PENGARUH LAMA PAPARAN MEDAN MAGNET 0.2 mT TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) DARI BENIH LAMA DAN BARU

(Skripsi)

Oleh

YUNITA SARI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2018

ABSTRAK

PENGARUH LAMA PAPARAN MEDAN MAGNET 0.2 mT TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) DARI BENIH LAMA DAN BARU

Oleh

YUNITA SARI

Tomat merupakan tanaman holtikultura yang memiliki berbagai manfaat. Kebutuhan masyarakat akan tomat selalu meningkat, namun peningkatan ini tidak sebanding dengan produksi tomat. Salah satu penyebabnya adalah ketersediaan benih, sementara keberadaan benih lama kurang banyak dimanfaatkan karena kualitas pertumbuhannya dianggap rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan dan mengetahui lama paparan medan magnet 0,2 mT yang paling baik terhadap pertumbuhan vegetatif tomat dari benih lama dan benih baru. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah jenis benih yang digunakan yaitu benih lama (S_O) dan benih baru (S_N). Faktor kedua adalah waktu paparan medan magnet yang terdiri dari empat perlakuan berbeda, yaitu 7 menit 48 detik (M_7), 11 menit 44 detik (M_{11}), 15 menit 36 detik (M_{15}) dan tanpa pemaparan medan magnet (M_0) sebagai kontrol. Setiap perlakuan dilakukan lima kali pengulangan. Data yang diperoleh berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif komparatif. Data kuantitatif dianalisis menggunakan ANARA (Analisis Ragam) dan uji lanjut dengan *Tukey's* pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan 1) a. Perlakuan medan magnet 0.2 mT tidak menyebabkan adanya perbedaan pertumbuhan vegetatif namun cenderung meningkatkan kandungan karbohidrat tanaman tomat baik dari benih baru maupun benih lama. b. Pemaparan medan magnet 0,2 mT selama 7'48" tidak menyebabkan perbedaan kecepatan pertumbuhan vegetatif tomat dari benih lama maupun benih baru. 2) Medan magnet 0.2 mT menyebabkan pertumbuhan benih lama menyusul pertumbuhan benih baru.

Kata Kunci : Medan Magnet, *Lycopersicum esculentum* Mill., Pertumbuhan Vegetatif, Umur Benih.

PENGARUH LAMA PAPARAN MEDAN MAGNET 0.2 mT TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) DARI BENIH LAMA DAN BARU

Oleh

YUNITA SARI

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
2018

Judul Skripsi : **PENGARUH LAMA PAPARAN MEDAN MAGNET 0.2 mT TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) DARI BENIH LAMA DAN BARU**

Nama Mahasiswa : Yunita Sari

No. Pokok Mahasiswa : 1417021131

Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Rochmah Agustrina, Ph.D.	**Dra. Tundjung Tripeni H, M.S.**
NIP 19610803 198903 2 002	NIP 19580624 198403 2 002

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Rochmah Agustrina, Ph.D.** .....

Sekretaris : **Dra. Tundjung Tripeni H, M.S.** .....

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

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 : **26 April 2018**

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar lampung pada tanggal 24 Juni1996, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Budiman dan Ibu Herdawati. Penulis menempuh pendidikan pertamanya pada tahun 2002 di Sekolah Dasar Negeri 1 Kupang Teba, kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertamanya di SMP Negeri 16 Bandar Lampung pada tahun 2008. Pada tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan di SMK-SMTI Bandar Lampung. Selama menjadi siswa, penulis aktif dalam kegiatan OSIS, Pramuka, dan Paskibra.

Pada tahun 2014, penulis resmi diterima sebagai mahasiswi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menempuh pendidikan di Biologi, penulis pernah bergabung dengan keluarga besar dan aktif di Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Universitas Lampung. Selain itu penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Mikrobiologi Umum, Mikrobiologi Pangan dan Industri, Pengenalan Alat Laboratorium, Fitohormon, dan Fisiologi Tumbuhan.

Pada tahun 2017, penulis melaksanakan Program Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Sumber Baru, Kecamatan Seputih Banyak, Kabupaten

Lampung Tengah, ditahun yang sama penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Balai Besar Penelitian Veteriner Bogor, dengan judul **"Deteksi Toksin *Clostridium perfringens* yang Diisolasi dari Usus dan Daging Ayam di Laboratorium Balai Veteriner Bogor"**

PERSEMBAHAN

ALHAMDULILLAH

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

Kedua Orangtuaku tercinta Ibunda Herdawati dan Ayahanda Budiman, yang
selalu membimbing, menyayangi dengan tulus,
memberi dukungan, dan selalu mendoakan disetiap langkahku.

Abang dan adikku Rosidi Pratama dan Walat Rido Mustakim, yang selalu
memberikan semangat, doa dan motivasi untukku.

Bapak dan Ibu dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang
telah membimbing dan memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada
saya.

Sahabat dan teman seperjuangan, yang selalu memberikan canda tawa, tempat
berbagi saat susah dan senang, selalu memberikan semangat dan saran, yang
selamanya akan menjadi bagian dari cerita perjalanan studiku.

Serta Almamaterku Universitas Lampung

MOTTO

"Good things takes time"

"Just believing that everyone has their own time zone"

"Difficult roads often lead to beautifull destinations"

"It isn't happy people who are grateful, it is grateful people who are happy"

"We are not makers history, we are made by history"

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **"Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet 0,2 mT Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Dari Benih Lama dan Baru".**

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. Ibu Rochmah Agustrina, Ph.D. selaku dosen Pembimbing Utama, terimakasih atas bimbingan, masukan, nasihat, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi penulis.
2. Ibu Dra. Tundjung T. Handayani M.S. selaku dosen Pembimbing Kedua, terimakasih atas bimbingan, masukan, nasihat, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi penulis.
3. Bapak Dr. Bambang Irawan, M. Sc. selaku dosen penguji terimakasih atas bimbingan, masukan, nasihat, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi penulis.
4. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.

5. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P. selaku Rektor Universitas Lampung.
6. Prof. Warsito, S.Si, D.E.A., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh dosen dan karyawan di Jurusan Biologi atas semua bimbingan pengajaran, pelayanan, dan bantuan yang telah diberikan.
8. Kedua orangtuaku Ibunda Herdawati dan Ayahanda Budiman yang senantiasa memberikan nasihat, doa, tuntunan, dan dukungan kepada penulis.
9. Abang dan adikku Rosidi Pratama dan Walat Rido Mustakim yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa.
10. Sahabatku Amalia Pratiwi dan Siti Ulfa Nabila yang selalu mendukung dan menemaniku sejak SMP hingga kini. Terimakasih telah menjadi sahabat terbaik. Semoga persahabatan ini berlangsung selamanya**.**
11. Pance Club (Dian Ramadani dan Ayu Wandira) The moodbooster of my life. Pelarian dan jalan keluar atas segala masalah. Saranghae.
12. BMF (Aprilia Sari, Athiyya Nur Fadhilah, Betara Sona, Febi angelica Rivera) Terima kasih atas kenangan dan pengajaran hidup selama masa perkuliahan.
13. Foursame (Rismayanti, Novita, Benny Hartanto) Terimakasih atas gelak tawa canda selama beberapa waktu terakhir. Terimakasih pada danz base yang menyatukan kita.
14. Partner penelitian “tomatoes team” (Astri Ayu Andari, Oktamaida Listiawati, Febi Angelica Rivera) terima kasih atas kerja sama dan kebersamaan selama masa penelitian dan pengambilan data hingga ujian kompre. Maafkan jika terdapat hal yang kurang berkenan.

15. Semua staff dan pegawai di Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian (Mas Sigit, Mas Daus, Bang Ari) yang sudah memberikan izin dan kesempatan untuk melakukan penelitian, serta menjaga tanaman tomat penelitian.
16. Tim penelitian Cabe (Irma Aryani, Nurjulia Jashinda, Retno Wulantari, Theodorius Aprienta) semoga sukses.
17. Teman-teman satu atap selama KKN 40 hari. Bang Dony selaku abang iseng sekaligus teman curhatku, Bang Boy selaku pelawak jahil pembuat tawa setiap hari, Faiq annyeong, Laras selaku mamah bagi kami semua, Rani selaku bu dokter receh, Mba Ratna selaku manusia ikan. See you on top guys.
18. Teman-teman Biologi Angkatan 2014 dan Microholic yang tidak bisa disebutkan satu persatu terimakasih atas keakraban, canda tawa, dukungan dan kebersamaanya selama ini.
19. 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 laporan ini dan jauh dari kesempurnaan, akan tetapi besar harapan semoga hasil tulisan ini berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 20 Mei 2018
Penulis,

Yunita Sari

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 ..... **xiii**

DAFTAR TABEL ..... **xv**

DAFTAR GAMBAR ..... **xvi**

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah 1
B. Tujuan Penelitian 5
C. Manfaat Penelitian 5
D. Kerangka Pemikiran 5
E. Hipotesis 7

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tomat 8
1. Biologi Tomat 8
2. Siklus Hidup Tanaman Tomat 12
3. Syarat Tumbuh 15
B. Benih 16
C. Medan Magnet 19
D. Penelitian Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tanaman 22

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat 25
B. Alat dan Bahan 25
C. Rancangan Penelitian 26
D. Pelaksanaan Penelitian 26
E. Pengambilan Data 32
F. Analisis Data 37

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perkecambahan 38
1. Persentase Perkecambahan 38
2. Tinggi Total Kecambah 42
B. Tinggi Tanaman, Luas Daun, dan Berat Kering 46
C. Kandungan Klorofil dan Karbohidrat 54

