

**EFEK KALIUM TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN KANGKUNG  
AIR (*Ipomoea aquatica* Forssk.) SETELAH DIINOKULASI DENGAN  
MIKORIZA (*Rhizoctonia* sp.) SECARA *IN VITRO***

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Ellia Suryani**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETHAUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2017**

## ABSTRAK

### EFEK KALIUM TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN PLANLET KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica* Forssk. ) SETELAH DIINOKULASI DENGAN MIKORIZA (*Rhizoctonia* sp.) SECARA *IN VITRO*

Oleh

**Ellia Suryani**

Tanaman Kangkung air (*Ipomoea aquatic* Forssk.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak ditanam oleh petani untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Tanaman kangkung air memerlukan banyak air untuk tumbuh. Salah satu masalah dalam budidaya kangkung air adalah kendala kekeringan yang berkepanjangan. Salah satu pengendalian yang efektif dalam mencegah cekaman kekeringan adalah dengan meningkatkan ketahanan tanaman. Peningkatan ketahanan tanaman kangkung air dapat dilakukan dengan cara mengimbas agen pengimbas ketahanan tanaman seperti kalium dan mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) pada planlet kangkung air secara *in vitro*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter ekspresi planlet kangkung air setelah diinduksi kalium dan diinokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) dan untuk mengetahui interaksi antara kalium dan mikoriza terhadap cekaman kekeringan planlet kangkung air secara *in vitro*. Penelitian ini dilaksanakan dengan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) yang terdiri dari 2 faktor, yaitu induksi kalium dengan 3 taraf konsentrasi 0%, 0,10%, 0,20% dan inokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) dengan 2 taraf, yaitu tidak diinokulasi mikoriza dan diinokulasi mikoriza. Data yang diperoleh dihomogenkan dengan menggunakan uji Levene kemudian dianalisis menggunakan Analisis Ragam pada taraf nyata 5% dan uji lanjut dengan BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian didapatkan bahwa induksi kalium dan inokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) menunjukkan adanya planlet kangkung air yang tahan terhadap kekeringan. Pemberian kalium 0,20% dengan inokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) merupakan perlakuan yang terbaik dalam meningkatkan kandungan klorofil a,b dan total serta berat segar .

Kata kunci: *Ipomoea aquatica*, cekaman kekeringan, Kalium, mikoriza (*Rhizoctonia* sp.), *in vitro*

EFEK KALIUM TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN PLANLET KANGKUNG AIR  
(*Ipomoea aquatica* Forssk.) SETELAH DIINOKULASI DENGAN MIKORIZA (*Rhizoctonia*  
sp.) SECARA *IN VITRO*

Oleh  
**Ellia Suryani**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA SAINS

Pada  
Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017

Judul Skripsi : **EFEK KALIUM TERHADAP CEKAMAN  
KEKERINGAN PLANLET KANGKUNG AIR  
(*Ipomoea aquatica* Forssk.) SETELAH DI INOKULASI  
DENGAN MIKORIZA (*Rhizoctonia* sp.) SECARA  
IN VITRO**

Nama Mahasiswa : **Ellia Suryani**

No. Pokok Mahasiswa : 1317021022

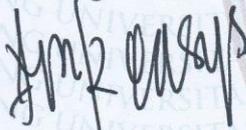
Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**MENYETUJUI**

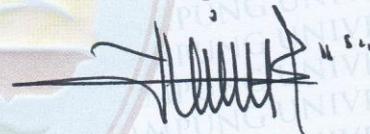
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



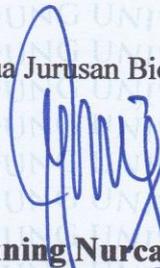
**Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.**  
NIP 19651031 199203 2 003

Pembimbing II



**Dra. Yulianty, M.Si.**  
NIP 19650713 199103 2 002

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA



**Dra. Nuning Nurcahyani, M.Sc.**  
NIP 19660305 199103 2 001

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

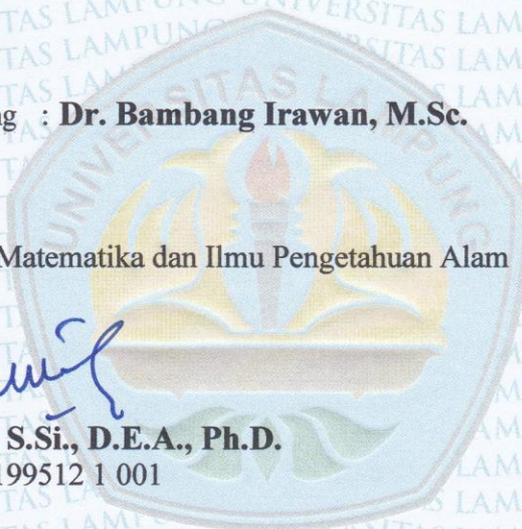
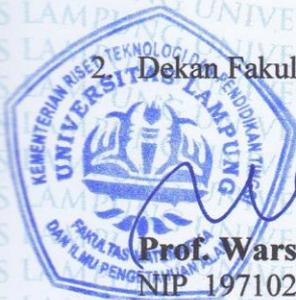
Ketua : **Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.**

Sekretaris : **Dra. Yulianty, M.Si.**

Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Bambang Irawan, M.Sc.**

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.**  
NIP. 19710212 199512 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **22 Mei 2017**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kecamatan Bukit Kemuning, Kota Bumi, Provinsi Lampung pada tanggal 07 Februari 1995, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari Bapak Ahmad Suryadi dan Ibu Nelly Herliani.

Penulis mulai menempuh pendidikan pertama di SD N 1 Dwikora Bukit Kemuning Lampung Utara pada tahun 2001 . Pada tahun 2007 penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 Sumber Jaya Lampung Barat, kemudian pada tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikan tingkat Sekolah Menengah Atas di SMA N 5 Bandar Lampung.

Pada tahun 2013, penulis diterima sebagai mahasiswi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Selama menempuh pendidikan sarjana penulis pernah menjadi Anggota Bidang Ekspedisi Himpunan Mahasiswa Biologi (Himbio) FMIPA Unila. Selanjutnya penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Biologi Umum Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Kultur Jaringan Tumbuhan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.

Penulis melaksanakan Kerja Praktik pada bulan Juli - September 2016 di Balai Pengawasan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPSB-TPH)

Provinsi Lampung dengan judul “**Uji Daya Berkecambah Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptan Poir.*) dengan Menggunakan Teknik yang Berbeda**”. Pada bulan Januari – Februari 2017 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Restu Baru, Kecamatan Rumbia, Lampung Tengah. Penulis melaksanakan penelitian pada bulan November 2016 – Januari 2017 di Ruang *in vitro*, Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung.

## PERSEMBAHAN

Segala puji hanya milik ALLAH SWT, yang telah memberikan segala kenikmatan, Shalawat serta salam terlimpah kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga karya ini dapat terselesaikan, :

Ayahanda (Ahmad Suryadi) dan Ibunda (Nelly Herliani) yang selalu memberikan semangat dukungan yang tiada henti, memberikan cinta dan kasih sayang serta doa yang tak putus-putusnya, selalu memberikan semangat dan mengajarkan untuk menjadi pribadi yang kuat

Kedua adik perempuanku yang selama ini membuat hari-hariku menjadi lebih berwarna dan terus memberi dukungan dan memotivasiku untuk terus berkarya

Para guru dan dosen yang telah medidik dan mengajariku hingga hari ini dengan dedikasi dan keikhlasanya

Almamaterku tercinta.

## **MOTO**

*Barang siapa bertaqwa kepada Allah maka Allah  
jadikan urusannya menjadi mudah*

(QS. Ath-Thalaq: 3)

*Tuntutlah ilmu tetapi tidak meninggalkan  
ibadah, dan kerjakanlah ibadah, tetapi tidak  
melupakan ilmu*

(Hasan al-Bashri)

## SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah serta nikmat-Nya yang tak terhitung sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Efek Kalium Terhadap Cekaman Kekeringan Planlet Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forssk.) Setelah Diinokulasi Mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) Secara *In Vitro*”**. Shalawat teriring salam semoga tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat serta umatnya di akhir zaman, Amin.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari perhatian, bimbingan, masukan, arahan dan nasehat dari berbagai pihak yang mendukung penulis dalam menyelesaikan studi, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada Ibu **Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.** selaku pembimbing I dan Ibu **Dra. Yulianty, M.Si.** selaku pembimbing II yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, memberikan arahan, saran, serta motivasi dalam membimbing penulis dalam penelitian hingga terselesainya skripsi ini.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Bambang Irawan, M.Sc. selaku Pembahas atas segala motivasi, dan saran kepada penulis hingga terselesainya skripsi ini.

