

**PERTUMBUHAN GENERATIF TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.)
DARI BENIH LAMA DI BAWAH PENGARUH LAMA PEMAPARAN
MEDAN MAGNET 0,2 mT YANG BERBEDA**

(Skripsi)

Oleh :

Septi Pangestu



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PERTUMBUHAN GENERATIF TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) DARI BENIH LAMA DI BAWAH PENGARUH LAMA PEMAPARAN MEDAN MAGNET 0,2 mT YANG BERBEDA

Oleh

Septi Pangestu

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) merupakan tanaman bernilai ekonomi tinggi karena kandungan gizinya yang baik bagi kesehatan. Tingginya permintaan masyarakat akan tomat mendorong petani untuk terus berinovasi dalam memaksimalkan produksi tomat di Indonesia. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan tomat yaitu umur benih. Benih lama atau benih yang sudah habis masa simpannya mengalami kemunduran mutu yang menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lambat. Upaya untuk mengatasi kemunduran benih yaitu dengan dilakukan pemaparan medan magnet.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh lama paparan medan magnet 0,2 mT terhadap pertumbuhan generatif tomat dari benih lama. Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor dengan 5 taraf perlakuan yaitu kontrol positif (S_nM_0) adalah benih baru yang tanpa

dipapar medan magnet, kontrol negatif (SoM₀) adalah benih lama yang tanpa dipapar medan magnet, benih lama dengan lama pemaparan 7 menit 48 detik (SoM₇), 11 menit 44 detik (SoM₁₁), 15 menit 36 detik (SoM₁₅). Setiap unit perlakuan diulang lima kali. Parameter pertumbuhan generatif yang diukur adalah kandungan karbohidrat, kandungan klorofil total, jumlah bunga, kecepatan pembentukan buah, jumlah buah, berat buah, diameter per buah dan jumlah biji per buah. Data yang diperoleh dianalisis ragam dilanjutkan dengan uji Fisher pada taraf $\alpha = 5\%$ untuk melihat perbedaan terkecil antar perlakuan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa medan magnet 0,2 mT mampu meningkatkan pertumbuhan generatif tanaman tomat dari benih lama. Pemaparan medan magnet berpengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat, jumlah buah, berat buah, diameter buah besar dan jumlah biji buah kecil. Paparan medan magnet selama 7 menit 48 detik memberikan hasil yang paling baik pada parameter kandungan klorofil, kandungan karbohidrat, kecepatan pembentukan buah, diameter buah kecil dan jumlah biji buah kecil, 11 menit 44 detik pada jumlah buah dan jumlah bunga, serta 15 menit 36 detik pada berat buah, diameter buah besar dan jumlah biji buah besar.

Kata kunci : Benih Lama, Medan Magnet, Pertumbuhan Generatif, Tomat.

**PERTUMBUHAN GENERATIF TOMAT
(*Lycopersicum esculentum* Mill.) DARI BENIH LAMA DI BAWAH
PENGARUH LAMA PEMAPARAN MEDAN MAGNET 0,2 mT YANG
BERBEDA**

Oleh

Septi Pangestu

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA SAINS

pada

Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **PERTUMBUHAN GENERATIF TOMAT
(*Lycopersicum esculentum* Mill.) DARI BENIH
LAMA DI BAWAH PENGARUH LAMA
PEMAPARAN MEDAN MAGNET 0,2 mT YANG
BERBEDA**

Nama Mahasiswa : **Septi Pangestu**

No. Pokok Mahasiswa : 1517021071

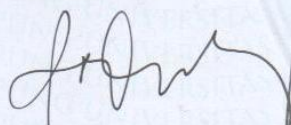
Jurusan : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Dra. Eti Ernawati, M.P.
NIP 19640812 199003 2 001

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA

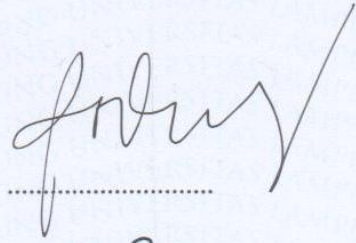


Drs. M. Kanedi, M.Si.
NIP 19610112 199103 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

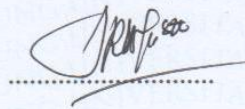
Ketua : **Rochmah Agustina, Ph.D.**



Sekretaris : **Dra. Eti Ernawati, M.P.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.
NIP. 19640604 199003 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **30 Juli 2019**

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Septi Pangestu
NPM : 1517021071
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul :

“PERTUMBUHAN GENERATIF TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) DARI BENIH LAMA DI BAWAH PENGARUH LAMA PEMAPARAN MEDAN MAGNET 0,2 mT YANG BERBEDA”

baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku dan saya memastikan bahwa tingkat similaritas skripsi ini tidak lebih dari 20%.

