

**INDEKS STOMATA, KANDUNGAN KLOOROFIL DAN KARBOHIDRAT
TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) F1 HASIL INDUKSI
MEDAN MAGNET YANG DIINFEKSI *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici***

(Skripsi)

Oleh

NASYIATUL HIMMAH



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2017

ABSTRAK

INDEKS STOMATA, KANDUNGAN KLOORIFIL DAN KARBOHIDRAT TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) F1 HASIL INDUKSI MEDAN MAGNET YANG DIINFEKSI *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Oleh

Nasyiatul Himmah

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki prospek pengembangan cerah dengan nilai ekonomi tinggi karena pemanfaatannya yang luas di masyarakat. Masalah yang sering dihadapi dalam budidaya tanaman tomat di Indonesia adalah serangan jamur *Fusarium oxysporum*. Jamur ini menyebabkan penyakit layu *Fusarium*. Medan magnet diketahui dapat meningkatkan metabolisme tanaman. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa meskipun benih tomat diinfeksi dengan *Fusarium oxysporum* (*Fox*) dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan dan produksi tanaman. Akan tetapi adanya perlakuan pemaparan medan magnet 0,2 mT menyebabkan penurunan tersebut tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Tujuan penelitian ini untuk melihat ketahanan tanaman tomat berdasarkan indeks stomata, kandungan klorofil dan karbohidrat pada tanaman tomat F1 yang diinfeksi kembali dengan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (*Fol*). Penelitian disusun secara faktorial menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 2 faktor yaitu faktor pertama sumber benih yang digunakan dari generasi filial (F1) tanaman tomat yang berasal dari benih parental yang terdiri dari (M₀F₀, M₀F₆₀, M₇F₀, M₇F₆₀, M₁₁F₀, M₁₁F₆₀, M₁₅F₀, M₁₅F₆₀) dan faktor kedua yaitu perendaman larutan suspensi *Fol* selama 0' dan 60'. Berdasarkan analisis Anava dan uji *Fisher* $\alpha=5\%$ parameter yang diuji menunjukkan ketahanan tanaman tomat terhadap infeksi *Fusarium oxysporum* (*Fox*) yang benihnya dipapar medan magnet dapat menghasilkan benih F1 yang juga tahan terhadap infeksi *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (*Fol*) dengan indeks stomata, kandungan klorofil dan karbohidrat yang tidak beda nyata dibandingkan kontrol.

Kata kunci : Tomat, *Fol*, stomata, klorofil dan karbohidrat.

**INDEKS STOMATA, KANDUNGAN KLOROFIL DAN KARBOHIDRAT
TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) F1 HASIL INDUKSI
MEDAN MAGNET YANG DIINFEKSI *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici***

Oleh

NASYIATUL HIMMAH

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**

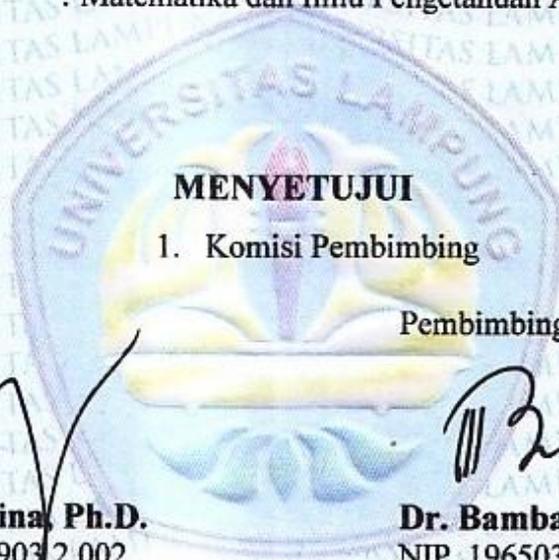
Judul Skripsi : **INDEKS STOMATA, KANDUNGAN KLOORIFIL
DAN KARBOHIDRAT TANAMAN TOMAT
(*Lycopersicum esculentum* Mill.) F1 HASIL
INDUKSI MEDAN MAGNET YANG DIINFEKSI
Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici***

Nama Mahasiswa : **Nasyiatul Himmah**

No. Pokok Mahasiswa : 1317021054

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Rochmah Agustrina, Ph.D.
NIP 19610803 198903 2 002

Pembimbing II

Dr. Bambang Irawan, M.Sc.
NIP 19650303 199203 1 006

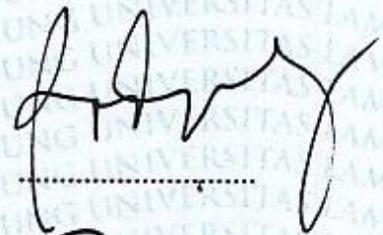
2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA

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

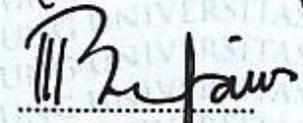
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

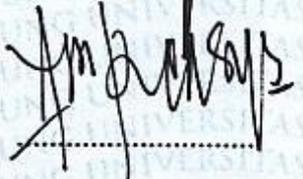
Ketua : Rochmah Agustrina, Ph.D.



Sekretaris : Dr. Bambang Irawan, M.Sc.



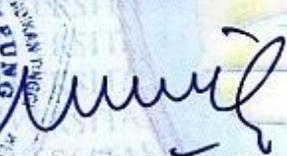
**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Endang Nurcahyani, M.Si.**



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 : 14 Agustus 2017

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pringsewu pada tanggal 22 Desember 1994, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Karyoso dan Ibu Sulastri.

Penulis menempuh pendidikan pertamanya di Taman Kanak-Kanak Islamiah Sukoharjo pada tahun 2002, pada tahun 2003 penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Sukoharjo, kemudian penulis melanjutkan pendidikannya Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Sukoharjo pada tahun 2008. Selama menjadi siswa SMP Negeri 1 Sukoharjo, penulis aktif dalam kegiatan OSIS serta sempat menorehkan beberapa prestasi perlombaan MTQ cabang Kaligrafi Tingkat Kabupaten-Nasional. Pada tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Pringsewu. Selama menjadi siswa SMA Negeri 2 Pringsewu, penulis aktif dalam kegiatan OSIS dan menjabat sebagai Sekretaris OSIS tahun kepengurusan 2012-2013, serta menjuarai beberapa perlombaan MTQ cabang Kaligrafi Tingkat Provinsi di beberapa Kabupaten di Lampung.

Pada tahun 2013, penulis tercatat sebagai salah satu mahasiswa Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti perlombaan MTQ Mahasiswa cabang Kaligrafi Tingkat Nasional di Universitas Indonesia dan MTQ Tingkat Provinsi di beberapa Kabupaten di Lampung. Selain itu penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Struktur Perkembangan dan Taksonomi Tumbuhan serta Fisiologi Tumbuhan. Penulis juga aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA sebagai anggota Bidang Kaderisasi dan Kepemimpinan tahun kepengurusan 2014-2015.

Pada tahun 2016, penulis melaksanakan Program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bumi Dipasena Agung, Kecamatan Rawajitu Timur, Kabupaten Tulang Bawang, ditahun yang sama penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Hasil Perikanan Kelas 1 Lampung, dengan judul **“Identifikasi Penyakit Ikan oleh Virus dan Bakteri di Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Hasil Perikanan Kelas 1 Lampung”**.

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan dan kesempatan serta kesabaran untuk menyelesaikan skripsi ini. Karya ini kupersembahkan kepada:

Kedua Orangtuaku tercinta Ayahanda Karyoso dan Ibunda Sulastri, yang selalu membimbing, menyayangi dengan tulus, memberi dukungan, dan selalu mendo'akan di setiap langkahku.

Kakak-kakakku tercinta, yang selalu memberikan semangat, doa dan motivasi untukku.

Bapak dan Ibu Dosen pembimbing yang senantiasa sabar dan tak pernah lelah dalam membimbing dan memberikan ilmu.

Sahabat-sahabat seperjuanganku, yang selalu memberikan canda tawa, tempat berbagi saat susah dan bahagia, selalu memberikan semangat dan saran, yang selamanya akan menjadi bagian dari cerita perjalanan studiku.

Serta Almamaterku tercinta.

MOTTO

“If you want something, then you should be able to leave something.”
(Penulis)

“Ada kegagalan yang akan kita syukuri pada waktunya nanti.”
(Penulis)

“Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantaranya kamu dan orang-orang yang memiliki ilmu pengetahuan.”
(Al-Mujaadalah ayat 11)

“Barang siapa yang menghendaki kehidupan dunia maka wajib baginya memiliki ilmu, dan barang siapa yang menghendaki kehidupan akherat, maka wajib baginya memiliki ilmu, dan barang siapa menghendaki keduanya maka wajib baginya memiliki ilmu.”
(HR. Turmudzi)

“Pikiran melahirkan tindakan, tindakan melahirkan kebiasaan, kebiasaan melahirkan karakter, dan karakter menciptakan nasib.”
(Aristoteles)

“Keep your head high, keep your chin up, and most importantly, keep smiling. Because, life 's a beautiful thing and there 's so much to smile about.”
(Marilyn Monroe)

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul **“INDEKS STOMATA, KANDUNGAN KLOOROFIL DAN KARBOHIDRAT TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) F1 HASIL INDUKSI MEDAN MAGNET YANG DIINFEKSI *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*”**.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan bantuan selama proses penyelesaian skripsi ini. Secara khusus, penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orangtuaku tercinta Ayahanda Karyoso dan Ibunda Sulastri yang senantiasa memberikan nasihat, doa, tuntunan, dan dukungan kepada penulis. Terimakasih atas kasih sayang dan pengorbanan tulus yang telah diberikan selama ini.
2. Kakak-kakak ku tersayang Ahmad Najib dan Nailul Fauziyah yang selalu memberikan semangat dan dukungan yang tiada henti-hentinya. Terimakasih selalu mendoakan dan mendukung kepada penulis.
3. Ibu Rochmah Agustrina, Ph.D., selaku dosen Pembimbing Utama dan sekaligus dosen Pembimbing Akademik, terimakasih atas bimbingan, masukan, arahan, nasihat, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi penulis.

4. Bapak Dr. Bambang Irawan, M.Sc., selaku dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, bantuan dan saran-sarannya kepada penulis.
5. Ibu Dr. Endang Nurcahyani, M.Si., selaku dosen penguji, terimakasih atas saran dan masukan yang telah diberikan kepada penulis.
6. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P. selaku Rektor Universitas Lampung.
7. Prof. Warsito, S.Si, D.E.A., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Ibu Dra. Nuning Nurcahyani, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
9. Seluruh dosen dan karyawan di Jurusan Biologi atas semua bimbingan, pengajaran, pelayanan, dan bantuan yang telah diberikan.
10. Keluarga besar penulis yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu, terimakasih atas doa dan dukungannya selama ini.
11. Untuk orang yang special Rizki Tri Saputra Yuda yang selalu memberikan perhatian, pengertian, kesabaran dan selalu memberikan semangat serta motivasi. Terimakasih selalu mendengarkan keluh kesah penulis.
12. Partner penelitian Aji Setiawan, Nungki Nuari Dewi, Ade Safitri dan Siti Nurhayati yang selalu sabar memberikan semangat, motivasi, bantuan, dan canda tawa selama penelitian ini.
13. Sahabatku tercinta dan tersayang Ezanda Vozza Diah Pitaloka, terimakasih telah memberikan pengertian dan kebaikannya selama ini kepada penulis.
14. Terimakasih kepada sahabat tersayang Teta, Veni, Imeh, Eva, Carina, Rohman, Nyoman, dan Benny atas semangat, motivasi, canda tawa dan

kebersamaan yang telah terjalin selama perkuliahan. Semoga persahabatan ini akan terus terjalin.