2. Ibu Endang Linirin Widiastuti Ph.D. selaku Pembimbing Akademik atas segala perhatian, bimbingan dan motivasinya kepada penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Biologi.
3. Kepala Laboratorium Botani, Jurusan Biologi FMIPA Unila beserta seluruh staf teknisi yang telah memberikan izin, fasilitas, dan bantuannya selama penulis melakukan penelitian.
4. Ketua Jurusan Biologi , Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan Rektor Universitas Lampung atas semua fasilitas yang diberikan.
5. Bapak Ibu Dosen yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, terimakasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh studi di Jurusan Biologi.
6. Kedua orangtuaku tercinta Bapak Ahmad Suryadi dan Ibu Nelly Herliani yang telah memberikan kasih sayang, dan semangat serta nasihat yang luar biasa, doa yang tiada hentinya, dukungan moril dan materil sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
7. Adik-adikku Irma Novraini dan Zelda Nopalia Aisyah terimakasih atas semangat, dukungan serta doanya hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Woihku Dr. Husnul Bahri, M.Pd serta keluarga besar yang senantiasa membantu, mendukung, dan mendoakan keberhasilan penulis.
9. Diby Mikha Prasetyo yang selalu menemani dan membantu serta memeberikan semangat kepada penulis.
10. Rekan seperjuangan penelitian kultur jaringan angkatan 2013 (Sita, Mila, Ira, Adhe, Ariska, Siska, Ferza) dan kakak-kakak kultur jaringan 2012 (Kak

abdi, Mbak lu'lu, Mbak Aulia, Mbak Asri, dan Mbak jevica). Terimakasih untuk semua kerjasama, kebersamaan dan semangat selama menjalani penelitian.

11. Sahabat seperjuangan angkatan Biologi 2013 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas kebersamaan, dukungan serta doanya selama ini.
12. Kakak tingkat Biologi 2011,2012 adik-adik tingkat 2014, 2015,2016 dan seluruh Ballad HIMBIO yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih kebersamaan dan pembelajaran yang sangat berarti bagi penulis.
13. Keluarga besar KKN Desa Restu Baru Kecamatan Rumbia Lampung Tengah Ajeng, Ully, Yumas, Romi, Darwin, dan Aji terimakasih untuk kerjasama, kebersamaan dan pembelajaran selama ini.
14. Sahabat-sahabatku Feibriyani, Aradilla Irsalina, Shiwi Angelica, Elka Pranika, M.Adita ,Oki Carlos, Muhadi, terimakasih atas dukungannya kepada penulis.
15. Almamater Tercinta.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan ini, namun besar harapan semoga hasil tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua.

Bandar Lampung, Mei 2017

Penulis,

*Ellia Suryani*

## DAFTAR ISI

### Halaman

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>MOTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>SANWACANA .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang dan Masalah.....	1
B. Tujuan Penelitian .....	4
C. Manfaat Penelitian .....	4
D. Kerangka Pikir .....	5
E. Hipotesis .....	6

<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
A. Deskripsi Tanaman Kangkung .....	7
1. Morfologi.....	7
2. Perbedaan kangkung darat dan air.....	8
3. Klasifikasi .....	9
B. Cekaman Kekeringan .....	10
C. Mekanisme Ketahanan Tumbuhan Terhadap Cekaman Kekeringan .....	11
D. Unsur Kalium .....	12
E. Mikoriza .....	14
F. Biosintesis Klorofil .....	15
G. Karbohidrat .....	16
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
A. Waktu dan Tempat .....	18
B. Alat dan Bahan Penelitian .....	18
1. Alat-alat penelitian .....	18
2. Bahan-bahan penelitian .....	19
C. Rancangan Percobaan .....	19
D. Bagan Alir Penelitian .....	21
E. Pelaksanaan Penelitian .....	22
1. Persiapan Medium Seleksi .....	22
2. Inokulasi mikoriza ( <i>Rhizoctonia</i> sp) .....	22
3. Induksi Planlet dengan Kalium .....	23
F. Pengamatan .....	23
1. Persentase Jumlah Planlet Yang Hidup.....	23
2. Visualisasi Planlet .....	23
3. Analisis Kandungan Karbohidrat .....	24
4. Analisis Kandungan Klorofil .....	24
5. Pengukuran Berat Basah .....	25
G. Analisis Data .....	26
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
A. Persentase Jumlah Planlet hidup dan Visualisasi Planlet .....	27
B. Kandungan Klorofil a .....	31
C. Kandungan Klorofil b .....	34
D. Kandungan Klorofil total .....	37
E. Kandungan Karbohidrat.....	40
F. Berat Segar .....	42

<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>47</b>
A. Simpulan .....	47
B. Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Tata Letak Satuan Percobaan.....	20
2. Kode Perlakuan Satuan Percobaan .....	20
3. Persentase jumlah planlet Kangkung air hidup hasil inokulasi dan tanpa inokulasi <i>Rhizoctonia</i> dan Kalium dengan berbagai konsentrasi .....	28
4. Persentase Visualisasi planlet Kangkung Air hasil inokulasi dan tanpa inokulasi <i>Rhizoctonia</i> dan Kalium dengan berbagai konsentrasi .....	29
5. Rata-rata kandungan klorofil a planlet kangkung air.....	32
6. Rata-rata kandungan klorofil b planlet kangkung air.....	34
7. Rata-rata kandungan klorofil total planlet kangkung air .....	37
8. Rata-rata kandungan karbohidrat terlarut total planlet kangkung air .....	41
9. Rata-rata berat segar planlet kangkung air.....	43
10. Komposisi medium <i>Murashige</i> dan <i>skoog</i> (MS) .....	55
11. Jumlah planlet yang hidup dan visualisasi planlet per-minggu .....	56
12. Analisis ragam <i>two-factor</i> klorofil a .....	58
13. Analisis ragam <i>two-factor</i> klorofil b.....	59
14. Analisis ragam <i>two-factor</i> klorofil total.....	60
15. Analisis ragam <i>two-factor</i> kandungan karbohidrat terlarut total .....	61
16. Analisis ragam <i>two-factor</i> berat segar .....	62

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Morfologi kangkung air ( <i>I. aquatica</i> ) .....	8
2. Bagan Alir Penelitian .....	21
3. Planlet kangkung air setelah diberikan perlakuan selama 3 minggu .....	30
4. Kurva interaksi antara kalium dan mikoriza ( <i>Rhizoctonia</i> sp.) terhadap kandungan klorofil a planlet kangkung air .....	33
5. Kurva interaksi antara kalium dan mikoriza ( <i>Rhizoctonia</i> sp.) terhadap kandungan klorofil b planlet kangkung air .....	36
6. Kurva interaksi antara kalium dan mikoriza ( <i>Rhizoctonia</i> sp.) terhadap kandungan klorofil total planlet kangkung air .....	38
7. Kurva interaksi antara kalium dan mikoriza ( <i>Rhizoctonia</i> sp.) terhadap berat segar planlet kangkung air .....	45
8. Pembuatan medium <i>Murashige &amp; Skoog</i> (MS) .....	64
9. Pembuatan larutan isolat mikoriza ( <i>Rhizoctonia</i> sp.).....	64
10. Induksi kalium pada medium tanam .....	65
11. Penanaman planlet kangkung air secara <i>in vitro</i> .....	65
12. Planlet kangkung air pada medium perlakuan .....	66
13. Larutan klorofil .....	66
14. Larutan karbohidrat.....	67
15. Penimbangan berat segar .....	67

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak ditanam oleh petani dengan skala kecil maupun besar untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Pertumbuhan ekonomi masyarakat sangat ditentukan oleh upaya peningkatan produktivitas komoditas pertanian. Komoditas sayuran sangat penting dibudidayakan di Indonesia karena merupakan komoditas yang memiliki potensi unggul sebagai bahan makanan dalam memenuhi gizi masyarakat serta meningkatkan pendapatan masyarakat jika dilakukan melalui budaya dan teknik yang baik. Jenis tanaman kangkung ini semakin penting karena berkenaan pula dengan kecenderungan permintaan yang semakin tinggi seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia setiap tahunnya (Darwis dan Muslim, 2013).

Kebutuhan sayuran kangkung cenderung terus meningkat dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya gizi dan banyaknya rumah makan yang menyajikan sayur kangkung sebagai salah satu menu makan mereka. Produksi sayuran kangkung di Indonesia dapat mencapai 50.000 - 60.000 kg per ha

(Harjadi & Suketi, 1999). Lahan  $\frac{1}{4}$  ha yang ditanami kangkung dalam sekali tanam menghabiskan 5 kg benih kangkung namun menghasilkan produk yang masih kurang dibanding tanaman lainnya (Parni, 2012).