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan 58
B. Saran 58

DAFTAR PUSTAKA 59

LAMPIRAN 65

DAFTAR TABEL

1. Pengaruh paparan medan magnet 0.2 mT pada benih lama dan benih baru tomat terhadap tinggi tanaman 47

2. Pengaruh umur benih terhadap tinggi tanaman..... 47

3. Pengaruh paparan medan magnet 0.2 mT pada benih lama dan benih baru tomat terhadap luas daun tomat 48

4. Pengaruh umur benih terhadap luas daun tomat 48

5. Pengaruh paparan medan magnet 0.2 mT pada benih lama dan benih baru tomat terhadap berat kering tanaman 48

6. Pengaruh umur benih terhadap berat kering tomat 48

7. Pengaruh paparan medan magnet 0.2 mT pada benih lama dan benih baru tomat terhadap kandungan karbohidrat tomat..... 55

DAFTAR GAMBAR

1. Pertumbuhan dan perkembangan tomat 12
2. Kutub magnet 19
3. Dipol magnet 19
4. Garis-garis medan magnet 20
5. Kumparan selenoid 21
6. Aturan tangan kanan 21
7. Pemaparan benih diatas selenoida 27
8. Perkecambahan dalam enkas kayu 28
9. Penyemaian dalam plastic kecil 28
10. Pemindahan tanaman yang telah disemai ke dalam polybag 29
11. Tata letak tanaman pada polybag 30
12. Pengukuran tinggi total kecambah 33
13. Pengukuran tinggi tanaman 33
14. Pengukuran luas daun dengan *Leaf area meter* 34
15. Pengukuran berat kering 35
16. Larutan siap uji kandungan klorofil 36
17. Larutan siap uji kandungan karbohidrat 37
18. Pengaruh pemaparan medan magnet 0.2 mT pada benih tomat terhadap persentase perkecambahan 38

19. Pengaruh pemaparan medan magnet 0.2 mT pada benih tomat terhadap tinggi total kecambah 43

20. Pengaruh paparan medan magnet 0.2 mT pada benih tomat terhadap tinggi tanaman tomat hari minggu ke-1 s.d. ke-3 50

21. Pengaruh paparan medan magnet 0.2 mT pada benih tomat terhadap luas daun tomat minggu ke-1 s.d. ke-3 51

22. Pengaruh paparan medan magnet 0.2 mT pada benih tomat terhadap berat kering tanaman tomat minggu ke-1 s.d. ke-3 52

23. Pengaruh paparan medan magnet 0.2 mT pada benih tomat terhadap kandungan klorofil total daun tomat minggu ke-3 56

24. Pengaruh paparan medan magnet 0.2 mT pada benih tomat terhadap kandungan karbohidrat daun tomat minggu ke-3 56

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Medan magnet adalah daerah di sekitar magnet yang masih dipengaruhi oleh gaya dari magnet tersebut (Giancoli, 2001). Medan magnet terbentuk karena adanya gaya tarik-menarik dan tolak-menolak yang dialami kutub-kutub magnet (Soedojo, 1998). Medan magnet memiliki kemampuan untuk menembus benda mati maupun makhluk hidup (Sari, 2015).

Sejak tahun 80-an telah diketahui bahwa medan magnet dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik dengan cara merangsang (Hozayn, 2011) maupun menghambatnya (Budarsa, 2008). Paparan medan magnet pada sel jaringan tanaman dapat mempengaruhi berbagai unsur hara yang terkandung di dalamnya, sehingga menyebabkan perubahan pada proses metabolisme dan mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Bilalis *et al.* (2013), menambahkan bahwa kandungan nitrogen, fosfor, potassium, kalsium dan magnesium pada tanaman kapas yang dipapar medan magnet selama 30 menit meningkatkan dan menyebabkan pertumbuhan secara signifikan dibanding dengan dengan tanaman kapas tanpa paparan medan magnet.

Menurut Morejon *et al*. (2007), medan magnet dapat mengubah sifat fisika dan kimia air sehingga menjadi lebih mudah diserap oleh biji dan meningkatkan presentase perkecambahannya. Aladjadjiyan (2002) menunjukkan bahwa medan magnet dapat meningkatkan kandungan energi dalam benih yang diperlukan untuk berkecambah, berat basah, dan merangsang pertumbuhan tunas jagung. Florez *et al*. (2007) melaporkan bahwa paparan medan magnet stasioner dapat meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan awal benih jagung. Selain menyebabkan perkecambahan benih, medan magnet juga mempengaruhi berbagai karakteristik pertumbuhan tanaman lainnya seperti, pertumbuhan benih, kemampuan bereproduksi, pertumbuhan sel meristem dan klorofil (Hozayn, 2010).

Tomat merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi. Buah tomat mengandung vitamin dan mineral yang bermanfaat bagi tubuh manusia (Pitojo, 2005). Tomat juga mengandung antioksidan yang sangat baik untuk kesehatan. Banyaknya manfaat tomat ini mendorong para petani untuk membudidayakan tanaman ini, selain untuk dikonsumsi sendiri juga sebagai sumber penghasilan (Lusiati, 2017).

Proses pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman dipengaruhi oleh faktor internal (dalam) dan faktor eksternal (luar). Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan adalah faktor genetik (Pratiwi, 2006)

dan umur benih. Sedangkan faktor eksternal yang mempengaruhi meliputi air, cahaya, temperatur, oksigen, medium, dan unsur hara (Campbell *et al.*, 2003).

Telah diketahui bahwa umur benih mempengaruhi kecepatan pertumbuhan serta produksi tanaman. Benih baru pada umumnya memiliki daya tumbuh yang lebih baik dibandingkan dengan benih lama (Kamil, 1979). Penelitian Chariesma (2011), membuktikan bahwa laju respirasi pada benih jagung baru meningkat pesat pada rentang waktu tertentu selama proses perkecambahan, sebaliknya laju respirasi pada benih jagung lama/tua cenderung mengalami penurunan. Penurunan kualitas benih pada benih lama dapat disebabkan oleh faktor lama maupun metode penyimpanan benih. Menurut Justice dan Bass (2002), benih yang disimpan dalam waktu yang lama dapat mengalami kerusakan pada struktur membrannya. Selain itu penurunan daya kecambah pada benih lama juga disebabkan oleh proses respirasi benih selama penyimpanan. Respirasi selama penyimpanan menyebabkan berlangsungnya perombakan cadangan makanan di dalam benih. Semakin lama benih disimpan maka semakin berkurang kandungan cadangan dalam biji sehingga benih mengalami kemunduran viabilitasnya yang ditunjukkan dengan turunnya daya berkecambah karena benih yang sudah kehabisan kandungan cadangan makanan tidak mempunyai cukup energi untuk tumbuh berkecambah dengan baik.

Pertumbuhan vegetatif adalah pertumbuhan yang ditandai dengan adanya pertambahan volume, tinggi, dan massa organ-organ tanaman (Fried dan

Hademenos, 2006). Hasil penelitian El-yazied (2011), menyatakan bahwa medan magnet mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tomat seperti penambahan pada tinggi tanaman, diameter batang, berat basah, berat kering, dan luas daun. Hal serupa juga diperkuat oleh penelitian Bilalis *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa medan magnet mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif oregano secara signifikan.

Akhir-akhir ini banyak dilakukan penelitian untuk meningkatkan produktivitas tanaman, salah satunya adalah dengan pemanfaatan medan magnet terhadap pertumbuhan tanaman **(**Aladjadjiyan, 2003). Wulansari *et al*. (2010) yang membuktikan bahwa pemaparan medan magnet *Extremely Low Frequency* (ELF) 100 mT dan 300 mT dapat memacu pertumbuhan vegetatif tanaman tomat.

Dari berbagai hasil penelitian tentang pengaruh energi medan magnet terhadap berbagai spesies tanaman, respon tanaman terhadap medan magnet berbeda-beda bergantung kepada jenis dan umur tanaman (Wilkes dan Goodman, 1995). Menurut Martinez *et al.* (2014), medan magnet mampu memperbaiki jaringan rusak pada benih lama yang kemampuan germinasinya menurun akibat kekurangan pati dan protein. Dalam penelitian ini akan dikaji pertumbuhan vegetatif tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) hasil induksi medan magnet 0,2 mT pada benih tomat lama dan baru. Benih lama adalah benih tomat yang masa kadaluarsanya tahun 2016 dan benih baru adalah benih tomat yang masa kadaluarsanya tahun 2018.

B. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pemberian medan magnet 0,2 mT pada benih tomat yang berbeda umur terhadap pertumbuhan vegetatifnya.
2. Mengetahui lama paparan medan magnet 0,2 mT yang paling baik pada benih tomat yang berbeda umur terhadap pertumbuhan vegetatifnya.

C. Manfaat Penelitian

1. Diperoleh informasi ilmiah mengenai pengaruh pemaparan medan magnet pada benih tomat yang berbeda umur terhadap terhadap pertumbuhan vegetatif tomat.
2. Mendapatkan sumber acuan informasi untuk membantu petani dalam cara memanfaatkan benih lama dengan kualitas pertumbuhan yang tetap tinggi.

D. Kerangka Pemikiran

Tomat merupakan tanaman holtikultura yang memiliki berbagai manfaat, baik dibidang ekonomi maupun kesehatan. Sehingga kebutuhan tomat di masyarakat dari tahun ke tahun meningkat, namun peningkatan kebutuhan masyarakat ini tidak sebanding dengan produksi tomat. Salah satu penyebabnya adalah

ketersediaan benih, sementara keberadaan benih lama kurang banyak dimanfaatkan karena kualitas pertumbuhannya dianggap rendah. Rendahnya daya tumbuh benih tomat lama disebabkan oleh cadangan makanan bagi embrio yang semakin menurun dengan semakin bertambahnya umur benih.

Saat ini banyak peneliti menggunakan medan magnet sebagai alternatif untuk membantu pertumbuhan tanaman. Penelitian sebelumnya menunjukan bahwa perlakuan pemaparan medan magnet pada tanaman dapat meningkatkan proses perkecambahan, pertumbuhan vegetatif maupun produksinya. Medan magnet terbukti mampu mempercepat proses metabolisme tanaman sehingga tanaman mampu tumbuh dengan lebih baik dan lebih cepat.