15. Terimakasih Harnes, Dame, Yaya, Icil, Sarah, Lina teman baru tetapi selalu memberikan canda tawa kepada penulis.
16. Teman-teman Biologi Angkatan 2013 yang tidak bisa disebutkan satu persatu terimakasih atas keakraban, canda tawa, dukungan dan kebersamaanya selama ini.
17. Teman tinggal satu atap di Wisma Asri, mbak Puput, Febi, Nanda, Ivana, Debby, mbak desi, mbak reni, mbak ayu dan mbak linda terimakasih atas bantuan dan dukungannya selama ini.
18. Teman-teman KKN 2016 Desa Bumi Dipasena Agung, Kecamatan Rawajitu Timur, Kabupaten Tulang Bawang, Dhea, Cynthia, Angel, Aul, Septi dan Kiki terimakasih atas pengalaman yang menyenangkan selama 60 hari.
19. Sahabat-sahabat SMA-ku Sabrina, Intan, Indra, Bayu, Danu, Rizki, Bella dan Wahyu terimakasih atas semangat dan dukungan yang kalian berikan.
20. Serta Almamater tercinta Universitas Lampung.

Semoga Allah SWT selalu memberikan hidayah dan barokah kepada semua pihak yang telah membantu penulis. Akhir kata, Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam penyusunan skripsi ini dan jauh dari kesempurnaan, akan tetapi besar harapan semoga hasil tulisan ini berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 14 Agustus 2017
Penulis,

Nasyiatul Himmah

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
RIWAYAT HIDUP	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Tujuan.....	3
C. Manfaat.....	3
D. Kerangka Pemikiran.....	3
E. Hipotesis	5

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Tomat.....	6
1. Sistematika dan Morfologi Tomat.....	7
2. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tomat.....	9
B. Tanaman F1	18
C. <i>Fusarium oxysporum</i>	19
D. Medan Magnet.....	21
E. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tanaman	23

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat.....	26
B. Alat dan Bahan.....	26
1. Alat-alat Penelitian.....	26
2. Bahan-bahan Penelitian	27
C. Rancangan Penelitian.....	27
D. Pelaksanaan Penelitian.....	28
E. Prosedur Kerja	30
1. Pembuatan Media PDA.....	30
2. Peremajaan Isolat Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> ...	30
3. Pembuatan Suspensi Isolat Jamur <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	31
4. Perendaman Benih	32
5. Perkecambahan Benih Tomat	33
6. Penyiapan Media dan sterilisasi Tanah.....	33
7. Penyemaian dan Penanaman Benih Tomat.....	33
8. Penanaman Benih Tomat	34
9. Pemeliharaan.....	36
F. Analisis Indeks Stomata	37
G. Analisis Kandungan Klorofil	37
H. Analisis Kandungan Karbohidrat.....	38
I. Analisis Data.....	39

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

40

A. Indeks stomata	40
B. Kandungan Klorofil	43
C. Kandungan Karbohidrat	46

V. SIMPULAN DAN SARAN

49

A. Simpulan	49
B. Saran	50

DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Analysis of Variance Sebagai Akibat Perlakuan Jenis Benih (B), infeksi <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (Fol) (F), dan Interaksi Antara Perlakuan Jenis Benih (B) dan Infeksi Fol (F) Terhadap Indeks Stomata	61
2. Hasil Analysis of Variance Sebagai Akibat Perlakuan Jenis Benih (B), infeksi <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (Fol) (F), dan Interaksi Antara Perlakuan Jenis Benih (B) dan Infeksi Fol (F) Terhadap Kandungan Klorofil a	61
3. Hasil Analysis of Variance Sebagai Akibat Perlakuan Jenis Benih (B), infeksi <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (Fol) (F), dan Interaksi Antara Perlakuan Jenis Benih (B) dan Infeksi Fol (F) Terhadap Kandungan Klorofil b	61
4. Hasil Analysis of Variance Sebagai Akibat Perlakuan Jenis Benih (B), infeksi <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (Fol) (F), dan Interaksi Antara Perlakuan Jenis Benih (B) dan Infeksi Fol (F) Terhadap Kandungan Klorofil Total	62
5. Hasil Analysis of Variance Sebagai Akibat Perlakuan Jenis Benih (B), infeksi <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (Fol) (F), dan Interaksi Antara Perlakuan Jenis Benih (B) dan Infeksi Fol (F) Terhadap Kandungan Karbohidrat	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman tomat	9
2. Struktur Kimia Klorofil a dan b	15
3. <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	19
4. Arah medan magnet	23
5. Bagan Alir Penelitian	29
6. (a) isolat murni <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> ; dan (b) isolat <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> yang telah diremajakan	31
7. Kerapatan spora <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> pada pengenceran 10^{-2}	32
8. Perendaman benih dengan akuades dan suspensi <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	32
9. Perkecambah benih tomat dengan media kapas dan kertas germinasi	33
10. Penyemaian benih dalam plastik ukuran 5x8 cm	34
11. Penanaman benih dalam polybag	34
12. Tata letak polybag di lahan	35
13. Rata-rata indeks stomata tanaman tomat F1 pada interaksi benih dan <i>Fol</i> (BxF), A tanpa infeksi <i>Fol</i> dan B diinfeksi <i>Fol</i>	41
14. Rata-rata kandungan klorofil total tanaman tomat F1 pada interaksi benih dan <i>Fol</i> (BxF), A tanpa infeksi <i>Fol</i> dan B diinfeksi <i>Fol</i>	43

15. Tanaman tomat minggu ke-2 setelah semai (a) minggu ke-4 setelah semai (b)	45
16. Rata-rata kandungan karbohidrat tanaman tomat F1 pada interaksi benih dan infeksi <i>Fol</i> (BxF), A tanpa infeksi <i>Fol</i> dan B diinfeksi <i>Fol</i>	46
17. Biji tomat F1 yang digunakan dalam penelitian	63
18. Isolat jamur <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> berumur 14 hari	63
19. Pembuatan preparat stomata dan pengamatan	63
20. Preparat stomata (a) hasil pengamatan stomata pada perbesaran 400x (b)	64
21. Penggerusan daun tomat dan penyaringan ekstrak untuk analisis kandungan klorofil/karbohidrat	64
22. Penambahan larutan-larutan uji klorofil/karbohidrat pada ekstrak daun tomat (a) sentrifuge sampel klorofil/karbohidrat (b)	65
23. Ekstrak daun tomat pada uji kandungan klorofil (a) ekstrak daun tomat pada uji karbohidrat (b)	65
24. Stomata tanaman tomat yang tidak diberi perlakuan infeksi <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> (<i>Fol</i>) (A)	66
25. Stomata tanaman tomat yang diberi perlakuan infeksi <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> (<i>Fol</i>) (B)	68

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tomat merupakan komoditas berpotensi ekspor banyak dibudidayakan di perkebunan seluruh Indonesia. Penyakit layu *Fusarium* yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* merupakan patogen yang menjadi kendala pada budidaya tanaman tomat. Patogen ini menginfeksi jaringan pembuluh tanaman sehingga menyebabkan penghambatan pada penyerapan air dan unsur hara. Akibat selanjutnya daun-daun tanaman akan layu sampai mati. Apabila batang tanaman yang terserang dibelah, akan tampak gejala internal yaitu terjadinya nekrosis pada jaringan pembuluh yang disebut browning (Semangun, 2004).

Tanaman F1 atau filial pertama merupakan keturunan langsung dari induk-induk dua spesies berbeda yang ingin disilangkan. Perkawinan atau persilangan dari suatu induk galur murni disebut generasi P (Parental generation). Proses perkawinan dan persilangan ini bertujuan untuk mendapatkan kemiripan generatif dengan parental (Campbell, 2003).

Penelitian tentang pemanfaatan medan magnet untuk meningkatkan produk dan kualitas berbagai tanaman pertanian telah banyak dilakukan (Aladadjian

et al. 2003 dan Atak *et al.*, 2003). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh energi dari medan magnet terhadap tumbuhan memberikan respon yang cukup menjanjikan sebagai salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Medan magnet diketahui dapat meningkatkan kecepatan perkecambahan (Agustrina *et al.*, 2012), pertumbuhan selama fase vegetatif (Criveanue dan Taralunga, 2006), perbanyak tunas (Novitsky *et al.*, 2001), dan bahkan produksi (Esitken dan Turan, 2004).

Pada penelitian Winandari (2011) menunjukkan bahwa kuat medan magnet sebesar 0,2 mT dengan lama pemaparan 7'48" cenderung meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan pada tanaman tomat. Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Nastiti (2017) dan Listiana (2016) menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet 0,2 mT pada benih tomat dapat mempertahankan daya tumbuh dan produksinya meskipun benih tomat telah diinfeksi *Fusarium oxysporum* (*Fox*). Dari hasil penelitian tersebut, meskipun benih tomat yang diinfeksi *Fox* dapat menurunkan pertumbuhan dan produksi, tetapi adanya perlakuan pemaparan medan magnet 0,2 mT dapat menghambat serangan *Fox* sehingga pertumbuhan dan produksinya tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat apakah ketahanan tanaman tomat yang diinfeksi *Fusarium oxysporum* (*Fox*) yang benihnya dipapar medan magnet dapat menghasilkan benih F1 yang juga tahan terhadap infeksi *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (*Fol*).

B. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui :

1. Indeks stomata tanaman tomat F1 hasil induksi medan magnet yang diinfeksi *Fol*
2. Kandungan klorofil tanaman tomat F1 hasil induksi medan magnet yang diinfeksi *Fol*
3. Kandungan karbohidrat tanaman tomat F1 hasil induksi medan magnet yang diinfeksi *Fol*

C. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengetahuan tentang prospek pemanfaatan medan magnet untuk meningkatkan vigor tanaman. Serta untuk mengetahui cara menghasilkan bibit tanaman tomat yang berkualitas dan tahan terhadap serangan penyakit layu *Fusarium*. Selain itu penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi secara ilmiah dalam bidang budidaya tanaman tomat kepada masyarakat untuk mendapatkan produk panen yang baik dan meningkat.