Kangkung air memerlukan banyak air untuk tumbuh. Kendala yang dihadapi dalam budidaya kangkung air yaitu pada musim kemarau. Musim ini menyebabkan adanya cekaman kekeringan yang mengakibatkan kekurangan unsur hara (Agrios, 2004). Kondisi kekeringan yang terjadi secara berkepanjangan berdampak pada putusnya pangkal batang akibat kerusakan pada akar yang berujung pada kematian (Tombe *et al.*, 2014).

Mekanisme adaptasi tanaman untuk mengatasi cekaman kekeringan adalah dengan respon kontrol transpirasi (Levitt, 1980; Neuman *et al.*, 1994). Pada mekanisme ini, terjadi sintesis dan akumulasi senyawa organik yang dapat menurunkan potensial osmotik sehingga menurunkan potensial air dalam sel tanpa membatasi fungsi enzim serta menjaga turgor sel (Wang *et al.*, 1995; Maestri *et al.*, 1995; Verslues *et al.*, 2006).

Kalium berfungsi untuk membantu fotosintesis tanaman, translokasi gula, mengaktifkan kerja enzim, dan mengatur tekanan potensial air dalam sel penjaga sehingga berpengaruh terhadap membuka dan menutupnya stomata (Ashari, 1995). Buckman dan Brandy (1992), menyatakan bahwa fungsi kalium dapat

meningkatkan sistem perakaran, menghalangi efek rebah tanaman, dan penting untuk perkembangan klorofil.

Aplikasi mikoriza pada tanaman merupakan salah satu upaya untuk mengatasi terhambatnya pertumbuhan karena cekaman kekeringan. Mikoriza merupakan bentuk simbiosis mutualisme antara jamur dan sistem akar tanaman tingkat tinggi. Prinsip kerja mikoriza adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitas dalam penyerapan hara (Rungkat, 2009).

Tirta (2006) meneliti pengaruh kalium dan mikoriza terhadap pertumbuhan bibit vanili (*Vanilla planifolia*) menunjukkan bahwa perlakuan mikoriza dan kalium berpengaruh nyata terhadap jumlah daun dan berat segar vanili dengan dosis mikoriza tertinggi. Puja (2001), menyatakan perlakuan kalium berpengaruh nyata terhadap berat jerami padi kering, berat gabah berisi kering, dan berat gabah hampa kering.

Sejauh ini belum pernah dilakukan penelitian untuk mendapatkan planlet kangkung air (*I. aquatica*) yang tahan terhadap cekaman kekeringan secara *In Vitro*. Planlet kangkung yang mampu tumbuh dalam medium yang telah diinokulasi dengan mikoriza nantinya apabila diregenerasikan diharapkan dapat menghasilkan tanaman kangkung air yang tahan terhadap cekaman kekeringan,

dengan demikian dapat meningkatkan kembali kualitas dan produksi tanaman kangkung air di Indonesia.

## **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui efek kalium dalam ketahanan planlet kangkung air (*Ipomoea aquatic* Forssk.) terhadap cekaman kekeringan setelah diinokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) secara *in vitro*.
2. Mengetahui karakter ekspresi planlet kangkung air yang tahan terhadap cekaman kekeringan setelah diinduksi kalium dan diinokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) secara *in vitro*.
3. Mengetahui interaksi antara kalium dengan mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) terhadap cekaman kekeringan planlet kangkung air secara *in vitro*

## **C. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang pengaruh inokulasi kalium dan mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) terhadap ketahanan planlet kangkung air pada kondisi stres kekeringan secara *in vitro*. Secara ilmiah diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam ilmu pengetahuan terutama di bidang pemuliaan dan ilmu terapan yang terkait.

#### **D. Kerangka Pemikiran**

Tanaman kangkung semakin penting karena kecenderungan permintaan yang semakin tinggi seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia.

Kendala yang dihadapi dalam budidaya kangkung yaitu pada musim kemarau.

Musim ini mengakibatkan adanya cekaman kekeringan yang menjadi penyebab penyakit abiotik seperti kekurangan unsur hara.

Kalium diketahui menguntungkan bagi tanaman karena berfungsi untuk membantu mengatur tekanan potensial air dalam sel penjaga sehingga berpengaruh terhadap membuka dan menutup stomata. Prinsip kerja mikoriza adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza tersebut akan mampu meningkatkan kapasitas dalam penyerapan hara

Setelah didapatkan planlet yang mampu tumbuh di medium yang telah diinokulasi mikoriza maupun tidak diinokulasi mikoriza dilakukan karakterisasi dengan menganalisis kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total, kandungan karbohidrat terlarut total, dan berat segar.

## E. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Adanya ketahanan kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forssk.) terhadap cekaman kekeringan setelah diinduksi kalium dan inokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp) secara *in vitro*.
2. Terdapat karakter ekspresi planlet kangkung air yang tahan cekaman berupa peningkatan kandungan karbohidrat terlarut total, kandungan klorofil dan berat berat basah yang telah diinduksi kalium dan dinokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp).
3. Adanya interaksi antara kalium dengan mikoriza (*Rhizoctonia* sp) terhadap cekaman kekeringan planlet kangkung air secara *in vitro*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Deskripsi Tanaman kangkung

#### 1. Morfologi

Kangkung merupakan tanaman yang dapat tumbuh lebih dari satu tahun.

Tanaman kangkung memiliki sistem perakaran tunggang dan cabang-cabang akar menyebar ke semua arah, dapat menembus tanah sampai kedalaman 60 hingga 100 cm, dan melebar secara mendatar pada radius 150 cm atau lebih, terutama pada jenis kangkung air (Djuariah, 2007).

Kangkung memiliki tangkai daun melekat pada buku-buku batang dan di ketiak daunnya terdapat mata tunas yang dapat tumbuh menjadi percabangan baru. Bentuk daun umumnya runcing ataupun tumpul, permukaan daun sebelah atas berwarna hijau tua, dan permukaan daun bagian bawah berwarna hijau muda. Selama fase pertumbuhannya tanaman kangkung dapat berbunga, berbuah, dan berbiji terutama jenis kangkung darat. Bentuk bunga kangkung umumnya berbentuk terompet dan daun mahkota bunga berwarna putih atau merah lembayung (Ashari 1995).

Batang kangkung bulat dan berlubang, berbuku-buku, banyak mengandung air (*herbaceous*) dari buku-bukunya mudah sekali keluar akar. Memiliki percabangan yang banyak dan setelah tumbuh lama batangnya akan menjalar (Djuariah, 2007).

Buah kangkung berbentuk bulat telur yang didalamnya berisi tiga butir biji. Bentuk buah kangkung seperti melekat dengan bijinya. Warna buah hitam jika sudah tua dan hijau ketika muda. Buah kangkung berukuran kecil sekitar 10 mm, dan umur buah kangkung tidak lama. Bentuk biji kangkung bersegi-segi atau tegak bulat. Berwarna coklat atau kehitam-hitaman, dan termasuk biji berkeping dua (Ashari 1995).



Sumber: Anonymous (2016)

## 2. Perbedaan Kangkung Darat dan Kangkung Air

Berdasarkan tempat hidupnya, tanaman kangkung dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kangkung darat (*Ipomoea reptans*) dan kangkung air (*Ipomoea aquatica*).

Perbedaan antara kangkung air dan kangkung darat sebagai berikut.

a. Warna bunga

Kangkung air berwarna putih kemerah-merahan, sedangkan kangkung darat berwarna putih bersih.

b. Bentuk daun dan batang

Kangkung air berbatang dan berdaun lebar besar daripada kangkung darat. Warna batangnya berbeda, kangkung air berbatang hijau sedangkan kangkung darat putih kehijau-hijauan.

c. Kangkung darat lebih banyak berbiji daripada kangkung air.

(Saparinto, 2013).

### 3. Klasifikasi

Klasifikasi dari Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam sistem klasifikasi

Cronquist (1981) adalah:

Divisi : Magnoliophyta

Subdivisi : Spermatophyta

Kelas : Magnoliopsida

Anak kelas : Asteridae

Bangsa : Solanales

Suku : Convolvulaceae

Marga : *Ipomoea*

Jenis : *Ipomoea aquatica* Forssk.

## B. Cekaman Kekeringan

Menurut Purwanto dan Agustono (2010) cekaman kekeringan adalah kondisi minimnya kadar air tanah yang berpengaruh terhadap kondisi tanaman, sedangkan untuk melangsungkan siklus hidupnya setiap tanaman membutuhkan air. Apabila sumber air terbatas maka akan berdampak pada berkurangnya hasil panen tanaman budidaya (Gardner *et al.*,1991).