Medan magnet mampu memperbaiki jaringan rusak benih lama brokoli yang kemampuan germinasinya menurun akibat kekurangan pati dan protein. Medan magnet juga telah terbukti dapat meningkatkan kandungan energi dalam benih yang diperlukan untuk proses pertumbuhan awal benih dan perkecambahan jagung.

Pada proposal ini diajukan penelitian untuk menguji pertumbuhan vegetatif tomat dari benih yang berbeda umur yang dipapar medan magnet 0,2 mT dengan waktu paparan yang berbeda.

E. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT pada benih lama dan benih baru.
2. Pemaparan medan magnet 0,2 mT selama 7’48” akan meningkatkan kecepatan pertumbuhan vegetatif tomat dari benih lama maupun benih baru.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tomat

1. Biologi Tomat

Klasifikasi Tomat (*Lycopersicon esculentum*) menurut Simpson (Wiryanta, 2002) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Division : Magnoliophyta

Class : Magnoliopsida

Order : Tubiflorae

Family : Solanaceae

Genus : *Lycopersicon*

Species : *Lycopersicon esculentum*

Tomat termasuk tanaman semusim atau annual. Artinya, tanaman berumur pendek yang hanya satu kali berproduksi dan setelah itu mati. Sebagai tanaman perdu atau semak, tanaman tomat tumbuh menjalar pada permukaan tanah dengan panjang mencapai kurang lebih dua meter (Firmanto, 2011).

Tanaman ini berasal dari Amerika tropis. Memiliki sifat yang tidak tahan terhadap hujan dan terik sinar matahari, serta menghendaki tanah yang gembur dan subur (Dalimartha, 2007).

Tanaman tomat memiliki akar dengan ciri-ciri akar tunggang yang bercabang serta akar serabut dengan warna keputih-putihan. Kedalaman rata-rata perakarannya mencapai 30 sampai 40 cm, namun ada pula yang mecapai kedalaman 60-70 cm. Fungsi akar tomat adalah untuk menyerap air dan unsur hara yang dibutuhkan dan untuk menopang berdirinya tanaman (Pitojo, 2005).

Batang tomat berbentuk bulat dan membengkak pada buku-bukunya (Rismunandar, 2001). Batang dan cabang tidak berkayu. Di bagian batang yang masih muda berambut dan ada yang berkelenjar. Kulit batang berwarna hijau dan berbulu. Bagian dalam batang hingga cabang terdapat empulur berwarna hijau keputih-putihan (Pitojo, 2005).

Batang tomat bercabang banyak sehingga secara keseluruhan berbentuk perdu (Rismunandar, 2001). Percabangan tanaman tomat di mulai dari ketiak daun yang berada dekat dengan tanah (Pitojo, 2005). Percabangan bagian bawah bertipe monopodial, dimana batang pokoknya lebih besar dari cabangnya. Percabangan di bagian atas tanaman bertipe simpodial, dimana antara batang dan cabang kurang jelas perbedaannya (Pitojo, 2005).

Batang pokok tomat ada yang dapat tumbuh hingga mencapai 2-3 m, namun ada pula yang pertumbuhannya terhenti setelah muncul rangkaian bunga (Pitojo, 2005). Diameter batang dapat mencapai 4 cm (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Selagi masih muda batang tanaman mudah patah, namun menjadi kuat setelah tua. Batang tomat dapat bersandar pada kayu atau merambat pada tali, namun harus dibantu dengan beberapa ikatan (Rismunandar, 2001). Pada ujung batang utama terdapat meristem apikal yang merupakan bagian paling aktif membentuk daun dan bunga (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Daun tanaman tomat merupakan daun majemuk dan bersirip gasal (Pitojo, 2005). Umumnya, daun tomat tumbuh di dekat ujung dahan atau cabang dan berbulu (Wiryanta, 2002). Duduk daun teratur pada batang dan membentuk spiral dengan *phyllotaxy* 2/5. Daun tomat mengeluarkan bau yang khas jika diremas. (Pitojo, 2005).

Panjang daun dapat mencapai 15-30 cm dengan lebar daun antara 10-25 cm. Tangkai daun berbentuk bulat dengan panjang antara 3-6 cm. Jumlah sirip daun antara 7-9 terletak berhadapan atau bergantian. Panjang sirip daun antara 5-10 cm dan berbentuk sedikit menggulung ke atas. Sirip daun bergerigi tidak teratur Sirip daun yang besar terkadang ada yang bersirip lagi atau bersirip ganda. (Pitojo, 2005). Diantara daun-daun yang menyirip besar terdapat sirip kecil dan ada pula yan bersirip besar lagi (bipinnatus) (Pracaya, 1998).

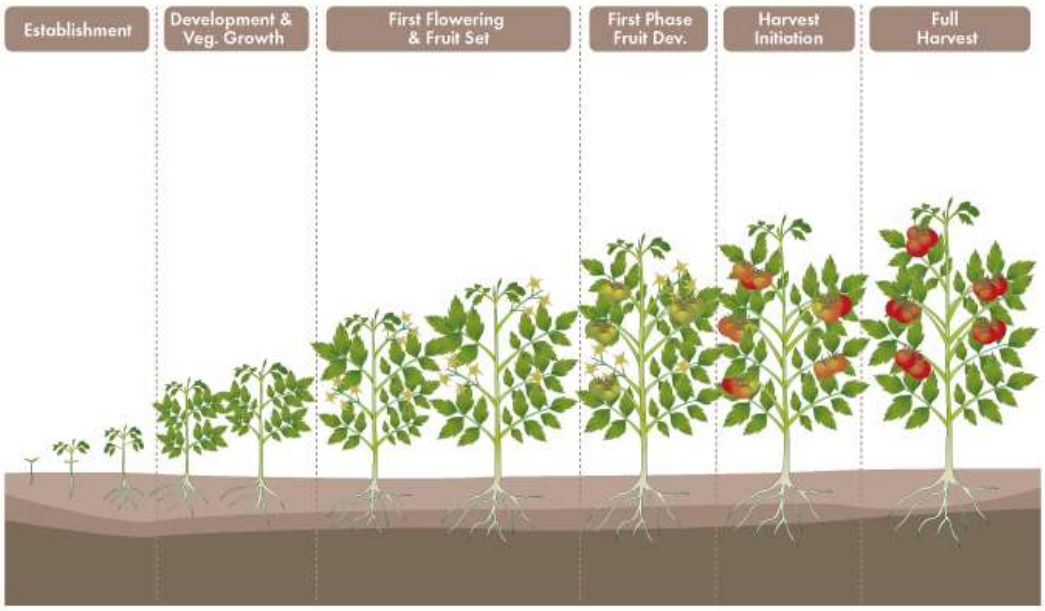
Bunga tomat merupakan bunga majemuk, menggantung pada tungkai rangkaian bunga. Ragkaian bunga beragam, ada yang terletak di antara buku, pada ruas, ujung batang atau ujung cabang. Bunga tomat merupakan bunga sempurna, memiliki benang sari, bakal buah, kepala putik, dan tangkai putik (Pitojo, 2005). Bunga dapat menyerbuk sendiri karena tipe bunganya berumah satu, meskipun demikian tidak menutup kemungkinan terjadi penyerbukan silang (Wiryanta, 2004).

Buah tomat merupakan hasil perkembangan ovarium bunga (Heuvelink, 2005) Buah tomat merupakan buah buni. Selagi muda buah berwarna hijau dan berbulu dengan teksturnya yang relatif keras. Saat buah sudah tua, buah berwarna merah muda, merah, atau kuning cerah dan mengkilat dengan tekstur relatif lunak. Bentuk buah tomat beragam tergantung varietasnya. Diameter buah tomat berukuran antara 2-15 cm tergantung varietasnya (Pitojo, 2005).

Biji tomat bebentuk pipih, berbulu, dan diselimuti daging buah. Warna biji ada yang putih, putih-kekuningan, atau putih kecoklatan. Panjangnya antara 3-5 mm dengan lebar antara 2-4 mm. Jumlah biji setiap buahnya bervariasi, tergantung pada varietas dan lingkungan, maksimum 200 biji per buah. Biji biasanya digunakan untuk bahan perbanyakan tanaman (Wiryanta, 2004).

2. Siklus Hidup Tanaman Tomat

Tanaman tomat adalah tanaman annual berumur pendek dengan masa hidup 5-6 bulan. Siklus hidup tanaman tomat meliputi tahap perkembangan benih, perkecambahan, pertumbuhan vegetatif, dan pertumbuhan generatif (Gambar 1). Tahap benih meliputi dormansi dan germinasi (Lippman *et al.*, 2008).



Gambar 1. Pertumbuhan dan perkembangan tomat

(Sumber : *http://www.sqm.com*)

Perkecambahan benih tomat berlangsung pada kondisi optimal dan ditandai dengan munculnya radikula kira-kira 5-10 hari setelah benih dikecambahkan (Lippman *et al.*, 2008). Perkecambahan tomat termasuk dalam kategori perkecambahan *epigeal*. Pada tipe perkecambahan epigeal radikula muncul dengan

menembus kulit biji diikuti dengan pemanjangan hipokotil yang membawa serta kotiledon dan plamula ke atas permukaan tanah membentuk sistem tajuk (Edmond *et al.*, 1975).

Secara kimiawi, proses perkecambahan diawali dengan imbibisi yaitu proses masuknya air ke dalam biji. Imbibisi dapat memicu kerja hormon yang kemudian mengaktifkan hormon giberelin dan mendorong aktivitas untuk merombak zat makanan. Proses perombakan cadanagan makanan secara enzimatis menghasilkan energi yang cukup besar untuk melangsungkan proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Ashari, 1995).