D. Kerangka Pemikiran

Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultur yang memiliki prospek pengembangan yang cerah, karena pemanfaatannya yang luas di masyarakat. Buah tomat selain dikonsumsi sebagai buah segar atau bumbu masakan, juga

banyak digunakan untuk memenuhi bahan baku industri makanan olahan minuman sari buah, saus tomat atau industri obat-obatan dan kosmetik. Luasnya pemanfaatan buah tomat menjadikan tomat sebagai salah satu komoditas hortikultur bernilai ekonomi tinggi yang sangat berpotensi untuk dikembangkan.

Masalah yang sering dihadapi dalam budidaya tanaman tomat di Indonesia adalah serangan jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Jamur ini menyebabkan penyakit layu fusarium, yang menyerang tanaman tomat melalui akar, menyebabkan bagian tulang-tulang daun terutama pada permukaan daun memucat hingga akhirnya menyebabkan kematian apabila tingkat infeksiya tinggi.

Mengatasi permasalahan tersebut, salah satu solusi yang bisa digunakan untuk mendapatkan benih yang tahan terhadap serangan penyakit layu *Fusarium*, yaitu dengan memanfaatkan medan magnet. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa pemaparan medan magnet pada benih tomat dapat meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan pada tanaman tomat. Hasil penelitian tersebut, menunjukkan bahwa tanaman tomat yang benihnya diinfeksi *Fusarium oxysporum* dapat menurunkan pertumbuhan dan produksi, akan tetapi adanya perlakuan pemaparan medan magnet dapat menghambat patogenitas *Fusarium oxysporum* pada fase generatif sampai produksi buah.

E. Hipotesis

Hipotesis yang dapat diajukan adalah terbentuknya ketahanan tanaman tomat F1 hasil induksi medan magnet dan *Fox* terhadap infeksi *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (*Fol*) yang memiliki:

1. Indeks stomat lebih tinggi daripada kontrol
2. Kandungan klorofil lebih tinggi daripada kontrol
3. Kandungan karbohidrat lebih tinggi daripada kontrol

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) termasuk ke dalam keluarga *Solanaceae*, berasal dari Benua Amerika yang kemudian menyebar di sekitar wilayah Amerika Tengah dan Selatan serta Meksiko sampai Peru. Kata tomat berasal dari bahasa Aztek, salah satu suku Indian yaitu xitomate atau xitotomate. Tomat menyebar ke wilayah beriklim tropik di seluruh Amerika sebagai gulma melalui kotoran burung pemakan buah tomat. Tomat menyebar ke Eropa dan Asia oleh orang Spanyol. Di Indonesia penyebaran tomat berlangsung setelah kedatangan orang Belanda. Kini, tanaman tomat sudah tersebar ke seluruh dunia, baik di daerah tropik maupun subtropik (Pracaya, 2012).

Tergantung pada varietasnya, tomat dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah, menengah, dan tinggi. Namun, umumnya tomat tumbuh dengan baik produksinya bila ditanam di dataran tinggi yang sejuk dan kering sebab tomat tidak tahan panas terik dan hujan. Suhu optimal untuk pertumbuhan tomat adalah 18 - 25°C pada siang hari dan 10 - 20°C pada malam hari dengan pH tanah sekitar 6-7 (Cahyono, 1998).

Tomat merupakan salah satu komoditas hortikultur yang memiliki prospek pengembangan yang cerah karena pemanfaatannya yang luas di masyarakat. Sebagai sumber vitamin dan mineral (Kementerian Pertanian, 2012), buah tomat selain dikonsumsi sebagai buah segar atau bumbu masakan, juga banyak digunakan untuk memenuhi bahan baku industri makanan olahan minuman sari buah, saus tomat (Wasonowati, 2011), atau industri obat-obatan dan kosmetik (Wijayanti dan Susila, 2013). Luasnya pemanfaatan buah tomat menjadikan tomat sebagai salah satu komoditas hortikultur dengan nilai ekonomi tinggi sehingga potensi pengembangannya sangat tinggi.

1. Sistematika dan Morfologi Tomat

Menurut ahli botani secara lengkap tanaman tomat diklasifikasikan sebagai berikut (Tugiyono, 2005) :

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Bangsa	: Tubiflorae
Suku	: Solanaceae
Marga	: <i>Lycopersicum</i>
Jenis	: <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.

Tomat mempunyai akar tunggang yang tumbuh menembus ke dalam tanah dan akar serabut yang tumbuh menyebar kearah samping tetapi dangkal. Batang tanaman tomat berbentuk persegi empat hingga bulat,

berbatang lunak tetapi cukup kuat, berbulu atau berambut halus dan diantara bulu-bulu tersebut terdapat rambut kelenjar. Batang tanaman tomat beruas-ruas dan berwarna hijau. Ruas batang mengalami penebalan. Pada ruas bagian bawah tumbuh akar-akar pendek. Batang tanaman tomat dapat bercabang dengan diameter cabang lebih besar jika dibanding dengan jenis tanaman sayur lainnya.

Daun tanaman tomat berbentuk oval bagian tepi daun bergerigi dan membentuk celah-celah yang menyirip serta agak melengkung kedalam. Daun berwarna hijau dan merupakan daun majemuk ganjil yang berjumlah sekitar 3-6 cm. Diantara daun yang berukuran besar biasanya tumbuh 1-2 daun yang berukuran kecil. Daun majemuk pada tanaman tomat tumbuh berselang-seling atau tersusun spiral mengelilingi batang tanaman.

Bunga tomat berwarna kuning dan tersusun berkelompok dengan jumlah 5-10 bunga per kelompoknya atau tergantung dari varietasnya. Kuntum bunganya memiliki lima helai daun kelopak dan lima helai mahkota. Pada serbuk sari terdapat kantong yang membentuk seperti bumbung yang mengelilingi tangkai kepala putik. Bunga tomat merupakan bunga sempurna karena benang sari dan kepala putik terdapat pada bunga yang sama atau tipe bunga berumah satu, sehingga dapat melakukan penyerbukan sendiri, namun tidak menutup kemungkinan terjadi penyerbukan silang (Wiryanta, 2004).



Gambar 1. Tanaman tomat (Dokumentasi Pribadi).

Bentuk buah tomat bervariasi, tergantung varietasnya ada yang berbentuk bulat, agak bulat, agak lonjong dan bulat telur (oval). Ukuran buahnya juga bervariasi, yang paling kecil memiliki berat 8 gram dan yang besar memiliki berat 180 gram. Buah yang masih muda berwarna hijau muda, bila telah matang menjadi merah (Cahyono, 1998). Buah tomat terdiri dari bagian eksocarp, mesocarp, dan endocarp. Eksocarp adalah lapisan terluar buah terdiri dari pericarp dan kulit buah. Eksocarp banyak mengandung zat warna. Pericarp meliputi dinding luar dan dinding radial (septa) yang memisahkan rongga lokula. Mesocarp adalah lapisan yang paling dalam berupa selaput tersusun dari jaringan parenkim dengan ikatan pembuluh (jaringan tertutup). Endocarp adalah lapisan paling dalam terdiri dari biji dan plasenta (Jones, 2008).

2. **Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tomat**

Pada Tomat, pertumbuhan dan perkembangan dipengaruhi oleh faktor luar. Faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tomat antara lain :

1. Unsur Hara

Pertumbuhan dan perkembangan tomat memerlukan zat-zat makanan atau unsur hara yang terdiri atas unsur hara makro, seperti N, P, K, S, Mg, Ca dan unsur hara mikro, seperti Mo, Cu, B, Zn, Fe, Mn. Unsur hara makro merupakan unsur hara yang paling banyak diperlukan tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangan. Sedangkan unsur hara mikro hanya diperlukan dalam jumlah sedikit oleh tanaman, namun unsur hara mikro harus tetap tersedia di dalam tanah. Karena kekurangan salah satu dari unsur hara tersebut akan dapat mengganggu pertumbuhan maupun perkembangannya (Cahyono, 2005).

2. Air

Pada proses perkecambahan tanaman tomat faktor air menjadi salah satu komponen fisik yang sangat penting dan diperlukan dalam jumlah banyak untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman tomat. Kebutuhan air akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Air juga berfungsi sebagai stabilisator suhu (Suhartono, 2008). Sekitar 85 -90% dari bobot segar sel dan jaringan tanaman tomat tinggi ada pada air. Kekurangan air pada jaringan tanaman dapat menurunkan turgor sel, meningkatkan konsentrasi makro molekul serta mempengaruhi membran sel dan potensi aktivitas kimia air (Mubiyanto, 1997). Kekurangan air dapat mengganggu proses metabolisme, yang akan berpengaruh pada laju perumbuhan dan perkembangan tanaman tomat (Harnowo, 1993).

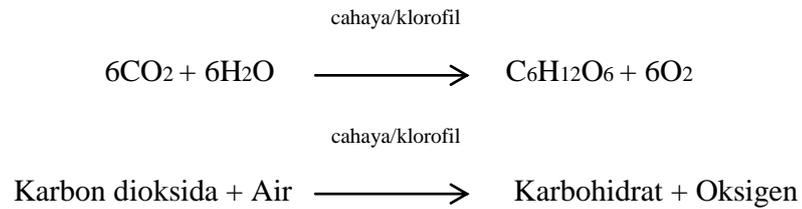
3. Cahaya

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi kehidupan makhluk hidup di dunia. Bagi tumbuhan khususnya yang berklorofil, cahaya matahari sangat menentukan proses fotosintesis.

Kekurangan cahaya matahari akan mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan, meskipun kebutuhan cahaya tergantung pada jenis tumbuhan (Salisbury, 1995). Selain itu, kekurangan cahaya saat perkembangan berlangsung akan menimbulkan gejala etiolasi, dimana batang kecambah akan tumbuh lebih cepat namun lemah dan daunnya berukuran kecil, tipis dan berwarna pucat (tidak hijau). Gejala etiolasi tersebut disebabkan oleh kurangnya cahaya atau tanaman berada di tempat yang gelap (Tugiyono, 2005). Cahaya juga dapat bersifat sebagai penghambat (inhibitor) pada proses pertumbuhan, hal ini terjadi karena dapat memacu difusi auksin ke bagian yang tidak terkena cahaya. Peran cahaya pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman berkaitan dengan proses fotosintesis yang melibatkan faktor penting yaitu klorofil dan stomata (Subhan *et al.*, 2009).

Fotosintesis atau asimilasi zat karbon dapat didefinisikan sebagai proses perubahan zat-zat anorganik H₂O dan CO₂ menjadi zat organik karbohidrat dengan bantuan klorofil (Dwijoseputro, 1994).

Persamaan reaksi fotosintesis secara umum digambarkan sebagai berikut :



(Dwijoseputro, 1994).

Ai dan Banyo (2011) menjelaskan bahwa fotosintesis merupakan proses biokimia pada tumbuhan hijau untuk menghasilkan makanan yang tersimpan dalam bentuk karbohidrat. Saat proses fotosintesis berlangsung, zat hijau daun (klorofil) berperan dalam menggunakan energi matahari untuk memicu proses fiksasi CO_2 untuk menghasilkan karbohidrat dan oksigen, energi matahari yang kemudian diubah ke dalam bentuk energi kimia dengan terbentuknya molekul karbohidrat. Karbohidrat yang dihasilkan selanjutnya setelah berfungsi sebagai sumber energi utama bagi tumbuhan akan diubah menjadi protein, lemak asam nukleat dan molekul organik lainnya.