Tanaman memperoleh air melalui penyerapan pada akar. Penyerapan pada akar terjadi dengan adanya kandungan air yang terikat dalam tanah serta kemampuan akar itu sendiri untuk menyerap (Jumin, 1992). Perubahan iklim berupa kemarau berkepanjangan akibat *global warming* dapat menurunkan ketersediaan air tanah. Hal ini menyebabkan minimnya kadar air yang terkandung di dalam tanah (Nio Song dan Lenak., 2014). Kondisi air yang minim juga dapat berpengaruh pada sifat kimia dan fisika tanah seperti pH, kandungan fosfor, nitrogen, kalium serta bahan organik lainnya sedangkan bahan-bahan tersebut merupakan nutrisi yang dibutuhkan bagi tanaman untuk proses metabolisme (Dhlilion & Friese, 1997).

Minimnya air akan mengakibatkan menutupnya stomata karena turgor yang menurun pada sel daun sehingga menyebabkan menurunnya fotosintesis (Karti, 2004). Kondisi kekeringan ini mengganggu aktivitas fisiologis dan morfologis, dan jika terjadi secara terus menerus akan menyebabkan perubahan secara irreversibel (tidak dapat kembali lagi) dan menyebabkan kematian.

### C. Mekanisme Ketahanan Tumbuhan Terhadap Cekaman Kekeringan

Cekaman kekeringan menjadi faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Farooq *et al.*, 2009). Tumbuhan yang mengalami kekeringan akan menutup stomata pada daunnya. Stomata dapat menutup karena adanya penimbunan *abscisic acid* (ABA) yang merangsang stomata untuk menutup (Gardner *et al.*, 1991). Hal tersebut mengakibatkan CO<sub>2</sub> tidak dapat masuk melalui stomata dan menurunkan proses fotosintesis. Dampak lain yang terjadi dalam tumbuhan yaitu terhambatnya sintesis protein dan dinding sel (Salisbury and Ross, 1995). Selain menghambat fotosintesis dan integritas dinding sel, cekaman kekeringan ini berdampak pada semua aspek pertumbuhan dan metabolisme tumbuhan. Hal lain yang juga terpengaruh yaitu kandungan pigmen dan keseimbangan osmotik dalam tumbuhan (Anjum *et al.*, 2011).

Proses adaptasi yang terjadi dalam tumbuhan akibat cekaman kekeringan ini berbeda satu sama lain tergantung tahap-tahap yang ada dalam perkembangan tumbuhan itu sendiri (Anjum *et al.*, 2011). Mekanisme adaptasi terhadap kekeringan dapat dilakukan oleh tumbuhan dengan cara menggulung daun yang dilakukan oleh tumbuhan monokotil dengan tujuan untuk menurunkan laju evaporasi. Proses ini berlangsung dengan adanya sel kipas yang mana ketika kekurangan air maka jumlah dan ukuran sel kipas meningkat sehingga daun dapat menggulung (Nio Song dan Lenak, 2014).

Bentuk mekanisme adaptasi lain dalam ketahanan tanaman adalah dengan mempertahankan status air dalam jaringan sehingga tanaman tetap dapat melangsungkan metabolismenya pada kondisi status air yang rendah serta memiliki sifat toleran (*drought tolerance*) (Levitt, 1980).

Bentuk adaptasi sebagai respon terhadap kekeringan ini dapat berupa perubahan pertumbuhan seperti penurunan pertumbuhan batang dan daun. Selain adanya perubahan pertumbuhan juga terjadi perubahan secara biokimia seperti adanya akumulasi senyawa organik yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan osmotik dalam tubuh tumbuhan (Arve *et al.*, 2011). Salah satu contoh senyawa organik yang sering terakumulasi adalah senyawa prolin (Farooq *et al.*, 2009). Selain prolin ada beberapa senyawa lain yang berperan dalam penyesuaian osmotikal sel antara lain gula osmotik dan protein dehidrin (Wang *et al.*, 1995).

#### **D. Unsur Kalium (K)**

Kalium merupakan unsur hara ketiga setelah nitrogen dan fosfor yang diserap tanaman dalam bentuk ion  $K^+$ . Ketersediaan kalium di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu tipe koloid tanah, suhu, pH tanah dan pelapukan. Hubungan antara pH tanah dengan jumlah kalium adalah berlawanan. Ini dimaksud bahwa fiksasi kalium terjadi pada pH tanah tinggi, sehingga pada pH tanah tersebut kalium dapat dipertukarkan menjadi rendah. Ini dapat disebabkan dengan menambah pH tanah atau menambah kalsium menyebabkan kompleks adsorpsi jenuh dengan kalsium. Kalium akan lebih banyak diikat karena

kalsium akan berikatan dengan Cl, jika pupuk yang diberikan KCl, sehingga K-dd akan berkurang dalam tanah. Sebaliknya pada pH rendah K-dd cukup tinggi karena fiksasi kalium relatif rendah. Dikarenakan adanya *montmorilonit* yang membebaskan aluminium dari kisinya, sehingga menyebabkan ruang antar lapisan akan merekah yang memungkinkan kalium bebas keluar masuk (Nyakpa, dkk, 1988).

Fungsi utama kalium sangat vital dalam proses fotosintesis. Apabila K defisiensi maka proses fotosintesis akan turun, tetapi respirasi tanaman akan meningkat. Kejadian ini akan menyebabkan banyak karbohidrat yang ada dalam jaringan tanaman tersebut digunakan untuk mendapatkan energi untuk aktifitasnya sehingga pembentukan bagian-bagian tanaman akan berkurang sehingga pertumbuhan dan produksi tanaman berkurang. Fungsi kalium yang lainnya adalah esensial dalam sintesis protein, penting dalam pemecahan karbohidrat yaitu dalam proses pemberian energi bagi tanaman, membantu dalam kesetimbangan ion tanaman, penting dalam translokasi logam berat seperti Fe, membantu dalam ketahanan terhadap penyakit dan iklim yang tidak menguntungkan, penting dalam pembentukan buah, terlibat aktif dalam lebih dari 60 sistem enzim yang mengatur reaksi-reaksi kecepatan pertumbuhan tanaman, dan berpengaruh dalam efisiensi penggunaan air (Winarso, 2005).

## E. Mikoriza

Mikoriza merupakan suatu bentuk simbiosis mutualistik antara jamur dan akar tanaman (Brundrett, 1991). Hampir pada semua jenis tanaman terdapat bentuk simbiosis ini. Umumnya mikoriza dibedakan dalam tiga kelompok, yaitu: endomikoriza atau Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada jenis tanaman pertanian, ektomikoriza (pada jenis tanaman kehutanan), dan ektoendomikoriza (Harley and Smith, 1983 *dalam* Dewi, 2007). Peranan FMA dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman telah banyak dilaporkan dan dari hasil penelitian belakangan ini banyak laporan yang memuat aplikasi dan usaha produksi inokulan FMA yang diusahakan secara komersil (Dewi, 2007).

Tanaman yang mempunyai mikoriza cenderung lebih tahan terhadap kekeringan dibandingkan dengan tanaman yang tidak mempunyai mikoriza. Rusaknya jaringan kortek akibat kekeringan dan matinya akar tidak permanen pengaruhnya pada akar yang bermikoriza. Setelah periode kekurangan air, akar yang bermikoriza akan cepat kembali normal. Hal ini disebabkan karena hifa jamur mampu menyerap air yang ada pada pori-pori tanah saat akar tanaman tidak mampu lagi menyerap air. Penyerapan hifa yang sangat luas di dalam tanah menyebabkan jumlah air yang diambil akan meningkat (Dewi, 2007).

*Rhizoctonia* merupakan jamur mikoriza yang bersimbiosis dengan anggrek sehingga disebut juga dengan jamur mikoriza anggrekan. Sebutan mikoriza anggrekan diberikan untuk jamur mikoriza yang ada pada tanaman anggrek. Baik

kecambah anggrek maupun anggrek dewasa (Fitriana, 2007). Beberapa spesies genus *Rhizoctonia* memiliki sifat sebagai simbiosis mutualisme atau sebagai patogen. Hal yang menjadi dasar dalam pengelompokan yaitu warna dan morfologi koloni, jumlah sel inti hifa, karakteristik pertumbuhan dan patogenesis pada inang (Ogoshi *et al.*, 1979). Dilihat dari jumlah sel inti *Rhizoctonia* dapat dibagi menjadi tiga kelompok antara lain uninukleat, binukleat, dan multinukleat (Sneh *et al.*, 1991)

#### **F. Biosintesis Klorofil**

Klorofil merupakan pigmen hijau yang berperan dalam proses fotosintesis. Klorofil terletak di dalam kloroplas, kloroplas berasal dari proplastida atau plastid yang masih belum dewasa, berukuran kecil dan hampir tidak berwarna. Kloroplas terdapat dalam jaringan parenkim atau spons dan parenkim palisade daun tanaman tingkat tinggi (Salisbury dan Ross, 1991). Klorofil yaitu molekul kompleks yang fungsi utamanya adalah menyerap cahaya, mentransfer energi serta elektron dalam proses fotosintesis (Taiz dan Zeiger, 1998).