Jika dikemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 02 Agustus 2019

Yang menyatakan,



Septi

(Septi Pangestu)

NPM: 1517021071

RIWAYAT HIDUP



Septi Pangestu merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Katimun dan Ibu Endang Yulianti yang lahir di Sidomulyo Lampung Selatan, tanggal 14 September 1996. Penulis memiliki dua adik laki-laki yang bernama Ega Hamdalah dan Hasna Khamilah. Penulis mengawali pendidikan di SDN 02 Sidomulyo pada tahun 2003, kemudian melanjutkan jenjang pendidikan menengah di SMPN 1 Sidomulyo pada tahun 2009 dan di SMAN 1 Kalianda pada tahun 2012.). Penulis terdaftar sebagai mahasiswi S1 Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN) pada tahun 2015.

Selama menjadi mahasiswi, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Mikrobiologi Umum dan Palinologi. Selain itu penulis juga aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) sebagai anggota Konsumsi Konservasi PKSDA 21 . Pada awal tahun 2018 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Margomulyo, Kecamatan Semaka Kabupaten Tanggamus selama 40 hari. Pada bulan Juli 2018 sampai Agustus 2018 penulis

melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Besar Budidaya Perikanan dan Laut (BBPBL) Lampung dengan Judul “**Identifikasi Bakteri Patogen Pada Ikan Kakap Putih di Keramba Jaring Apung Budidaya Balai Besar Budidaya Perikanan dan Laut Lampung**”. Penulis melaksanakan penelitian di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian dan Laboratorium Botani I Jurusan Biologi pada bulan Januari 2019- April 2019.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur kepada ALLAH SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan, kekuatan, dan kesabaran untukku dalam menyelesaikan skripsi ini, Kupersembahkan karya ini kepada :

Ayahanda dan Ibunda, nenek tercinta yang menjadi penyemangat dalam hidupku, yang selalu memanjatkan doa di setiap sujudnya untuk keberhasilanku serta kasih sayang dan nasehat yang selalu diberikan.

Adik-adikku tersayang yang senantiasa mendo'akan dan mengharapkan keberhasilanku.

Bapak dan ibu dosen utamanya pembimbingku yang tak pernah lelah dan selalu sabar dalam membimbing dan memberikan ilmu.

Teman-temanku

atas dukungan dan bantuannya selama masa studi.

Serta almamaterku tercinta

Universitas Lampung

MOTTO

Jangan pernah menyerah dengan ujian kehidupan, yakinlah bahwa kamu tidak pernah sendiri. Sejatinya, Allah selalu ada dan menemanimu disetiap langkah, napas dan denyut nadimu.

Membenci diri sendiri akan membuat hidupmu menjadi semakin sulit

So, Love Your Self

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (**al-Insyirah : 6**)

Kebanyakan dari kita tidak mensyukuri apa yang sudah kita miliki, tetapi kita selalu menyesali apa yang belum kita capai (**Schopenhauer**)

SANWACANA

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan salah satu syarat dalam menempuh pendidikan strata atau sarjana dalam bidang sains yaitu skripsi yang berjudul **“Pertumbuhan Generatif Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Dari Benih Lama DiBawah Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet 0,2 mT Yang Berbeda”** terselesaikannya skripsi ini, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Ibu Rochma Agustina, Ph.D., selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan kritik selama pembuatan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Eti Ernawati, M.P., selaku pembimbing II yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini Ibu Dr. Sri Wahyuningsih M.Si., selaku pembahas dan pembimbing akademik yang telah memberikan kritik, saran dan motivasi yang sangat bermanfaat selama penulis mengerjakan penelitian ini dan selama penulis menempuh pendidikan sarjana di jurusan Biologi.
3. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
4. Bapak Drs. Suratman, M.Sc., selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.