Stomata berasal dari kata Yunani: *stoma* yang mempunyai arti lubang atau porus. Menurut Sutriani (2004) stomata merupakan porus atau lubang-lubang yang terdapat pada epidermis yang dibatasi dua buah *guard cell*. Sel yang mengelilingi *stoma* dapat berbentuk sama atau berbeda dengan sel epidermis lainnya yang disebut sel tetangga (Hidayat, 1995).

Stomata umumnya ditemukan pada bagian tumbuhan yang berhubungan dengan udara terutama di daun, batang dan rizoma (Fahn, 1991). Stomata biasanya terdapat pada permukaan bawah daun, tetapi ada beberapa spesies tanaman dengan stomata ada pada permukaan atas dan bawah daun. Ada pula tanaman yang hanya mempunyai stomata di permukaan atas daunnya saja. Berdasarkan bentuknya stomata dibedakan menjadi 4 yaitu: anomositik, anisositik, parasitik, dan diasitik (Lakitan, 2001).

Stomata berperan penting dalam proses fotosintesis, karena proses fotosintesis pada tanaman terjadi di stomata. Selain itu, stomata juga sebagai tempat pertukaran gas seperti CO₂. Keadaan stomata pada tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi ukuran daun, tebal dan tipisnya daun, ada tidaknya lapisan lilin pada permukaan daun, banyak sedikitnya bulu pada permukaan daun, dan lain-lain. Sedangkan faktor eksternal seperti suhu, intensitas cahaya, kelembapan udara, kandungan air dan lain-lain (Dwidjoseputro, 1994).

Parameter untuk digunakan untuk mengukur Kerapatan Stomata (KS) dan Indeks Stomata (IS) antara sebagai berikut (Case *et al.*, 1998) :

KS = jumlah stomata per mm².

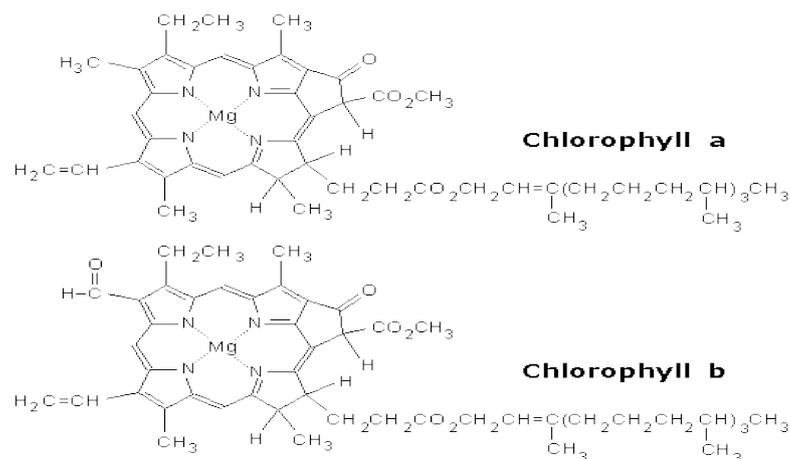
$$IS (\%) = \frac{\text{jumlah stomata}}{(\text{jumlah stomata} + \text{jumlah epidermis}) \times 100}$$

Menurut Royer (2001) stomata yang diukur dengan menggunakan KS atau IS dipengaruhi oleh faktor eksternal, lingkungan maupun faktor dari dalam tumbuhan itu sendiri. Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi KP dan IS adalah konsentrasi CO₂ atmosfer, keberadaana air, serta intensitas cahaya (Handayani, 2010).

Sedangkan faktor dari dalam tumbuhan sendiri pada umumnya terkait dengan faktor genetik yaitu jumlah stomata, sensitivitas pembentukan dan perkembangan stomata terhadap faktor lingkungan. Royer (2001) menyatakan bahwa KS maupun IS menunjukkan bahwa adanya hubungan terbalik dengan kandungan CO₂. Namun KS lebih sensitif terhadap pertumbuhan sel akibat faktor air, temperatur, dan cahaya, sedangkan IS hanya sensitif terhadap pembentukan stomata yang hanya dipengaruhi oleh kandungan CO₂. Jadi KS dan IS menunjukkan respon yang sama, namun pada IS dipengaruhi oleh konsentrasi CO₂ sedangkan pada KS tidak.

Klorofil merupakan pigmen utama pada tanaman. Umumnya pada tanaman tingkat tinggi terdapat 2 jenis klorofil yaitu klorofil a dan klorofil b (Ai dan Banyo, 2011).

Ada 2 fotosistem : fotosistem klorofil 1 dan fotosistem klorofil 2. Fotosistem klorofil 1 mengabsorpsi cahaya gelombang panjang (merah), fotosistem klorofil 2 mengabsorpsi cahaya gelombang pendek yang termasuk fotosistem klorofil 1 yaitu klorofil a, sedangkan yang termasuk fotosistem klorofil 2 adalah klorofil a dan b. Secara umum rumus kimia klorofil a: $C_{55}H_{72}O_4N_4Mg$, dan klorofil b: $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Perbedaan rumus kimia kedua klorofil ini terletak pada jumlah atom H dan O. Klorofil a mengabsorpsi cahaya gelombang panjang dan sedikit gelombang pendek. Klorofil b hanya mengabsorpsi cahaya gelombang pendek saja (Yatim, 1999).



Gambar 2. Struktur kimia klorofil a dan b (May, 2006)

Pada saat cahaya mengenai suatu materi, cahaya itu dapat diteruskan atau diserap. Pigmen tertentu akan menyerap cahaya tersebut dengan panjang gelombang tertentu dan cahaya yang diserap akan hilang dengan melepaskan panas. Jika suatu pigmen disinari cahaya putih, maka warna yang terlihat adalah warna yang

diteruskan atau diserap oleh pigmen tersebut. Pigmen klorofil dapat menyerap lebih banyak cahaya berwarna biru (400-450 nm) dan merah (650-700 nm) dibandingkan hijau (500-600 nm). Tumbuhan dapat memperoleh kebutuhan energi dari spektrum merah dan biru yaitu antara 500-600 nm. Jadi warna hijau pada daun disebabkan karena klorofil menyerap cahaya merah dan biru dan meneruskan dan memantulkan cahaya hijau (Poruka, 2004).

Kandungan klorofil di hitung dengan rumus (Harborne, 1973) :

- a. Klorofil a = $12,7 (A.663) - 2,69 (A.645) \text{ mg/l.}$
- b. Klorofil b = $22,9 (A.645) - 4,68 (A.663) \text{ mg/l.}$
- c. Klorofil total = $8,02 (A.663) + 20,2 (A.645) \text{ mg/l.}$

Karbohidrat merupakan senyawa organik yang terdiri dari unsur C, H, O dengan perbandingan 1 atom C, 2 atom H, 1 atom O dengan rumus umum $C_n(H_2O)_n$ atau $(CH_2O)_n$ (Girindra, 1990).

Peran karbohidrat memegang penting dalam alam karena merupakan sumber energi utama bagi manusia dan hewan yang harganya relatif murah. Semua karbohidrat berasal dari tumbuh-tumbuhan. Melalui proses fotosintesis, klorofil tanaman dengan bantuan sinar matahari mampu membentuk karbohidrat ($C_6H_{12}O_6$) dari karbondioksida (CO_2) yang berasal dari udara dan air (H_2O) dari tanah. Karbohidrat yang dihasilkan adalah karbohidrat sederhana yaitu glukosa. Di samping itu dihasilkan oksigen (O_2) yang lepas di udara (Iswari dan Yuniastuti, 2006).

Produk yang dihasilkan pada proses fotosintesis terutama dalam bentuk gula sederhana yang mudah larut dalam air dan mudah diangkut ke seluruh sel-sel tumbuhan untuk penyediaan energi. Sebagian dari gula sederhana ini kemudian mengalami polimerisasi dan membentuk polisakarida. Ada dua jenis polisakarida tumbuhan, yaitu pati dan nonpati. Pati adalah bentuk simpanan karbohidrat berupa polimer glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik (ikatan antara gugus hidroksil atom C nomor 1 pada molekul glukosa dengan gugus hidroksil atom nomor 4 pada molekul glukosa lain dengan melepas 1 mol air). Polisakarida nonpati membentuk struktur dinding sel yang tidak larut dalam air. Struktur polisakarida nonpati ini mirip pati, tapi tidak mengandung ikatan glikosidik (Budianto, 2009). Beras, gandum, dan jagung serta umbi-umbian merupakan sumber pati utama di dunia. Polisakarida nonpati merupakan komponen utama serat makanan (Sudarmadji, 1984).

Berdasarkan jenisnya karbohidrat dibagi ke dalam empat kelompok yaitu monosakarida, disakarida, oligosakarida dan polisakarida. Monosakarida berasa manis, larut dalam air, dapat dikristalkan dan disebut dengan gula reduksi. Monosakarida yang banyak terdapat di dalam tumbuhan ialah glukosa dan fruktosa yang keduanya isomer satu dengan yang lain, sedangkan disakarida yang banyak terdapat di dalam tumbuhan ialah sukrosa, maltosa dan selobiosa (Dwidjoseputro 1994).

B. Tanaman F1

Sebutan tanaman F1 atau varietas hibrida yang biasanya digunakan dalam dunia pertanian. Huruf “F” adalah singkatan dari *Filial*, Kata filial berasal dari bahasa latin yang berarti putra. F1 atau filial pertama merupakan keturunan langsung dari induk-induk (dua species berbeda yang ingin disilangkan). Perkawinan atau persilangan dua varietas galur murni disebut hibridisasi. Secara alami hibrid F1 menyerbuk sendiri menghasilkan generasi F2. Induk galur murni disebut sebagai generasi P (Parental generation). Proses perkawinan dan persilangan ini tujuan untuk mengambil sifat-sifat baik dari genetika kedua orang tuanya (yang berbeda spesies), dan diharapkan anaknya akan memiliki sifat-sifat yang baik dari orangtuanya itu. Hasil yang diharapkan adalah fisik yang lebih kuat, vigoritas yang lebih baik, dan potensi hasil yang lebih tinggi (*higher yield*) (Campbell, 2013).

Tanaman tomat mampu melakukan penyerbukan silang maupun sendiri. Proses perbanyakan tanaman tomat adalah melalui biji. Dengan demikian salah satu pendukung keberhasilan produksi tomat adalah dari benih yang digunakan (Trisnawati dan Setiawan, 1993). Pada penelitian ini akan menggunakan benih dari generasi filial pertama (F1) tanaman tomat yang berasal dari benih parental (P) yang diberi perlakuan medan magnet 0,2 mT dan diinfeksi *Fol* selama 60' yang sebelumnya telah dilakukan oleh Nastiti (2017) dan Listiana (2016).