Menurut Dwidjoseputro (1980) ada 2 macam klorofil, yaitu :

- a). Klorofil a dengan rumus molekul  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$  dan berwarna hijau tua. Klorofil a berperan sebagai penyusun pusat reaksi yang akan menerima energi cahaya matahari yang diserap oleh pigmen antena. Klorofil a bertindak dalam pengkonversian energi radiasi menjadi energi kimia.

b). Klorofil b dengan rumus molekul  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$  dan berwarna hijau muda. Klorofil berperan dalam memperluas kisaran cahaya yang dipergunakan oleh tumbuhan. Klorofil b meneruskan energi cahaya yang diserap ke klorofil dan kemudian menyiapkan energi untuk kegiatan reaksi terang (Dwidjoseputro, 1983).

Klorofil memiliki keterkaitan terhadap cekaman kekeringan sebagai respon fisiologi suatu tumbuhan. Apabila terdapat pengaruh kekeringan maka konsentrasi daun klorofil akan menurun disebabkan terhambatnya penyerapan zat dalam unsur hara yang penting dalam sintesis klorofil misalnya magnesium dan nitrogen (Nio Song dan Banyo, 2011). Menurut Fitter dan Hay (1994) kekurangan air akan mempengaruhi reaksi-reaksi biokimia dalam proses fotosintesis, yang berdampak pada menurunnya laju fotosintesis

## **G. Karbohidrat**

Karbohidrat merupakan senyawa yang mengandung unsur C, H, dan O yang terdapat pada tumbuhan hingga 75%. Rumus senyawa kimia karbohidrat yaitu  $C_n(H_2O)_n$  atau  $C_nH_{2n}O_n$  (Wiratmaja, 2011).

Karbohidrat terdapat berbagai macam diantaranya sukrosa, glukosa dan fruktan. Kandungan karbohidrat terlarut total tepat digunakan dalam analisis terhadap cekaman kekeringan. Kandungan karbohidrat berperan dalam mengatur tekanan

osmotik pada cekaman kekeringan yang dapat dilihat dari batang tumbuhan karena batang merupakan organ yang banyak mengandung konsentrasi gula dan menunjukkan karakterisasi perubahan genotip pada kondisi tercekam. Selain pada batang kandungan karbohidrat juga dapat dijumpai pada akar dan daun, perubahan karbohidrat terlarut total berpengaruh secara langsung terhadap respon fisiologis seperti fotosintesis dan respirasi (Kerepesi dan Galiba, 2000).

Kandungan karbohidrat merupakan parameter yang digunakan dalam analisis dasar biosains. Dalam analisis kandungan karbohidrat terdapat berbagai metode. Metode yang mudah dan akurat dalam pengukuran gula murni pada oligosakarida, proteoglikan, glikoprotein dan glikolipid adalah metode fenol-sulfur. Adanya kandungan karbohidrat terlarut membantu tumbuhan dalam mempertahankan kehidupan pada kondisi cekaman (Masuko *et al.*, 2005).

Ketika mengalami cekaman kekeringan hasil fotosintesis mengalami penurunan, saat hasil produksi tidak lagi mencukupi maka pemecahan molekul karbohidrat terlarut dapat digunakan untuk mempertahankan proses metabolisme (Zang *et al.*, 2010). Menurut Mafakheri *et al.*, (2010) tanaman yang mengalami kondisi cekaman kekeringan akan meningkatkan kandungan karbohidrat terlarut total.

### III. METODE KERJA

#### A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan November 2016 sampai dengan bulan Januari 2017 di Laboratorium Botani (ruang penelitian *in vitro*), Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

#### B. Alat dan Bahan

##### 1. Alat –alat

Alat –alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah *aluminium foil*, *autoklaf*, *Laminar Air Flow Cabinet (LAF)* merk ESCO, pinset, scalpel, mata pisau scalpel, kertas filter, Erlenmeyer, Cawan Petri berdiameter 10 cm, corong, botol kultur 250 ml, gelas ukur bervolume 100 ml dan 500 ml, kertas label, mikropipet, pipet tip, tabung reaksi, rak tabung reaksi, timbangan analitik, tisu, *waterbatt*, dan mikroskop.

Alat-alat yang dipergunakan untuk analisis kandungan karbohidrat dan klorofil: gunting, timbangan analitik, mikropipet, spektrofotometer, pisau silet, kuvet, alat-alat gelas (pipet ukur, gelas ukur, pipet Pasteur, tabung reaksi), mortar dan penumbuk, rak tabung reaksi, kertas pH, corong.

## 2. Bahan-bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah benih kangkung, air steril, alkohol 70 %, akuades, PPM, *Benzine Amino Purine* (BAP), *Indole-3-Acetic Acid* (IAA), PPM, sukrosa, agar, kalium ( $KNO_3$ ), Asam Chlorida (HCL), Kalium Hidroksida (KOH), serta bahan kimia medium *Murashige & Skoog* (MS) padat yang komposisinya disajikan dalam Lampiran 1.

Bahan yang digunakan untuk analisis klorofil a,b dan total yaitu alkohol, pada analisis karbohidrat terlarut total bahan yang digunakan yaitu Fenol dan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ), serta bahan kimia medium *Murashige & Skoog* (MS) padat yang komposisinya disajikan dalam Lampiran 1.

### C. Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian ini disusun dengan pola dasar Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan 2 faktor yaitu inokulasi mikoriza dengan 2 taraf [  $V_0$  (Tidak diinokulasi *Rhizoctonia* sp) dan  $V_1$  (Diinokulasi dengan *Rhizoctonia* sp)] dan konsentrasi kalium dengan 3 taraf konsentrasi yaitu 0 % ( $K_0$ ), 0,10% ( $K_1$ ), 0,20 % ( $K_2$ ). Masing-masing konsentrasi dilakukan 4 kali ulangan dan setiap ulangan terdiri dari 3 planlet kangkung dalam setiap botol kultur. Tata letak satuan percobaan seleksi planlet kangkung air (*Ipomoea aquatica*) secara *in vitro* disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tata letak satuan percobaan

V <sub>0</sub> K <sub>1</sub> U <sub>4</sub>	V <sub>1</sub> K <sub>0</sub> U <sub>2</sub>	V <sub>0</sub> K <sub>2</sub> U <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> V <sub>1</sub> U <sub>1</sub>	V <sub>1</sub> V <sub>1</sub> U <sub>3</sub>	V <sub>0</sub> K <sub>2</sub> U <sub>3</sub>	V <sub>1</sub> K <sub>0</sub> U <sub>1</sub>	V <sub>0</sub> K <sub>2</sub> U <sub>4</sub>
V <sub>0</sub> K <sub>0</sub> U <sub>4</sub>	V <sub>1</sub> K <sub>2</sub> U <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> K <sub>0</sub> U <sub>3</sub>	V <sub>0</sub> K <sub>0</sub> U <sub>2</sub>	V <sub>0</sub> K <sub>2</sub> U <sub>1</sub>	V <sub>1</sub> K <sub>2</sub> U <sub>4</sub>	V <sub>1</sub> K <sub>0</sub> U <sub>4</sub>	V <sub>1</sub> V <sub>1</sub> U <sub>2</sub>
V <sub>0</sub> K <sub>0</sub> U <sub>1</sub>	V <sub>0</sub> K <sub>1</sub> U <sub>3</sub>	V <sub>1</sub> K <sub>2</sub> U <sub>3</sub>	V <sub>1</sub> V <sub>1</sub> U <sub>4</sub>	V <sub>0</sub> K <sub>1</sub> U <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> K <sub>2</sub> U <sub>1</sub>	V <sub>0</sub> K <sub>0</sub> U <sub>3</sub>	V <sub>0</sub> K <sub>1</sub> U <sub>1</sub>