5. Sahabat-sahabat dari jaman MABA sampai sekarang Siti Alfiyah, Sanny, Masniar Vina Kesti, Ahmad Nuril Huda dan Supiyanto terima kasih atas saran, masukan, do'a, dukungan serta nasihat-nasihat yang selalu diberikan.
8. Teman satu kosan Azizah terimakasih atas dukungan dan semangat yang selalu diberikan.
9. Teman satu penelitian Mita Dwifitria, Fatiya Hasanah, dan Vina Novitasari, Nur Indah Sari dan Berekhya Glori terimakasih atas dukungan dan kerjasama yang selalu diberikan selama penelitian.
10. Teman-teman seperjuangan Biologi angkatan 2015, khususnya "Bio-A 2015" terima kasih atas rasa kekeluargaan serta kebersamaan yang telah terjalin.
11. Kakak tingkat serta adik tingkat terimakasih atas bantuan, keceriaan, dan dorongan semangat yang diberikan.
12. Seluruh keluarga besar HIMBIO yang telah memberikan semangat yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam penyusunan skripsi ini dan jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Bandar Lampung, 02 Agustus 2019

Penulis,

Septi Pangestu

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
MOTTO	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian.....	5
C. Manfaat.....	5
D. Kerangka Pikir.....	5
E. Hipotesis.....	7

II. TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	8
B. Pertumbuhan dan Perkembangan Tomat.....	11
C. Syarat Tumbuh Tomat	13
D. Benih	14
E. Medan Magnet.....	16
F. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tumbuhan.....	19
III. METODE PENELITIAN	22
A. Waktu dan Tempat Penelitian	22
B. Alat dan Bahan.....	22
C. Rancangan Penelitian.....	24
D. Prosedur Penelitian	24
E. Bagan Alir Penelitian.....	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Hasil Penelitian	36
1. Kandungan Klorofil.....	36
2. Kandungan Karbohidrat.....	38
3. Jumlah Bunga.....	39
4. Kecepatan Awal Pembentukan Buah dan Jumlah Buah	40
5. Berat Buah dan Diameter Buah.....	42
6. Jumlah Biji Per Buah	44
B. Pembahasan	45
V. SIMPULAN DAN SARAN	49
A. Simpulan	49
B. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kandungan zat gizi buah tomat per tomat	10
Tabel 2. Oneway ANOVA kandungan klorofil	58
Tabel 3. Oneway ANOVA kandungan karbohidrat	58
Tabel 4. Oneway ANOVA jumlah bunga	58
Tabel 5. Oneway ANOVA kecepatan pembentukan buah	59
Tabel 6. Oneway ANOVA jumlah buah	59
Tabel 7. Oneway ANOVA berat buah	60
Tabel 8. One Way ANOVA diameter buah besar	60
Tabel 9. One Way ANOVA diameter buah besar	60
Tabel 10. One Way ANOVA jumlah biji buah besar	61
Tabel 11. One Way ANOVA jumlah biji buah kecil	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kutub-kutub magnet yang sama akan tolak menolak, sedangkan yang tidak sama akan tarik menarik	17
Gambar 2. Arah garis medan magnet	18
Gambar 3. Kumparan solenoida	18
Gambar 4. Kaidah tangan kanan	18
Gambar 5. Perendaman benih dengan air selama 15 menit	25
Gambar 6. Pemaparan medan magnet 0,2 mt pada benih	25
Gambar 7. Proses perkecambahan dan penyemaian benih	26
Gambar 8. Tanaman tomat berumur 12 hari setelah semai	27
Gambar 9. Tata letak tanaman tomat pada polybag	27
Gambar 10. Tanaman tomat yang siap dipanen	30
Gambar 11. Pengukuran kandungan karbohidrat	31
Gambar 12. Pengukuran kandungan klorofil	33
Gambar 13. Buah tomat yang akan diukur diameternya	34
Gambar 14. Bagan alir penelitian	36
Gambar 15. Pengaruh paparan medan magnet terhadap kandungan klorofil	38

Gambar 16. Pengaruh paparan medan magnet terhadap kandungan karbohidrat	40
Gambar 17. Pengaruh paparan medan magnet terhadap jumlah bunga	41
Gambar 18. Pengaruh paparan medan magnet terhadap kecepatan pembentukan buah dan jumlah buah	43
Gambar 19. Pengaruh paparan medan magnet terhadap berat buah dan diameter buah	44
Gambar 20. Pengaruh paparan medan magnet terhadap jumlah biji	46
Gambar 21. Jumlah bunga yang dipanen	63
Gambar 22. Jumlah buah yang dipanen	63
Gambar 23. Pengukuran diameter buah besar dan diameter buah kecil	64
Gambar 24 . Jumlah biji buah besar dan buah kecil	64