Perkecambahan biji dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar. Faktor-faktor dalam yang mempengaruhi perkecambahan meliputi tingkat kemasakan biji, ukuran biji, dormansi, dan penghambat perkecambahan. Sedangkan faktor-faktor luar yang mempengaruhi perkecambahan biji meliputi air, temperatur, oksigen, dan cahaya. Sifat kulit biji dan jumlah air yang tersedia di lingkungan sekitarnya mempengaruhi penyerapan air oleh biji. Pada saat perkecambahan, respirasi meningkat disertai dengan meningkatnya pengambilan oksigen dan pelepasan karbondioksida, dan air. Biji yang dikecambahkan pada kondisi kurang cahaya atau gelap dapat menghasilkan kecambah yang mengalami etiolasi. Temperatur optimum untuk terjadinya perkecambahan tidak jauh berbeda dengan temperatur lingkungan tempat biji dihasilkan. Tingkat kematangan biji dan faktor-faktor luar

merupakan syarat penting bagi perkecambahan (Stefferud, 196l dalam Sutopo, 1993).

Pertumbuhan adalah perubahan secara kuantitatif selama siklus hidup tanaman yang bersifat tidak dapat kembali (*irreversible*). Menurut Humphries dan Wheeler (1963), pertumbuhan vegetatif adalah proses penting dalam siklus hidup setiap tumbuhan. Pertumbuhan vegetatif dimulai dari terbentuknya daun pada proses perkecambahan hingga awal terbentuknya organ generatif. Sedangkan Lippman *et al.* (2008) menerangkan bahwa fase vegetatif di mulai sejak perkecambahan sampai munculnya bunga pertama atau awal tahap reproduktif. Pertumbuhan vegetatif dapat dilihat dan diukur melalui pertambahan volume, jumlah, bentuk dan ukuran organ-organ vegetatif seperti daun, batang dan akar (Humphries dan Wheeler, 1963). Pada pertambahan volume, parameter yang dapat dilihat adalah panjang tumbuhan atau tinggi tanaman. Sedangkan pertambahan massa dapat diukur berdasarkan parameter berat basah dan bering kering tanaman (Fried dan Hademenos, 2006).

Selama fase vegetatif, tanaman memerlukan cadangan makanan (karbohidrat) yang cukup untuk menjadi energi yang diperlukan dalam proses pertumbuhan (Sutopo, 2004). Ada tiga aspek penting yang mempengaruhi fase pertumbuhan vegetatif, yaitu pembelahan sel, pembesaran sel, dan diferensiasi sel. Pada pembelahan sel yang dibutuhkan adalah karbohidrat, pada pembesaran yang paling penting adalah hormon dan air, sedangkan pada saat diferensiasi sel yang

diperlukan adalah karbohidrat dalam jumlah yang lebih banyak daripada fase pertumbuhan (Sutopo, 2004).

Pada fase generatif, tanaman akan secara terus-menerus dan bertahap menghasilkan bunga, bakal buah dan buah. Pada masa ini energi pertumbuhan mulai terbagi untuk pembungaan dan pembuahan. Energi pertumbuhan yang dibutuhkan untuk pembungaan dan pembuahan akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Kebutuhan terhadap energi (karbohidrat) untuk pertumbuhan akan mencapai puncaknya pada saat pembesaran buah dan proses pematangan, yaitu sekitar umur 75-105 hari jika ditanam langsung dari benih atau 60-90 hari jika melalui proses persemaian terlebih dahulu. Fase generatif akan berakhir dalam waktu yang berbeda tergantung pada tipe tanaman, kondisi kesuburan tanah, dan kondisi kesehatan tanaman (Wahyudi, 2012).

3. Syarat Tumbuh

Tanaman tomat membutuhkan banyak sinar matahari sepanjang hari untuk dapat berproduksi secara maksimal, namun dalam suasana yang sejuk dan sinar yang tidak terlalu terik. Menurut Harjadi dan Sunarjono (1989) cahaya sebaiknya tidak terlalu terik ataupun terlalu redup. Cahaya yang terlalu terik dapat meningkatkan proses transpirasi, sehingga dapat menyebabkan banyaknya bunga dan bakal buah gugur. Jika tanaman tidak mendapat cukup cahaya, tanaman akan mengalami etiolasi dan lemah.

Suhu yang paling ideal untuk perkecambahan benih tomat adalah 25-30°C, sedangkan suhu ideal untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah 24-28°C. Kelembaban relatif yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah 80% (Wiryanta, 2004). Tanaman tomat lebih baik diusahakan ditanam di dataran tinggi (700-1500 m di atas permukaan laut). Tanaman tomat yang ditanam di dataran rendah produksinya akan menjadi rendah dan buahnya menjadi lebih pucat (Ashari, 1995).

Untuk pertumbuhannya yang baik, tanaman tomat membutuhkan tanah yang gembur, sedikit mengandung pasir, dan banyak mengandung humus. Kadar keasaman (pH) antara 5-6, serta pengairan yang teratur dan cukup dari penanaman sampai tanaman mulai dapat dipanen (Tugiyono, 2007).

B. Benih

Benih adalah biji tanaman yang digunakan untuk perbanyakan tanaman. Benih sebenarnya merupakan biji yang di dalamnya terdapat tanaman mini yang perkembangannya belum sempurna (Ashari, 2005). Di dalam benih terdapat embrio, endosperma, cadangan makanan, dan pelindung (kulit). Beberapa benih ada yang memiliki struktur tambahan seperti gluma, braktea, spina, dan rambut pelindung (Justice dan Bass, 2002).

Mutu benih adalah karakteristik benih yang digunakan untuk menggambarkan kemampuannya beradaptasi dan tumbuh setelah penanaman (Wilson, 2005). Mutu benih ditentukan oleh kondisi sebelum, selama, dan setelah panen (Hasanah, 2002). Mutu benih meliputi mutu genetik, fisiologis, dan fisik. Mutu genetik benih adalah benih yang menunjukkan identitas genetik benih yang sesuai dengan yang dideskripsikan pemuliaannya. Mutu fisiologis benih adalah mutu benih yang ditentukan oleh viabilitas benih. Mutu fisik dicerminkan dari penampilan fisik yang meliputi kadar air, kemurnian, dan berat benih serta penampakan fisiologis yaitu daya berkecambah. Keseluruhan karakter mutu benih tersebut merupakan parameter utama dalam pengujian benih dalam proses sertifikasi mutu benih di Indonesia (Sudrajat dan Nurhasybi, 2009). Benih dengan mutu genetik, fisiologis, dan fisik yang baik akan menghasilkan pertumbuhan dan hasil produksi yang baik pula.

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan mutu benih mengalami kemunduran. Salah satu penyebabnya adalah lama dan tempat penyimpanan benih. Selama penyimpanan, benih mengalami kemunduran mutu ditandai dengan penurunan vigor maupun viabilitas benih selama disimpan (Purwanti, 2004). Menurut Justice dan Bass (2002), kemunduran benih disebabkan oleh perubahan struktur protein, berkurangnya cadangan makanan, meningkatnya kadar asam lemak, aktivitas enzim, kerusakan membran, dan respirasi benih. Agar benih yang didapat baik, saat benih dipanen harus dalam keadaan benar-benar masak di pohon. Viabilitas benih yang baik dapat bertahan dalam kondisi lingkungan penyimpanan yang

kurang menguntungkan (Ashari, 2005). Vigor benih yang tinggi memiliki kekuatan tumbuh dan daya simpan yang tinggi (Sutopo, 2004) sehingga kehilangan vigor benih dianggap sebagai suatu kemunduran.

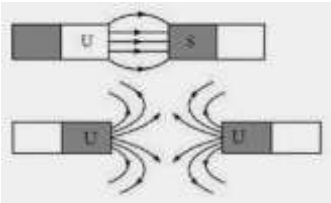
Proses kemunduran benih terus berlangsung seiring lamanya benih disimpan. Perubahan katabolik terus berlangsung seiring dengan semakin bertambahnya usia benih, semakin tua usia benih maka kemampuan benih untuk berkecambah semakin menurun (Justice dan Bass, 2002) Kemunduran ini terjadi karena selama periode simpan, benih tetap melakukan respirasi (Djamhuri, 2012). Yuniarti *et al*. (2002) menyatakan bahwa kehilangan viabilitas benih pada benih ortodoks sangat dipengaruhi oleh laju respirasinya. Benih ortodoks merupakan kelompok benih yang relatif toleran atau tahan terhadap pengeringan (Hasanah, 2002) benih tomat pada suhu tinggi dapat menyebabkan kemunduran benih lebih cepat pada waktu tertentu, sehingga benih tomat tergolong benih ortodoks.

Indikasi pertama kemunduran benih dapat dilihat dari penurunan laju perkecambahan atau pertumbuhan kecambah sebagai akibat kemunduran vigor benih. Vigor benih adalah kemampuan benih untuk dapat menghasilkan kecambah yang mampu bertahan dalam lingkungan yang tidak menguntungkan dan tahan terhadap serangan mikroorganisme (Justice dan Bass, 2002). Belum ada cara yang efektif untuk mengukur vigor benih. Sampai saat ini vigor benih diukur dengan cara mengukur daya kecambah. Pada dasarnya kemunduran vigor dan viabilitas benih terjadi bersamaan (Justice dan Bass, 2002).

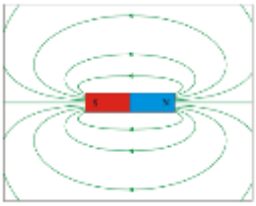
C. Medan Magnet

Gejala magnetisme telah ada dan telah diamati oleh manusia jauh sebelum masehi. Pada tahun 1269, telah dilakukan studi mengenai magnet dan kutub magnet oleh Maricout (Ishaq, 2007).