**Keterangan :**

V<sub>0</sub> = Tidak diinokulasi *Rhizoctonia* sp  
V<sub>1</sub> = Diinokulasi dengan *Rhizoctonia* sp  
K<sub>0</sub> = Kalium konsentrasi 0 %  
K<sub>1</sub> = Kalium konsentrasi 0,10 %  
K<sub>2</sub> = Kalium konsentrasi 0,20 %  
U<sub>1</sub> = Ulangan 1  
U<sub>2</sub> = Ulangan 2  
U<sub>3</sub> = Ulangan 3  
U<sub>4</sub> = Ulangan 4

Tabel 2. Kode perlakuan satuan percobaan

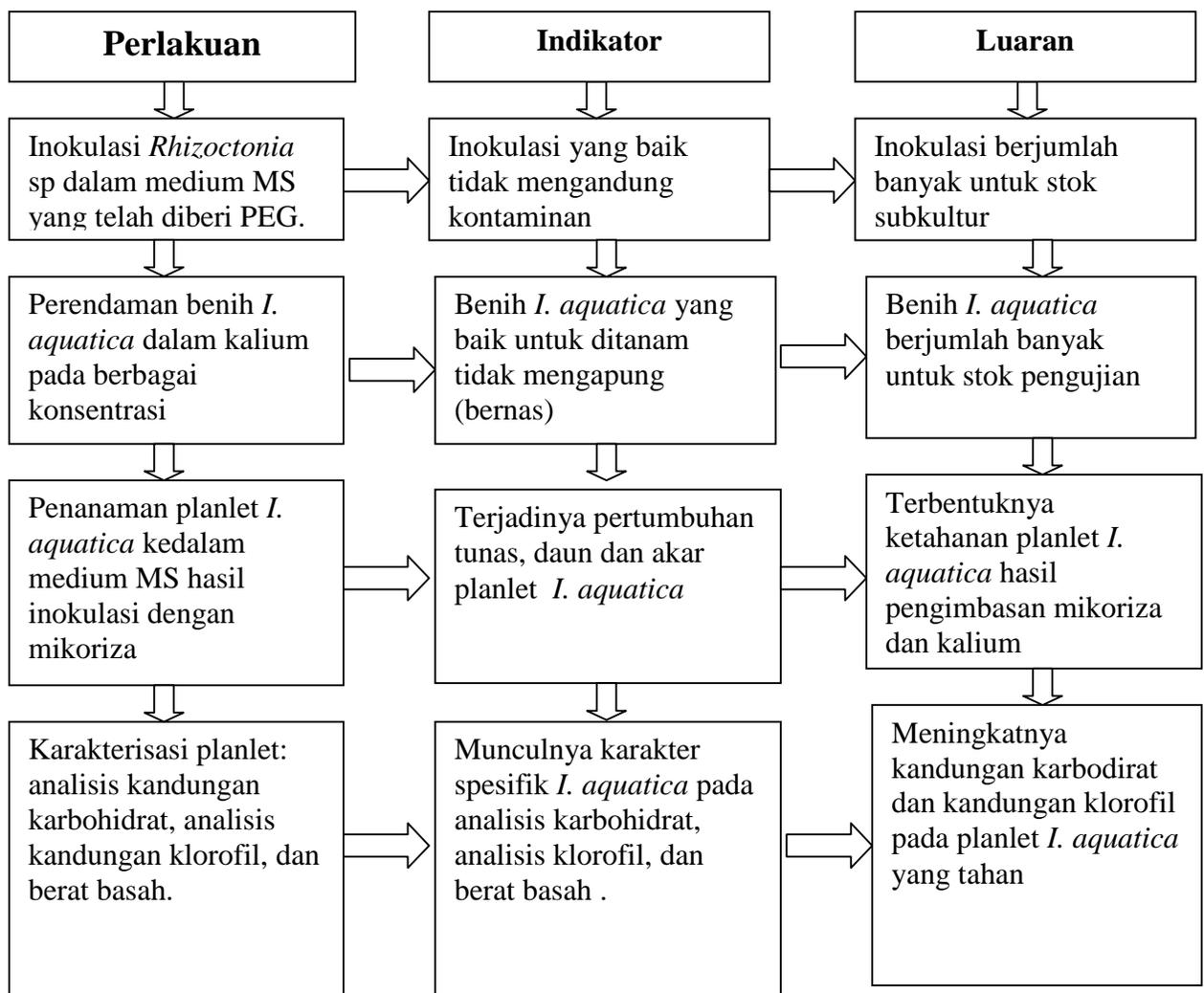
Kode perlakuan	Perlakuan inokulasi	Taraf konsentrasi kalium
V <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	Tidak diinokulasi <i>Rhizoctonia</i> sp	0 %
V <sub>0</sub> K <sub>1</sub>	Tidak diinokulasi <i>Rhizoctonia</i> sp	0,10 %
V <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	Tidak diinokulasi <i>Rhizoctonia</i> sp	0,20 %
V <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	Diinokulasi <i>Rhizoctonia</i> sp	0 %
V <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	Diinokulasi <i>Rhizoctonia</i> sp	0,10 %
V <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	Diinokulasi <i>Rhizoctonia</i> sp	0,20 %

**Keterangan :**

V<sub>0</sub> = Tidak diinokulasi *Rhizoctonia* sp  
V<sub>1</sub> = Diinokulasi dengan *Rhizoctonia* sp  
K<sub>0</sub> = Kalium konsentrasi 0 %  
K<sub>1</sub> = Kalium konsentrasi 0,10 %  
K<sub>2</sub> = Kalium konsentrasi 0,20 %

#### D. Bagan Alir Penelitian

Penelitian terdiri dari beberapa tahap, yaitu : 1) penentuan kisaran konsentrasi kalium untuk perendaman planlet kangkung sebelum penanaman dalam medium, 2) penanaman planlet kangkung kedalam medium MS yang sudah diinokulasi dengan *Rhizoctonia* sp, dan yang tidak diinokulasi dengan *Rhizoctonia* sp, 3) Analisis karakter ekspresi yang spesifik pada planlet kangkung resisten cekaman kekeringan meliputi analisis kandungan klorofil, kandungan karbohidrat terlarut total serta berat basah. Tahap penelitian disajikan dalam bentuk bagan alir seperti tercantum pada Gambar 1.



Gambar 3. Bagan Alir penelitian

## E. Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi beberapa langkah sebagai berikut.

### 1. Persiapan medium seleksi

Medium yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Murashige & Skoog* (MS) padat. Pembuatan medium tanam MS sebanyak 1 liter adalah dengan cara memipet sejumlah larutan stok, kemudian dimasukkan kedalam labu takar 1 liter. Aquades ditambahkan sampai tanda (1 liter) dan pH diatur sampai 5,5. Untuk mendapatkan pH 5,5 dilakukan penambahan KOH 1 N dan HCL 1 N. Larutan tersebut kemudian dipindahkan kedalam wadah yang lebih besar kemudian ditambahkan agar-agar sebanyak 7 g/l, sukrosa 30 g/l, dan PPM 0,5 ml/l. Larutan medium dipanaskan untuk melarutkan agar-agar (sambil diaduk) sampai mendidih. Penambahan ZPT dilakukan setelah larutan medium diangkat, kemudian dituangkan kedalam botol kultur sebanyak 20 ml/botol. Sterilisasi medium dengan menggunakan autoklaf dengan tekanan 17,5 psi, 121 °C selama 15 menit. Setelah itu ditambahkan larutan *Poly Ethylene Glycol* (PEG) 6000 pada masing-masing botol kultur sebagai pencekam kekeringan pada media tanam planlet kangkung air (*Ipomoea aquatica*).

### 2. Inokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp)

Inokulasi (*Rhizoctonia* sp) dilakukan secara langsung pada medium tanaman kangkung air secara *in vitro* dengan menambahkan larutan isolat mikoriza

(*Rhizoctonia* sp) yang dimasukkan pada medium *Murashige & Skoog* (MS) sebanyak 0,1 ml dan diinkubasi pada suhu kamar selama 72 jam.

### 3. Induksi Planlet dengan Kalium

Kalium dilarutkan terlebih dahulu dengan aquades pada konsentrasi tertentu disaring menggunakan *syringe filter*. Penyaringan dilakukan dalam ruangan steril dalam *Laminar Air Flow* Cabinet (LAF). Kemudian kalium diencerkan dengan 3 konsentrasi yaitu 0 %, 0,10% , dan 0,20 % dan selanjutnya dilakukan perendaman planlet kangkung selama 24 jam (Mooduto, 2013).

