Rekapitulasi indeks toleransi (IT) pada perlakuan cekaman kekeringan larutan PEG 6000 konsentrasi 20%

| Jenis padi | Variabel Toleransi Indeks | | | | | Tingkat Toleransi |
|--------------------|---------------------------|---------------|-------------|------------|-------------|-------------------|
| | Tinggi Tanaman | Jumlah anakan | Berat Tajuk | Berat Akar | Berat Gabah | |
| Pare Mansur (P1) | 0.97(T) | 0.57(T) | 0.34(P) | 0.12(P) | 0.31(P) | Peka |
| Pulu Lotong (P2) | 0.74(T) | 0.69(T) | 0.90(T) | 0.36(P) | 0.43(P) | Toleran |
| Pulu Mandoti (P3) | 0.73(T) | 0.78(T) | 0.87(T) | 0.29(P) | 1.00(T) | Toleran |
| Pare Lambau (P4) | 0.70(T) | 0.66(T) | 0.55(T) | 0.86(T) | 0.79(T) | Toleran |
| Pare Pinjan (P5) | 0.84(T) | 0.80(T) | 0.21(P) | 0.13(P) | 0.86(T) | Toleran |
| Mekongga (P6) | 0.55(T) | 0.82(T) | 0.06(P) | 0.10(P) | 0.93(T) | Toleran |
| Pare Lea (P7) | 0.83(T) | 0.58(T) | 0.04(P) | 0.08(P) | 0.70(T) | Toleran |
| Situ Bagendit (P8) | 0.55(T) | 0.58(T) | 0.22(P) | 0.13(P) | 0.55(T) | Toleran |
| Pare Solo (P9) | 0.58(T) | 0.82(T) | 1.19(T) | 0.43(P) | 0.89(T) | Toleran |
| Pare Kamida P10) | 0.74(T) | 0.88(T) | 0.79(P) | 1.00(T) | 0.94(T) | Toleran |

Keterangan : IT > 0,5 = Toleran, IT < 0,5 = Peka

4.3.1. Isolasi dan Pemurnian Cendawan Endofit

Cendawan endofit yang berhasil diisolasi dari padi aromatik lokal Enrekang berjumlah 16 isolat, yang terdiri atas sepuluh isolat dari batang yaitu KN1, KN2, KN3, KN 4, KN5, KN6, KN14 , KN11 , KN 7, KN15, tiga isolat dari akar yaitu KN8, KN12, KN16 dan tiga isolat dari daun KN9, KN10, KN13 (Gambar 6). Sepuluh isolat yang dikoleksi memiliki keragaman dalam warna, bentuk dan tekstur koloni. Warna koloni putih, hijau dengan pinggiran putih hingga abu-abu kehitaman. Tekstur dan bentuk koloni bervariasi dari yang regular, irregular hingga menyebar.

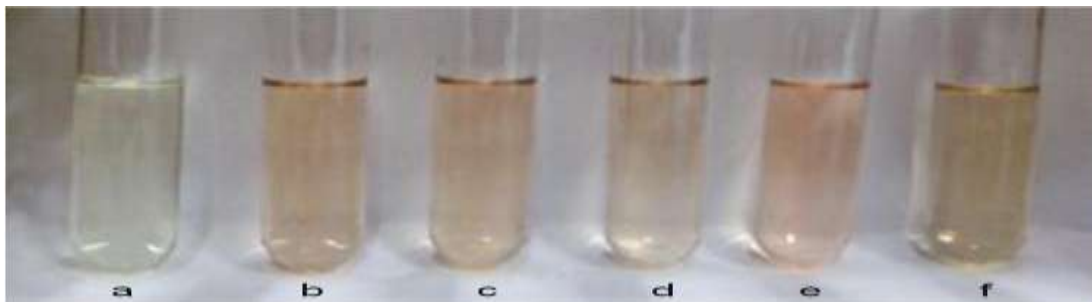


Gambar 6 Morfologi koloni dari cendawan endofit yang diisolasi dari padi aromatik lokal Enrekang pada jaringan batang (A), akar (B) dan daun (C)

4.3.2 Kemampuan Isolat Cendawan Endofit dalam Memproduksi IAA, Pelarut Fosfat dan Enzim Lignoselulotik

a. Kemampuan Isolat Cendawan Memproduksi Indole Acetic Acid

Sebanyak 16 isolat cendawan endofit yang diuji kemampuannya dalam menghasilkan hormon IAA dengan menambahkan reagen Salkowski ke dalam suspensi isolat cendawan dan diinkubasikan selama satu jam pada suhu ruangan dalam kondisi gelap menunjukkan adanya perubahan warna dari bening menjadi pink (Gambar 7). Warna bening merupakan kontrol (a), warna pink pada filtrat isolat KN1 (a), KN2 (b), KN3 (c), KN4 (d), KN5 (e), KN6 (f) merupakan indikator kemampuan memproduksi hormon IAA

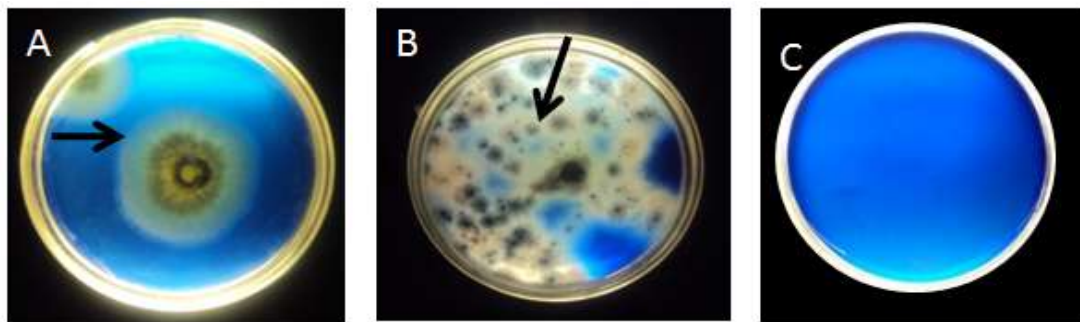


Gambar 7 Produksi IAA ditunjukkan oleh Perubahan warna kultur filtrat menjadi Pink setelah ditambahkan Reagen Salkowski. Kontrol/aguades (a). Kultur filtrat Isolat cendawan endofit KN1,KN2 ,KN3, KN4, KN5,KN6 (a-f)

Kemampuan isolat cendawan endofit dalam memproduksi IAA secara kuantitatif bervariasi mulai dari $0.635 - 2.651 \mu\text{g L}^{-1}$. Konsentrasi IAA tertinggi dihasilkan oleh isolat KN10, kemudian isolat KN11 dan KN4 dengan nilai berturut-turut $2.000 \mu\text{g L}^{-1}$ dan $2.571 \mu\text{g L}^{-1}$ (Tabel 24)

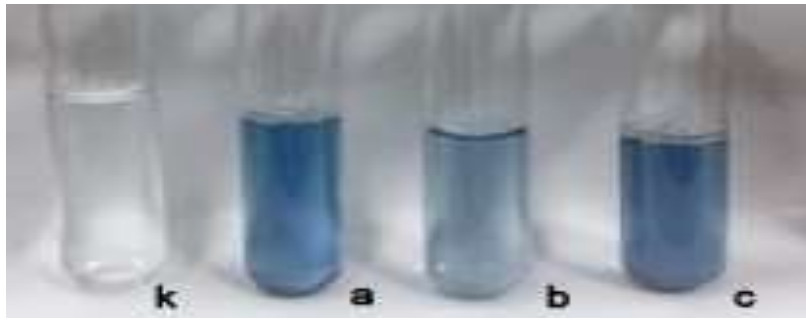
b. Kemampuan Melarutkan Fosfat

Kemampuan melarutkan fosfat ditandai dengan terbentuknya zona bening disekeliling isolat cendawan pada media Phikovskaya yang mengandung trikalsium fosfat (Ca_3PO_4) (Gambar 8). Pengujian ini dilakukan dengan menumbuhkan isolat cendawan endofit pada media Phikovskaya yang ditambahkan dengan *branimol blue*. Perubahan warna media menjadi bening disekitar koloni isolat cendawan endofit merupakan indikator kemampuan melarutkan fosfat (A dan B), Warna biru pada merupakan kontrol tanpa isolat cendawan (C).



Gambar 8 Terbentuknya Zona bening (Halo zone) sebagai indikator pelarutan fosfat isolat cendawan endofit (A dan B), Kontrol (C)

Kemampuan isolat cendawan endofit dalam melarutkan fosfat ditunjukkan oleh perubahan warna biru pada kultur filtrat. Pada penelitian ini warna supernata bervariasi mulai dari biru muda sampai biru tua (Gambar 9). Kontrol tidak mengalami perubahan warna/bening (k), kultur filtrat isolat berwarna biru merupakan indikator kemampuan melarutkan fosfat (a,b dan c)

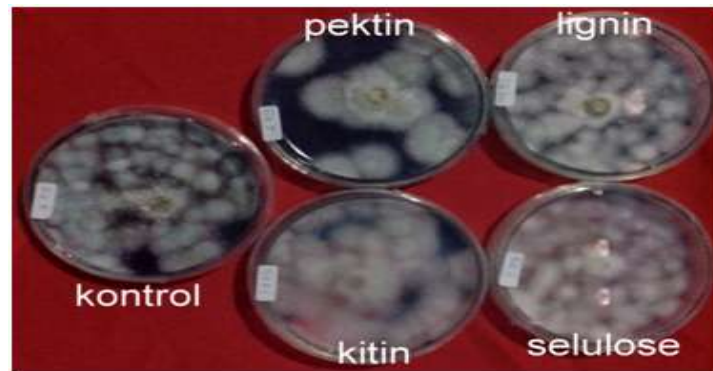


Gambar 9 Perubahan warna pada kultur filtrat merupakan indikator kemampuan melarutkan fosfat. Kontrol/guades (k), kultur filtrat isolat cendawan endofit KN1, KN2, KN3 (a,b,c,d)

Kemampuan isolat cendawan endofit melarutkan fosfat secara kuantitatif menunjukkan hasil yang bervariasi mulai dari $0.05 \mu\text{g L}^{-1}$ sampai dengan $3.719 \mu\text{g L}^{-1}$ (Tabel 24). Isolat yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat tertinggi adalah isolat KN16, kemudian diikuti oleh isolat KN13 dan KN11 dengan kemampuan melarutkan fosfat berturut-turut $3.464 \mu\text{g L}^{-1}$ dan $3.427 \mu\text{g L}^{-1}$. Sengkan isolat cendawan endofit yang memiliki nilai paling rendah dalam melarutkan fosfat adalah isolat KN12 dengan nilai $0.005 \mu\text{g L}^{-1}$

4.3.2.3 Kemampuan Memproduksi Enzim Lignoselulotik

Keenam belas isolat cendawan endofit yang diuji kemampuannya dalam memproduksi enzim lignoselulotik (kitin, pektin, lignin dan selulose) menunjukkan hasil yang bervariasi. Terbentuknya zone bening disekitar koloni isolat cendawan endofit merupakan indikator kemampuan isolat cendawan dalam memproduksi enzim lignoselulotik (Gambar 10). Perubahan warna media dari biru menjadi bening pada media menunjukkan isolat cendawan endofit memiliki kemampuan memproduksi enzim selulose, lignin dan kitin, tetapi tidak memiliki kemampuan memproduksi enzim pektin karena warna media tetap berwarna biru.

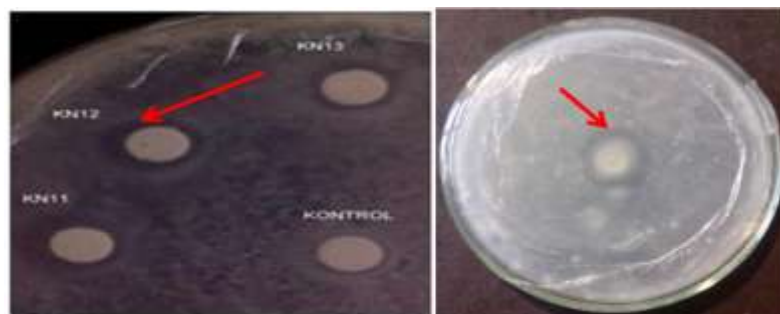


Gambar 10 Perubahan warna media dari biru menjadi bening sebagai indikator kemampuan memproduksi enzim lignoselulotik

Isolat cendawan endofit KN5 dan KN6 memiliki kemampuan memproduksi enzim lignin tertinggi. Isolat yang memiliki kemampuan memproduksi enzim kitin adalah KN4, KN5, KN6 dan KN13. Isolat yang memiliki kemampuan memproduksi enzim sellulosa tertinggi adalah KN5, KN6, KN14. Isolat yang memiliki kemampuan memproduksi enzim pektin tertinggi adalah isolat KN5, dan KN6 (Tabel 24).

4.3 Uji Antagonis Cendawan Endofit terhadap Bakteri *Xoo*

Uji antagonis 16 isolat cendawan endofit terhadap bakteri *Xoo* berdasarkan pada terbentuknya zona bening disekitar isolat cendawan endofit yang merupakan indikator kemampuan isolat cendawan endofit menghambat bakteri *Xoo* (Gambar 11)



Gambar 11. Zona hambat (Zona bening) disekitar isolat cendawan endofit

Hasil uji antagonis isolat cendawan endofit terhadap bakteri *Xoo* menunjukkan bahwa terdapat 6 isolat cendawan yang memiliki sifat antagonis terhadap Bakteri *Xoo* yaitu isolat KN4, KN5, KN6, dan KN11, KN13 dan KN14 (Tabel 24)

Tabel 24 Kemampuan isolat cendawan endofit dalam memproduksi IAA, pelarut fosfat, enzim lignoselulolitik dan kemampuan antagonis

| Kode Isolat | Konsentrasi IAA (μgL^{-1}) | pH | Pelarutan Fosfat (μgL^{-1}) | Uji Antagonis | Lignin | Kitin | Selulose | Pektin |
|-------------|---|------|--|---------------|--------|-------|----------|--------|
| KN1 | 1.476 | 6.30 | 2.099 | - | ++ | ++ | ++ | ++ |
| KN2 | 0.905 | 6.39 | 3.260 | - | ++ | ++ | +++ | ++ |
| KN3 | 2.111 | 5.62 | 2.219 | - | +++ | ++ | +++ | ++ |
| KN4 | 2.571 | 5.95 | 3.172 | + | +++ | ++++ | +++ | +++ |
| KN5 | 0.873 | 5.99 | 2.813 | + | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| KN6 | 0.651 | 6.33 | 3.385 | + | ++++ | ++++ | ++++ | ++++ |
| KN7 | 1.111 | 5.65 | 2.552 | - | + | ++ | +++ | + |
| KN8 | 0.635 | 6.24 | 1.490 | - | +++ | ++ | +++ | +++ |
| KN9 | 1.032 | 5.48 | 3.313 | - | +++ | ++ | ++ | +++ |
| KN10 | 2.651 | 5.96 | 2.896 | - | +++ | ++ | +++ | +++ |
| KN11 | 2.000 | 5.70 | 3.427 | + | +++ | ++ | +++ | +++ |
| KN12 | 1.746 | 5.95 | 1.292 | - | +++ | +++ | ++ | ++ |
| KN13 | 1.698 | 5.48 | 3.464 | + | +++ | ++++ | ++++ | ++ |
| KN14 | 1.222 | 5.81 | 0.005 | + | +++ | ++ | ++ | ++++ |
| KN15 | 1.746 | 5.72 | 2.948 | - | +++ | +++ | +++ | +++ |
| KN16 | 1.762 | 5.82 | 3.719 | - | ++ | + | +++ | +++ |

Keterangan : Uji antagonis : + = bersifat antagonis terhadap *Xoo* , - = tidak bersifat antagonis

Uji enzim lignoselulolitik (lignin, kitin, selulose, dan pektin):

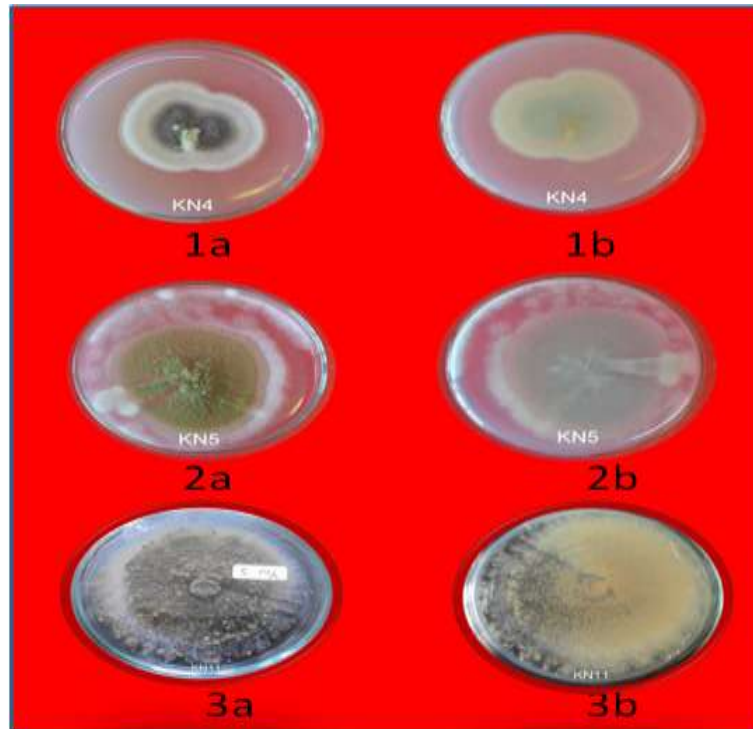
++++ = luas zona bening $\geq 75\%$; +++ = luas zona bening $\geq 50-75\%$;