Pada penelitian Nastiti (2017) dan Listiana (2016) menunjukkan bahwa pemaparan medan magnet 0,2 mT pada benih tomat dapat mempertahankan daya tumbuh dan produksinya meskipun benih tomat diinfeksi *Fol*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa meskipun benih tomat telah diinfeksi *Fol* dapat menurunkan pertumbuhan dan produksinya, tetapi perlakuan medan magnet 0,2 mT menyebabkan penurunan tersebut tidak berbeda nyata dengan kontrol.

C. *Fusarium oxysporum*

Jamur genus *Fusarium* adalah salah satu genus jamur yang sangat penting secara ekonomi dan merupakan spesies patogenik yang menyebabkan penyakit layu pada berbagai tanaman. Banyak spesies *Fusarium* yang berada dalam tanah bertahan sebagai kladospora atau sebagai hifa pada sisa tanaman dan bahan organik lain (Saragih dan Silalahi, 2006).



Gambar 3. *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* (Juniawan, 2015)

Menurut Semangun (2001), klasifikasi jamur ini adalah sebagai berikut :

Kingdom : Fungi
Filum : Ascomycota
Kelas : Sordariomycetes
Bangsa : Hypocreales
Suku : Netriaceae
Marga : *Fusarium*
Jenis : *Fusarium oxysporum*

Koloni *Fusarium* tumbuh dengan cepat dan dapat mencapai diameter 4,5 (-6,5) cm dalam waktu empat hari pada suhu 25° C. Miselium permukaan *Fusarium* jarang sampai berlimpah umumnya berwarna putih, krem muda, atau ungu, lebih kuat pada permukaan agar stroma. Beberapa isolat mempunyai ciri bau aroma seperti bunga bungur, ada pula yang menghasilkan sporodokium dengan lendir oranye dari makrokonidiumnya (Soesanto, 2002).

Gejala layu *Fusarium* dapat terlihat pada bagian atas tanaman. Gejala pertama penyakit pada tanaman tomat terlihat pada tulang-tulang daun, terutama pada permukaan daun sebelah atas yang terlihat pucat, namun kadang-kadang dapat juga pada permukaan daun bagian bawah. Tanaman menjadi kerdil, tangkai merunduk dan akhirnya seluruh tanaman melayu. Jika daerah sekitar pangkal batang dipotong akan terlihat cincin cokelat pada berkas pembuluh (Semangun, 2004).

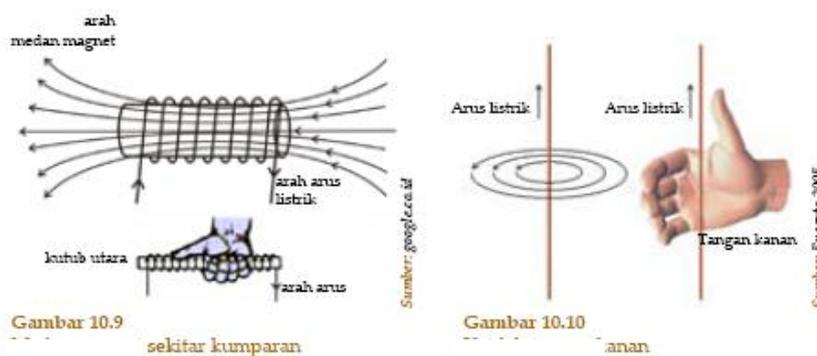
Penyakit tular tanah umumnya, sulit dikendalikan karena kisaran inangnya yang luas dan dapat bertahan hidup dalam tanah dengan waktu yang lama, serta gejala awal sulit diidentifikasi. Akibatnya penyakit sering baru dapat diketahui ketika setelah serangan sudah lanjut (Djaenuddin, 2010). Berbagai upaya untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium* telah dilakukan diantaranya dengan penggunaan benih yang berkualitas dan sehat, rotasi penanaman dan panen, penggunaan tanaman tumpang sari, dan pemakaian fungisida (Widnyana *et al.*, 2011). Pemanfaatan fungisida untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium* tidak memberikan hasil yang memuaskan. Namun, biasanya pemakaian fungisida yang dominan dilakukan petani adalah untuk mengendalikan penyakit layu *Fusarium* sehingga menyebabkan patogen menjadi resisten dan lingkungan tercemar (Sussana *et al.*, 2010).

D. Medan Magnet

Medan magnet adalah daerah di sekitar magnet dimana apabila benda-benda lain yang diletakkan dalam daerah magnet tersebut akan mengalami gaya magnetik. Gaya magnetik dapat ditimbulkan oleh benda-benda yang bersifat magnetik dan arus listrik yang bergerak (Giancoli, 1999). Medan magnet bersumber dari dalam bumi sehingga dianggap sebagai magnet yang sangat besar, lengkap dengan kutub utara dan kutub selatan. Kutub yang sejenis akan tolak-menolak dan yang berlawanan jenis akan tarik menarik (Soedjojo, 2000).

Berdasarkan sifat kemagnetannya, unsur di bumi digolongkan ke dalam feromagnetik, paramagnetik dan diamagnetik. Sifat kemagnetan disebabkan oleh elektron dalam atom. Sifat magnetik dihasilkan karena adanya lintasan yang mengelilingi inti yang memberikan sifat diamagnetik. Diamagnetik merupakan unsur yang sangat sulit dipengaruhi oleh medan magnet. Sedangkan adanya putaran elektron pada sumbu inti menyebabkan sifat paramagnetik dan feromagnetik. Unsur paramagnetik dan feromagnetik akan mengalami magnetisasi searah dengan medan magnet serta dapat dipengaruhi oleh medan magnet (Sutrisno, 1983). Contoh dari unsur yang bersifat feromagnetik adalah Fe. Unsur yang bersifat paramagnetik yaitu Al dan Pt. Sedangkan unsur yang bersifat diamagnetik adalah Cu dan Au (Soedjojo, 1998).

Medan magnet merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses metabolisme (reaksi biokimia-biofisika) dalam sitoplasma yang kemudian diekspresikan pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Majd dan Shabrangi, 2009). Interaksi antara medan elektromagnetik luar dengan partikel-partikel yang mengandung muatan listrik pada tanaman dapat mengakibatkan terserapnya energi medan elektromagnetik. Energi tersebut akan diubah kedalam bentuk senyawa kimia sehingga dapat mempercepat proses pertumbuhan tanaman (Aladjadjian, 2003).



Gambar 4. Arah medan magnet (Soedjo, 2002).

E. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pada proses perkecambahan, medan magnet mampu merubah sifat fisika dan kimia air sebagai medium perkecambahan (Morejon *et al.*, 2007). Perubahan sifat air menyebabkan air mudah diserap oleh sel-sel biji. Peningkatan air dalam sel biji memacu aktivitas enzim-enzim perkecambahan pada biji seperti enzim α -amilase sehingga metabolisme pada biji menjadi lebih cepat (Campbell *et al.*, 2003). Peningkatan metabolisme tersebut mengakibatkan peningkatan perkecambahan pada biji. Pengaruh medan magnet telah diujikan pada tanaman berbeda seperti tomat (Sari, 2011), kedelai (Saragih *et al.*, 2010), jagung (Wulandari, 2011), cocor bebek (Agustrina dan Roniyus, 2009). Umumnya pemberian medan magnet mampu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman.

Penelitian oleh Dhawi dan Al-Khayri (2009) membuktikan bahwa pemaparan kuat medan magnet dapat meningkatkan unsur hara makro maupun mikro (N,

K, Ca, Mg, Fe, Mn dan Zn) pada tanaman Kurma (*Phoenix dactylifera*).

Perbedaan persentase perkecambahan benih *Salvia officinalis* L dan *Calendula officinalis* L yang tidak dipapari medan magnet lebih rendah dibandingkan benih yang dipapari medan magnet (Florez *et al.*, 2012).

Penelitian yang telah banyak dilakukan dengan menggunakan air yang temagnetisasi untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih tanaman. Menurut Firdaus *et al.*, (2008) menyatakan bahwa air yang termagnetisasi mampu meningkatkan ukuran panjang kecambah dan laju perkecambahan dibandingkan dengan kontrol (tidak termagnetisasi). Medan magnet statik dapat mempengaruhi aktivasi ion-ion dan polarisasi di dalam sel. Penelitian lain menunjukkan bahwa panjang gelombang dan amplitudo medan magnetik yang berpindah dan bergerak serta beda fase antara gelombang medan magnetik dengan gerakan ion-ion pada sel mempengaruhi respon sel. Alexander dan Doijodje (1995) menyatakan bahwa perlakuan paparan medan magnet mampu meningkatkan vigor padi dan bawang yang memiliki viabilitas rendah.

Menurut Aladjajian dan Ylieva (2003) pengaruh medan magnet sangat kuat pada biji yang mengalami perendaman dalam air. Roniyus (2005) menyatakan bahwa medan magnet dapat memecah ikatan hidrogen molekul air sehingga lebih banyak molekul-molekul air yang bebas dan menyebabkan peningkatan potensial air dan daya hidrasinya. Medan magnet mempengaruhi sifat fisika dan kimia air, diantaranya tekanan permukaan, konduktivitas,

daya melarutkan garam-garam, relatif indeks, dan pH. Perubahan ini mengakibatkan air menjadi lebih mudah menghidrasi senyawa-senyawa atau molekul-molekul di sel-sel biji (Morejon, 2007).

Anggraini (2012) membuktikan bahwa pemaparan kuat medan magnet 0,1 mT pada tanaman legum memperlihatkan perbedaan yang nyata pada luas sel parenkim, diameter pembuluh xilem, dan luas stomata.

Menurut Sari (2011) pengaruh medan magnet sebesar 0,2 mT terhadap peningkatan ukuran stomata ada hubungannya dengan peningkatan temperatur dan kecepatan penguapan air pada media pertumbuhan, menyebabkan peningkatan pemutusan ikatan hidrogen molekul – molekul air, sehingga potensial dan velositas air dalam medium tersebut dapat meningkat.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilakukan pada Januari sampai Maret 2017 di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian, Laboratorium Botani I dan Laboratorium Biomolekuler Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat-alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *laminar air flow*, incubator, *lighting grow chamber*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, cawan petri diameter 10 cm, beaker glass 25 ml, 50 ml, 100 ml dan 1000 ml dan 1000 ml, Erlenmeyer 125 ml dan 250 ml dan 500 ml, labu ukur 10 ml, 100 ml dan 1000 ml, mortal dan penggerus, batang pengaduk, spatula, jarum ose, pipet tetes, pipet volumetrik, mikrometer, neraca analitik, sentrifuge, kuvet, autoclaf, aluminium foil, wrapping cling, seperangkat

spectrometer, kertas saring, polybag ukuran 10kg, tong, bamboo, alat tulis, penggaris, mikroskop, obyek glass, cover glass, gunting, cutter atau silet dan kamera.