## F. Pengamatan

### 1. Persentase jumlah planlet yang hidup

Rumus yang digunakan untuk menghitung jumlah planlet kangkung yang hidup yaitu :

$$\frac{\text{jumlah planlet hidup}}{\text{jumlah seluruh planlet}} \times 100 \% \quad (\text{Nurchayani } et al., 2014)$$

### 2. Visualisasi Planlet

Meliputi warna tunas yang terbentuk dengan klasifikasi sebagai berikut :  
hijau, hijau dengan bagian tertentu berwarna coklat, dan coklat  
(Nurchayani *et al.*, 2014)

### 3. Analisis Kandungan karbohidrat terlarut total

Analisis kandungan karbohidrat terlarut total dilakukan dengan metode fenol-sulfur (Dubois, 1956). Planlet kangkung air diambil dan ditimbang sebanyak 0,1 gram, ditumbuk dengan mortar lalu diberi 10 ml akuades, disaring dengan kertas saring *Whatman* no. 1 lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi.

Filtrat diambil sebanyak 1 ml dan ditambahkan 1 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, kemudian ditambahkan fenol sebanyak 2 ml, filtrat dimasukkan kedalam kuvet dan dibaca pada panjang gelombang 490 nm.

Kandungan karbohidrat terlarut total dihitung dengan cara membuat larutan standar glukosa yang terdiri dari beberapa konsentrasi kemudian diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm.

Hasil absorbansi larutan standar dibuat persamaan regresi linier sehingga diperoleh persamaan:  $Y = ax + b$ . Nilai absorbansi sampel selanjutnya dimasukkan sebagai nilai Y sehingga didapatkan nilai x ( $\mu$ /mol).

### 4. Analisis Kandungan Klorofil

Bahan untuk analisis kandungan klorofil menggunakan daun planlet kangkung air dengan menggunakan metode Miazek (2002) dengan spektrofotometer. Adapun cara kerjanya sebagai berikut. Daun planlet kangkung air dihilangkan tulang daunnya sebanyak 0,1 g, kemudian digerus dengan mortar dan ditambahkan dengan 10 ml alkohol 95%. Setelah itu

larutan disaring dengan kertas *Whatmann* no.1, dan dimasukkan ke dalam flakon serta ditutup rapat. Larutan sampel dan larutan standar (alkohol 95%) di ambil sebanyak 1 ml, kemudian dimasukkan dalam kuvet. Setelah itu dilakukan pembacaan serapan dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 648 nm, dengan ulangan tiap sampel sebanyak 4 kali.

Kandungan klorofil dinyatakan dalam satuan miligram (mg) jaringan yang diekstraksi dan dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Chl a} = 13.36. \lambda_{664} - 5.19. \lambda_{648} (\text{V/W} \times 1000)$$

$$\text{Chl b} = 27.43. \lambda_{648} - 8.12. \lambda_{644} (\text{V/W} \times 1000)$$

$$\text{Chl total} = 5,42 \lambda_{664} + 22,24 \lambda_{648} (\text{V/W} \times 1000)$$

**Keterangan :**

Chl a = Klorofil a

Chl b = Klorofil b

Chl total = Klorofil total

V = Volume alkohol

W = Berat daun planlet kangkung air yang diekstrak (Miazek, 2002).

## 5. Pengukuran Berat Basah

Pengukuran berat basah tanaman dilakukan mulai dari minggu ke-1 (7 hari setelah tanam) sampai minggu ke-4 (28 hari setelah tanam) (Handayani dan Agustrina, 2010). Seluruh bagian tanaman kangkung yang akan diukur berat basahnya dicabut dan dibersihkan kemudian ditimbang.

## **G. Analisis Data**

Data yang diperoleh dari pertumbuhan planlet kangkung berupa data kualitatif, dan kuantitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif komparatif dan didukung foto. Data kuantitatif yang diperoleh dari setiap parameter dihomogenkan dengan menggunakan uji Bartlett kemudian dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf nyata 5% dan uji lanjut dengan BNT pada taraf nyata 5%.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini meliputi:

1. Pemberian induksi kalium taraf konsentrasi 0,20% dan inokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) pada planlet kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forssk.) menunjukkan adanya planlet yang tahan terhadap cekaman kekeringan.
2. Karakter ekspresi planlet kangkung air setelah diinduksi kalium dan inokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) berupa peningkatan kandungan klorofil a, b, dan total, kandungan karbohidrat terlarut total serta berat segar.
3. Pemberian kalium 0,20% dengan inokulasi mikoriza (*Rhizoctonia* sp.) merupakan perlakuan yang terbaik dalam meningkatkan kandungan klorofil a,b dan total serta berat segar .

### B. Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menganalisis karakter yang lain seperti kandungan prolin, indeks stomata, gula pereduksi dan juga analisis molekular.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2004. *Plant Pathology*. 4th ed. Academic Press. New York
- Agrios, N. G. 2005. *Plant Pathology- Fifth Edition*. Departemen of Plant Pathology. University of Florida. United States of America.
- Anjum, S.A., X.Y. Xie., L.C. Wang., M.F. Salem., C. Man., & W. Lei. 2011. *Morphological, physiological, and Biochemical Responses Of Plants to Drought Stress*. *African J. of Agric. Res.* 6(9): 2026-20203
- Arief W.R. 2012. Respon Penambahan Pupuk Kalium Terhadap Mutu Gabah dan Beras Padi Hibrida Varietas Hipa-8. Prosiding Seminar Nasional.
- Arve, L.E., S. Torre., J.E. Olsen., & K.K. Tanino. 2011. *Stomatal Responses to Drought Stress and Air Humidity, Abiotic Stress in Plants - Mechanisms and Adaptations*, Arun Shanker and B. Venkateswarlu (Ed.), ISBN: 978-953-307-394-1, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/abiotic-stress-in-plants-mechanisms-and-adaptations/stomatal-responses-to-drought-stress-and-air-humidity>.
- Asandhi, A. A., N. Nurtika, dan N. Sumarni. 2005. Optimasi Pupuk dalam Usaha Tani LEISA Bawang merah di Dataran Rendah. *Jurnal Penelitian UNIB* 15 (3): 199 - 207.
- Ashari, S., 1995. *Hortikultura Aspek Budidaya*. UI Press, Jakarta.
- Banyo Y.E, N.S. Ai, P. Siahaan, dan A.M. Tangapo. 2013. Konsentrasi Klorofil Daun Padi Pada Saat Kekurangan Air yang Diinduksi dengan Polietilen Glikol. *Jurnal Ilmiah Sains Vol. 13 No. 1*
- Brundrett MC. 1991. Mycorrhizal in natural ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* 21 : 171-313.
- Buckman, H.O. dan N.C. Brandy. 1992. *Ilmu Tanah*. Brata Karya Aksara. Jakarta.
- Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York.
- Darwis, V. dan Muslim. 2013. *Keragaman Dan Titik Impas Usaha Tani Aneka Sayuran Pada Lahan Sawah Di Kabupaten Karawang, Jawa Barat*. SEPA :

- Dewi, R.I. 2007. *Makalah Peran, Prospek dan Kendala dalam Pemanfaatan Endomikoriza*. Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Dhilion, S.S & C.F. friese. 1997. *The occurrence of mycorrhizas in prairie. Apalication to ecological restoration*. Thirteenth North Amecican Prairie Conference. Cambridge University Press 113.
- Djuariah, D. 2007. Evaluasi Plasma Nutfah Kangkung DiDataran Medium Rancaekek. *Jurnal Hortikultura*
- Dubois, M., Gille, KA, Hamilton, JK, Rebers PA and Smith, F. 1956. Colometri method for Determination of Sugars and Related Substance. *Anal. Biochem* 28(1956): 143-145.
- Dwijoseputro, D. 1980. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia. Jakarta
- Dwijoseputro, D. 1983. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia. Jakarta
- Farooq, M., A. Wahid., N.Kobayashi., D. Fujita., & S.M.A. Basra.2009. Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management. *Agron. Sustain. Dev.* 29 (2009): 185–212. online at: [www.agronomy-journal.org](http://www.agronomy-journal.org).
- Fitriana, A.H., Husein. L .,H. Mohammad, & A.H. Shiraniraid. 2007. Effects of arbuscular mucorrhizal fungi, different levels of phosphorus and drought stress on water use efficiency, relative water cintent and proline accumulation rate of coriander (*Cariandrum sativum L.*) *Journal Of Medicinal Plant Research* 2:125-131
- Fitter. A. H. dan Hay, R. K. M. 1994. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, Gadjah Mada University Press
- Gardner, F.P., E.B. Pearce., & R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta UI-Press. Terjemahan: Herawati Susilo.
- Handayani, T.T dan R Agustrina. 2010. Pengaruh Kuat Medan Magnet dan Imbibisi Biji Pada Pertumbuhan dan Produksi Kedelai. *J. Agronomika*, 10 (1)
- Harjadi, S. S. dan K. Suketi. 1999. Pengaruh Saat Pemanenan terhadap Produksi dan Kualitas Produksi Empat Varietas kangkung Darat (*Ipomoea reptans poir*). *Bul.Agr.* 17 (1): 31-44.
- Hapsoh. 2008. *Pemanfaatan Fungsi BNR Arbuskula Pada Budidaya Kedelai di Lahan Kering*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Ilmu Budidaya Pertanian pada Fakultas Pertanian USU.
- Harley, J. L. dan M. S. Smith. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, Inc. New York. 483p.