++ = luas zona bening $\geq 25-50\%$; + = luas zona bening 1-25%;

4.3 Karakterisasi dan Identifikasi Isolat Cendawan Endofit yang Bersifat Antagonis

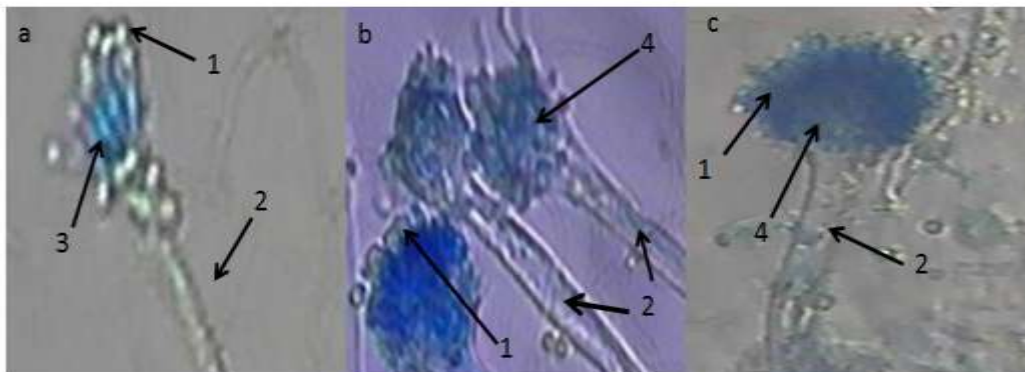
Tiga isolat cendawan endofit terpilih diuji kemampuannya dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun bakteri dan cekaman kekeringan yaitu isolat KN4, KN5 dan KN11. (Gambar 12). Isolat KN4 memiliki ciri-ciri morfologi yang terbentuk pada media PDA sebagai berikut : warna koloni coklat, tekstur halus seperti beludru, Isolat KN5 memiliki ciri-ciri morfologi yang terbentuk pada media PDA sebagai berikut : warna

koloni hijau, tekstur halus, Isolat KN11 memiliki ciri-ciri morfologi yang terbentuk pada media PDA sebagai berikut : warna hitam, tekstur koloni halus.



Gambar 12 Permukaan atas (a), permukaan bawah (b) isolat cendawan endofit

Struktur mikroskopis isolat KN4 yaitu ; fialid silindris-ramping dengan konidia diujungnya, jarak antar fialid cukup rapat (Gambar 13a), isolat KN4 yaitu : vesikel bulat seperti bola, konidiofor kasar, berdinding tebal (Gambar 13b) dan isolat KN11 yaitu : vesikel bulat besar, konidiofor halus, berdinding tebal (Gambar 13c)



Gambar 13 Struktur Mikroskopis *Penicilium* sp (a), *Aspergillus* sp (b), *Aspergillus niger* (c); konidia (1), konidiofor (2), fialid (3), Vesikel (4)

Ketiga isolat cendawan endofit memiliki ciri morfologi makroskopi dan mikroskopi yang berbeda-beda (Tabel 25)

Tabel 25. Morfologi Koloni isolat cendawan endofit

| Kode isolat | Warna koloni | | Permukaan koloni | Fialid | Identifikasi |
|-------------|--------------|-------|------------------|-------------------|--------------------------|
| | Atas | Bawah | | | |
| KN4 | Coklat | Krem | Halus | Silindris-ramping | <i>Penicilium, sp</i> |
| KN5 | Hijau | Hijau | Halus | Silindris | <i>Aspergillus sp</i> |
| KN11 | Hitam | Krem | Halus | Silindris | <i>Aspergillus niger</i> |

4.1.1 Kemampuan isolat cendawan endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun bakteri

a. Luas Gejala Penyakit

Hasil pengamatan luas gejala penyakit hawar daun bakteri pada tanaman padi setelah diberi perlakuan cendawan dan diinokulasi dengan bakteri *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* (Xoo) menunjukkan bahwa kemampuan masing-masing cendawan endofit dalam menekan perkembangan penyakit hawar daun bakteri berbeda-beda terhadap setiap

jenis padi aromatik lokal Enrekang. Cendawan *Penicillium* sp mampu meningkatkan ketahanan Pare Lambau dari rentan menjadi agak tahan dan Situ Bagendit dari agak rentan menjadi agak tahan, *Aspergillus* sp dapat meningkatkan ketahanan Pulu Mandoti dan Mekongga dari rentan menjadi agak tahan, *Aspergillus niger* mampu meningkatkan ketahanan Pulu Mandoti dan Pare Pinjan dari rentan menjadi tahan (Tabel 26)

Tabel 26. Luas gejala dan kategori ketahanan terhadap penyakit hdb padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan jenis cendawan endofit pada umur 14 hari setelah diinokulasi bakteri Xoo

| JENIS PADI | Kontrol (C0) | | <i>Penicillium</i> sp (C1) | | <i>Aspergillus</i> sp (C2) | | <i>Aspergillus niger</i> (C3) | |
|--------------------|--------------|----------|----------------------------|----------|----------------------------|----------|-------------------------------|----------|
| | Luas Gejala | Kategori | Luas Gejala | Kategori | Luas Gejala | Kategori | Luas Gejala | Kategori |
| Pare Mansur (P1) | 40.55 | R | 39.68 | R | 42.66 | R | 45.15 | R |
| Pulu Lotong (P2) | 38.69 | R | 37.09 | R | 29.21 | R | 25.42 | AR |
| Pulu Mandoti (P3) | 41.64 | R | 14.14 | AR | 9.17 | AT | 3.96 | T |
| Pare Lambau (P4) | 35.87 | R | 10.53 | AT | 19.21 | AR | 36.89 | R |
| Pare Pinjan (P5) | 41.95 | R | 25.02 | AR | 31.78 | R | 3.95 | T |
| Mekongga (P6) | 36.05 | R | 23.45 | AR | 7.83 | AT | 25.76 | AR |
| Pare Lea (P7) | 41.90 | R | 23.09 | AR | 37.72 | R | 22.43 | AR |
| Situ Bagendit (P8) | 22.78 | AR | 7.45 | AT | 20.07 | AR | 7.71 | AT |
| Pare Solo (P9) | 73.77 | SR | 28.04 | R | 32.12 | AR | 13.01 | AR |
| Pare Kamida (P10) | 54.06 | SR | 16.94 | AR | 35.18 | AR | 46.37 | R |

Keterangan : T = Tahan AT = Agak Tahan AR= Agar Rentan, R = Rentan, SR = Sangat Rentan

a. Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit terhadap tinggi tanaman serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit, semuanya berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (Tabel Lampiran 11)

Uji Duncan menunjukkan kombinasi perlakuan jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit yang memperlihatkan tinggi tanaman terbaik adalah perlakuan P7C3 (171.3 cm) yaitu jenis padi Pare Lea yang diberi isolat cendawan endofit *Aspergillus niger* dan berbeda nyata dengan jenis padi

yang lain pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit yang sama, kecuali dengan perlakuan P5C3 yang berbeda tidak nyata, sedangkan pada perlakuan jenis padi yang sama pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit menunjukkan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan P7C0, kecuali dengan perlakuan P7C1 dan P7C2 yang berbeda tidak nyata (Tabel 27)

Tabel 27 Tinggi tanaman padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan aplikasi cendawan endofit dan inokulasi bakteri *Xoo*

| JENIS PADI | Tinggi tanaman (cm) | | | |
|--------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | Kontrol (C0) | <i>Penicillium</i> sp (C1) | <i>Aspergillus</i> sp (C2) | <i>Aspergillus niger</i> (C3) |
| Pare Mansur (P1) | 150.40ef X | 152.90e XY | 158.67de XY | 154.933ef Y |
| Pulu Lotong (P2) | 122.67bcd X | 137.03bcd X | 131.30abc X | 137.40cd X |
| Pulu Mandoti (P3) | 129.93bcde X | 140.93cd X | 134.70bc X | 144.57cde X |
| Pare Lambau (P4) | 148.67ef Y | 132.67bc X | 141.37c XY | 150.17cd Y |
| Pare Pinjan (P5) | 113.35abc X | 135.33bcd Y | 159.47de Z | 160.67fg Z |
| Mekongga (P6) | 112.10ab X | 116.87a XY | 117.40a XY | 123.06ab Y |
| Pare Lea (P7) | 160.17f X | 167.70 XY | 166.87e XY | 171.7g Y |
| Situ Bagendit (P8) | 101.13a X | 126.03ab Y | 120.30ab Y | 111.63a XY |
| Pare Solo (P9) | 134.30def X | 141.50de XY | 147.76cd Y | 147.76bc Y |
| Pare Kamida (P10) | 130.00cde X | 146.36de X | 149.23cd X | 142.93cde X |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

b. Jumlah Anakan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit terhadap jumlah anakan serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit, semuanya berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan (Tabel Lampiran 11)

Uji Duncan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan yang memberikan hasil terbaik terhadap jumlah anakan adalah P10C1 (13.67 anakan) yaitu jenis padi Pare Kamida dengan jenis cendawan *Penicillium* sp dan berbeda nyata dengan perlakuan jenis padi yang lain pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit yang sama, kecuali dengan perlakuan P9C1, P8C1 dan P5C1 yang berbeda tidak nyata, sedangkan pada jenis padi yang sama pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit menunjukkan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya (Tabel 28)

Tabel 28 Jumlah anakan padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan jenis cendawan endofit dan inokulasi bakteri Xoo

| JENIS PADI | Jumlah anakan (batang) | | | |
|--------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | Kontrol (C0) | <i>Penicillium</i> sp (C1) | <i>Aspergillus</i> sp (C2) | <i>Aspergillus niger</i> (C3) |
| Pare Mansur (P1) | 3.33ab X | 6.67ab Y | 4.33a X | 4.67a XY |
| Pulu Lotong (P2) | 2.67a X | 6.00a Y | 4.67a XY | 4.33a XY |
| Pulu Mandoti (P3) | 2.67a X | 5.67a Y | 4.67a XY | 5.33abc XY |
| Pare Lambau (P4) | 4.67ab X | 8.00abc X | 6.67ab X | 5.00ab X |
| Pare Pinjan (P5) | 3.67ab X | 11.33cd Y | 5.00a X | 5.33abc X |
| Mekongga (P6) | 6.33bc X | 8.00abc X | 6.67ab X | 7.33bcd X |
| Pare Lea (P7) | 3.33ab X | 5.67a Y | 4.00a X | 4.33a X |
| Situ Bagendit (P8) | 8.67d X | 10.00bcd X | 10.67c X | 10.67e X |
| Pare Solo (P9) | 8.33d X | 11.67cd Y | 9.33bc XY | 9.33de XY |
| Pare Kamida (P10) | 5.00d X | 13.67 d Y | 6.67ab X | 7.67cd X |

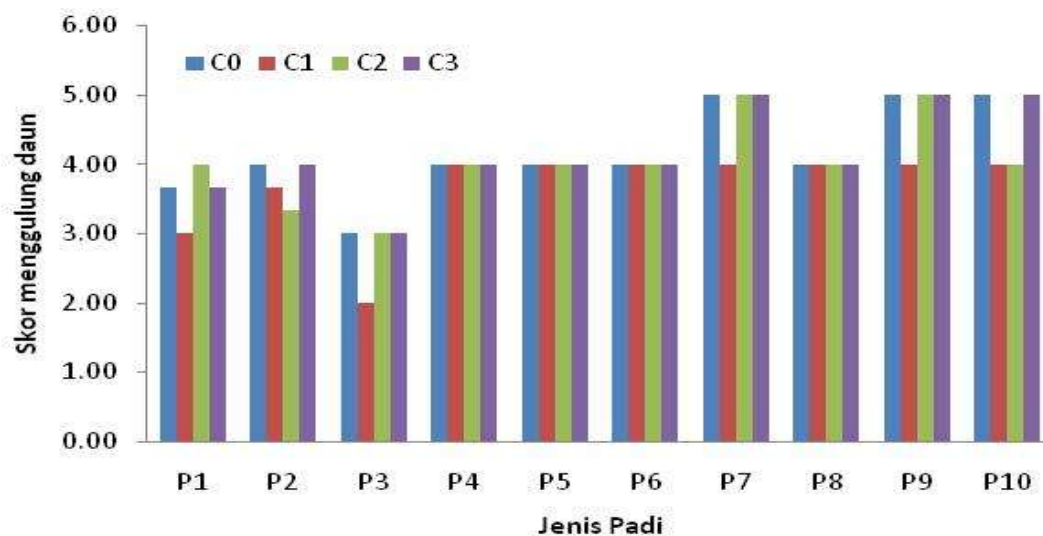
Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

4.1.2 Pemanfaatan Cendawan Endofit untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan

a. Skor Menggulung Daun

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit terhadap skor menggulung daun serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit, semuanya berpengaruh nyata terhadap skor menggulung daun (Tabel Lampiran 12)

Uji Duncan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan yang memberikan hasil terbaik terhadap skor menggulung daun adalah P3C1 (2.00) yaitu Pulu Mandoti dengan isolat *Penicillium* sp dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Gambar 14)



Keterangan :P1= Pare Mansur, P2 = Pulu Lotong, P3 = Pulu Mandoti, P4 = Pare Lambau, P5 = Pare Pinjan, P6= Mekongga, P7= Pare Lea, P8= Situ Bagenditt, P9 = Pare Solo, P10 = Pare Kamida. C0 = kontrol, C1 = isolat KN4, C2 = Isolat KN5, C3= Isolat KN11

Gambar 14. Skor menggulung daun 10 jenis padi setelah aplikasi isolat cendawan endofit dan cekaman kekeringan

b. Tinggi tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit terhadap tinggi tanaman serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit, semuanya berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (Tabel Lampiran 12)

Uji Duncan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan terbaik terhadap tinggi tanaman dihasilkan oleh jenis padi Pare Lea dengan jenis isolat cendawan endofit *Aspergillus niger* (P7C3) yaitu 171,7 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan jenis padi yang lain pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit yang sama, sedangkan perlakuan jenis padi yang sama pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan jenis isolat yang lain kecuali dengan kombinasi perlakuan P7X1 dan P7X2 berbeda tidak nyata (Tabel 29)

Tabel 29 Tinggi tanaman padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan aplikasi jenis isolat cendawan endofit dan cekaman kekeringan

| JENIS PADI | Tinggi tanaman (cm) | | | |
|--------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | Kontrol (C0) | <i>Penicillium</i> sp (C1) | <i>Aspergillus</i> sp (C2) | <i>Aspergillus niger</i> (C3) |
| Pare Mansu (P1) | 150.40ef X | 152.90e XY | 158.67de Y | 154.93ef XY |
| Pulu Lotong (P2) | 122.67bcd X | 137.33bcd X | 131.30abc X | 137.40cd X |
| Pulu Mandoti (P3) | 129.93bcde X | 140.93cd X | 141.370c X | 144.567cde X |
| Pare Lambau (P4) | 148.67ef XY | 132.67bc X | 148.67 XY | 150.167def Y |
| Pare Pinjan (P5) | 113.35abc X | 135.33bcd X | 159.47de Y | 160.67fg Y |
| Mekongga (P6) | 112.10ab X | 116.87a XY | 117.40a XY | 123.07ab Y |
| Pare Lea (P7) | 160.17f X | 167.70f XY | 166.87e XY | 171.73g Y |
| Situ Bagendit (P8) | 101.133a X | 126.03ab Y | 120.30ab XY | 111.63a XY |
| Pare Solo (P9) | 141.50def Y | 145.70de Y | 147.76cd Y | 134.30bc X |
| Pare Kamida (P10) | 130.00cde X | 146.36de X | 149.23cd X | 149.23cde X |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

c. Jumlah Anakan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit terhadap jumlah anakan serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit, semuanya berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan (Tabel Lampiran 12)

Uji Duncan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan yang memberikan hasil terbaik terhadap jumlah anakan adalah P10C3 (44.33 anakan) yaitu jenis padi Pare Kamida dengan jenis isolat cendawan *Aspergillus niger* dan berbeda nyata dengan perlakuan jenis padi yang lain pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit yang sama, sedangkan perlakuan jenis padi yang sama pada jenis isolat cendawan endofit menunjukkan

berbeda nyata dengan perlakuan jenis isolat cendawan endofit yang lain (Tabel 30)