2. Bahan-bahan Penelitian

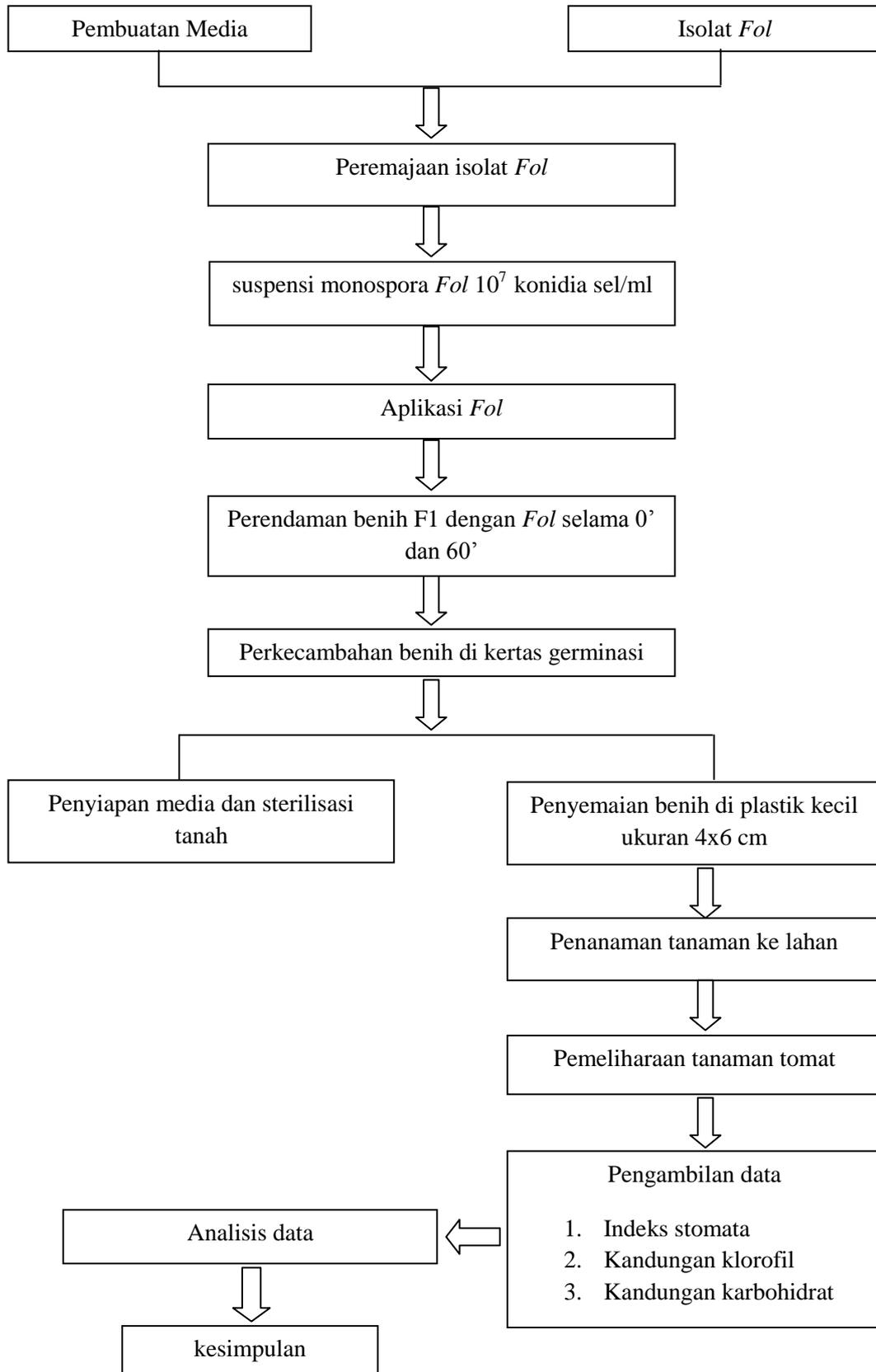
Bahan-bahan yang digunakan adalah benih tomat, isolat *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (*Fol*), kentang, agar, sukrosa, antibiotik, tanah steril, aquades, larutan H_2SO_4 , larutan fenol 5%, aseton 80%, safranin 1%, cat kuku transparan, selotip, kertas germinasi, kapas, plastik kecil ukuran 4x6 cm, pupuk kompos, tanah, ajir dari bambu, kertas label, tusuk gigi, karet gelang, dan tisu.

C. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yang terdiri dari 4 kriterian yaitu faktor yang pertama bibit terinduksi medan magnet 0,2 mT selama 0' (M_0) sebagai kontrol, 7'48'' (M_7), 11'42'' (M_{11}), dan 15'36'' (M_{15}). Faktor kedua terdiri dari dua kriteria yaitu diinfeksi *Fol* selama 0' (F_0) dan 60' (F_{60}). Perlakuan pertama dengan 8 sampel utama yang masing-masing dilakukan 4 kali pengulangan yang setiap sampel akan ditanam dalam polybag sebanyak 2 benih. Peletakkan sampel bisa dilihat pada gambar 4. Parameter yang akan diuji yaitu indeks stomata, kandungan klorofil dan kandungan karbohidrat.

D. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini secara ringkas dapat dilihat pada bagan alir penelitian. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu : 1). Peremajaan isolat *Fol* dalam media PDA; 2). Pemilihan benih dan penginfeksi benih tomat F1 hasil induksi medan magnet 0,2 mT dari penelitian sebelumnya oleh Nastiti dan Listiana menggunakan *Fol* selama 60 menit; 3). Perkecambahan benih tomat F1 selama 7 hari; 4). Pemindahan tanaman tomat ke media tanah dalam polybag; 5). Pemeliharaan tanaman tomat; 6). Analisis indeks stomata, analisis kandungan stomata dan analisis kandungan karbohidrat.



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

E. Prosedur Kerja

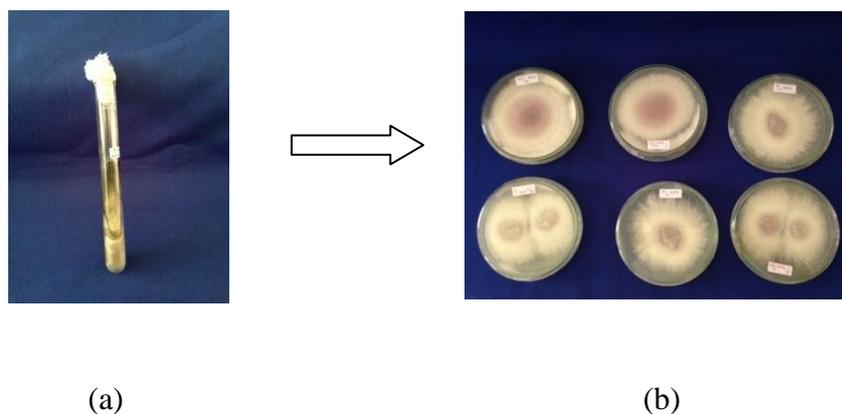
1. Pembuatan Media PDA (Potato Dextrose Agar)

Media PDA (Potato Dextrose Agar) merupakan media yang sangat umum yang digunakan untuk mengembangbiakkan dan menumbuhkan jamur dan khamir. Sebelum melakukan pembuatan media, sterilisasi alat yang akan digunakan serta siapkan bahan yang dibutuhkan. Media PDA dibuat dari bahan kentang yang telah dibersihkan kulitnya dan dicuci lalu dipotong dadu kecil sebanyak 500 gram. Kentang direbus hingga lunak selama 2 jam dalam 500 ml air dan aquades. Hasil rebusan disaring menggunakan saringan untuk menghilangkan kotoran atau sisa potongan kentang. Air rebusan yang telah disaring dipanaskan kembali dengan menambahkan 20 gram dekstrosa, 15 gram agar-agar dan aquades hingga volume mencapai 1000 ml dan aduk hingga homogen. Masukkan larutan ke dalam labu erlenmeyer 500 ml lalu tutup dengan sumbat kapas dan aluminium foil. Sterilisasi larutan menggunakan autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121 °C dan tekanan 1 atm. Dinginkan hingga hangat kuku lalu tuang ke dalam cawan petri dan diamkan (Cappuccino and Sherman, 2002).

2. Peremajaan Isolat Jamur *Fusarium oxysporum*

Peremajaan isolat jamur dilakukan di dalam *laminar air flow*. Lakukan isolasi pada lingkungan yang aseptik untuk menghindari terjadinya

kontaminan. Koloni jamur *Fol* diambil dari isolat menggunakan jarum ose steril. Kemudian jamur diinokulasikan ke cawan petri berisi media PDA dan diinkubasi selama ± 5 hari dalam inkubator pada suhu 28-30°C. Ciri yang menunjukkan adanya pertumbuhan jamur *Fol* yaitu tumbuh koloni pada media berwarna putih keunguan (Endah, 2010).



Gambar 6. (a) isolat murni *Fol*; dan (b) isolat *Fol* yang telah diremajakan

3. Pembuatan Suspensi Isolat Jamur *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*

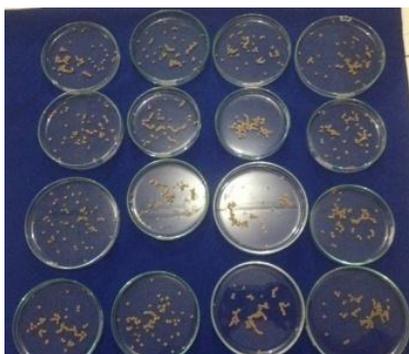
Isolat murni *Fol* yang berwarna putih diambil dan ditambahkan akuades 10 ml ke dalam cawan petri. Isolat dikeruk lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi tabung reaksi kemudian di *rotary mixer* selama 1 menit. Tahap ini menghasilkan tingkat pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} dilakukan dengan mengambil 1 ml dari pengenceran 10^{-1} dan memasukkannya ke dalam 9 ml akuades. Masing-masing pengenceran dihitung kerapatan monospora konidia menggunakan *haemocytometer* untuk mendapatkan kerapatan 10^7

konidia sel/ml. Kerapatan spora yang sesuai diperoleh pada pengenceran 10^{-2} .



Gambar 7. Kerapatan spora *Fol* pada pengenceran 10^{-2}

4. Perendaman Benih



Gambar 8. Perendaman benih dengan akuades dan suspensi *Fol*

Pemilihan benih tomat dengan kualitas baik yang nantinya memiliki daya tumbuh yang baik pula. Masukkan biji sebanyak 64 biji ke dalam 1 cawan petri dengan 8 perlakuan, baik yang diinfeksi *Fol* maupun tidak (kontrol). Setelah itu dituangkan pengenceran 10^{-7} sampai batas benih ke dalam cawan yang berisi benih F1 yang diinduksi medan magnet 0,2 mT dengan lama pemaparan 0' (kontrol), 7'48'', 11'44'', dan 15'36''.

Penginfeksian *Fol* dilakukan selama 0 menit dan 60 menit.

5. Perkecambahan Benih Tomat

Perkecambahan benih tomat F1 yang telah diinfeksi *Fol* selama 60 menit dan 0 menit dalam cawan petri berisi media kapas dan kertas germinasi selama 24 jam.