- Janouskova, M., D.Pavlikova, T.Macek., dan M.Vosatka. 2005. *Influence of Arbuscular Mycorrhiza on the Growth and Cadmium Uptake of Tobacco with Inserted Metallothionein geneM. Applied Soil Ecology* 29 : 209–214.
- Jumin, 1992 Jumin H.B., 1992. *Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologi*, Rajawali Press, Yogyakarta
- Karti, P. D. M. H., S . Jayadi,. A. Murtiani, . Y. Mariani . 2000. *Pengaruh inokulasi CMA terhadap pertumbuhan, produksi dan serapan unsur hara pakan ternak* . Pros. Sem. Nas . Mikoriza 1. Bogor. AMI PUA-IPB dan Batitan Kehutanan dan Perkebunan, Bogor .
- Kelly DS. 1993. Nutritional disorders. Di dalam: Broadley RH, Wasman III RC, and Sinclair EC . Editor. *Pineapple Pests and Disorders*. Australia. Queensland Dept. of Primary Industries. Hlm 33– 42.
- Kerepesi, I and Galiba, G. 2000. Osmotic and Salt Stress-Induced Alteration in Soluble Carbohydrate Content in Wheat Seedlings. *Crop Science* 40(2000): 482-487.
- Lawani, M. 1995. *Panili Budidaya dan Pengembangan Pasca Panen*. Kanisius: Yogyakarta.
- Levitt, J. 1980. *Responses of plants to environmental stresses: Water, radiation, salt, and other stresses*. Vol. II. New York, Academic Press.
- Maestri, M., F.M. Da Matta, A.J. Regazzi and R.S. Barros. 1995. Accumulation of proline and quaternary ammonium compounds in mature leaves of water stressed coffee plants (*Coffea arabica* and *C. canephora*). *J. Hort. Sci.*, 70(2) : 229-233.
- Maharina, Khoirun Enisa., L.Q. Aini dan T. wardiyati. 2014. Aplikasi Agen Hayati dan Bahan Nabati Sebagai Pengendalian Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum*) Pada Budidaya Tanaman Tomat. *Jurnal Produksi Tanaman*, 1 (6) : 506-513
- Malezieux E and Bartholomew DP. 2003. Plant Nutrition. di dalam: Bartholomew DP, Paul RE and Rohrbach KG. Edited. *The Pineapple Botany, Production and Uses*. USA. New York. CABI Pulising. Hlm. 143-166.
- Marsono. P. S. 2002. *Pupuk Akar Jenis dan Aplikasinya*. Penebar Swadaya.
- Masuko, T., Minami, A., Norimasa, I, Majima, Tokifumi., Nishimura, S and Lee, Y. 2005. Carbohydrate Analysis by a Phenol–Sulfuric Acid Method in Microplate Format. *Anal. Biochem.* 339 (2005) 69–72.

- Miazek, Mgr inz Krystian. 2002. *Chlorophyll extraction from harvested plant material*. Supervisor Prof. Dr hab Inz. Stainslaw Ledakowicz
- Mooduto, O. Bagu, F, dan Limonu, M. 2013. Teknik Pematihan Benih dengan Berbagai Konsentrasi dan Lama Perendaman Kalium Nitrat (KNO<sub>3</sub>) Terhadap Perkecambahan Palem Ekor Tupai (*Woodyetia bifurcata*). *Jurnal Agroteknologi*
- Mafakheri A., Siosemardeh A., Bahramnejad B., Struik PC., and Sohrabi Y. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Aust J Crop Sci*. Vol 4, pp :580-585.
- Neumann, P.M., H. Azaizen and D. Leon. 1994. Hardening of root cell walls. *A growth inhibitor response to salinity stress*. *Plant Cell Env*. 17 : 303-309
- Nuryani, Y. 1998. Karakterisasi; Monograf Nilam. Balitro, Bogor. Hal : 16-23
- Nio Song dan Banyo, Y. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*. 11 (2).
- Nurchayani, E., B. Hadisutrisno, I. Sumardi, dan E. Suharyanto. 2014. Identifikasi galur planlet vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) Resisten terhadap infeksi *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* hasil seleksi *in vitro* dengan asam fusarat. *Prosiding Seminar Nasional: "Pengendalian Penyakit Pada Tanaman Pertanian Ramah Lingkungan"*. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia Komda Joglosemar-Fakultas Pertanian UGM. ISBN 978- 602-71784-0-3./2014. pp 272- 279.
- Nyakpa, M.Y. Lubis, A.M. Pulung, M.A. Amroh, A.G, Munawar, A. Hong, G.B dan N. Hakim, 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Ogoshi, A., Monoki., R. Sakai, T. Ui. 1979. Anastomosis grouping among isolates of binucleate Rhizoctonia. *Journal Trans Mycology* 20:33-39
- Parni. 2012. *Petani Padi Mengganti dengan Tanaman Sayur*. Antara News. <http://www.antarasumsel.com/berita/266654/petani-padi-mengganti-dengan-tanaman-sayuran>. Diakses pada 23 oktober 2016 pukul 19.40 WIB
- Poerwowidodo. 1992. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa, Bandung
- Puja, P. 2001 Pengaruh frekuensi pengolahan tanah dan dosis pupuk kalium terhadap hasil padi pada inceptisol. *Agritrop* 20 (1): 48-51
- Purwanto dan Agustono (2010) Purwanto dan Agustono. 2010. Kajian fisiologi tanaman kedelai terhadap berbagai kerapatan gulma teki dalam kondisi cekaman kekeringan. *Agroland* 17: 85-90.

- Rungkat, J. A. 2009. Peranan MVA dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. *Jurnal FORMAS* 4 : 270-276.
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1995. *Plant Physiology*. 4th edition. Terjemahan Verslues, P.E., M. Agarwal, S. Katiyar-Agarwal, J. Zhu and J.-Kang Zhu. 2006. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. *The Plant Journal*, 45 : 523-539.
- Santoso, B. 1994. *Mikoriza, Peranan dan Hubungannya dengan Kesuburan Tanah*. Malang: Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Saparinto, 2013 Saparinto, C. 2013. *Gown Your Own Vegetables-Paduan Praktis Menenam Sayuran Konsumsi Populer di Pekaranagan*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Sneh, B., L. Burpee, & A. Ogoshi. 1991. *Identifikasi of Rhizoctonia sp.* APS Press. St. Paul. Minnesota.
- Taiz, L and Zeiger, E., 1998. *Plant Physiology*. Sinauer Assocites, Inc, Publishers Sunderland, Massachusetts. 2010 . Potensi Cendawan mikoriza arbuskula untuk meningkatkan hasil tanaman jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*. 29: 154-158.
- Tirta ,I. Gede 2006. Pengaruh Kalium dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Bibit Panili. *Biodeversitas* , vol 7. Nomor 2
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1990. *Soil Fertility and Fertilizer*. New York: Macmillan Publishing Co.
- Tombe, M., Zulhisnain, & E. Taufik. 2004. *Budidaya Vanili Dengan Menggunakan Teknologi Bio-fob*. Putlisbang Tanaman Perkebunan. Balitro.
- Verslues, P.E, M. Agarwal, K.S Agarwal, and J. Zhu. 2006. Methods and concepts in quatifying resistance do drought, salt and freezing, abiotic stress that affect plant water status. *Plant J*. 45:523-539
- Wang, Z., B. Quebedeaux and G.W. Stutte. 1995. Osmotic adjusment: effect water stress on carbohydrates in leaves, streams and roots of apple. *Aust. J. Plant Physiol.*, 22 : 747- 754.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media, Yogyakarta.

- Wiratmaja, I. G., dkk., 2011. Pembuatan Etanol Generasi Kedua dengan Memanfaatkan Limbah Rumput Laut *Eucheuma cattonii* sebagai Bahan Baku. *Jurnal ilmiah teknik mesin*. Vol. 5 (1): 75-84.
- Yusnita. 2004. *Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Zhang J., YaoY., John GS., David CF. 2010. Influence of soil drought stress on photosynthesis, carbohydrates and the nitrogen and phosphorus absorb in different section of leaves and stem of Fugi/M.9EML, a young apple seedling. *Afr J Biotechnol* Vol 9, pp : 5320-5325.