Tabel 30 Jumlah anakan padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit dan cekaman kekeringan

| JENIS PADI | Jumlah Anakan (batang) | | | |
|--------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | Kontrol (C0) | <i>Penicillium</i> sp (C1) | <i>Aspergillus</i> sp (C2) | <i>Aspergillus niger</i> (C3) |
| Pare Mansur (P1) | 11.67a X | 22.33abc Y | 21.33 Y | 23.00bc Y |
| Pulu Lotong (P2) | 12.67a X | 25.67bcd Y | 15.00ab X | 17.00ab X |
| Pulu Mandoti (P3) | 11.00a X | 17.00a XY | 22.00 Y | 16.00a XY |
| Pare Lambau (P4) | 14.00ab X | 15.67a X | 14.67a X | 14.00a X |
| Pare Pinjan (P5) | 20.00bc X | 21.00abc X | 21.00 X | 26.67c X |
| Mekongga (P6) | 14.67bc X | 18.00a X | 18.33 X | 16.00a X |
| Pare Lea (P7) | 17.67 X | 20.33ab X | 17.67abc X | 17.67ab X |
| Situ Bagendit (P8) | 13.00 X | 18.33a Y | 17.67abc Y | 13.67a X |
| Pare Solo (P9) | 15.33bc X | 27.00cd Y | 23.33bc XY | 15.33a X |
| Pare Kamida (P10) | 21.00c X | 29.00d X | 25.00c X | 44.33d Y |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

d. Panjang akar

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit terhadap panjang akar serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit, semuanya berpengaruh nyata terhadap panjang akar (Tabel Lampiran 12)

Uji Duncan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan yang memberikan hasil terbaik terhadap panjang akar adalah P3C1 (62.40 cm) yaitu jenis padi Pulu Mandoti dengan isolat cendawan *Penicillium* sp dan

berbeda nyata dengan perlakuan jenis padi yang lain pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit, sedangkan dengan perlakuan jenis isolat cendawan endofit pada jenis padi yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan isolat cendawan endofit yang lain (Tabel 31)

Tabel 31 Panjang akar padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit dan cekaman kekeringan

| JENIS PADI | Panjang akar (cm) | | | |
|--------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | Kontrol (C0) | <i>Penicillium</i> sp (C1) | <i>Aspergillus</i> sp (C2) | <i>Aspergillus niger</i> (C3) |
| Pare Mansur (P1) | 37.40cd XY | 44.20b YZ | 33.86a X | 46.43de Z |
| Pulu Lotong (P2) | 33.16bc X | 45.96b X | 42.50a X | 51.50e X |
| Pulu Mandoti (P3) | 31.90bc X | 62.40c Z | 39.00a X | 51.26e Y |
| Pare Lambau (P4) | 39.93d X | 39.63ab X | 43.26a X | 43.03cd X |
| Pare Pinjan (P5) | 30.56ab X | 39.00ab Y | 40.20a Y | 31.70a X |
| Mekongga (P6) | 25.00a X | 44.40ab Y | 40.47a Y | 35.00ab Y |
| Pare Lea (P7) | 32.70bc X | 43.13ab Y | 39.80a XY | 32.76a X |
| Situ Bagendit (P8) | 29.10ab X | 37.63ab Y | 37.36a Y | 38.63abc Y |
| Pare Solo (P9) | 30.93ab X | 46.80b Y | 34.23a X | 40.73bcd XY |
| Pare Kamida (P10) | 31.06ab X | 33.83a X | 37.26a X | 36.50abc X |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

e. Berat Kering Akar

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit terhadap berat kering tajuk serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit, semuanya berpengaruh nyata terhadap tajuk (Tabel Lampiran 12)

Uji Duncan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan P7C1 memberikan berat kering akar tertinggi (80.66 g) dan berbeda nyata dengan

perlakuan jenis padi yang lain pada perlakuan jenis isolat cendawan yang sama, sedangkan perlakuan jenis padi yang sama pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit menunjukkan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan jenis isolat cendawan lainnya (Tabel 32)

Tabel 32 Berat kering akar padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit dan cekaman kekeringan

| | Berat Kering Akar (g) | | | |
|--------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | Kontrol (C0) | <i>Penicillium</i> sp (C1) | <i>Aspergillus</i> sp (C2) | <i>Aspergillus niger</i> (C3) |
| Pare Mansur (P1) | 12.20ab W | 50.14b Y | 23.00ab WX | 27.02bc X |
| Pulu Lotong (P2) | 27.05d W | 42.45bc W | 25.78abc W | 38.27cd W |
| Pulu Mandoti (P3) | 27.22c W | 28.22bc W | 31.64bc W | 39.78abc W |
| Pare Lambau (P4) | 13.49ab W | 18.97a WX | 16.58a W | 24.29a X |
| Pare Pinjan (P5) | 18.10abc W | 29.04ab X | 20.78ab W | 30.15abc X |
| Mekongga (P6) | 16.52abc W | 56.77b Z | 24.55abc X | 42.41d Y |
| Pare Lea (P7) | 10.92a W | 80.66d Y | 27.33abc X | 31.69abc X |
| Situ Bagendit (P8) | 22.75abc W | 45.19bc X | 37.18c X | 35.02bcd WX |
| Pare Solo (P9) | 16.10abc W | 41.87bc X | 20.19ab W | 35.87bcd X |
| Pare Kamida (P10) | 20.54bc W | 32.40ab X | 31.93bc X | 29.79 WX |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

f. Berat Kering Tajuk

. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit terhadap berat kering tajuk serta faktor tunggalnya yaitu jenis padi dan jenis isolat cendawan endofit, semuanya berpengaruh nyata terhadap berat kering tajuk (Tabel Lampiran 12)

Uji Duncan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan yang memberikan hasil terbaik terhadap berat kering tajuk adalah P2C3 (62.73 g)

yaitu jenis padi Pulu Lotong dengan jenis cendawan *Aspergillus niger* dan berbeda nyata dengan perlakuan jenis padi yang lain pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit yang sama, kecuali dengan kombinasi perlakuan P1C3, P4C3, P5C3, dan P7C3 tidak berbeda nyata, sedangkan perlakuan jenis padi yang sama pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit menunjukkan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya (Tabel 33)

Tabel 33 Berat kering tajuk padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan jenis isolat cendawan endofit dan cekaman kekeringan

| JENIS PADI | Berat Kering Tajuk (g) | | | |
|--------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | Kontrol (C0) | <i>Penicillium</i> sp (C1) | <i>Aspergillus</i> sp (C2) | <i>Aspergillus niger</i> (C3) |
| Pare Mansur (P1) | 20.01a X | 41.64c X | 30.61abc X | 41.61bc X |
| Pulu Lotong (P2) | 18.67a X | 37.58ab Y | 27.50ab XY | 62.73c Z |
| Pulu Mandoti (P3) | 21.00a X | 51.72abc Y | 23.42a X | 34.38b X |
| Pare Lambau (P4) | 27.97a X | 35.56a X | 31.67abc X | 37.42bc X |
| Pare Pinjan (P5) | 28.90a X | 40.38abc X | 34.13abc X | 40.11bc X |
| Mekongga (P6) | 25.83a X | 35.84a XY | 28.43ab X | 46.21b Y |
| Pare Lea (P7) | 21.36a X | 55.79c Z | 35.34abc Y | 42.47bc Y |
| Situ Bagendit (P8) | 22.71a X | 35.87a X | 38.53bc X | 34.97b X |
| Pare Solo (P9) | 20.51a X | 53.75bc Y | 25.04a X | 25.24a X |
| Pare Kamida (P10) | 24.46a X | 39.02abc YZ | 43.05c Z | 34.17b Y |

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh symbol yang berbeda pada baris yang sama (X,Y,Z) dan kolom yang sama (a,b,c) berarti berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan $\alpha = 0.05$

Kadar prolin padi aromatik lokal Enrekang pada kondisi cekaman kekeringan lebih tinggi dibanding pada kondisi normal. Jenis padi Pulu Lotong, Pare Pinjan dan Pare Lea memiliki kandungan prolin yang lebih tinggi yaitu 3.25, 2.68 dan 2.34 $\mu\text{mol g}^{-1}$ berat segar dibanding jenis padi aromatik lokal lainnya yaitu dan kontrol. Kadar prolin jenis padi Pare Mansur meningkat tajam pada kondisi cekaman kekeringan yaitu dari 0.14 menjadi 12.26 34 $\mu\text{mol g}^{-1}$ berat segar, demikian juga dengan jenis padi aromatik Pulu Lotong,

Pare Pinjan dan Pare Lea mengalami peningkatan kadar prolin menjadi 12.26, 11.55 dan 11.30 $\mu\text{mol g}^{-1}$. (Tabel 34). Kadar prolin pada kondisi cekaman kekeringan dengan aplikasi cendawan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kadar prolin pada perlakuan cekaman kekeringan tanpa aplikasi cendawan.

Tabel 34. Kadar prolin pada perlakuan cekaman kekeringan dan aplikasi isolat cendawan endofit

| Jenis Padi | Kadar Prolin $\mu\text{mol g}^{-1}$ | | | | |
|--------------------|-------------------------------------|---------|-------|-------|-------|
| | optimum | Cekaman | | | |
| | | C0 | C1 | C2 | C3 |
| Pare Mansur (P1) | 0.14 | 12.26 | 11.88 | 7.10 | 12.16 |
| Pulu Lotong (P2) | 3.25 | 12.40 | 11.52 | 12.27 | 12.20 |
| Pulu Mandoti (P3) | 0.30 | 12.38 | 10.40 | 12.36 | 11.86 |
| Pare Lambau (P4) | 0.13 | 11.47 | 11.93 | 11.24 | 11.88 |
| Pare Pinjan (P5) | 2.68 | 11.55 | 12.32 | 12.05 | 11.57 |
| Mekongga (P6) | 0.24 | 11.67 | 11.25 | 11.69 | 11.69 |
| Pare Lea (P7) | 2.34 | 11.30 | 11.73 | 12.11 | 9.81 |
| Situ Bagendit (P8) | 0.16 | 12.32 | 12.18 | 12.41 | 12.17 |
| Pare Solo (P9) | 0.15 | 12.07 | 12.27 | 10.32 | 11.36 |
| Pare Kamida (P10) | 0.50 | 12.21 | 12.04 | 11.60 | 12.52 |

B. Pembahasan

1. Ketahanan Padi Aromatik Enrekang terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri

Ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* menunjukkan tingkat ketahanan yang berbeda terhadap kedua jenis bakteri Xoo. Pare Mansur, Pulu Lotong, Pulu Mandoti, Pare Lambau dan Pare Pinjan termasuk kategori rentan sama dengan kontrol Mekongga, sedangkan Pare Lea, Pare Solo dan Pare Kamida termasuk kategori sangat rentan terhadap isolat bakteri Xoo-003. Tingkat ketahanan padi aromatik lokal Enrekang

terhadap isolat bakteri *Xoo*-028 juga bervariasi mulai dari agak tahan sampai dengan rentan. Pare Mansur, Pulu Mandoti, dan Pare Pinjan termasuk kategori agak rentan sama dengan kontrol Mekongga dan Situ Bagendit, sedangkan Pulu Lotong, Pare Lambau, Pare Solo dan Pare Kamida termasuk kategori agak tahan (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan ketahanan jenis padi menghambat perkembangan patogen untuk berkembang. Menurut Kadir (2009) sel bakteri *Xoo* tumbuh dan berkembangbiak sangat cepat. Pada awal pertumbuhannya, baik pada daun padi varietas tahan maupun rentan, dalam waktu 2-4 hari sel bakteri berkembang biak dari 10^1 - 10^4 menjadi 10^7 - 10^8 sel/mL⁻¹. Selanjutnya, perkembangan *Xoo* pada daun varietas tahan lebih lambat dibandingkan dengan daun varietas rentan. Hal ini merupakan dampak dari ketahanan varietas terhadap perkembangan penyakit di lapangan. Gejala penyakit bakteri terlihat jelas pada varietas yang rentan.

Mekongga yang merupakan kontrol rentan terhadap penyakit hawar daun bakteri menunjukkan sifat rentan terhadap isolat bakteri *Xoo*-003. Hal ini sesuai dengan penelitian Syahrial et al. (2013), menunjukkan bahwa varietas Mekongga memiliki sifat rentan terhadap penyakit hawar daun bakteri dibandingkan dengan Ciherang dan Inpari 13.

Nilai berat gabah setiap jenis padi aromatik lokal yang diberi perlakuan inokulasi bakteri *Xoo* cenderung lebih rendah dibanding kontrol (tanpa inokulasi). Penurunan nilai berat gabah pada padi yang rentan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan padi yang sangat rentan. Demikian juga berat 100 biji padi yang rentan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan padi yang sangat rentan. Pare Lea yang menunjukkan sifat sangat rentan

terhadap isolat bakteri Xoo-003 dan rentan terhadap isolat bakteri Xoo-028 memberikan hasil jumlah gabah dan berat 100 biji paling rendah (433 biji dan 2.16 g) dibandingkan dengan perlakuan jenis padi yang lain. Pare Lea juga menghasilkan persentase gabah hampa tertinggi (28.27%) dibandingkan dengan perlakuan jenis padi yang lain (Tabel 12). Hal ini karena Xoo merusak daun tanaman padi yang dapat menyebabkan daun menjadi layu (*seedling blight*/ kresak/lodoh), pengisian biji berkurang dan yang paling parah sampai tanaman mati. Di Asia serangan Xoo dapat mengurangi hasil padi 50% sampai 80% (Makino et al., 2006; Dewi et al., 2011).

2. Ketahanan Padi Aromatik Enrekang terhadap Cekaman Kekeringan

Perlakuan berbagai konsentrasi larutan PEG 6000 pada media perkecambahan menyebabkan penurunan pertumbuhan akar, tunas dan persentase kecambah (Tabel 13). Penurunan pertumbuhan kecambah, tunas dan akar disebabkan perlakuan PEG 6000 yang dapat mengikat air sehingga menjadi kurang tersedia bagi tanaman. Semakin pekat konsentrasi PEG semakin banyak subunit-etilen mengikat air sehingga menahan masuknya air ke dalam jaringan tanaman, akibatnya akar tanaman semakin sulit menyerap air kemudian akan mengalami cekaman kekeringan (Micheal and Kaufman, 1973; Verslues et al., 2006; Efendi, 2009).

Ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan menggunakan konsentrasi larutan PEG 6000 pada percobaan di rumah kaca menunjukkan bahwa Pare Mansur bersifat peka terhadap cekaman kekeringan sedangkan jenis padi aromatik lokal Enrekang yang

bersifat toleran yaitu Pulu Lotong, Pulu Mandoti, Pare Lambau, Pare Pinjan, Pare Lea, Pare Solo dan Pare Kamida (Tabel 23). Hal ini karena Pare Mansur pada percobaan di laboratorium dengan larutan PEG 6000 konsentrasi 20% (-6,7 bar atau $-0,67$ MPa) menghasilkan persentase kecambah cenderung lebih rendah (33.33) dibandingkan dengan jenis padi aromatik lainnya dan kontrol Situ Bagendit. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Rumbaugh dan Johnson (1981) pada benih alfalfa (*Medicago sativa* L.) yang dikecambahkan pada PEG 6000 (-0.65 MPa) di laboratorium dapat tumbuh dan mempunyai daya hidup yang tinggi pada kondisi kekeringan di lapangan bila dibandingkan dengan benih yang tidak berkecambah pada kondisi pemberian cekaman air di laboratorium. Menurut Farooq et al. (2009); Yan (2015), dalam kondisi cekaman kekeringan, perkecambahan benih dan pembentukan bibit terhambat karena penurunan potensi air, yang diakibatkan oleh penurunan penyerapan air

Tinggi tajuk Pare Lea yang peka terhadap cekaman kekeringan pada percobaan di laboratorium cenderung lebih rendah dibandingkan padi aromatik yang bersifat toleran. Hal ini karena panjang akar Pare Lea pada kondisi cekaman kekeringan dengan konsentrasi 20% cenderung lebih pendek sehingga kemampuan menyerap air lebih rendah sehingga pertumbuhan tajuk tanaman menjadi terhambat. Menurut Hanum et al. (2010), tinggi tajuk tanaman yang lebih rendah pada beberapa genotype tertentu erat kaitannya dengan perakaran, di mana menyebabkan pertumbuhan akar terhambat, sehingga selanjutnya menghambat hara dan air dan seterusnya pertumbuhan tanaman secara keseluruhan menjadi terhambat pula.