Gambar 9. Perkecambahan benih tomat dengan media kapas dan kertas germinasi

6. Penyiapan Media dan Sterilisasi Tanah

Media yang digunakan adalah tanah dan campuran pupuk organik kompos yang sudah disterilkan di Laboratorium Lapang Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan perbandingan 3:1 (3 untuk tanah dan 1 untuk kompos). Media tanam dimasukkan ke dalam plastik kecil berukuran 5 x 8 cm untuk penyemaian, polybag berukuran 10 x 10 cm dan berukuran 40 x 40 cm untuk penanaman.

7. Penyemaian dan Penanaman Benih Tomat

Setelah benih berumur 7 minggu dilakukan penyemaian dan penanaman dengan memindahkan kecambah tomat ke dalam polybag yang masing-

masing telah diberi label. Kemudian kecambah ditanam dengan kedalaman \pm 1 cm. Dalam 1 polybag diisi 2 tanaman tomat baik yang telah diinfeksi *Fol* 60 dan 0 menit. Penyemaian dilakukan selama 14 hari.



Gambar 10. Penyemaian benih dalam plastik ukuran 5x8 cm

8. Penanaman Benih Tomat

Tanaman berumur 14 hari dipindahlan ke dalam polybag dengan kedalaman 1 cm. Polybag ukuran 10 x 10 diisi 2 tanaman tomat dan polybag ukuran 40 x 40 cm masing – masing diisi 4 tanaman tomat berusia 14 hari. Total polybag yang digunakan adalah 64 buah berukuran 40 x 40 cm dan 128 buah berukuran 30 x 30 cm. Setelah itu mengatur tata letak polybag di lahan. Tata letak polybag dapat di lihat pada gambar 12.



Gambar 11. Penanaman benih dalam polybag



Gambar 12. Tata letak polybag di lahan

Keterangan :

A = Benih F1 tidak diinfeksi *Fol*B = Benih F1 diinfeksi *Fol*M₀ = Benih F1 tidak diinduksi medan magnet (kontrol)M₇ = Benih F1 diinduksi medan magnet 0,2 mT selama 7'48"M₁₁ = Benih F1 diinduksi medan magnet 0,2 mT selama 11'42"M₁₅ = Benih F1 diinduksi medan magnet 0,2 mT selama 15'36"F₀ = Benih F1 diinfeksi *Fox* 0' (kontrol)F₆₀ = Diinfeksi *Fox* 60'

9. Pemeliharaan

1. Penyiraman

Tanaman tomat disiram sebanyak 2 kali sehari pagi dan sore untuk menjaga ketersediaan air.

2. Penyulaman

Penyulaman dilakukan dengan mengganti bibit yang mati dengan bibit yang baru. Bibit tersebut diambil dari bibit terdahulu atau bibit yang ditanam dengan selang waktu 7-14 hari dari awal penyemaian.

3. Penyiangan

Penyiangan dilakukan apabila tumbuh gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman tomat. Penyiangan dilakukan 2 atau 3 kali.

4. Pemupukan

Pupuk yang diberikan sebagai pupuk dasar atau pupuk susulan. Pupuk dasar yang digunakan adalah pupuk kandang atau kompos. Pupuk susulan berupa pupuk NPK yang diberikan 2-3 kali selama pertumbuhannya dengan cara ditugalkan pada setiap tanaman.

5. Pemasangan ajir

Pemasangan ajir dilakukan agar tanaman tomat tidak roboh. Ajir yang digunakan terbuat dari bambu dengan tinggi 1-1,75 meter, panjang 2x100 cm, yang ditancapkan sedalam 20-30 cm dengan jarak 10 cm dari tanaman, pemasangan ajir dilakukan setelah tinggi tanaman berkisar 10-15 cm dan mengikatnya dengan batang tanaman tomat.

F. Analisis Indeks Stomata

Pembuatan preparat untuk pengamatan indeks stomata pada daun tanaman tomat F1 hasil induksi medan magnet yang diinfeksi *Fol* menggunakan metode Setyasih, (2013) yaitu permukaan bawah daun diolesi cat kuku transparan lalu dibiarkan mengering. Kemudian cat kuku dikelupas menggunakan selotip sehingga daun tampak transparan dan diletakkan di atas *obyek glass*. Preparat di amati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Indeks stomata dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{IS (\%)} = \frac{\text{jumlah stomata}}{\text{Sel epidermis} + \text{jumlah stomata}} \times 100$$

G. Analisis Kandungan Klorofil

Sebanyak 0,1 gram daun tanaman tomat dihancurkan menggunakan mortal sampai halus. Kemudian ditambahkan 10 ml larutan aseton 80% lalu saring dengan kertas saring. Larutan ini kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Mulut tabung reaksi ditutup dengan aluminium foil untuk menghindari penguapan. Larutan ini diukur dengan menggunakan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 646 nm dan 663 nm. Jumlah klorofil a, klorofil b, dan total klorofil per gram daun tomat dihitung menggunakan rumus Whinterman dan De Most dalam Dahlia (2001) :

$$A = [12,7(D_{663})-2,69(D_{646})] \times \frac{v}{1000 \times W}$$

$$B = [22,9(D_{646})-4,68(D_{663})] \times \frac{v}{1000 \times W}$$

$$C = [20,2(D_{646})-8,02(D_{663})] \times \frac{v}{1000 \times W}$$

Keterangan :

A = mg klorofil a/g jaringan

B = mg klorofil b/g jaringan

C = mg total klorofil/g jaringan

D = absorbansi ekstrak klorofil pada panjang gelombang tertentu

V = volume akhir ekstrak aseton-klorofil

W = berat daun yang diekstraksi

H. Analisis Kandungan Karbohidrat

Analisis kandungan karbohidrat dilakukan menggunakan metode Apriantono et al., (1989). Sebanyak 0,1 gram sampel daun tanaman tomat dihaluskan dan dilarutkan dalam 10 ml aquades lalu disaring dengan kertas saring. Kemudian ambil sebanyak 1 ml sampel dan tambahkan 2 ml aquades lalu ditambahkan 2 ml H₂SO₄ pekat dan 1 ml larutan Fenol 5% kemudian kocok dan didiamkan beberapa menit. Pengukuran kandungan karbohidrat sampel dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm.

I. Analisis Data

Data yang didapatkan berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dianalisis secara deskriptif komparatif dan didukung dengan foto. Data kuantitatif dari masing-masing parameter dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dan uji lanjut dengan *Fisher Pairwise* pada taraf nyata 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Tanaman tomat F1 yang benihnya diinfeksi *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* (*Fol*) menunjukkan hasil sebagai berikut:

1. Infeksi *Fol* tidak memberikan pengaruh nyata terhadap indeks stomata. Hasil tertinggi pada tanaman yang benih F1 nya diinfeksi *Fol* yaitu benih M₀F₆₀ sebesar 20,79%.
2. Tidak ada perbedaan nyata untuk kandungan klorofil, namun pada tanaman yang diinfeksi *Fol* menunjukkan hasil yang lebih rendah, yaitu benih M₇F₀ sebesar 6,577 mg/l.
3. Infeksi *Fol* tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat. Hasil tertinggi pada benih F1 yang diinfeksi *Fol* yaitu benih M₁₁F₀ sebesar 0,4245 mg/g dan yang tidak diinfeksi *Fol* yaitu benih M₇F₀ sebesar 0,4252 mg/g.

B. Saran

Disarankan perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui:

Uji indeks stomata, kandungan klorofil dan karbohidrat tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) dilakukan beberapa kali yaitu pada fase awal vegetatif dan fase awal generatif untuk mengetahui perkembangan serangan *Fusarium* secara fisiologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Busnia, M Penerjemah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari *Plant Pathology 3rd ed*.
- Agustrina, R., Handayani, T.T., Wahyuningsih, S., dan Prasetyo, O. 2012. *Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Di Bawah Perlakuan Medan Magnet 0,2 mT*. Prosiding SNSMAIP III. Hal. 277-281
- Agustrina, R dan Roniyus. 2009. Pengaruh Arah Medan Magnet Terhadap Anatomi Cocor Bebek (*Kalanchoe pinnata* Pers.). Jurusan Biologi Fisika FMIPA Universitas Lampung. Lampung : hal 174-182
- Ai, N. S., dan Banyo, Y. 2011. *Konsentrasi Klorofil Daun sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman*. Jurnal Ilmiah Sains. 11(2): 167-168
- Aladjadjiyan, A. And Ylieva. 2003. *Influence of Stationary Magnetic Field on The Early Stages of The Development of Tobacco Sedds (*Nicotiana tabacum* L.)* Journal. Central European Agriculture. ISSN 1332-9049
- Alexander, M.P. and S.D. Doijode. 1995. *Electromagnetic field, a novel tool to increase germination and seedling vigor of conserved onion (*Allium cepa* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) seeds with low viability*. Plant Genetic Resources Newsletter.104: 1-5 (c.f. Cab. Abst. 1996-1998).
- Anggraini, W. 2012. *Isolasi dan Karakteristik Aktivitas Enzim Amilase Pada Kecambah Kedelai Putih (*Glycine max* (L). Merill). dan Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) di Bawah Pengaruh Medan Magnet*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspitasari, Sedamawati dan S. Budiyanto., 1989. Analisis Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB Press.
- Atak, C., Emiroglu, O., Alikamanoglu, S., and Rzakoulieva, A. 2003. Stimulation of regeneration by magnetic field in soybean (*Glycine max* L. Merrill) tissue cultures. *Journal of Cell and Molecular Biology*. Hal. 113-119. Turkey.
- Bacon, C.W, Porter, J.K, Norred W.P, and Leslie, J.F. 1996. Production of Fusaric Acid by *Fusarium* sp. *Applied and Enviromental Microbiologi*. 62 (11): 4039-4043
- Budianto A K.,2009. *Pangan, Gizi, dan Pembangunan Manusia Indonesia: Dasar-Dasar Ilmu Gizi*. Malang: UMM Press 1-16
- Cahyono, B. H., 2008. Layu Fusarium dan Layu Verticillium pada Tomat (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) *Verticillium* spp. <http://jhiagoek.blogspot.com/2008/12/layu-fusarium-dan-layu-verticillium-pada.html>. Diakses 10 Oktober 2016
- Cahyono, I. 1998. Tomat: *Usaha Tani dan Penanganan Pascapanen*. Kanisius, Yogyakarta
- Campbell, N.A., Reece, J.B dan Mitchell, L.G. 2003. *Biologi Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., dan Mitchell, L.G. 2013. *Biologi Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Cappuccino, J.G. dan Sherman, N. 2002. *Microbiology Laboratory Manual*. 4th ed. AddisonWiley. California. hal. 1-477
- Case, A.L., Curtis, P.S., Snow, A.A., 1998. *Heritable variation in stomatal responses to elevated CO2 in wild radish, Raphanus raphanistrum (Brassicaceae)*. *Am. J. Bot.* 85, 253±258

Chowdury PK, Thangaraj M, and Jayapragasam. 1994. Biochemical Changes in Low Irradiance Tolerant and Susceptible Rice Cultivars. *Biol. Plantarum*. 36(2): 237-242

Criveanue H.R. dan G. Taralunga. 2006. Influence of magnetic fields of variable intensity on behaviour of some medicinal plants. *Journal of Central Euro Agricultura*. Vol 7 (4): 643-648

Dahlia MS, Lukiaty B, Kusumaputri SS .2001. *Petunjuk praktikum fisiologi tumbuhan*. Fakultas MIPA UM, Malang.