Kutub-kutub dalam magnet dinamakan dengan kutub utara karena ujungnya selalu menunjuk kearah utara dan kutub selatan karena ujungnya yang selalu menunjuk kearah selatan (Soedojo, 2004). Kutub magnet memiliki gaya tarik-menarik dan tolak-menolak yang sangat kuat. Magnet akan saling tarik-menarik jika yang berdekatan adalah kutub yang berbeda dan akan saling tolak-menolak jika yang berdekatan adalah kutub yang sama (Maharta, 1994) (Gambar 2). Kutub-kutub magnet selalu berpasangan dalam wujud dipol magnet (Soedojo, 2004). Dipol magnet atau satuan terkecil dalam magnet arahnya selalu dari kutub utara menuju kutub selatan (Ishaq, 2007) (Gambar 3).

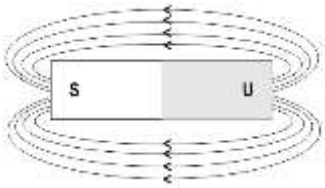


Gambar 2. Kutub magnet



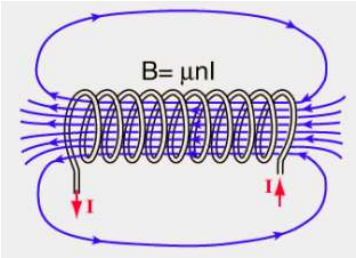
Gambar 3. Dipol magnet

Medan magnet adalah daerah di sekitar magnet yang masih dipengaruhi oleh gaya dari magnet tersebut (Giancoli, 2001). Medan magnet disebabkan oleh kutub-kutub di daerah sekitar magnet. Medan magnet biasanya dituliskan dalam garis-garis medan magnet (Gambar 4). Dengan pola garis magnet melingkar. Semakin besar kuat medan magnet maka semakin kuat pula momen dipolnya (Soedojo, 2004).

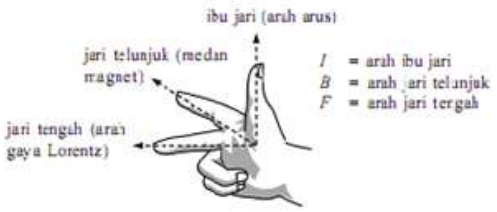


Gambar 4. Garis-garis medan magnet

Medan magnet dapat didapatkan secara alami maupun buatan. Medan magnet alami berasal dari magnet alam seperti bebatuan alam. Medan magnet buatan dapat dibuat dengan menggunakan arus listrik, misalnya kumparan solenoid yaitu lilitan tembaga melingkar yang dialiri arus listrik (Gambar 5). Solenoid mampu menghasilkan medan magnet yang pola garis gayanya sama dengan batang magnet (Soedojo, 2004). Medan magnet yang terdapat di dalam solenoid merupakan penjumlahan vektor dari gaya-gaya medan magnet. Semakin banyak jumah lilitan maka semakin banyak medan magnet yang ditimbulkannya (Kuncoro, 2007). Arah medan magnet dari kawat berarus listrik dapat dilihat dengan mengikuti aturan tangan kanan (Ishaq, 2007) (Gambar 6).



Gambar 5. Kumparan solenoid



Gambar 6. Aturan tangan kanan

Setiap bahan yang diletakkan dalam daerah di sekitar magnet akan termagnetisasi (Wiyanto, 2008). Magnetisasi menunjukkan seberapa besar suatu bahan dapat dipengaruhi oleh medan magnet dari luar. (Kotnala and Shah, 2015). Terdapat dua mekanisme polarisasi magnetik, yakni mekanisme untuk bahan paramagnetik dan diamagnetik. Bahan paramagnetik memiliki dipol magnet yang berkaitan dengan spin dari elektron yang tidak berpasangan. Medan magnet luar mempengaruhi spin sehingga spin mengalami perubahan hingga momen dipolnya cenderung searah dengan medan magnet luar. Pada bahan diamagnetik, keberadaan medan magnet luar mengubah laju orbital elektron sehingga menghasilkan perubahan momen dipol orbital yang arahnya berlawanan dengan arah medan magnet luar (Wiyanto, 2008). Medium paramagnetik adalah medium yang memperkuat medan magnet dan medium diamagnetik justru sebaliknya, yakni memperlemah medan magnet. Selain itu ada bahan feromagnetik, yakni bahan yang masih bersifat magnet walaupun bahan sudah tidak di dalam medan magnet luar, contohnya adalah besi. Berbeda dengan paramagnetik, bahan feromagnetik memiliki suseptibilitas megnetik yang amat besar dalam orde ribuan (Soedojo, 2002).

D. Penelitian Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pengaruh medan magnet terhadap tumbuhan tergantung pada intensitas dan frekuensi medan magnet yang diberikan, jenis tanaman yang dimagnetisasi, dan lama waktu pemaparan (Saragih dan Silaban, 2010). Medan magnet diketahui dapat meningkatkan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman. Penelitian Aladjadjiyan (2002) menunjukkan bahwa medan magnet dapat menstimulasi dan meningkatkan kemampuan perkecambahan, berat basah, dan panjang akar. Menurut Bilalis *et al.* (2013), medan magnet dapat meningkatkan muatan negatif sel tumbuhan sehingga ion bermuatan positif seperti kalsium, kalium, nitrogen, fosfor dan magnesium yang diperlukan untuk membentuk struktur sel, aktivator enzim, sintesis protein dan menyusun klorofil pada proses pertumbuhan tanaman sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik.

Paparan medan magnet mampu memutuskan ikatan hidrogen antar molekul air sehingga tingkat velositas dan potensial airnya tinggi. Akibatnya medan magnet mampu meningkatkan penyerapan air saat imbibisi oleh biji. Dengan banyaknya air yang diserap juga memudahkan tumbuhan dalam mentranspor hasil perombakan amilum kebagian-bagian lainnya saat perkecambahan (Darmayanti, 2012). Medan magnet dapat merubah sifat fisika air seperti kelarutan dan tegagangan permukaan sehingga mampu menembus lebih dalam ke dalam struktur biji. Dan merubah sifat kimia air yang akan membuat ikatan hidrogen pecah, sehingga molekul air akan bergerak bebas. Hal ini memungkinkan proses

penyerapan dan metabolisme tanaman menjadi lebih baik untuk perkecambahan (Morejon, 2007).

Penelitian Aladjadjiyan (2002) memaparkan bahwa paparan medan magnet 0,15 mT selama 10 menit mampu menaikkan presentase perkecambahan, panjang tunas, dan berat basah pertumbuhan tanaman dari benih jagung. Hasil penelitian Bilalis *et al.* (2013) membuktikan bahwa pemaparan medan magnet selama 30 menit mampu meningkatkan tingkat transpirasi, laju fotosintesis, konduktansi stomata, pertumbuhan akar, pertumbuhan tunas, dan persentase N, P, K, Ca dan Mg pada tahap awal pertumbuhan tanaman kapas. Pada tanaman oregano Bilalis *et al.* (2013) juga menunjukkan bahwa medan magnet dapat merangsang proses perakaran pada benih dengan hasil yang serupa atau bahkan secara statistik jauh lebih baik daripada efek hormon pertumbuhan.

Subber *et al.* (2012), menunjukkan bahwa paparan medan magnet 100 mT / jam secara signifikan mempengaruhi proses perkecambahan biji *Zea mays* dibandingkan dengan biji yang tidak dipapar, dengan panjang akar, panjang radikel dan persentase protein masing-masing meningkat sebesar 31,14%, 4,15% dan 11,32%.

Paparan medan magnet 0,2 mT pada benih tomat yang di infeksi fusarium selama 7 menit 48 detik memberikan hasil pertumbuhan terbaik (Listiana, 2016).

Pertumbuhan vegetatif tanaman tomat yang terbaik diperoleh dari benih tomat yang dipapar medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik (Winandari, 2011). Hasil penelitian Sari *et al.* (2015) membuktikan bahwa dosis dengan intensitas medan magnet Extremely Low Frequency (ELF) 300 μT dengan lama paparan 60 menit merupakan dosis yang efektif untuk mempercepat laju pertumbuhan vegetatif tanaman tomat ranti.

Medan magnet juga diketahui dapat mempengaruhi perkecambahan biji-biji yang tua. Benih brokoli dengan stress penuaan selama 48 jam yang dipapar medan magnet memiliki daya kecambah yang lebih rendah dibanding yang tidak dipapar, sedangkan benih brokoli dengan stress penuaan 72 jam yang dipapar medan magnet 3,6 mT memiliki presentasi perkecambahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan benih yang tidak dipapar medan magnet (Martinez, 2014).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari November sampai Januari 2017 di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan di Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat untuk pemaparan medan magnet, alat untuk perkecambahan, penyemaian, penanaman dan pemeliharaan, serta alat untuk analisis data.

a. Alat untuk pemaparan medan magnet adalah : selenoida.
b. Alat untuk perkecambahan, penyemaian, penanaman dan pemeliharaan adalah: cawan petri, pinset, enkas kayu, pipet tetes, penggaris, plastik semai, polybag ukuran 10 kg, bambu (ajir), tali rafia, selang air, plastik 1 kg, neraca ohaus, gelas ukur 100 ml, gelas piala 2000 ml dan 50 ml, dan kamera.

c. Alat untuk menganalisis data : Penggaris, pipet volume, benang, neraca ohaus, neraca digital, *leaf area meter*, cawan petri, kertas saring, corong kaca, tabung reaksi, lumpang dan alu, gelas piala, dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tomat varietas servo F1 yang didapatkan dari Desa Gisting, Kabupaten Tanggamus dengan masa kadaluarsa tahun 2016 dan 2018, aquades, air, tanah dan kompos dengan perbandingan 3:1, dolomit serta pupuk NPK.

C. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama yaitu jenis benih yang digunakan yaitu benih baru (S_N), dan benih lama (S_O). Faktor kedua yaitu perlakuan lama pemaparan medan magnet yang terdiri dari 4 perlakuan: 7 menit 48 detik (M_7), 11 menit 44 detik (M_{11}), 15 menit 36 detik (M_{15}), dan tanpa pemaparan medan magnet (M_0) sebagai kontrol. Dalam setiap perlakuan dilakukan 5 kali pengulangan.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Perendaman Benih

Benih yang digunakan dalam penelitian ini benih tomat yang diperoleh dari benih dengan masa kadaluarsa yang berbeda, yaitu masa kadaluarsa tahun 2016 sebagai benih lama dan yang masa kadaluarsanya tahun 2018 sebagai benih baru.

Benih tomat baru dan lama diletakkan pada cawan petri yang sudah dilapisi dengan kertas germinasi dan diberi label sesuai perlakuan. Kemudian benih direndam dengan air selama 15 menit sebelum dipapar medan magnet.

2. Pemaparan Medan Magnet

Benih yang telah direndam selama 15 menit, diberi perlakuan paparan medan magnet dengan waktu pemaparan yang berbeda sesuai dengan perlakuan (Gambar 7).

Gambar 7. Pemaparan benih diatas selenoida (Dokumentasi pribadi)

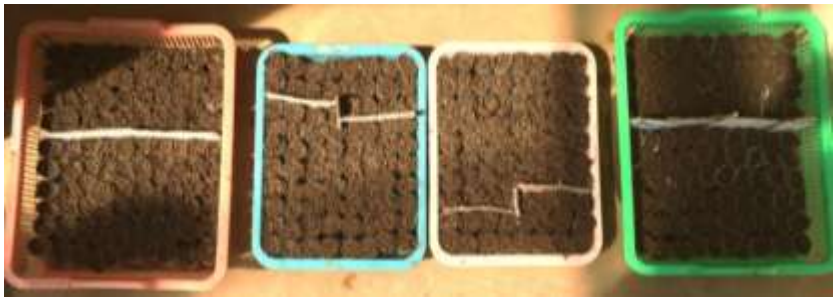
3. Perkecambahan

Benih yang telah diberi perlakuan paparan medan magnet diletakkan di dalam enkas kayu dan dijaga kelembabannya sampai muncul bakal akar atau radikula dengan waktu perkiraan 24-48 jam (Gambar 8).

Gambar 8. Perkecambahan dalam enkas kayu (Dokumentasi pribadi)

4. Penyemaian Benih Tomat

Benih yang telah berkecambah dan telah tumbuh radikula sekitar 0,5 cm kemudian di semai dalam plastik kecil berukuran panjang 4 cm dan lebar 6 cm yang telah berisi medium tanam, yaitu campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 3 : 1. Semaian diletakkan pada tempat yang cukup mendapat sinar matahari namun tidak terlalu terik dan terlindung dari hujan (Gambar 9). Semaian di siram setiap hari untuk menjaga kelembabannya.



Gambar 9. Penyemaian dalam plastik kecil (Dokumentasi pribadi)

5. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah tanah dan campuran pupuk organik kompos dengan perbandingan 3:1 (3 untuk tanah dan 1 untuk kompos). Media tanam sebanayak 10 kg dimasukkan kedalam polybag berukuran 40x40 cm yang sebelumnya telah diberi label. Kapur dolamit sebnayak 1,6 gr/polybag ditambahkan bila diperlukan. Tiap perlakuan menggunakan 2 polybag yang masing-masing berisi 4 benih.

6. Penanaman Tomat

Bibit tomat yang telah berumur ± 7 hari, kemudian dipindahkan dari tempat penyemaian ke dalam polybag berisi medium 10 kg yang telah disiapkan sebelumnya (Gambar 10). Polybag berisi tanaman di label dengan menggunakan tata letak yang telah ditentukan (Gambar 11).

Gambar 10. Pemindahan tanaman yang telah disemai ke dalam polybag (Dokumentasi pribadi)

Berikut merupakan gambaran tata letak tanaman dalam polybag berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL),

Gambar 11. Tata letak tanaman pada polybag

Keterangan:

S_O = Old seed (benih lama) tahun 2016

S_N = New seed (benih baru) tahun 2018

M_0 = Benih tanpa pemaparan medan magnet

M_7 = Benih dengan pemaparan medan magnet 0,2 mT selama 7’48”

M_{11} = Benih dengan pemaparan medan magnet 0,2 mT selama 11’44”

M_{15} = Benih dengan pemaparan medan magnet 0,2 mT selama 15’36”

7. Pemeliharaan

a. Penyiraman

Tanaman tomat disiram sebanyak 2 kali setiap hari (pagi dan sore) untuk menjaga agar tanah tetap lembab, dan tanaman mendapat cukup air.

b. Penyulaman

Penyulaman dilakukan jika terdapat benih yang mati dengan mengganti dengan benih cadangan.

c. Penyiangan

Penyiangan dilakukan apabila tumbuh gulma seperti rumput yang mengganggu pertumbuhan tanaman tomat. Penyiangan sebaiknya dilakukan setiap hari agar tidak terjadi interaksi intraspesifik.

d. Pemupukan

Pupuk NPK diberikan sesuai dengan kebutuhan. 3 kali setiap 10 hari selama 40 hari dimulai dari penanaman di polybag.

Jumlah pupuk per polybag :

Hari ke 10 : 3 gr

Hari ke 20 : 5 gr

Hari ke 30 : 5 gr

Hari ke 40 : 6 gr

e. Pemasangan ajir

Pemasangan ajir dilakukan agar tanaman tomat tidak roboh. Ajir yang digunakan terbuat dari bambu dengan tinggi 1-1,5 meter, lebar 4-5 cm dan ditancapkan sedalam 20-30 cm dengan jarak 10 cm dari tanaman.

Pemasangan ajir dilakukan setelah tinggi tanaman berkisar 10-15 cm. Diikat dengan tali dengan membentuk angka delapan agar tidak merusak tanaman.

E. Pengambilan Data

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah :

a. Penghitungan presentase germinasi benih tomat

Menurut Syaiful (2012) rumus persentase germinasi sebagai berikut:

$$KK = \frac{Y}{Z} x100\%$$

Keterangan :

KK : persentase germinasi benih tomat (%)

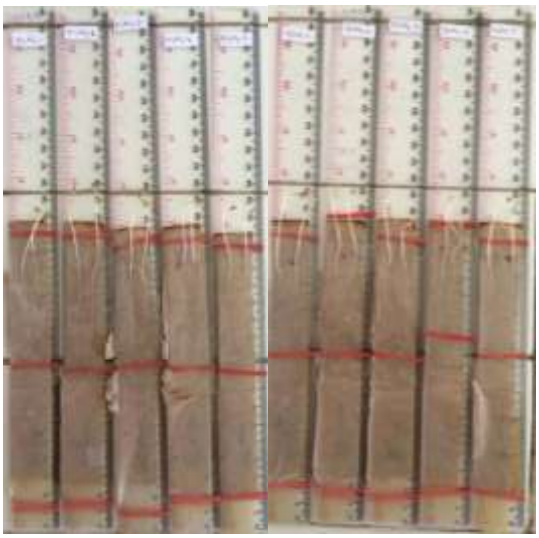
Y : jumlah benih yang mengalami germinasi

Z : total benih di cawan petri

Perhitungan presentase ini dilakukan kurang lebih 7 hari, sebelum dilakukan penyemaian.

b. Pengukuran tinggi total kecambah

Pertumbuhan perkecambahan diukur tinggi kecambahnya dari ujung akar hingga ujung tunas (Gambar 12) setiap hari mulai dari hari pertama perkecambahan hingga terbentuknya daun.



Gambar 12. Pengukuran tinggi total kecambah (Dokumentasi pribadi)

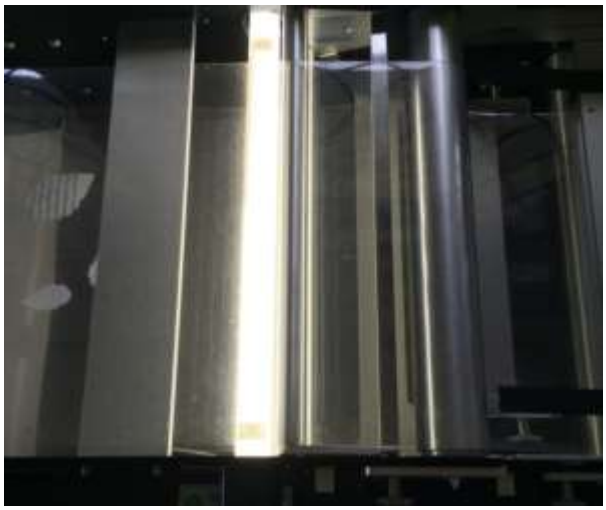
c. Pengukuran tinggi tanaman tomat

Pengukuran tinggi tanaman tomat dilaksanakan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari setelah semai (Maharina *et al*., 2014). Tanaman tomat setiap perlakuan diambil, dibersihkan, diukur tingginya menggunakan benang dan penggaris. Tinggi tanaman diukur mulai dari ujung akar terpanjang sampai ujung pucuk tanaman (*apex*) (Gambar 14).

Gambar 13. Pengukuran tinggi tanaman (Dokumentasi pribadi)

d. Pengukuran luas daun

Pengambilan data dilakukan seminggu sekali sampai masa vegetatif selesai yang ditandai dengan munculnya organ reproduktif. Tanaman dicabut dan diambil daunnya kemudian direplika pada kertas buram, kemudian digunting dan di ukur luasnya dengan menggunakan *Leaf Area Meter* (Gambar 14).



Gambar 14. Pengukuran luas daun dengan *Leaf area meter* (Dokumentasi pribadi)

e. Pengukuran berat kering tanaman tomat.