Pare Lambau dan Pulu Mandoti yang bersifat toleran terhadap cekaman kekeringan menghasilkan persentase kecambah tertinggi (63 dan 60 %) pada larutan PEG 6000 konsentrasi 20% dan pada percobaan di rumah kaca menghasilkan nilai berat gabah cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan Pare Lea yang bersifat peka. Hal ini karena Pare Lambau dan Pulu Mandoti memiliki panjang akar yang lebih baik dibandingkan dengan jenis padi aromatik yang lain dan kontrol (Mekongga dan Situ Bagendit) sehingga tanaman dapat menyerap air lebih banyak dan pertumbuhan tanaman lebih baik. Menurut Swasti, (1993); Hanum et al. (2010), varietas dan galur yang memperlihatkan perkembangan akar yang lebih baik juga cenderung memperlihatkan tinggi tanaman yang lebih tinggi, karena diduga varietas yang pertumbuhannya tidak tertekan mampu untuk meniadakan keracunan (cekaman) Menurut Levit (1980) dan Bray (1997) cekaman kekeringan pada tanaman dapat disebabkan kekurangan suplai air di daerah perakaran dan permintaan air yang berlebihan oleh daun akibat laju evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air walaupun keadaan air tanah tersedia cukup. Akibat lanjut dari cekaman kekeringan adalah menurunnya laju fotosintesis dan sering sekali mengakibatkan organ fotosintesis mengalami penuaan dini yang mengakibatkan menurunnya akumulasi fotosintat (Savin dan Nicolas, 1996; Toruan-Mathius et al., 2001).

Perlakuan cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya penurunan tinggi/panjang tajuk tanaman dan jumlah anakan, Tinggi/panjang tajuk padi Pare Mansur pada kondisi normal memberikan hasil tertinggi dibandingkan dengan jenis padi lainnya yaitu 121.00 cm, namun pada kondisi cekaman kekeringan, tinggi tanaman berkurang menjadi 115.07 cm Jumlah anakan

tertinggi dihasilkan oleh Pare Solo pada kondisi normal yaitu 23.67 anakan tetapi mengalami penurunan pada kondisi cekaman kekeringan menjadi 19.33 anakan. Menurut Lawlor (2002), terjadinya penurunan tinggi tajuk diduga berkaitan dengan penutupan stomata yang diikuti berkurangnya asimilasi CO₂ sehingga potensial reaksi fotosintesis menurun.

Berat kering tajuk cenderung mengalami penurunan pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan. Pare Kamida menunjukkan berat kering tajuk tertinggi pada kondisi normal yaitu 82.30 g dan mengalami penurunan menjadi 66.22 g pada kondisi cekaman kekeringan (Tabel 20). Cekaman kekeringan menyebabkan suplai air dan hara menjadi berkurang sehingga menghambat laju fotosintesis yang berakibat pada penurunan berat tajuk tanaman. Menurut Schutz dan Fangmeir (2001); Prabowo (2014) bahwa cekaman kekeringan pada gandum dapat menurunkan bobot biomassa tajuk hingga 40%.

Tanaman padi yang mengalami cekaman kekeringan memperlihatkan berat kering akar yang lebih rendah dibandingkan dengan kondisi optimum. Pada kondisi optimum berat kering akar tertinggi dihasilkan padi Pulu Mandoti (93.70 g), namun berat kering akar mengalami penurunan menjadi 40.42 g pada kondisi cekaman kekeringan (Tabel 21). Hal ini karena peningkatan panjang akar akibat cekaman kekeringan dapat menghambat pertumbuhan akar lateral sehingga bobot kering akar menurun (Taiz dan Zeiger, 2010). Mekanisme sifat perakaran dalam hubungannya dengan ketahanan terhadap kekeringan dijelaskan sebagai berikut: 1) perakaran yang dalam dan padat berpengaruh terhadap besarnya penyerapan air dan penyimpanan air tanah; 2) besarnya daya tembus (penetrasi) akar pada lapisan tanah keras

meningkatkan penyerapan air pada kondisi dimana penyimpanan air tanah dalam; 3) penyesuaian tegangan osmosis akar meningkatkan ketersediaan air tanah bagi tanaman dalam kondisi kekurangan air (Mackill et al., 1996; Suardi, 2002)

Hasil tanaman yang semakin kecil terjadi pada varietas peka sebagai akibat dari pertumbuhan yang terhambat, seperti hasil akhir berat kering tajuk varietas peka akibat pentranslokasian fotoasimilat yang intensif dari tajuk ke akar sehingga mengakibatkan sumber energi di tajuk cepat terkuras yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan tajuk, keadaan ini menjadikan bobot kering tajuk pada varietas peka menjadi rendah (Haryoko, 2010; Hanum et al., 2010)

Hasil pengamatan terhadap komponen produksi yaitu berat gabah menunjukkan bahwa produksi padi yang memiliki sifat peka terhadap cekaman kekeringan pada kondisi cekaman kekeringan -0.67 MPa menunjukkan penurunan produksi dari 34.45 g pada kondisi normal menjadi 14.87 g pada kondisi cekaman kekeringan seperti ditunjukkan oleh jenis padi Pare Mansur. Sedangkan Pulu Mandoti yang sifat toleran mengalami penurunan produksi lebih rendah dari pada Pare Mansur yaitu 37.82 g pada kondisi normal menjadi 20.88 g pada kondisi cekaman kekeringan (Tabel 22). Padi yang toleran terhadap cekaman kekeringan memiliki panjang akar yang lebih panjang dibandingkan dengan padi yang peka terhadap cekaman kekeringan, karena tanaman yang toleran terhadap kekeringan dapat menyerap unsur hara lebih banyak, di mana unsur hara berperan dalam proses metabolisme dalam jaringan tanaman. Cekaman kekeringan selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat menurunkan produksi. Menurut Kaya et al.

(2006); Yan (2015) stres kekeringan menunda atau menghambat perkecambahan biji dan pertumbuhan bibit melalui penurunan potensial osmotik dengan mencegah penyerapan air. Menurut Dhanda et al. (1995); Nio (2000), besar kecilnya pengaruh kekeringan tergantung pada fase pertumbuhan pada saat kekeringan terjadi dan lamanya kekeringan. Tanaman mempunyai toleransi yang berbeda terhadap kekeringan karena perbedaan dalam mekanisme morfologi, fisiologi, biokimia dan molecular.

Berdasarkan hasil rekapitulasi indeks toleransi terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah anakan, berat gabah, berat tajuk dan berat akar diperoleh jenis padi aromatik lokal Enrekang yang memiliki sifat peka terhadap cekaman kekeringan yaitu Pare Mansur dengan nilai indeks toleransi lebih rendah dari nilai indeks toleransi kontrol (Mekongga dan Situ Bagendit). Sedangkan jenis padi aromatik lokal Enrekang yang toleran terhadap cekaman kekeringan adalah Pulu Lotong, Pulu Mandoti, Pare Lambau, Pare Pinjan, Pare Lea, Pare Solo dan Pare Kamida. Hal ini sesuai dengan penelitian pendahuluan dengan menggunakan PEG 6000 pada fase perkecambahan. Pare Mansur menunjukkan hasil persentase kecambah lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (Mekongga dan Situ Bagendit) yaitu 33.33 % pada perlakuan larutan PEG 6000 konsentrasi 20% atau setara dengan -6.7 bar (-0.67 MPa). Sedangkan persentase kecambah tertinggi dihasilkan Pare Lambau dan Pulu Mandoti masing-masing 63.33 dan 60.00%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian antara hasil percobaan di Laboratorium dan di rumah kaca pada perlakuan cekaman kekeringan menggunakan PEG 6000. Menurut hasil penelitian Suardi et al. (2002) pengujian dapat dilakukan pada fase semai di rumah kaca, sehingga tidak perlu dilakukan sampai panen. Karena pengujian

toleransi terhadap kekeringan selama fase semai (\pm 4 minggu di rumah kaca) telah menunjukkan korelasi yang positif terhadap hasil produksi di lapangan (sawah).

3. Isolasi dan Pemurnian Cendawan Endofit

Isolat cendawan endofit yang berhasil diisolasi dari padi aromatik lokal Enrekang adalah 16 isolat yaitu : sepuluh isolat dari batang, tiga isolat masing-masing dari daun dan akar (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan cendawan endofit dalam jaringan tanaman tidak sama dan menyebar secara acak. Menurut (Stovall, 1987; Sunariasih et al., 2014), keberadaan jenis dan jumlah jamur endofit pada tiap bagian tanaman tidak sama. Hasil penelitian Santoso et al. (2008) berhasil mengoleksi 11 spesies cendawan endofit dari pertanaman padi di Sukabumi, 7 spesies dari Subag dan 12 spesies dari pertanaman padi di Cianjur. Pada padi jenis Pandanwangi berhasil diisolasi 9 spesies cendawan endofit dan 11 spesies varietas Ciherang. Demikian juga hasil penelitian Gazis dan Chaverri (2010) berhasil mengisolasi cendawan endofit dari daun *Hevea brasiliensis* sebanyak 72 % (161) dari 225 sampel.

4. Uji Kemampuan Isolat Cendawan Endofit dalam memproduksi hormon IAA, Pelarut Fosfat dan Produksi Enzim Lignoselulotik

a. Produksi hormone IAA

Semua isolat cendawan endofit padi aromatik lokal pada media *Potato Dextro Broth* (PDB) dengan prekursor triptofan dan penambahan reagen Salkowsky memiliki kemampuan memproduksi hormon IAA dengan adanya perubahan warna pink pada supernata setiap isolat endofit.

Konsentrasi IAA yang dihasilkan oleh setiap isolat cendawan endofit menunjukkan hasil yang bervariasi yaitu 0.635 – 2.651 mg L⁻¹. Isolat cendawan endofit yang menunjukkan kemampuan memproduksi IAA tertinggi adalah isolat KN10 (2.651 mg L⁻¹) dan terendah adalah isolat KN6 (0.635 mg L⁻¹) (Tabel 24). Hasil penelitian Ahmad et al. (2005); Widiastuti et al. (2010) menunjukkan bahwa produksi IAA oleh bakteri dengan adanya 5 mg mL⁻¹ triptofan adalah 7,3-32,8 mg mL⁻¹ sedangkan pada kondisi tanpa *triptofan* 2,68-10,8 mg mL⁻¹. Hasil penelitian Amprayn et al. (2012) menunjukkan bahwa *Candida tropicalis* HY mampu memproduksi IAA secara kuantitatif dengan nilai tertinggi 2.57 µg mL⁻¹. Penelitian Nazar et al. (2005) menunjukkan bahwa isolat *W. saturnus* dengan prekursor triptofan mampu memproduksi IAA 9.67 µg mL⁻¹. Demikian juga penelitian Khairani (2010) menunjukkan bahwa bakteri dari akar jagung secara *in vitro* menghasilkan IAA tertinggi pada isolat KB3 yaitu 1.1255 ppm. Hasil penelitian terhadap isolat bakteri rizosfer tanaman bawang merah di Sulawesi menghasilkan IAA bervariasi dari 0.76 sampai 2.33 ppm (Kafrawi, 2014). Hasil penelitian El-Melegi et al. (2014) menunjukkan bahwa produksi IAA tertinggi dihasilkan oleh isolat *B. subtilis* ME 105, *B. amylolique-facaciens* subsp. *plantarum* ME 3, *P. polymyxa*, and *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* ME8 masing-masing 188, 151.9, 108.1 and 107 µg mL⁻¹.

IAA yang dihasilkan oleh bakteri dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan jumlah rambut akar dan akar lateral (Okon and Kapulnik, 1986; Husen, 2003). Cendawan endofit dapat meningkatkan persentase perkecambahan *Vigna radiata* and *Cicer arietium* sebanyak 95 and 87% dibandingkan dengan kontrol (Bhagobaty dan Joshi, 2009).

Giberelin dan auksin memainkan peran penting dalam pertumbuhan tanaman, reproduksi, metabolisme dan menanggapi berbagai isyarat lingkungan (Waqas et al., 2012)

a. Kemampuan Melarutkan Fosfat

Semua supernata sampel isolat cendawan endofit padi aromatik lokal setelah ditambahkan larutan P-peat dan pewarna pekat menunjukkan perubahan warna biru. Hal ini menunjukkan bahwa semua isolat mampu melarutkan fosfat.

Pengukuran secara kuantitatif menunjukkan bahwa keenam belas isolat cendawan endofit dari padi aromatik lokal memiliki kemampuan melarutkan fosfat bervariasi dari 0.005 – 3.719 mgL⁻¹ (Tabel 24). Terdapat 7 isolat yang menunjukkan kemampuan melarutkan fosfat yang tinggi yaitu isolat KN16 (3.719 mgL⁻¹), KN13 (3.464 mgL⁻¹), KN11 (3.427 mgL⁻¹), KN9 (3.313 mgL⁻¹), KN6 (3.385 mgL⁻¹), KN2 (3.260 mgL⁻¹), KN4 (3.172 mgL⁻¹). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Pradhan and Sukla, (2005) dalam Handayani, (2011) *Aspergillus* sp dan *Penicillium* sp secara berurutan dapat melarutkan 480 µg mL⁻¹ dan 275 µg mL⁻¹ fosfat dari 0,1 trikalsium fosfat (TCP) setelah 4 hari.

b. Kemampuan Memproduksi Enzim Lignoselulolitik

Keenambelas isolat cendawan endofit memiliki kemampuan berbeda dalam memproduksi enzim lignoselulolitik (selulose, kitin, lignin dan pektin). Isolat yang memiliki kemampuan tertinggi dalam memproduksi enzim selulose, kitin, lignin dan pektin adalah isolat KN5, KN6 dan KN13.

Kitinase adalah enzim yang umum diproduksi sel bakteri, cendawan, hewan, dan tumbuhan. Enzim kitinase yang dihasilkan tumbuhan dapat menghidrolisis ikatan β -1,4 antar subunit N-asetilglukosamina (NAcGlc) pada polimer kitin. Hidrolisis polimer kitin sebagai salah satu komponen dinding sel hifa cendawan dapat menghambat pertumbuhan hifa. Oleh sebab itu, kitinase dikenal sebagai salah satu protein anti cendawan (Wang et al., 2005; Pudjihartati et al., 2006).

5. Uji Antagonis Cendawan Endofit terhadap Bakteri Xoo

Hasil pengujian daya antibakteri 16 isolat cendawan endofit yang diisolasi dari padi aromatik lokal Enrekang terhadap pertumbuhan koloni bakteri *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* (Xoo) ditampilkan pada Gambar 18. Dari 16 isolat cendawan endofit terdapat 7 isolat cendawan endofit yang memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri Xoo bentuknya zona bening. Isolat cendawan endofit yang mampu menekan pertumbuhan Xoo adalah isolat KN4, KN5, KN6, KN11, KN12, KN13, KN14 (Tabel 24).

Pengendalian biologis merupakan interaksi langsung atau tidak langsung antara mikroorganisme yang menguntungkan dengan patogen (Alabovette dan Lemanceu, 1999; Benitez et al., 2004; Vitebo et al., 2007, Kaewachaei et al., 2009). Menurut Renwick dan Poole (1989); Chet et al. (1990); Fravel et al. (2003); Irtwange (2006); Viterbo et al. (2007), Kaewachaei, et al. (2009) ada empat prinsip mekanisme biokontrol yaitu antibiosis, kompetisi, mycoparasitism atau lisis dan induksi resistensi.

Antibiosis didefinisikan sebagai hambatan atau kerusakan mikroorganisme oleh zat seperti metabolit tertentu atau nonspesifik atau

dengan produksi antibiotik yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain (Benítez et al., 2004; Irtwange, 2006; Viterbo et al., 2007; Haggag dan Mohamed, 2007; Kaewchai et al., 2009). Persaingan terjadi antara mikroorganisme ketika ruang dan nutrisi faktor pembatas (Lewis et al., 1989; Howell, 2003; Benítez et al., 2004; Viterbo et al., 2007; Kaewchai et al., 2009).

Mycoparasitism melibatkan proses yang kompleks mencakup langkah-langkah berikut: (1) pertumbuhan *chemothophilic* dari antagonis menjadi inang; (2) pengenalan inang oleh *mycoparasite*; (3) perlekatan; (4) Ekskresi enzim ekstraseluler; (5) lisis dan eksploitasi inang (Whipps, 2001; Benitez et al., 2004; Viterbo, et al., 2007). Agen kontrol biologis mampu melisiskan hifa patogen dengan pelepasan enzim lisis dan ini adalah alat penting dan kuat untuk mengendalikan penyakit tanaman (Chet., 1990; Flores et al., 1997; Viterbo et al., 2007) seperti *chitinases*, *protease*, dan β -1, 3 *glucanases* (Whipps, 2001) enzim ini melisiskan dinding sel patogen hifa selama aktivitas *mycoparasitic* (Cruz et al., 1992; Schirmbock et al., 1994; El-Katathy et al., 2001; Khetan 2001; Kaewchae et al., 2009).

Induksi resistensi terjadi pada sebagian besar tanaman dalam menanggapi serangan patogen (Harman et al., 2004). Induksi resistensi tanaman inang dapat dilokalisasi dan/atau sistematis, tergantung pada jenis, sumber, dan jumlah rangsangan (Pal dan Gardener, 2006).