Dhawi, F. And Al-Khayri. 2009. *The Effect of Magnetic Resonance Inaging on Date Palm (Phoenix dactylifera L.) Elemental Composition*. *International Journal of the Faculty if Agriculture and Biology*. 4: 14-20

Djaenuddin, N. 2010. Bioteknologi dan Pengelolaan Penyakit Layu *Fusarium oxysporum*. *Seminar dan Pertemuan Tahunan XXI PEI*. 67-71

Dwidjoseputro, D. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Endah, S.N. 2010. *Karakteristik Biologi Isolat-Isolat Fusarium sp. Pada Tanaman Cabai Merah (Capsicum annum L.) Asal Boyolali*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Esitkan, A., Turan, M. 2004. *Alternating magnetic field effects on yield and plant nutrient element composition of strawberry (Fragaria xananassa cv. Camarosa)*. *Acta Agriculture Scandinavia, Section B-Soil and Plant Science*. 54 (3) : 135-139

Fahn, H. 1991. *Anatomi Tumbuhan*, 237-248, UGM, Yogyakarta

Firdaus, Putra, dan Rohmawati. 2008. *Obervasi Pengaruh Air Termagnetisasi Sistem Dipol Terhadap Pertumbuhan Kecambah Kacang Hijau (Vigna radiat Linn.)*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Serang.

- Florez, M., Martinez, E., Carbonel. MV. 2012. *Effect of Magnetic Field Treatment on Germination of Medicinal Plants Salvia officinalis L. And Calendula officinalis L.* Original Research. 21: 57-63
- Garcia, F. and Azra L.I. 2001. *Influence of a Stationary Magnetic Field on Water Relations in Lettuce Seed. Part I: Theoretical Considerations.* Bioelectromagnetics. Hal. 589-595
- Giancoli, Douglas C. 1999. *Fisika.* Edition Empat. Erlangga. Jakarta.
- Girindra, A. 1990. *Biokimia 1.* Cetakan ke-2. Jakarta: PT Gramedia.
- Handayani, T.T., dan Agustrina, R. 2010. *Pengaruh Kuat Medan Magnet dan Imbibisi Biji pada Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (Glycine max L. Merr.)* Agronomika. Vol. 10 No1.
- Harborne, Y.B. 1973. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan.* Alih bahasa oleh: Padmawinata, K. Dan Soediro, I. Bandung: ITB.
- Harnowo, D. 1993. *Petunjuk Praktis Menanam Tembakau.* Jurnal Usaha Nasional 21(1) 23-38
- Hidayat, E. B. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji.* Cetakan ke-1. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 275 hal.
- Iswari S.R., dan Yuniastuti. A. 2006. *Biokimia .* Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Janiawan. 2015. *Fungitoksisitas Eugenol Terhadap Jamur Fusarium oxysporum f.sp. cubense.* Artikel tidak dipublikasikan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Jones, B. Jr. 2008. *Tomato Plant Culture. In the field, Greenhouse and Home Garden.* CRC Press. New York. 399 p.

- Lakitan, B. 2001. *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Listiana, I. 2016. *Pengaruh Medan Magnet 0,2 mT Terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Yang Diinfeksi *Fusarium oxysporum**. Tesis. Universitas Lampung. Lampung.
- May, Paul. 2006. *Chlorophyll*.
<http://www.chm.bris.ac.uk/motm/chlorophyll/chlorophyll.pdb>. 11 Oktober 2016.
- Majd, A. dan A. Shabrangi. 2009. *Effect of Seed Pretreatment by Magnetic Fields on Mitosis and Catalase activity in maize caryopses with Different Viabilities and Ages*. Genetic Biologie Molecular, TOM V. 2005. 189-192
- Morejon, L.P., Palacio, JC. Castro., Abad, Valazquez., Govea, AP. 2007. *Stimulation of Pinus tropicalis M. Seeds by Magnetically Treated Water*. *International Journal Agrophysics*. 21:173-177
- Mubiyanto, B.M. 1997. *Tanggapan tanaman kopi terhadap cekaman air*. Jurnal Puslit Kopi dan Kakao 13(2): 83-95
- Nastiti, E. 2016. *Efektifitas Medan Magnet 0,2 mT Terhadap Resistensi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Yang Diinfeksi *Fusarium* sp*. Tesis. Universitas Lampung. Lampung.
- Novitsky Y.I.; G.V. Novitskaya; T.K. Kocheshkova; G.A. Nechiporenko and M.V. Dobrovolskii (2001). Growth of green onions in a weak permanent magnetic field. *Russian journal of Plant Physiology*, 48 (6): 709-716 (c.f. www.ingentaconnect.com).
- 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 Hal. 272-279.

Pracaya. 2012. *Bertanam Tomat*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Poruka. 2004. *Chlorophyll*. <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e24/3.htm>. 11 Oktober 2016.

Kementerian Pertanian. 2012. *Statistik Tenaga Kerja Pertanian*. Jakarta: PusatData dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.

Roniyus, M.S. 2005. Pertumbuhan dan Perkembangan Cocor Bebek (*Kalanchoe pinnata* Pers.) Di Sekitar Medan Listrik, Medan Magnet dan Gelombang Elektromagnetik. *Laporan Penelitian Proyek Pengembangan Diri*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Royer, D. L. 2001. *Stomatal Density and Stomatal Index as indicators of paleomospheric CO₂ Concentration*. Review of Palaeobotany and Palynology (114) 1-28.

Salisbury, F. B. Dan Ross, C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid Tiga : Perkembangan tumbuhan dan fisiologi lingkungan Edisi keempat*. Bandung Institut Teknologi Bandung.

Saragih, T. dan Silaban. 2010. *Meningkatkan Laju Pengecambahan dan Laju Pertumbuhan Kecambah Kedelai dengan Berbantuan Medan Magnetik Statik*. Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Advent Indonesia. Bandung.

Saragih, Y.S., F. H., Silalahi dan A. E., Marpaung, 2006. Uji Resistensi Beberapa Kultivar Markisa Asam Terhadap Penyakit Layu Fusarium. *Jurnal Holtikultura* (16). Hal: 321-326.

Saragih, Y.S., F. H., Silalahi, 2006. Isolasi dan Identifikasi Spesien Fusarium Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Markisa Asam. *Jurnal Holtikultura* (16).

- Sari, E. N. 2011. Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet yang Berbeda Terhadap Indeks Mitosis dan Anatomi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Skripsi*. Jurusan Biologi Universitas Lampung . Bandar Lampung.
- Semangun. 2004. *Penyakit-Penyakit Tanaman Holtikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun. 2004. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Setyasih, N., Rochmah, A., Tundjung, T.H., Eti, E. 2013. *Pengaruh Medan Magnet 0,3 mT terhadap Stomata Daun Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum* Mill.) Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung.
- Soedjojo, Peter. 2002. *Fisika Dasar*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E., dan Rahayuniati. 2002. *Kajian Mekanisme Antagonis Pseudomonas fluorescens P60 Terhadap Fusarium oxysporum f. lycopersici Pada Tanaman Tomat In Vitro*. J.HPT Tropika. ISSN 1411-7525. Vol. 10, No. 2 : 108-115.
- Subhan, N. Nurtika, dan N. Gunadi. 2009. *Respons Tanaman Tomat Terhadap Penggunaan Pupuk Majemuk NPK 15-15-15 Pada Tanah Latosol Pada Musim Kemarau*. J. Hort. 19(1): 40-48.
- Sudarmadji, S., 1984. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Liberty.
- Suhartono, R. A. Sidqi, A. Khopirudin, 2008. Pengaruh Interval Pemberian air Terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) Pada Berbagai Jenis Tanah. J. Embryo 5(1) : 98-112.

- Susanna, T Chamzurni dan A Pratama. 2010. *Dosis dan Frekuensi Kascing Untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Tomat*. J. Floratek 5: 152 – 163.
- Sutrian, Y., 2004. *Pengantar Anatomi Tumbuh-Tumbuhan*. Rineka Cipta, Jakarta
- Sutrisno dan Tan Ik Gie. 1983. *Budidaya Tanaman Tomat Secara Komersil*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suyitno Al, Suryani D dan Ratnawati. 2003. *Tanggapan Stomata dan Laju Transpirasi Daun Vaccinum varingiaefolium (bl.) Miq. Menurut Tingkat Perkembangan Daun dan Jarak terhadap Sumber Emisi Gas Belerang Kawah Sikidang Dataran Tinggi Dieng*. Publikasi Seminar Hasil Penelitian MIPA, FMIPA UNY.
- Small, D.P., N.P.A., and Wan, W. 2012. *Effect of Static Magnetic Fields on the Growth, Photosynthesis and Ultrastructure of Chorella Kessleri Microalgae, Bioelectromagnetics*. Hal. 298-308.
- Trisnawati dan Setiawan. 1993. *Cara Pembudidayaan, Pengelolaan dan Pemasaran Tembakau*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Tugiyono. 2005. *Tanaman Tomat*. Agromedia Pustaka. Jakarta: 250 halaman.
- Wahyudi P, dan Pujiyanto. 2008. *Kakau Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Hlm. 1-151
- Wasonowati,C. 2011. *Meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat (Lycopersicum esculentum Mill) dengan sistem budidaya hidroponik*. Agrovigor volume 4. Pp 21-28.
- Widnyana, Pandawani, Martiningsih. 2011. *Uji Aplikasi Bakteri Pseudomonas alcaligenes terhadap Kandungan Asam Salisilat dan Total Fenol dalam Upacara Menekan Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Tomat*. Jurusan Agroteknologi fak. Pertanian. Universitas Mahasaraswati. Denpasar.

- Wijayanti, E., dan Susila, A.D. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) secara Hidroponik dengan beberapa Komposisi Media Tanam. *Bul. Agrohorti* 1 (1) : 104-112.
- Winandari. Ofi P. 2011. *Perkecambahan dan Pertumbuhan Tomat (Lycopersicum esculentum* Mill.) *di Bawah Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet yang Berbeda*. Skripsi. FMIPA Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Wiryanta, W.T.B, 2004. Bertanam Tomat. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Wulandari. 2011. Pengaruh Medan Magnet pada Biji Jagung (*Zea mays* L.) terhadap Pertumbuhan. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Jember. Jember.
- Xu P, Chen F, Mannas JP, Feldman T, Summer LW, Roossinck MJ. 2015. *Virus Infection Improves Drought Tolerance*. *New Phytol* ; 180:911-21.
- Yatim, Wildan. 1999. Kamus Biologi. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.