Tanaman tomat dipotong kecil-kecil, kemudian diukur berat basahnya dan dibungkus dengan aluminium foil kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 80°C selama 2 x 24 jam (Handayani dan Agustrina, 2010). Pengeringan dalam oven dilakukan sampai berat tanaman tidak berubah (konstan). Kemudian tanaman dimasukkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian ditimbang dengan menggunakan neraca analitik (data berat kering) (Gambar 15).

Gambar 15. Pengukuran berat kering (Dokumentasi pribadi)

f. Analisis kandungan klorofil

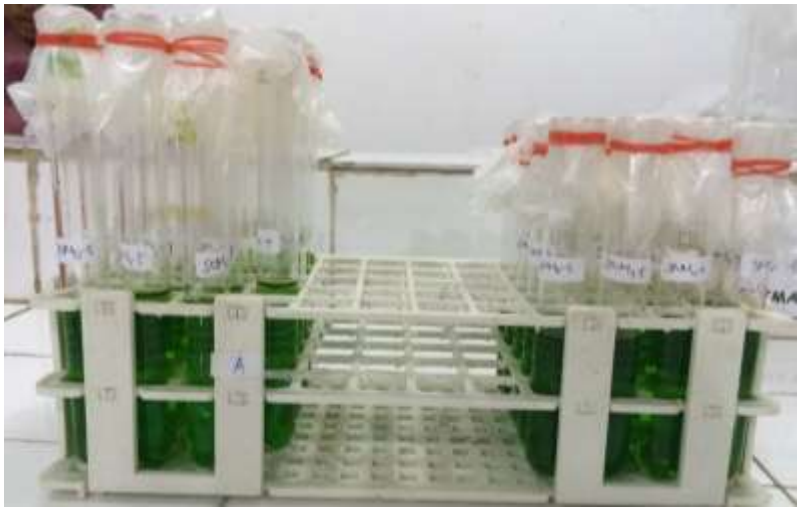
Analisis kandungan klorofil menggunakan metode Harborne (1987). Tanaman yang dipilih sebagai sampel adalah tanaman yang daunnya telah membuka sempurna, terkena sinar matahari penuh, dan merupakan daun keempat dari daun paling atas. Pengambilan sampel daun dilakukan pada saat matahari bersinar cerah, yaitu pada jam 09.00-11.00. Sampel daun dibungkus dengan alumunium foil kemudian dimasukkan ke dalam plastik, dan disimpan dalam *cool box*. Daun yang diambil sebanyak 0,1 g dihancurkan sampai halus dan ditambah 10 ml aseton 80%. Kemudian larutan disaring dengan kertas *Whatmann* No 1 (Gambar 16). Setelah disaring larutan diambil sebanyak 1 ml, dimasukkan dalam kuvet dan diukur

kandungan klorofilnya dengan spektrofotometer pada λ= 663 nm setiap sampel sebanyak 5 ulangan. Penghitungan kandungan klorofil dilakukan dengan rumus :

Klorofil total = $(17,3 \times \lambda_{663}) + (7,18 \times \lambda_{663})$

Keterangan :

λ_{663} = nilai absorbansi pada panjang gelombang 663nm



Gambar 16. Larutan siap uji kandungan klorofil (Dokumentasi pribadi)

g. Kandungan karbohidrat

Analisis kandungan karbohidrat dilakukan menggunakan metode Apriantono *et al.* (1989). Sebanyak 0,1 gr sampel daun tanaman tomat dihaluskan dan dilarutkan dalam 10 ml aquadest lalu disaring dengan menggunakan kertas saring. Kemudian ambil 1 ml sampel dan tambahkan 2 ml aquadest dan 2 ml H_2SO_4 pekat dan larutan fenol 5% 1 ml kemudian kocok dan didiamkan

beberapa menit (Gambar 17). Pengukuran kandungan karbohidrat sampel dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm.

Gambar 17. Larutan siap uji kandungan karbohidrat (Dokumentasi pribadi)

F. Analisis Data

Data yang diperoleh berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data yang tidak menunjukkan beda nyata dianalisis secara deskriptif komparatif dan didukung dengan foto. Data yang menunjukkan beda nyata disajikan secara kuantitatif dari masing-masing parameter dianalisis menggunakan ANARA (Analisis Ragam), kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut *Tukey* pada taraf α=5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. a. Perlakuan medan magnet 0.2 mT tidak menyebabkan adanya perbedaan pertumbuhan vegetatif namun cenderung meningkatkan kandungan karbohidrat tanaman tomat baik dari benih baru maupun benih lama.
   b. Pemaparan medan magnet 0,2 mT selama 7’48” tidak menyebabkan perbedaan kecepatan pertumbuhan vegetatif tomat dari benih lama maupun benih baru.
2. Medan magnet 0.2 mT menyebabkan pertumbuhan benih lama menyusul pertumbuhan benih baru.

B. Saran

Disarankan pada penelitian selanjutnya untuk melakukan pengukuran kandungan-kandungan dalam tanaman seperti : nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, dan kalium pada tanaman dan melakukan pengukuran diameter batang.

DAFTAR PUSTAKA

Aladjadjiyan, A. 2002. Study of the influence of magnetic field on some biological characteristic of Zea mays. *Journal of Central European. Agriculture.* 3.

Anggraeni, Dinastuti K., Agustrina Rochmah dan Handayani Tundjung T. 2013. Anatomi Batang Dan Stomata Tomat (*Lycopersicum Esculentum*) Yang Dikecambahkan Di Bawah Pengaruh Medan Magnet 0,2mt. *Seminar Nasional Sains & Teknologi V*. Lembaga Penelitian Universitas Lampung.

Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspitasari, Sedamawati dan S. Budiyanto, 1989. *Analisis Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. IPB Press.

Ashari, S. 2006. *Hortikultura Aspek Budidaya*. UI Press. Jakarta.

Binhir, Vladimi N. 2002. *Magnetobiologi : Underlying Physical Problem*. Academic Press. Jamestown Road, London.

Budarsa, I Gede Ketut Sri., Adnyana I W Sandi, Mahardika I G.. 2008. Studi Paparan Medan Magnet Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (Sutet) Pada Pertumbuhan Sayuran Caisim *(Brassica Juncea L). Jurnal Ecotrophic* 4(2).

Chariesma, Tatag., Andhi.W.A, Aziz Purwantoro dan Prapto Yudono. 2011. *Studi Aspek Fisiologis Dan Biokimia Perkecambahan Benih Jagung (Zea Mays L.*) Pada Umur Penyimpanan Benih Yang Berbeda. *UGM:* Yogyakarta.

Campbell, Reece dan Mitchell. 2003. *Biologi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

Campbell, Wallace. 1977. *Introduction to Magnetic Fields : Second Edition.* University Press. Cambridge.

Dalimartha S. 2007. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Jakarta: Trubus Agriwidya.

Darmayanti, W., Suntoro, I., & Herpratiwi, H. (2013). Isolasi dan karakterisasi aktivitas enzim α-amilase pada kecambah kedelai putih (Glycine max (L). Merill) dan kacang hijau (Phaseolus radiatus) di bawah pengaruh medan magnet. *Jurnal Teknologi Informasi Komunikasi Pendidikan*, 1(5).

Darwin, C.S., Knapp, S. and Peralta, E.I. 2003. Taxonomy of Tomatoes in the Galapagos Islands: Native and Introduced Species of *Solanum* Section *Lycopersicon* (Solanaceae). *Systematic and biodiversity*. 1(1).

Dimitrios Bilalis a , Nikolaos Katsenios a , Aspasia Efthimiadou b , Panagiotis Efthimiadis. 2012. Pulsed electromagnetic fields effect in oregano rooting and vegetative propagation: A potential new organic method. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B Soil and Plant Science*, 62.

Dimitrios J. Bilalis, Nikolaos Katsenios, Aspasia Efthimiadou, Anestis Karkanis, Ebrahim M. Khah, Tertyllianos Mitsis. 2013. Magnetic field pre-sowing treatment as an organic friendly technique to promote plant growth and chemical elements accumulation in early stages of cotton. *Australian Journal of Crop Science*, 7(11).

Djamhuri Edje., Naning Yuniarti, Hanny Dwi Purwani. 2012. Viabilitas Benih dan Pertumbuhan Awal Bibit Akasia Krasikarpa (*Acacia crassicarpa* A. Cunn. Ex Benth.) dari Lima Sumber Benih di Indonesia. *Jurnal SIlvikultur Tropika*. Vol. 03 No. 03.

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

Edmond, J. B., T. L. Senn dan F. S. Andrews. 1957. *Fundamentals of Horticulture*. Mc Grown – Hill Book Company. New York.

Eko Nastiti. 2017. Efektivitas Medan Magnet 0,2 mT Terhadap Vigor Dan Karakter Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill.) Yang Diinfeksi Fusarium sp. *Tesis*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung.

El-yazied, Abou., Shalaby, O.A., A.M. El-gizawy., S.M. khalf., A. El-satar. 2011. Effect of Magnetic Field on Seed Germination and Transplant Growth of Tomato. *Journal of American Science*, 2011;7(12).

Febriani Lilis Yati dan Widajati Eny. 2015. Evaluasi Beberapa Tolok Ukur Vigor untuk Pendugaan Perpanjangan Masa Edar Benih Padi (Oryza sativa L.). Bul. *Agrohorti* 3(3).

Florez M, Carbonell MV, Martimez E. 2007. Exposure of maize seeds to stationary magnetic field : effects on germination and early growth. *Environ. Bot.* 59

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

Firmanto, B.H. 2011. *Sukses Bertanam* Tomat *Secara Organik*. Bandung: Angkasa.

Fried, George H., dan George J. Hademenos. 2006. *Biologi Edisi. Kedua*, Jakarta: Erlangga.

Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika. Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga

Handayani, T.T., dan Agustrina, R. 2010. *Pengaruh Kuat Medan Magnet dan Imbibisi Biji pada Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (Glycine max L. Merr.)*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Harborne, J.B. *1987. Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Penerbit ITB. Bandung.

Harjadi, S. S., dan H. Sunarjono. 1989. *Budidaya Tomat*.. *Dalam* Harjadi, S.S. (ed), *Dasar-dasar Hortikultura*. Fakultas Pertanian, Jurusan Budidaya Pertanian, IPB. Bogor.

Hasanah, M. 1993. Pengembangan Industri Benih Tanaman Industri. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Bogor: Balai Penelitian Tanaman Rembpah dan Obat (BALITRO).

Heuvelink, E. 2005. *Tomatoes*. London UK: CABI Publishing.

Himmah, Nasyiatul. 2017. Indeks Stomata, Kandungan Klorofil Dan Karbohidrat Tanaman Tomat (Lycopersicum esculentum Mill.) F1 Hasil Induksi Medan Magnet Yang Diinfeksi Fusarium oxysporum F.sp. Lycopersici. *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung.

Hozayn. M. Amal A.A.EL- Mahdy, and Abdel-Rahman H.M.H. 2015. Effect of Magnetic Field on Germination, Seedling Growth and Cytogenetic of Onion (Allium cepa L.). *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 10. No. 8.

Humphries, E.C, dan A.W. Wheeler.1963. The physiology of leaf growth. Annu. Rev. *Plant Physiol*. 14

Ishaq, Mohamad. 2007. *Fisika Dasar Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Jones, B Jr. 2008. *Tomato Plant Culture*. In the field, Greenhouse and Home Garden. CRC Press. New York.

Justice, Oren L dan Bass, Louis N. 2002. *Prinsip dan Praktek Penyimpanan*. Benih. Jakarta: PT. Raga Grafindo Persada.

Kamil, J. 1979. *Teknologi Benih 1*. Padang: angkasa Jaya

Kartasapoetra, Ance G. 2003. *Teknologi Benih*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.

Kartika dan Sari DK. 2015. Pengaruh Lama Penyimpanan Dan Invigorasi Terhadap Viabilitas Dan Vigor Benih Padi Lokal Bangka Aksesi Mayang. *Jurnal Pertanian Dan Lingkungan*, vol.8 no. 1.

Kotnala, R. K., dan Shah, J., 2014, Ferrite Materials: Nano to Spintronics Regime, *Handbook of Magnetics Materials*, Vol. 23

Kuncoro Asih Nugroho.2007. *Pemanfaatan Gaya Tolak Menolak Magnet Sebagai Generator Alternatif Bertenaga Gelombang Air.* Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.

Leo C. and Marites M. 2013. Effect Of Electro-Magnetic Field On The Growth Characteristicsof Okra (*Abelmoschus esculentus*), Tomato (*Solanum lycopersicum*) And Eggplant (*Solanum melongena*). *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 3, Issue 10.

Lippman, Z. B., Coben O., Alvarez J. P., Pekker M. A., I. PAram., Eshed & Zamir. 2008. The makinf of a Compound Infloresence in Tomato and Related Nightshades. *PLoS Biol*. 6(11)

Lusiati. 2017. Uji Ketahanan Tomat F1 Dari Parental Terpapar Medan Magnet 0,2 Mt Dan Diinfeksi *Fusarium Oxysporum* Terhadap Serangan Penyakit Layu Fusarium. *Tesis*. FMIPA Biologi. Universitas Lampung.

Maharta, N. 1994. *Fisika Sistematik Jilid 1*. Conceps Science Bandung. Bandung.

Mahmoud Hozayn and Amira Mohamed Saeed Abdul Qados. 2010. Magnetic water application for improving wheat (*Triticum aestivum* L.) crop production. *Agric. Biol. J. N. Am*., 1(4).

Marliah A, Jumini, Jamilah. 2010. Pengaruh Jarak Tanam Antar Barisan pada Sistem Tumpangsari Beberapa Varietas Jagung Manis dengan Kacang Merah terhadap Pertumbuhan dan Hasil. *Bul. Agrista*. 14(1).

Martínez, Fernando R., Arturo Domínguez Pacheco, Claudia Hernández Aguilar, Guillermo Paniagua Pardo, Efraín Martínez Ortiz. 2014. Effects Of Magnetic Field Irradiation On Broccoli Seed With Accelerated Aging. *Acta Agrophysica*, 2014, 21(1).

Martínez, lvira, Mercedes Flórez, E María Victoria Carbonell. 2007. Effect of Magnetic Field Treatment on Germination of Medicinal Plants *Salvia officinalis* L. and *Calendula officinalis* L.. *Pol. J. Environ.* Stud. Vol. 21, No. 1.

Morejon, L.P., J.C. Castro Paloco, Velazcuez Abad dan A.P. Govea. 2007. Simulation of Pinus tropicalis M. Seeds by Magnetically Treated Water. *International Agrophysics*. Cuba.

Muszyński S., M. Gagoś, S. Pietruszewski. 2009. hort-Term Pre-Germination Exposure to ELF Magnetic Field Does Not Influence Seedling Growth in Durum Wheat (*Triticum durum*). ISO Abbrev. Title: Pol. *J. Environ*. Stud. Vol. 18 (6).

Payez, A., Ghanati, F., Behmanesh, M., Abdolmaleki, P., Hajnorouzi, A., and Rajabbeigi, E. (2013). Increase of seed germination, growth and membrane integrity of wheat seedlings by exposure to static and a 10-KHz electromagnetic field. Electromagn. *Biol. Med*. 32.

Pitojo S, 2005. *Benih Kacang Tanah*. Kanisius, Jakarta.

Pracaya. 1998. *Bertanam Tomat*. Kanisius, Yogyakarta.

Pramana I Gusti Putu Eka , I Made Anom S. Wijaya , I. B. P. Gunadnya. 2016. Peranan Kuat Medan Elektromagnetik Dalam Memacu Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Krisan (Crhysantemum). *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, vol. 4 no. 1.

Pranoto, H.S., W.Q.Mugnisjah, dan E. Murniati. 1990. *Biologi Benih*. Buku. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Derektorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor.

Pratiwi, D.A.,dkk.. 2006. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.

Purwanti Setyastuti. 2004. Kajian Suhu Ruang Terhadap Kualitas Benih Kedelai Hitam dan Kuning. *Jurnal Ilmu Pertanian* Vol. 11 No. 1.

Racuciu, Creanga, dan Horga. 2006. Plant Growth under Static Magnetic Field Influence. *Journal. G Romania. Physics*. Vol. 53, No. 1-2.

Rismunandar. 2001. *Tanaman Tomat*. Sinar Baru Algesindo: Jakarta

Rubatzky, V. E. dan M. Yamaguchi, 1998. *Sayuran Dunia 2 Prinsip, Produksi, dan Gizi*. ITB, Bandung

Saenong, S. 1986. Kontribusi Vigor Awal Terhadap Daya Simpan Benih Jagung (Zea mays L.) dan Kedelai (Glycine max (L) Merr). *Disertasi*. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.

Salisbury, dan Ross. 1992. Fisiologi Tumbuhan. ITB Press. Bandung.

Saragih, H., Tobing, J dan Silaban, O. 2010. Meningkatkan Laju Pertumbuhan Kecambah Kedelai Dengan Berbantuan Medan Magnetik Statik. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Universitas Advent Indonesia. Bandung.

Sari, Reza Emilia Wulan, Prihandono, Trapsilo, Sudarti. 2015. Aplikasi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) 100μt Dan 300μt Pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti. *Jurnal Pendidikan Fisika,* Vol. 4 No.2.

Soedojo, Peter. 2004. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Andi Offsett .

Solichatun , Endang Anggarwulan, Widya Mudyantini. 2005. Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Bahan Aktif Saponin Tanaman Ginseng Jawa (Talinum paniculatum Gaertn.). *Biofarmasi* 3 (2).

Stefferud, A. 1961. *Seeds*. New York: The United States Government Printing Office.

Subber, Abdul R.H., Reyad Ch. Abul Hail, Waleed A. Jabail and Hussain F. Hussein. 2012. Effects of Magnetic Field on the Growth Development of Zea mays Seeds. *J. Nat. Prod. Plant Resour* (3).

Sudrajat, D. J. dan Nurhasybi. 2009. Penentuan Standar Mutu Fisik dan Fisiologis Benih Tanaman Hutan. *Info Benih Vol*. 13 No. 1 Juni 2009 hal.147 – 158. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor.

Sutopo, S. 1993. *Teknologi Benih*. Rajawali Pers. Jakarta.

Tatipata, A., Prapto Y., Aziz P., Woerjono P. 2004. Kajian Aspek dan Biokimia Deteriorasi Benih Kedelai Dalam Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Pertanian* Vol. 11 No. 2.

Tugiyono, Herry. 2007. *Bertanam Tomat*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Wahyudi. 2012. *Bertanam* Tomat *di Dalam Pot dan Kebun Mini*. Agromedia. Pustaka.

Wilkes, H.G. and M.M. Goodman. 1995. Mystery and missing links: the origin of maize. In S.Taba, ed. *Maize genetic resources, p*. 1-6. Mexico.

Wilson, B.C. and D.F. Jacobs. 2005. *Quality assessment of hardwood seedings. Hardwood Tree Improvement and Regeneration Center*, Purdue University. Indiana.

Wiryanta, W. 2002. *Bertanam tomat*.. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Wiyanto. 2008. *Elektromagnetika*. Graha ilmu. Yogyakarta.

Wulansari, Y.E.R., Trapsilo, P., Sudarti. 2010. Aplikasi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) 100 μT dan 300 μT pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol. 4 No. 2.

Yuniarti, N. 2002. Penentuan cara perlakuan pendahuluan benih saga pohon (*Adenanthera sp*.). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 8(2) .