6. Kemampuan isolat cendawan endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit hawar daun bakteri

Secara umum aplikasi isolat cendawan endofit padi aromatik lokal Enrekang untuk meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap penyakit

hawar daun bakteri menunjukkan hasil yang berbeda-beda terhadap jenis padi aromatik lokal Enrekang.

Cendawan *Penicillium* sp mampu meningkatkan ketahanan Pare Lambau dari rentan menjadi agak tahan dan Situ Bagendit dari agak rentan menjadi agak tahan, *Aspergillus* sp dapat meningkatkan ketahanan Pulu Mandoti dan Mekongga dari rentan menjadi agak tahan, *Aspergillus niger* mampu meningkatkan ketahanan Pulu Mandoti dan Pare Pinjan dari rentan menjadi tahan. Hal ini karena cendawan *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp dan *Aspergillus niger* memiliki kemampuan dalam memproduksi enzim lignoselulolitik yaitu pektin, kitin, lignin dan selulose (Tabel 24). Menurut Redline dan Carris (1996); Wilia et al. (2012), cendawan endofit melindungi tanaman dari serangan patogen melalui mekanisme kompetisi, induksi resistensi, antagonisme, dan mikoparasit. Cendawan ini juga dapat menginduksi respon metabolisme inang, sehingga menjadi resisten terhadap patogen tanaman sehingga produksi meningkat. Interaksi antara cendawan endofit dan akar kemungkinan mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen yang berada pada bagian atas tanaman (Yedidia et al. 1999). Beberapa cendawan menghasilkan obat anti tumor (Azevedo et al. 2000). Cendawan endofit dalam jaringan tanaman menyebabkan terinduksinya metabolit sekunder yang mampu menghambat cendawan lain (Rayner, 1991). Hasil penelitian Kumar and Kaushik (2013), menunjukkan bahwa cendawan endofit dapat melindungi tanaman dari patogen. Cendawan Endofit *C. truncatum* isolat EF13 ditemukan aktif dapat dieksplorasi potensinya sebagai agen biokontrol terhadap *S. sclerotiorum* dan *F. oxysporum*.

Pare Lea yang diberi perlakuan isolat cendawan endofit *Aspergillus niger* (P7C3) memperlihatkan tinggi tanam nyata lebih tinggi (171.73 cm) dibandingkan dengan perlakuan lainnya, kecuali dengan perlakuan P1C2, P5C2, P7C0, P5C3, P7C2 dan P7C1 tidak berbeda nyata. Hal ini karena *Aspergillus niger* memiliki kemampuan memproduksi IAA ($2000 \mu\text{gL}^{-1}$) (Tabel 24). IAA adalah jenis auksin yang paling melimpah dari keluarga auksin. Konsentrasi auksi dan rasio auksi terhadap hormon lain sangat penting untuk respon fisiologis tanaman (Lambrecht et al., 2000). Menurut Tarabily et al. (2003), auksin merupakan salah satu jenis hormon yang dapat memacu pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan proses elongasi sel dan perpanjangan batang, seperti halnya diferensiasi sel. Menurut Moore-Landecker (1996) ada tiga potensi yang bermanfaat untuk tanaman yang diinfeksi oleh cendawan endofit, yaitu: 1) meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman; 2) tanaman lebih toleran terhadap kekeringan; dan 3) menghasilkan toksin yang melindungi tanaman dari patogen.

7. Kemampuan Isolat Cendawan Endofit untuk Meningkatkan Ketahanan Padi Terhadap Cekaman Kekeringan

Ketiga isolat cendawan endofit dari padi armotik lokal Enrekang memiliki kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pada kondisi cekaman kekeringan. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah anakan, panjang akar, berat tajuk dan berat akar semuanya berpengaruh nyata.

Aplikasi *Penicillium sp* pada Pare Lea (P7C1) memberikan pengaruh tinggi tanaman nyata lebih tinggi (100.67 cm) dan berat akar (80.65 g)

dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Aplikasi *Penicillium* sp pada Pulu Mandoti (P3C1) memberikan pengaruh panjan akar nyata lebih baik (62.4 cm) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini Karena *Penicillium* sp memiliki kemampuan memproduksi IAA lebih tinggi ($2.571 \mu\text{g L}^{-1}$) dibandingkan dengan isolat cendawan endofit lainnya (Tabel 24). Aplikasi *Aspergillus niger* pada Pare Kamida (P10C3) memberikan pengaruh jumlah anakan nyata lebih tinggi (44.33 batang) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Aplikasi *Aspergillus niger* pada Pulu Lotong memberikan pengaruh berat tajuk nyata lebih tinggi (62.73 g) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Hindersah et al. (2002); Khaerani (2009), tanaman memenuhi kebutuhan akan hormon tumbuh melalui kemampuannya dalam mensintesis hormon auksin dari mikroorganisme yang berada dalam jaringannya. Menurut Rodriguez et al. (2008); Hamilton et al. (2010); Khan et al. (2013) bahwa asosiasi cendawan endofit dapat secara signifikan meningkatkan biomassa dan pertumbuhan tanaman. Menurut Morse et al. (2002); Morse et al. (2007); Rudgers dan Swafford (2009) bahwa dalam kondisi cekaman kekeringan yang berat, *Festuca arizonica* tanaman yang secara alami bebas endofit mengalami penurunan biomassa dan pertumbuhan dibandingkan dengan tanaman terinfeksi endofit. Menurut Rodriguez et al. (2008); Redman et al. (2011); Khan et al. (2013), cendawan endofit, yang berada dalam jaringan akar dapat memainkan peran penting dalam pertumbuhan tanaman inang dengan mempengaruhi komposisi mineral tanaman, keseimbangan hormonal, komposisi kimia dari eksudat akar, struktur tanah dan perlindungan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik.

Kadar prolin padi aromatik lokal Enrekang pada kondisi cekaman kekeringan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi tanpa cekaman kekeringan. Menurut Farhad et al. (2011); Liu et al. (2011); Moaveni (2011); Yan (2015). Tanaman biasanya mengakumulasi bahan organik, seperti prolin dan gula larut untuk melawan tekanan osmotik. Menurut Mohamed et al. (2000); Watanabe et al. (2000); Kadir (2011) bahwa tanaman umumnya mempunyai kemampuan mengakumulasi asam amino dalam bentuk prolin sebagai respon terhadap kekeringan. Menurut Liu dan Baird (2003) akumulasi prolin berfungsi sebagai sumber osmotikum sitoplasmik, sebagai umumnya terjadi pada tanaman. Menurut Verslues et al. (2006); prolin merupakan asam amino bebas yang terbentuk dan terakumulasi pada daun dalam jumlah yang lebih banyak apabila tanaman mengalami cekaman kurang air. Senyawa ini juga memainkan peranan penting dalam penghindaran dehidrasi dengan meningkatkan kadar solut sel dan memelihara kadar air tetap tinggi, pada saat yang sama, akumulasi prolin memainkan peranan terhadap toleransi dehidrasi dengan cara melindungi protein dan struktur membran.

Kadar prolin tanaman padi aromatik lokal Enrekang pada perlakuan cendawan endofit dan cekaman kekeringan memperlihatkan kadar prolin cenderung lebih rendah dibandingkan dengan pada perlakuan cekaman kekeringan tanpa cendawan endofit. Hal ini karena tanaman yang diberi perlakuan cendawan endofit memiliki jumlah akar dan panjang akar yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman tanpa perlakuan cendawan sehingga kemampuan menyimpan air lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman tanpa perlakuan cendawan. Menurut Hanson et al. (1997); Hanum

et al. (2010) bahwa prolin bebas bertindak sebagai senyawa penyimpan karbon dan nitrogen selama periode stress air, karena pada saat itu sintesis karbohidrat dan protein dihambat maka dalam hal ini prolin berfungsi sebagai senyawa penyimpan energy yang digunakan untuk pertumbuhan setelah tanamn disiram kembali.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Padi aromatik lokal Enrekang Pare Mansur, Pulu Lotong, Pulu Mandoti Pare Lambau dan Pare Pinjan bersifat rentan terhadap penyakit hawar daun bakteri
2. Padi aromatik lokal Enrekang Pulu Lotong, Pulu Mandoti, Pare Lambau, Pare Pinjan, Pare Lea, Pare Solo dan Pare Kamida memiliki sifat toleran terhadap cekaman kekeringan
3. Isolat cendawan endofit yang bersifat antagonis terhadap Bakteri *Xoo* yaitu *Penicillium* sp, *Aspergillus*, sp dan *Aspergillus niger*,
4. *Aspergillus*, sp dan *Aspergillus niger* dapat meningkatkan ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar
5. *Aspergillus niger* mampu meningkatkan ketahanan Pulu Mandoti dan Pare Pinjan dari rentan menjadi tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri
6. *Penicillium* sp memiliki kemampuan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan.

B. Saran

Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk mengkombinasikan isolat-isolat cendawan endofit yang paling efektif untuk mengendalikan penyakit hawar daun bakteri dan cekaman kekeringan dan mengetahui metode aplikasi yang paling efektif untuk diterapkan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afa, L.O, B.S.Purwoko, A. Junaedi, O.Haridjaja, I.S. Dewi. 2012. Pendugaan toleransi padi hibrida terhadap kekeringan dengan polyetilen glikol (PEG) 6000. *J. Agrivigor* 11(2): 292-299.
- Ahmad, F., I. Ahmad, M.S. Khan. 2005. Indole acetic acid production by the indigenous isolates of *Azotobacter* and fluorescent *Pseudomonas* in the presence and absence of tryptophan. *Turk J. Biol.* 29:29-34.
- Altomare C, W.A. Norvell, T. Bjorkman, G.E. Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant growth promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* rifai 1295-22. *Appl Environ Microbiol.* 65: 2926–2933
- Alabouvette, C., P. Lemanceau. 1999. Joint action of microbials for disease control. In: *Methods in Biotechnology Vol 5: Biopesticides : Use and Delivery* (eds. R.H. Frinklin and J.M. Julius). Humana press: 117-135
- Amprayn, K. M.T. Rose, M.Kecskés, L. Pereg, H.T.Nguyen, I.R.Kennedy. 2012. Plant growth promoting characteristics of soil yeast (*Candida tropicalis* HY) and its effectiveness for promoting rice growth. *Applied Soil Ecol.* 61: 295– 299
- Azevedo, J.L. J.W.Maccheroni, J.O. Pereira, W.L. de Araújo. 2000. Endophytic Microorganisms: A Review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic J.I of Biotechl.* 3 : 40-65
- Bae, H. R.C.Sicher, M.S. Kim, S.H. Kim, M.D.Strem, R.L.Melnick, B.A.Bailey. 2009. The Beneficial endophyte *Trichoderma hamatum* Isolate DIS 219b promotes and delay the onset of the drought response in *Theobroma cacao*. *J. of Exp. Bot.* 60(11): 3279 – 3295
- Bates, L.S., R.P. Waldren, I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil.* 39: 205-207.
- Benítez, T., M.A.Rincón, M.C.Limón, C.A. Codón. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Intern. Microbial.* 7: 249-260.
- Buttery, R.G., L. C. Ling., B.O Juliano. 1983. Identification of rice aroma compound 2-acety-1-pyrroline in pandan leaves. *J. Agri. Food Chem.* 31
- Buckley, N. G., G. J. Pugh. 1971. Auxin production by phylloplane fungi. *Nature* 231:332
- Bousslama, M., W.T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybean. I. Evaluation on three Screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Sci.* 24: 993-937.

- Bray, E.A. 1997. Molecular responses to water deficit. *Plant Physiol.*, 103: 1035-1040.
- Cabuslay, G., O. Ito, A. Alejar. 1999. Genotypic differences in physiological responses to water deficit in rice. *In* O. Ito, J. O'Toole dan B. Hardy (ed.). International Rice Research Institute.: 99-116.
- Chang, T.T. 1988. The ethnobotany of rice in island Southeast Asia. *Asian Perspectives* 26(1): 69 –76
- Chet, I., A. Ordentlich, R. Shapira, A. Oppenheim. 1990. Mechanisms of biocontrol of soil-borne plant pathogens by Rhizobacteria . *Plant and Soil* 129: 85-92
- Chung, K.R, T.Shilts, U.Erturk, LW Timmer, P.P. Ueng. 2003. Indole derivatives produced by the fungus *Colletotrichum acutatum* causing lime anthracnose and postbloom fruit drop of citrus. *FEMS Micro. Letters* 226 : 23-30
- Cruz, J., A. Hidalgo-Gallego, M.J. Lora, T. Benitez, A.J.Pintor-Toro, A. Liobell. 1992. Isolation and characterization of three chitinases from *Trichoderma harzianum* . *European J. of Biochem.* 206: 859-867
- Deni, E.I. 2007. Kelimpahan dan keragaman cendawan endofit pada beberapa varietas padi di Kuningan Tasikmalaya dan Subang, Jawa Barat. (Skripsi) Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Dewi, I.S., I.A.Rumanti, B.S.Purwoko, T.S.Kadir. 2011. Karakter agronomi dan ketahanan beberapa galur pelestari dihaploid terhadap hawar daun bakteri. *Buletin Plasma Nutfah* 17 (2): 88-95
- Dhanda. S.S., R.K. Behl, N. Elbassam. 1995. Breeding wheat genotypes for water deficit environments. *Land ban for schung Volkendrode* 45:159-167
- Durham, N. C. 2004. *Armies of fighting fungi protect chocolate trees* .www.rpi.edu/ajayan/locker.
- Efendi, R. 2008. Pendugaan toleransi genotipe jagung terhadap cekaman kekeringan pada fase vegetatif menggunakan larutan Polietilena Glikol. Tesis (tidak dipublikasi) Sekolah Pasca Sarjana IPB
- Erb, W.A., A.D. Draper, H.J. Swartz. 1988. Methods of screening blueberry seedling populations for drought resistance. *Hort Sci.* 23 (2): 312-314.
- El-Katathy, M.H., Gudelj, M., Robra, K.-H., Elnaghy, M.A., G.M. Gübitz. 2001. Characterization of a chitinase and an endo- β -1,3-glucanase from *Trichoderma harzianum* Rifai T24 involved in control of the

- phytopathogen *Sclerotium rolfsii*. *Applied Microbiol. and Biotech.* 56: 137-143.
- El-Tarabily, K.A., M. F. Soliman, A.H.Nassar, H.A.Al-Hassani, K.Siva-Sithamparam, Mc. Kennaf, St J. Hardy. 2000. Biological control of *Sclerotinia minor* using a chitinolytic bacterium and actinomycetes. *Plant Pathol.* 49:573-583.
- Emmerich, W.E., S.P. Haregree. 1991. Seed germination in polyethylene glycol solution: effect of filter paper exclusion. *Crop Sci* 35 :454 – 458
- Erb, W.A., A.D. Draper, H.J. Swartz. 1988. Methods of screening blueberry seedling populations for drought resistance. *Hort Sci.* 23 (2) 312-314.
- Faeth S.H, 2002. Are endophytic fungi defensive plant mutualists. *Oikos* 98: 25-36
- Farhad, W., M.A. Cheema, M.F. Saleem, M. Saqib. 2011. Evaluation of drought tolerant and sensitive maize hybrids. *Int. J. Agric. Biol.* 13: 523–528
- Farooq, M.A., N.Wahid, D.F. Kobayashi, S.M.A Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agro. for Sustainable Develop.* 29: 185–212.
- Flores, A., I. Chet, A. Herrera-Estrella. 1997. Improved biocontrol activity of *Trichoderma harzianum* by over-expression of the proteinase-encoding gene prb1 *Curr Genet.* 31: 30–37
- Fravel, D., C.Olivain, C. Alabouvette. 2003. *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. *New Phytologist* 157: 493-502
- Gazis, R., and R. Chaverri. 2010. Diversity of fungal endophytes in leaves and stems of wild rubber trees (*Hevea brasiliensis*) in Peru. *Fungal Ecol.* 3: 240 – 254
- Gnanamanickam, S.S., V.B. Priyadarisini, N.N. Narayanan, P. Vasudevan, S. Kavitha. 1999. An overview of bacterial blight disease of rice and strategies for its management *Curr. Sci.* 77 :1435-1444
- Glickman, E., Y.Dessaux. 1995. A critical examination of the specificity of the Salkowski reagent for inolic compounds produced by phytopatogenic bacteria. *Appl Environ Microbiol.* 61;793-796
- Gregory, P.J. 1989. The role of root characteristics in moderating the effect of drought. F.W.G. Baker (ed). *Drought resistance in cereals.* CAB International: Wallingford, UK.
- Gruen, H. E. 1959. Auxins and fungi. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 10:405–440.

- Hamilton, C.E., T.E.Dowling, S.H. Faeth, 2010. Hybridization in endophyte symbionts alters host response to moisture and nutrient treatments. *Microb Ecol* 59: 768 –775
- Hanum, T., E. Swasti, Sutoyo. 2010. Uji toleransi beberapa genotipe padi beras merah lokal (*Oryza sativa* L.) terhadap kekeringan selama fase semai. *Jerami* 3 (3) :182-192
- Haryoko, W. 2010. Toleransi tanaman padi pada sawah gambut dan responnya akibat amelioran. [Disertasi]. Program Ilmu-Ilmu Pertanian Pascasarjana UNAND. Padang.
- Harjadi, S.S., S. Yahya. 1988. Fisiologi Stress Lingkungan. PAU Bioteknologi IPB, Bogor.
- Hifni, H. R., S. Mihardja, E. Sutarno, Yusida, M.K. Kardin. 1996. Penyakit hawar daun bakteri pada padi sawah: masalah dan pemecahannya. *Bul. Agro Bio* 1(1): 18-23.
- Hindersah, R & T. Simarnata. 2004. Potensi Rizobakteri *Azotobacter* dalam meningkatkan kesehatan tanah. *J. Natur Indonesia* 5(2): 127-133
- Howell, R.C. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Dis.* 87: 4-10.
- Hubbard, M. J. Germida, V.Vujanovic. 2012. Fungal endophytes improve wheat seed germination under heat and drought stress. *Bot.* 90: 137-149.
- Husen, E. 2003. Screening of soil bacteria for plant growth promotion activities *in vitro*. *Indonesian J. o Agri. Sci.* 4(1): 27-31.
- Irawan, B., K. Purbayanti. 2008. Karakterisasi dan kekerabatan kultivar padi lokal di Desa Rancakalong, Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang. Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional PTTI, 21-23 Oktober 2008.
- Irtwange, V.S. 2006. Application of biological control agents in pre- and postharvest operations. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal.* 3: 1-12.
- Jumin, H.B. 1992. Ekologi tanaman suatu pendekatan fisiologi. Rajawali Press: Jakarta.
- Kadir, A. 2011. Identifikasi klon harapan tanaman nilam toleran cekaman kekeringan berdasarkan kadar prolin dan karakter morfologi dan fisiologi. *J. Agrisistem* 7 (1): 13-19.

- Kafrawi, Baharuddin, E. L. Sengin, A. Rosmana, 2014. Screening of free-living indole acetic acid producing rhizobacteria from shallot rhizospheres in the island of Sulawesi. *International J. of Scientific & Technology Research* 3 (2): 118-121.
- Kaya, M.D., G.Okcu, M. Atak, Y.Cıkihi, O.Kolsarıcı, 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European J. of Agron.* 24 (4): 291–29
- Kaewchai S., Soyong, K and K.D.Hyde, 2009. Mycofungicides and fungal biofertilizers. *Fungal Diversity* 38: 25-50
- Kherani, G., 2009. Isolasi dan uji kemampuan bakteri endoofit penghasil hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) dari akar tanaman jagung (*Zea mays* L). Departemen Biologi Fakultas MIPA Universitas Sumater Utara. (skripsi)
- Khan Al, Waqas M., Hamaun M, Al Harrasi A, Al Rawahi A and I.J. Lee. 2013. Co-synergism of endophyte *Penicillium* resedanum LK6 with salicylic acid helped *Capsicum annuum* in biomass recovery and osmotic stress mitigation. *BMC Microbio.* 13(51):1-13
- Khan, M.S., A. Zaidi, M. Ahemad, M. Oves, P.A. Wani. 2010. Plant growth promotion by phosphate solubilizing fungi – current perspective. *Archives of Agron. and Soil Sci.* 56, (1): 73–98
- Khetan, S.K, 2000. Microbial pest control. New York, Basel, Marcel Dekker, Inc: 300.
- Kumar S, and N. Kaushik. 2013. Endophytic fungi isolated from oil-seed crop *Jatropha curcas* produces oil and exhibit antifungal activity. *PLoS ONE* 8(2): 1- 8.
- Lambrecht M., Y. Okon , A. V. Broek, J. Vanderleyden, 2000. Indole-3-acetic acid: a reciprocal signaling molecule in bacterial-plant interactions. *Trends Microbiol* 8 : 298-300.
- Lawlor, D.W. 2002. Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs metabolism and the role of ATP. *Ann. Bot.* 89:871-885.
- Lay, B.W. 1994. Analisis mikroba di Laboratorium. Grasindo Persada, Jakarta
- Lestari, E.G., I. Mariska. 2006. Identifikasi somaklon padi Gajahmungkur, Towuti dan IR 64 tahan kekeringan menggunakan *Polyethylene Glycol*. *Bul. Agron.* (34) : 71-78
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses: Water, radiation,salt, and other stresses. Vol. II. New York, Academic Press.

- Lipping, Y., J.Xie, D. Jiang, Y.Fu, G. Li, F. Lin. 2008. Antifungal substances produced by *Penicillium oxalicum* strain PY-1 – potential antibiotics against plant pathogenic fungi. *World J Microbiol Biotech.* 24:909–915.
- Lewis, K., J.M. Whipps, R.C.Cooke. 1989. Mechanisms of biological disease control with special reference to the case study of *Pytium oligandrum* as an antagonist. In: *Biotechnology of Fungi for Improving Plant Growth* (eds. J.M. Whipps and R.D. Lumsden). Cambridge University Press: 191-217.
- Mackill, D.J., W.R. Coffman, D.P. Garrity. 1996. Rainfed lowland rice improvement. IRRI. International Rice Research Institute .
- Maga, J. A. 1984. Rice product volatiles. *J. Agric. Food Chem.* 32 : 964-970.
- Mastouri, F, T.Bjorkman, G.E. Harman, 2010. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotik, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. *Phytophatology* 100 (11): 1213-1221.
- Maulana, Z. 2014. Karakterisasi keragaman plasma nutfah padi lokal Kabupaten Toraja Utara dan Enrekang berdasarkan marka morfologi dan molekuler serta identifikasi gen ketahanan terhadap genangan. Dis. (Tidak dipublikasi) Program Pascasarjana Unhas
- Maor, R., S.Haskin, H.L Kedmi, A.Sharon. 2004. Production of indole-3-acetic acid by *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *Aeschynomene*. *Applied and environ. microb.* 70:1852–1854
- Makino, S., A. Sugio, F. White, A.J. Bogdanove. 2006. Inhibition of resistance gene-mediated defense in rice by *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzicola*. *Molec. Plant-Microb. Interact.* 19 (3):240-249.
- Masniawati, A., S.A. Syaiful, H.Aswidinnoor. 2005. Karakterisasi molekuler dan analisis stabilitas sifat aromatik plasma nutfah padi aromatik Sulawesi Selatan. Laporan Hibah Pengeri, Dikti, Depdiknas
- Masniawati, A., S. A. Syaiful. 2007. Pemanfaatan padi aromatik dataran tinggi Sulawesi Selatan untuk pengembangan padi unggul aromatik dataran rendah Sulawesi Selatan, Laporan Penelitian Hibah Bersaing, Dikti, Depdiknas
- Masniawati, A. 2009. Potensi produksi dan analisis molekuler plasma nutfah padi aromatik dataran tinggi Sulawesi Selatan untuk pengembangan padi unggul aromatik. Dis. (tidak dipublikasi). Program Pascasarjana Unhas.

- Mittal, V., O. Singh, H. Nayyar, J.Kaur, R.Tewari. 2008. Stimulatory effect of phosphate solubilizing fungal strains (*Aspergillus awamori* and *Penicillium citrinum*) on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. GPF2). *Soil Biol. Biochem.* 40:718–727.
- Moaveni, P. 2011. Effect of water deficit stress on some physiological Traits of wheat (*Triticum aestivum*). *Agricultural Science Research J.1* : 64 – 68.
- Mohamed, M.A.H., P.J.C.Harris, J. Enderson. 2000. *In vitro* selection and characterization of a drought tolerance clone of *Tagetes minuta*. *Plant Sci* 159: 213-222
- Moore-Landecker E. 1996. Fundamental of the fungi (Fouth Edition) New Jersey: Prentice-Hall.
- Morse,L.J., T.A.Day, S.H.Faeth. 2007. Effect of Neotyphodium endophyte infection on growth and leaf gas exchange of Arizona fescue under contrasting water availability regimes. *Environ. and Expe. Bot.* 48, 257–268
- Nassar, A.H. A. Khaled, El-Tarabily, EL.Krishnapillai, K.Sivasithamparam. 2015. Promotion of plant growth by an auxin-producing isolate of the yeast *Williopsis saturnus* endophytic in maize (*Zea mays* L.) roots. *Biol Fertil Soils* 42: 97–108
- Nio, S.A., F.E.F. Kandou. 2000. Respons pertumbuhan padi (*Oryza sativa* L.) sawah dan gogo pada fase vegetatif awal terhadap cekaman kekeringan. *Eugenia* 6
- Okon, Y., Y. Kapulnik. 1986. Development and function of *Azospirillum* inoculated toots. *Plant and Soil* 90: 3-16.
- Ou, S.H. 1985. Rice Disease 2nd. Commonwealth Mycological Institute. Kiew, Surrey, England.
- Pal, K. K., B. M.S.Gardener, 2006. Biological control of plant pathogens. *The Plant Health Instructor* :1-25
- Petruccioli, M., F. Federici, C. Bucke, T. Keshavarz. 1999. Enhancement of glucose oxidase production by *Penicillium variable* P16. *Enzyme Microb Technol.* 24:397–401
- Prabowo, E. 2014. Karakter fisiologi padi gogo lokal asal Kabupaten Sumba Barat Daya pada berbagai kondisi kekeringan. Skripsi Departemen Biologi Fakultas MIPA IPB.
- Pudjihartati, E., Siswanto, S.Ilyas, Sudarsono, 2006., Aktivitas enzim kitinase pada kacang tanah yang sehat dan yang terinfeksi *Sclerotium rolfsii*. *Hayati* 13 (2):73-78

- Radji, M. 2005. Peranan bioteknologi dan mikroba endofit dalam pengembangan obat herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian* 2 (3): 113 – 126
- Rahayu, E.S., E Guhardja, S. Ilyas, Sudarsono. 2005. Polietilena glikol (PEG) dalam media *in vitro* menyebabkan Kondisi cekaman yang menghambat tunas kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) *Berk. Penel. Hayati* 11:39–48
- Ratih, D H., Y. Lestari, A Suwanto, R. Saraswati. 2012. Endophytic *Streptomyces* spp. as biocontrol agents of rice bacterial leaf blight pathogen (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*). *Hayati J. of Bio-Sci.* 19 (4):155-162
- Ratnasari, J.D., Isnawati, E. Ratnasari. 2014. Uji antagonis cendawan agens hayati terhadap cendawan *Cercospora musae* penyebab penyakit Sigatoka secara *In Vitro*. *LenteraBio* 3 (2) : 129–135
- Rayner, A.D.M. 1991. The challenge of the individualistic mycelium. *Mycologia* 83: 48-71
- Redline, S.C., L.M. Carris. 1996. *Endophytic Fungi in Grasses and Woody Plants Systematic, Ecology and Evolution*. Minnesota: American Phytopathological Society (APS) Press.
- Redman. RS., Y.O. Kim, C.J.D.A. Woodward, C.L.Greer, D.S. Espino, R.J.Rodriguez. 2011. Increased fitness of rice plants to abiotic stress via habitat adapted symbiosis: a strategy for mitigating impacts of climate change. *PLoS One*.
- Risnawaty, R., A.Masniawati, T.Kuswinanti, R.B. Gobel. 2012. Identifikasi cendawan terbawa benih pada padi Lokal Aromatik Pulu Mandoti, Pulu Pinjan, dan Pare Lambau Asal Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Skripsi tidak diterbitkan. Makassar Fakultas MIPA Biologi Unhas
- Rodriguez, R.J., J.H.Elizabeth, V.Marshal, H.Leesa, L.BBeckwith, Y.Kim, R.S.Redman. 2008. Stress tolerance in plants via habitat adapted symbiosis. *ISME J* 2008, 2: 404–416
- Rudgers, J.A., A.L. Swafford. 2009. *Basic and applied ecology* 10: 43–51
- Rumbaugh, M.D., D.A. Johnson. 1981. Screening alfalfa germplasm for seedling drought resistance. *Crop Sci.* 21: 709-713.
- Salisbury, F.B and C.W Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Jilid 2. Terjemahan Diah R Lukman dan Sumaryono, ITB-Press, Bandung. Hal 293-295
- Samolski, I., A.de Luis, J.A.Vizcaíno, E. Monte and M.B Suárez, 2009. Gene expression analysis of the biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* in

the presence of tomato plants, chitin, or glucose using a high-density oligonucleotide microarray. *BMC Microbio.* 9, 217

- Santoso, Sugeng; Wiyono, Suryo. 2008. Keanekaragaman mikosimbion endofitik pada tanaman padi dan kajian potensinya sebagai penginduksi ketahanan tanaman terhadap Wereng Coklat (*Nilaparvata lugens* Stahl.) IPB
- Savin, R., M.E.Nicolas. 1996. Effect of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. *Aust. J. Plant Physiol.* 23: 201-210.
- Sammons, D.J., D.B. Peters, U. Hymowitz. 1979. Screening soybeans for drought resistance. I. Growth Chamber Procedure. *Crop Sci.* 18 (16): 1050-1055
- Schütz, M., A.Fangmeir. 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Minaret) to elevated CO₂ and water limitation. *Environ. Pollut.* 114:187-194.
- Schuster, E., N.D.Coleman, J.C. Frisvad, P.W.M van Dijck. 2002. On the safety of *Aspergillus niger*. *Appl Microbiol. Biotechnol.* 59:426–435.
- Schirmbock, M., M. Lorito, Y. Wang, K.C.Hayes, I.Arisan-Atac, F.Scala, E.G. Harman, P.C. Kubicek. 1994. Parallel formation and synergism of hydrolytic enzymes and peptaibol antibiotics, molecular mechanisms involved in the antagonistic action of *Trichoderma harzianum* against phytopathogenic fungi. *Applied and Environ. Microbiol.* 60: 4364-4370.
- Shukla, N. R.P.Awasthi, L. Rawat, J. Kumar. 2012. Biochemical and physiological responses of rice (*Oryza sativa* L.) as influenced by *Trichoderma harzianum* under drought stress. *Plant Physi. and Biochem.* 54: 78-88.
- Singh, R. K., U. S. Singh, G.S. Khush. 2000. Aromatic rices science. Publisher, Inc. USA.
- Siregar, EBM., 2003. Pertahanan metabolik dan enzim litik dalam mekanisme resistensi tanaman terhadap serangan patogen. *Digitized by USU digital library.*
- Sitairesmi, T., R.H. Wening, A.T. Rakhmi, N. Yunani, U. Susanto. 2013. Pemanfaatan plasma nutfah padi varietas lokal dalam perakitan varietas unggul. *Iptek tanaman pangan* 8 (1): 1-30
- Standard Evaluation System for Rice. 1988. International rice testing program. 3rd ed. IRRI. Los Banos. Laguna. Philippines.
- Stovall, M.E. 1987. An investigations of the fungus *Balansia cyperi* and its effect on purple nutsedge, *Cyperus Rotundus*.

- Subba Rao NS, 1982. Mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman .UI Press.
- Suardi, D., T.S. Silitonga. 1998. Uji toleransi kekeringan plasma nutfah padi dengan menggunakan larutan poly ethylene glycol (PEG) 8000. Dalam S. Moeljopawiro, M. Machmud, L. Gunarto, I. Mariska dan H. Kasim (ed). Pros. Temu Ilmiah Bioteknologi Pertanian. Balitbio Tanaman Pangan.
- Sunariasih, N.P.L., I.K. Suadah, N.W. Suniti, 2014. Identifikasi jamur endofit dari biji padi dan uji daya hambatnya terhadap *Pyricularia oryzae* Cav. Secara *In Vitro*. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 3 (2) : 51-60
- Suparyono, Sudir. 1992. Perkembangan penyakit bakteri hawar daun pada stadia tumbuh yang berbeda dan pengaruhnya terhadap hasil padi. *Media Penelitian Sukamandi* 12:6-9.
- Suparyono, Sudir, Suprihanto. 2004. Pathotype profile of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*, isolates from the rice ecosystem in Java. Indonesian. *J. Agric. Sci.* 5(2):63-69.
- Suryadi, Y., T.S. Kadir, M. Machmud. 2006. Deteksi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, penyebab hawar daun bakteri pada tanaman padi. *Jurnal Penelitian pertanian tanaman pangan* 25 (2): 108-115
- Suryadi, Y., T.S.Kadir. 2008. Kajian Infeksi *Xanthomonas oryzae* pv *oryzae* terhadap beberapa genotipe padi : Hubungan Kandungan Hara dengan Intensitas Penyakit. *J. Ilmu Pertanian* 15
- Suardi, D E., Lubis, S. Moeljopawiro. 2002. Uji rumah kaca untuk toleransi terhadap kekeringan padi populasi F7 persilangan IR64 x IRAT112 (Gajah Mungkur). Prosiding seminar hasil penelitian rintisan dan bioteknologi tanaman. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Hal 75-83.
- Suardi, D. 2002. Perakaran padi dalam hubungannya dengan toleransi tanaman terhadap kekeringan dan hasil . *J. Litbang Pertanian* 21 (3) : 100 -108
- Swasti, E. 1993. Pengujian ketegangan terhadap keracunan aluminium pada bebarapa varietas dan galur kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L). [Tesis]. Pendidikan Pascasarjana
- Syahrial, D., I.S.Mukhtas, P.Yusniwani. 2013. Uji efikasi agen hayati terhadap penyakit hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv *oryzae*) pada beberapa varietas padi sawah (*Oryza sativa*). *J. Online Agroteknologi* 1 : 1402-1412

- Takdir, T.S. 2009. Menangkal HDB dengan Menggilir Varietas. *Warta Pertanian* 31 (5)
- Tarabily, K.A., Nassar, K., Sivasithamparani. 2003. Promotion of plant growth by an auxin producing isolate of the yeast *Williopsis Saturnus* entophytic in maize roots, The sixth U.A.E University Research Conference 60-69
- Taiz, L., E. Zeiger. 2010. *Plant Physiology*. Sunderland (GB): Sinauer Pr.
- Toruan-Mathius, N., G. Wijana, E. Guharja, H. Aswidinnoor, S. Yahya, Subronto, 2001. Respons tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terhadap cekaman kekeringan. *Menara Perkebunan*, 69 (2): 29-45
- Vassilev, N., I. Nikolaeva, M. Vassileva. 2005. Polymer-based preparation of soil inoculants: applications to arbuscular mycorrhizal fungi. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 4:235–243
- Vassilev, N., M. Vassileva, I. Nikolaeva. 2006. Simultaneous P-solubilizing and biocontrol activity of microorganisms: potentials and future trends. *Appl Microbiol. Biotechnol.* 71:137–44.
- Verslues, P.E., M. Agarwal, S. Katiyar-agarwal, J. Zhu, J.K. Zhu. 2006. Methods and concepts in Quantifying resistance to drought, salt and freezing, Abiotic stresses that affect plant water status. *The plant J.* 45: 523-539.
- Viterbo, A., J. Inbar, Y. Hadar, I. Chet. 2007. Plant disease biocontrol and induced resistance via fungal mycoparasites. In: Environmental and Microbial Relationships, 2 nd edn. The Mycota IV (eds. C.P. Kubicek and I.S. Druzhinina). Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 127-146.
- Wahyudi, A.T, Meliah, A.A. Nawangsih. 2011. *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* bakteri penyebab hawar daun pada padi: Isolasi, Karakterisasi, dan telaah mutagenesis dengan transposon. *Makara Sains* 15: 86-96
- Waller, F., B. Achatz, H. Baltruschat, J. Fodor, K. Becker, M. Fischer, T. Heier, R. Huckelhoven, C. Neumann, D. Von-Wettstein, P. Franken, K.H. Kogel. 2005. The endophytic fungus *Piriformis indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance and higher yield. *PNAS* 102:13386–13391
- Watanabe, S., K. Kojima, Y.S. Sasaki. 2000. Effects of saline and osmotic stress on proline and sugar accumulation in *Pupulus euphratica* in vitro. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 63: 199-206.
- Whipps, J.M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany* 52: 487-511

- Widiastuti, H., Siswanto, Suharyanto. 2010. Karakterisasi dan seleksi beberapa isolat *Azotobacter* sp. untuk meningkatkan perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman. *Buletin Plasma Nutfah* 16 (2):160-167.
- Wilia, W., I.Hayati, D.Ristiyadi. 2011. Eksplorasi cendawan endofit dari tanaman padi sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman. *J. Unja* 1 (4):73-79
- Winter, S.R., T.J. Musick, K.B. Porter. 1988. Evaluation of screening techniques for breeding drought resistance winter wheat. *Crop Sci.* 28
- Wirth, S.J., G.A. Wolf. 1990. Dye-labelled substrates for the assay and detection of chitinase and lysozyme activity. *J. Microbiol. Methods* 12 : 197-205
- Yan, M. 2015. Seed priming stimulate germination and early seedling growth of Chinese cabbage under drought stress. *South African J. of Bot.* 99 : 88–92
- Yedidia, I., N. Benhamou, I. Chet. 1999. *Induction of defense responses in cucumber plants (Cucumis sativus L.) by the biocontrol agent Trichoderma harzianum Appl. Environ. Microbiol.* 65:1061-1070

Lampiran 1. Deskripsi Padi Mekongga dan Situ Bagendit

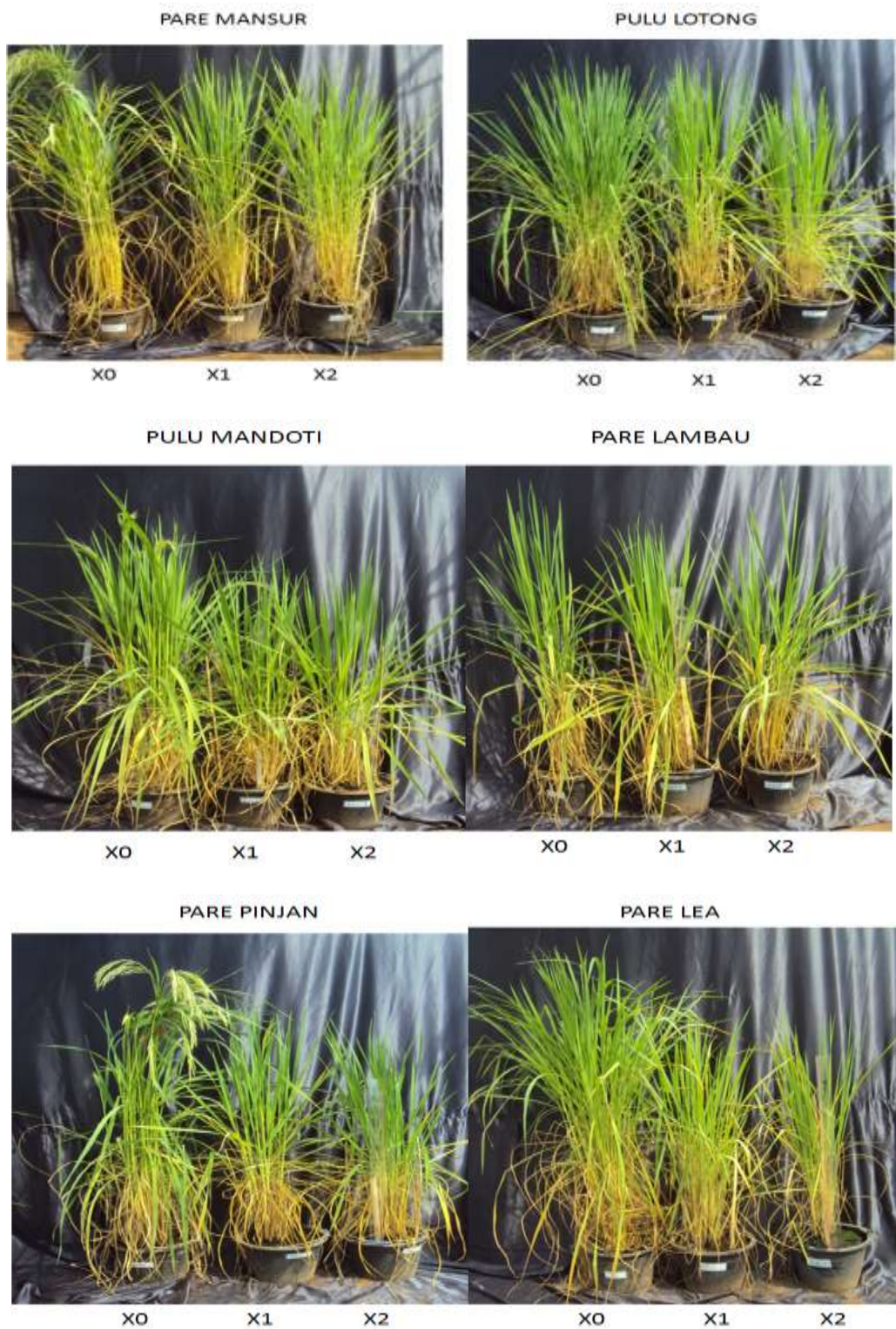
E. Mekongga

| | |
|---|--------------------|
| Dilepas tahun | :2004, |
| Nasi | :pulen; |
| Potensi produksi | :6 ton/ ha, |
| Umur tanaman | : 116–125 hari, |
| Bentuk tanaman | : Tegak, |
| Tinggi tanaman | : 91–106 cm, |
| Anakan produktif | : 13–16 batang, |
| Warna kaki | : Hijau, |
| Warna batang | : Hijau, |
| Warna telinga daun | : Tidak berwarna, |
| Warna lidah daun | : Tidak berwarna, |
| Warna daun | : Hijau, |
| Muka daun | : Agak kasar, |
| Posisi daun | : Tegak, |
| Daun bendera | : Tegak, |
| Bentuk gabah | : Ramping panjang, |
| Warna gabah | : Kuning bersih, |
| Kerontokan | : Sedang, |
| Tekstur nasi | : Pulen, |
| Kadar amilosa | : 23 %, |
| Indeks glikemik | : 88, |
| Bobot 1000 butir | : 28 g, |
| Rata-rata hasil | : 6,0 t/ha, |
| Potensi hasil | : 8,4 t/ha, |
| Agak tahan terhadap wereng coklat biotipe 2 dan 3, | |
| Agak tahan terhadap hawar daun bakteri strain IV, | |
| Anjuran tanam : Baik ditanam di lahan sawah dataran rendah sampai ketinggian 500 m dpl. | |

B. Situ Bagendit,

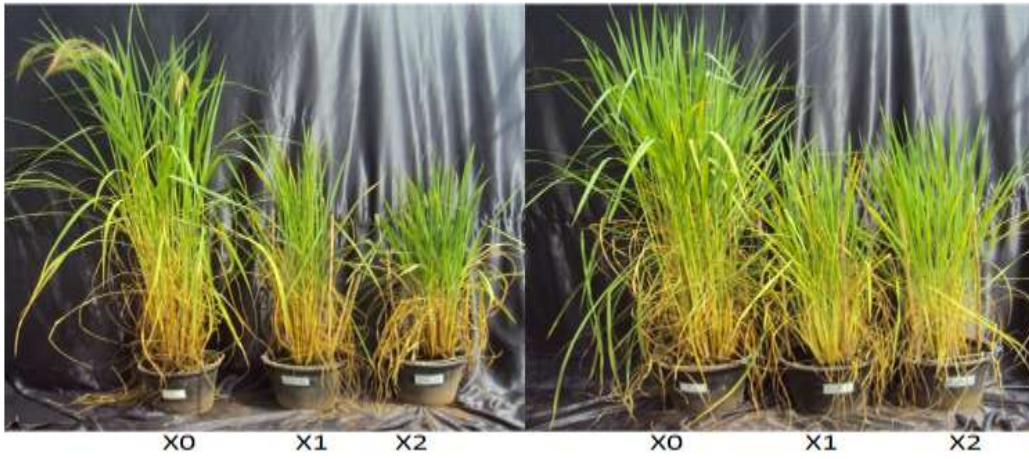
| | |
|--|---|
| Dilepas | : tahun 2002 |
| Potensi hasilnya | : 3-5 t/ha GKB (lahan kering) dan : 5-6 t/ha GKB (lahan sawah) |
| Tetua | : Persilangan Batur/S2823-7d-8-1-A//S823-7d-8-1-A |
| Umur tanaman | : 110 – 120 hari, |
| Bentuk tanaman | : Tegak. |
| Tinggi tanaman | : 99 – 105 cm |
| Anakan produktif | : 12 – 13 malai per rumpun |
| Warna kaki | : Hijau Warna batang: Hijau |
| Warna telinga daun | : berwarna |
| Warna lidah daun | : Tidak berwarna |
| Warna daun | :Hijau |
| Muka daun | : Kasar |
| Posisi daun | :Tegak |
| Daun bendera | :Tegak |
| Bentuk gabah | : Panjang ramping |
| Warna gabah | : Kuning bersih |
| Kerontokan | : Sedang |
| Kerebahan | : Sedang Tekstur nasi: |
| Pulen Kadar amilosa | : 22% . |
| Bobot 1000 butir | : 27 – 28 gram. |
| Agak tahan terhadap Blast | |
| Agak tahan terhadap bakteri hawar daun strain III dan IV . | |

Lampiran 2. Padi aromatik lokal Enrekang pada uji ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri



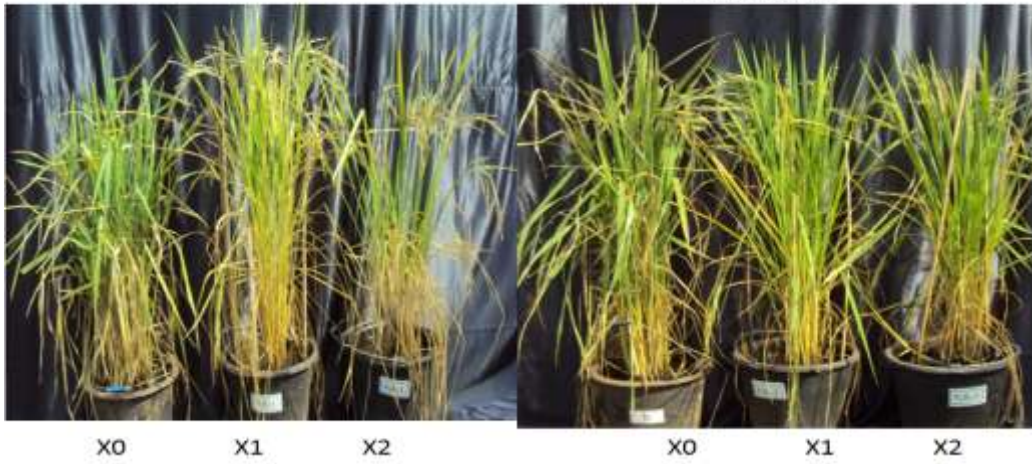
PARE SOLO

PARE KAMIDA

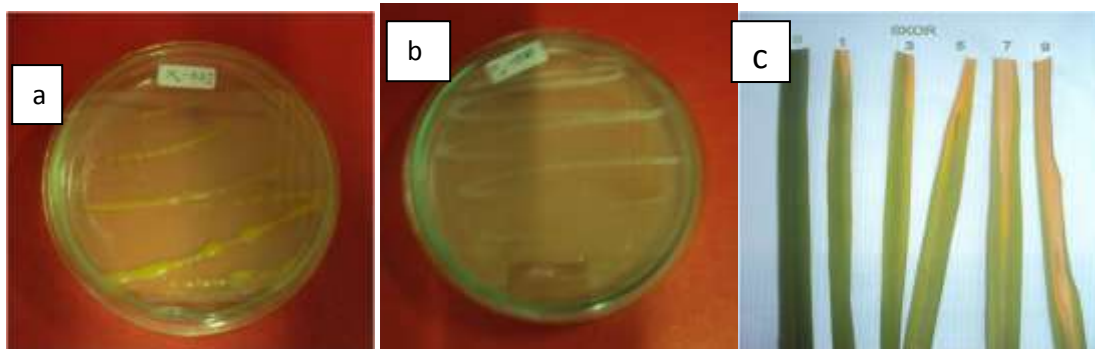


SITU BAGENDIT

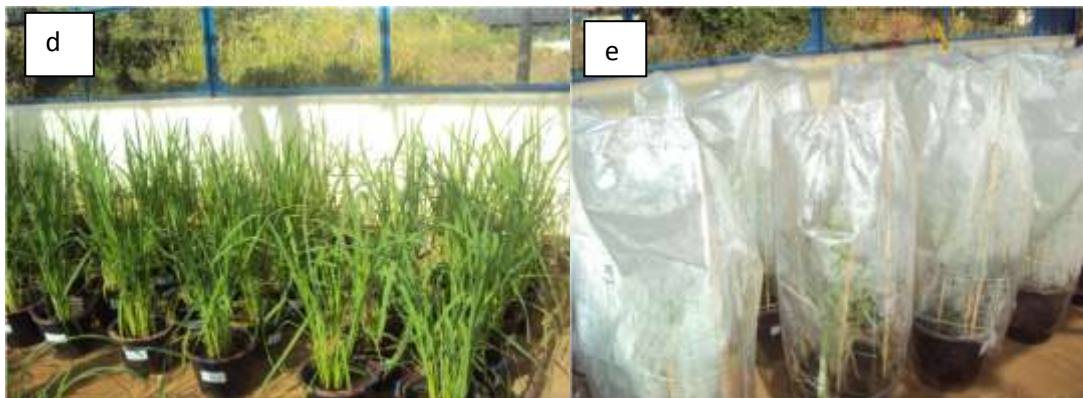
MEKONGGA



Lampiran 3. Isolat Bakteri Xoo dan Tanaman Padi Aromatik



Isolat Bakteri Xoo-003 (A) dan isolat Bakteri Xoo-028 (B), Skor Gejala HDB (c)

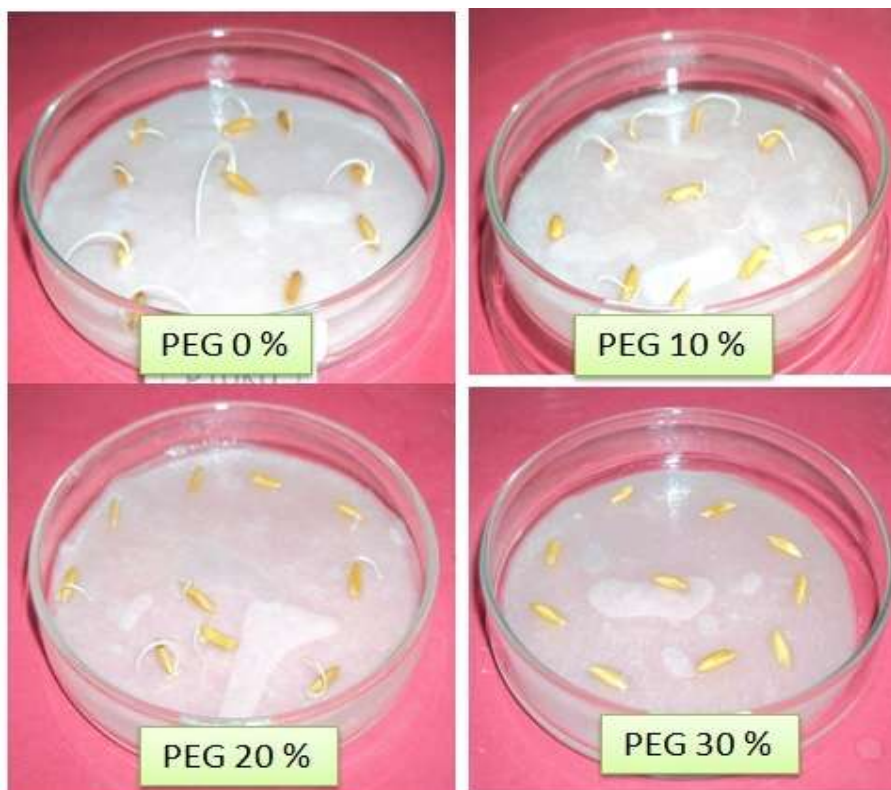


Padi aromatik Lokal Enrekang sebelum (d), Setelah (e) diinokulasi Bakteri Xoo



Padi aromatik umur setelah inokulasi (f), saat berbuah (g)

Lampiran 4 Uji ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan di laboratorium



Lampiran 5 Skor menggulung daun pada uji cekaman terhadap kekeringan



Keterangan : Skor menggulung daun; turgid (A); ujung menggulung (B); ujung daun seperti huruf V (C); daun menggulung menutup lidah daun (D), daun menggulung seperti daun bawang (E)

Lampiran 6 Bahan Pembuatan Media NA, PDA, Pikovskaya dan CDA

a. Bahan media NA :

| | |
|---------------|---------|
| ekstrak sapi, | 3 g |
| pepton; | 5 g |
| agar; | 15 |
| aguades) | 1000 ml |

b. Media potato dextro agar/PDA

| | |
|------------|-----------|
| agar-agar, | 17 g |
| kentang, | 200-250 g |
| dextrose | 20 gram |
| aguades | , 1000 ml |

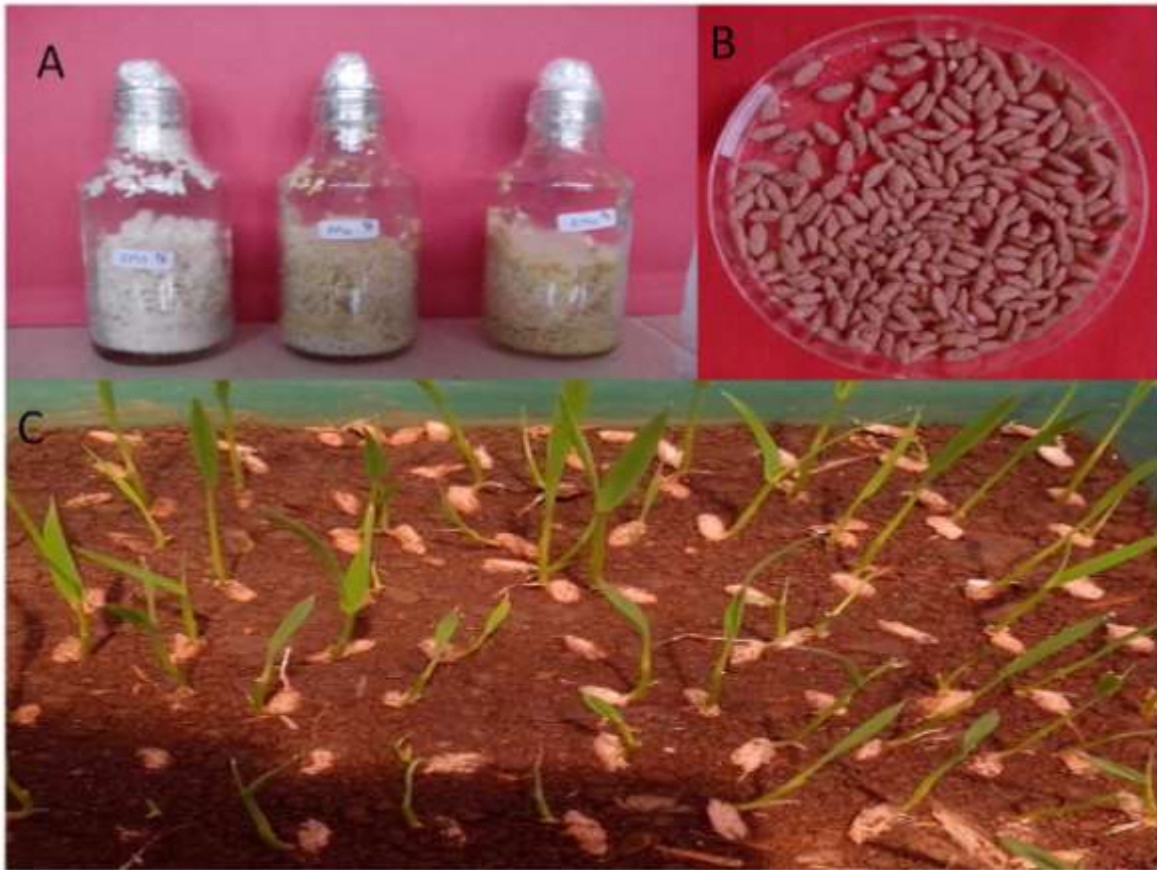
c. Media Pikovskaya

| | |
|---|----------------|
| Glukosa | 10 g |
| trikalsium fosfat; | 5 g |
| (NH ₄) ₂ SO ₄ | 0.5 g; |
| KCl | 0.2 |
| MgSO ₄ 7H ₂ O | ; 0.1 g |
| ekstrak khamir | 0.5 g |
| agar | , 15 g; |
| aguades, | 1000 ml |
| MnSO ₄ | sedikit sekali |
| FeSO ₄ | sedikit sekali |

d. Media Czapek Dox Agar/CDA

| | |
|---------------------------------------|---------|
| agar; | 19 g |
| NaNO ₃ ; | 2 g |
| K ₂ HP0 ₄ ; | 1 g |
| MgSO ₄ 7H ₂ O; | 0.5 g |
| KCl ; | 0.5 g |
| Fe SO ₄ 7H ₂ O; | 0.01 |
| sukrosa, | 30 g |
| yeast ekstrak, | 1.5 g |
| aguades, | 1000 ml |

Lampiran 7 Perbanyak isolat cendawan endofit dan penyelubung benih padi



Perbanyak isolat cendawan endofit pada media beras (A); benih padi setelah diselubungi tepung cendawan (B); persemaian padi (C)

Lampiran 8. Anova tinggi tanaman jumlah anakan, berat gabah, berat 100 biji, jumlah gabah, jumlah bagah isi, persentase gabah hampa pada uji ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap penyakit hawar daun bakteri

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | R Square |
|------------------------------|----------------|----|-------------|----------|-------|----------|
| 1. Tinggi Tanaman | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 77193.797 | 9 | 8577.089 | 146.617* | 0.000 | 0.964 |
| b. Jenis Bakteri | 6242.493 | 2 | 3121.246 | 53.355* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 9370.224 | 18 | 520.568 | 8.899* | 0.000 | |
| 2. Jumlah Anakan | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 1891.511 | 9 | 210.168 | 14.766* | 0.000 | 0.874 |
| b. Jenis Bakteri | 1844.156 | 2 | 922.078 | 64.783* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 2214.956 | 18 | 123.053 | 8.645* | 0.000 | |
| 3. Berat Gabah | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 19144.233 | 9 | 2127.137 | 93.206* | 0.000 | 0.967 |
| b. Jenis Bakteri | 12062.661 | 2 | 6031.330 | 264.279* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 8378.817 | 18 | 465.490 | 20.397* | 0.000 | |
| 4. Berat 100 biji | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 8.174 | 9 | 0.908 | 81.312* | 0.000 | 0.960 |
| b. Jenis Bakteri | 5.664 | 2 | 2.832 | 253.531* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 2.343 | 18 | 0.130 | 11.656* | 0.000 | |
| 5. Jumlah gabah | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 5236282.044 | 9 | 581809.116 | 7.087* | 0.000 | 0.765 |
| b. Jenis Bakteri | 12483016.622 | 2 | 6241508.311 | 76.027* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 8416294.489 | 18 | 467571.916 | 5.695* | 0.000 | |
| 6. Jumlah gabah isi | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 4817827.111 | 9 | 535314.123 | 7.515* | 0.000 | 0.728 |
| b. Jenis Bakteri | 12001644.689 | 2 | 6000822.344 | 84.244* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 7990623.756 | 18 | 443923.542 | 6.232* | 0.000 | |
| 7. Jumlah gabah hampa | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 1602.929 | 9 | 178.103 | 4.368* | 0.000 | 0.679 |
| b. Jenis Bakteri | 814.111 | 2 | 407.055 | 9.982* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 2523.256 | 18 | 140.181 | 3.438* | 0.000 | |

Keterangan : * = berpengaruh nyata tn = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 9. Anova persentase kecambah, panjang tajuk, panjang akar, panjang koleoptil pada uji ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan fase pada perkecambahan

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | R Square |
|------------------------|----------------|----|-------------|----------|-------|----------|
| 1. Persentase kecambah | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 890.833 | 9 | 98.981 | 0.962* | 0.477 | 0.945 |
| b. Konsentrasi PEG | 211902.000 | 3 | 70634.167 | 686.823* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 2672.500 | 27 | 108.889 | 0.962tn | 0.527 | |
| 2. Panjang tajuk | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 734.559 | 9 | 81.618 | 0.138tn | 0.998 | 0.702 |
| b. Konsentrasi PEG | 102125.169 | 3 | 34041.723 | 57.365* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 2210.468 | 27 | 81.869 | 0.138 tn | 1.000 | |
| 3. Panjang akar | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 1007.079 | 9 | 111.898 | 0.188 tn | 0.995 | 0.696 |
| b. Konsentrasi PEG | 101992.190 | 3 | 33997.397 | 57.268* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 2338.014 | 27 | 86.593 | 0.146tn | 1.000 | |
| 4. Panjang Koleoptil | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 712.084 | 9 | 79.120 | 0.115tn | 0.999 | 0.672 |
| b. Konsentrasi PEG | 94415.943 | 3 | 31471.981 | 45.935* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 2132.917 | 27 | 78.997 | 0.115tn | 1.000 | |

Keterangan : * = berpengaruh nyata tn = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 10 Anova tinggi tanaman, jumlah anakan, berat gabah dan berat 100 biji pada uji ketahanan padi aromatik lokal Enrekang terhadap cekaman kekeringan di Rumah Kaca

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | R Square |
|-------------------|----------------|----|-------------|----------|-------|----------|
| 1. Tinggi tanaman | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 14369.149 | 9 | 1596.572 | 48.239* | 0.000 | 0.842 |
| b. Jenis Bakteri | 1526.977 | 2 | 763.488 | 23.068* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 799.025 | 18 | 44.390 | 1.341tn | 0.196 | |
| 2. Jumlah anakan | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 3109.122 | 9 | 345.458 | 36.794* | 0.000 | 0.787 |
| b. Jenis Bakteri | 180.600 | 2 | 90.300 | 9.618* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 69.844 | 18 | 3.880 | 0.413tn | 0.980 | |
| 3. Berat gabah | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 1020.940 | 9 | 113.438 | 19.003* | 0.000 | 0.906 |
| b. Jenis Bakteri | 3719.904 | 2 | 1859.952 | 311.572* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 550.796 | 18 | 30.600 | 5.126* | 0.000 | |
| 4. Berat 100 biji | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 6.695 | 9 | 0.744 | 26.206* | 0.000 | 0.801 |
| b. Jenis Bakteri | 2.932 | 2 | 1.466 | 51.643* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 1.397 | 18 | 0.078 | 2.735* | 0.002 | |

Keterangan: * berpengaruh nyata; tn = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 11 Tinggi Tanaman, Jumlah Anakan pada Perlakuan Pengaruh Isolat Cendawan Endofit dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | R Square |
|-------------------|----------------|----|-------------|---------|-------|----------|
| 1. Skor LDA | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 51.342 | 9 | 5.705 | 3.547* | 0.001 | 0.600 |
| b. Jenis Bakteri | 160.425 | 3 | 53.475 | 33.249* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 138.158 | 27 | 5.117 | 3.182* | 0.000 | |
| 2. Tinggi tanaman | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 25772.457 | 9 | 2863.606 | 39.233* | 0.000 | 0.783 |
| b. Jenis Bakteri | 2882.901 | 3 | 960.967 | 13.166* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 5582.670 | 27 | 206.766 | 2.833* | 0.000 | |
| 3. Jumlah anakan | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 521.208 | 9 | 57.912 | 19.856* | 0.000 | 0.678 |
| b. Jenis Bakteri | 99.292 | 3 | 33.097 | 11.348* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 223.958 | 27 | 8.295 | 2.844* | 0.000 | |

Keterangan: * berpengaruh nyata; tn = berpengaruh tidak nyata

Lampiran 12 Anova Skor Menggulung Daun, Tinggi Tanaman, Jumlah Anakan, Berat Kering Tajuk Berat Kering Akar, Panjang Akar pada Perlakuan Pengaruh Isolat Cendawan Endofit dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman Terhadap Cekaman Kekeringan

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | R Square |
|-------------------------|----------------|----|-------------|---------|-------|----------|
| 1. Skor Menggulung Daun | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 20.700 | 9 | 2.300 | 92.000* | 0.000 | 0.925 |
| b. Jenis Bakteri | 4.067 | 3 | 1.356 | 54.222* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 13.100 | 27 | 0.485 | 19.407* | 0.000 | |
| 2. Tinggi tanaman | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 6954.442 | 9 | 772.716 | 15.578* | 0.000 | 0.630 |
| b. Jenis Bakteri | 695.112 | 3 | 231.704 | 4.671* | 0.005 | |
| c. Interaksi | 4354.616 | 27 | 161.282 | 3.251* | 0.000 | |
| 3. Jumlah anakan | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 3141.800 | 9 | 349.089 | 25.842* | 0.000 | 0.763 |
| b. Jenis Bakteri | 72.100 | 3 | 24.033 | 1.779tn | 0.158 | |
| c. Interaksi | 2491.400 | 27 | 92.274 | 6.831* | 0.000 | |
| 4. Berat Kering Tajuk | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 537.910 | 9 | 59.768 | 1.002tn | 0.445 | 0.593 |
| b. Jenis Bakteri | 5525.363 | 3 | 1841.788 | 30.878* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 6610.572 | 27 | 244.836 | 4.105* | 0.000 | |
| 5. Berat Kering akar | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 3571.606 | 9 | 396.845 | 8.186* | 0.000 | 0.766 |
| b. Jenis Bakteri | 9584.519 | 3 | 3194.840 | 65.904* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 7600.630 | 27 | 281.505 | 5.807* | 0.000 | |
| 6. Panjang akar | | | | | | |
| a. Jenis Padi | 1589.089 | 9 | 176.565 | 7.816* | 0.000 | 0.651 |
| b. Jenis Bakteri | 2150.816 | 3 | 716.939 | 31.736* | 0.000 | |
| c. Interaksi | 2152.921 | 27 | 79.738 | 3.530* | 0.000 | |

Keterangan: * berpengaruh nyata; tn = berpengaruh tidak nyata