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal berupa gen serta hormon yang diproduksi oleh tanaman itu sendiri, sedangkan faktor eksternal adalah berbagai faktor lingkungan seperti air, cahaya, temperatur, oksigen, medium tanam dan unsur hara (Campbell *et al.*, 2012). Medan magnet merupakan salah satu faktor eksternal yang dapat mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Esitken dan Turan, 2004).

Banyak penelitian sebelumnya yang membuktikan bahwa medan magnet memberikan dampak positif bagi tanaman. Metabolisme tanaman dapat dipengaruhi oleh medan magnetik (Cakmak *et al.*, 2010). Pemaparan medan magnet pada tanaman kacang diketahui mempengaruhi permeabilitas dan transport ion sehingga menyebabkan laju metabolik sel meningkat (Iqbal *et al.*, 2012). Medan magnet juga meningkatkan kandungan unsur hara esensial bagi tanaman. Bilalis *et al.* (2013) menambahkan bahwa pemaparan medan magnet selama 30 menit pada tanaman kapas yang ditumbuhkan pada media yang cukup kandungan

nitrogen, fosfor, potassium, kalsium dan magnesiumnya mengalami pertumbuhan yang signifikan secara nyata dibandingkan dengan tanaman kapas yang tanpa dipapar medan magnet.

Menurut Morejon *et al.* (2007) sifat fisika dan kimia air yang dipengaruhi medan magnet berubah menjadi lebih mudah diserap oleh biji. Proses penyerapan air yang berjalan lancar mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman meningkat sehingga biosintesis molekul organik yang terbentuk juga meningkat (Gholami *et al.*, 2010). Menurut Martinez *et al.* (2014) medan magnet juga mampu memperbaiki jaringan rusak pada benih lama yang kemampuan germinasinya menurun akibat kekurangan pati dan protein.

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) termasuk ke dalam tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Tomat dikenal sebagai sumber vitamin A, vitamin C dan sedikit vitamin B (Surtinah, 2007). Antioksidan yang terkandung dalam tomat dimanfaatkan sebagai penunjang kesehatan. Berbagai manfaat yang dimiliki oleh tomat selain untuk dikonsumsi juga sebagai sumber penghasilan. Hal ini yang mendorong para petani tertarik untuk membudidayakannya (Lusiati, 2017). Namun budidaya tomat di Indonesia masih mengalami kendala baik karena masalah penyakit tanaman maupun ketersediaan benih yang bermutu, sehingga menurunkan produksi tomat. Beberapa faktor lain yang menyebabkan turunnya produksi tomat selain mutu

benih adalah teknik bercocok tanam yang kurang sesuai dan keadaan lingkungan yang tidak mendukung (Supriati dan Herlina, 2014).

Seperti disampaikan di atas, mutu benih merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya tanaman. Jika kualitas benih tidak dipertahankan maka akan menyebabkan kemunduran benih. Kemunduran benih merupakan proses perubahan benih secara menyeluruh baik secara fisiologis maupun biokimia yang menyebabkan viabilitasnya menurun. Ada beberapa faktor yang bisa menyebabkan viabilitas benih menurun di antaranya pelapukan, pemanenan, serta penyimpanan (Mahjabin *et al.*, 2015). Semakin tua umur suatu benih tingkat keabnormalannya semakin tinggi yang menyebabkan kemunduran benih (Putra *et al.*, 2013) dan ditandai dengan perubahan fisiologi dan biokimia benih (Rohandi dan Widyani, 2016).

Masa penyimpanan benih mempengaruhi viabilitas benih. Semakin lama benih itu disimpan maka kualitasnya akan menurun. Aktivitas respirasi selama penyimpanan menyebabkan cadangan makanan pada endosperma menurun serta dapat menimbulkan terbentuknya senyawa metabolit sekunder yang mungkin bersifat toksik bagi pertumbuhan dan perkembangan benih. Akumulasi kandungan senyawa ini semakin meningkat seiring bertambahnya waktu sehingga jaringan totipotensi tumbuhan meristem, tidak dapat berfungsi dan proses pertumbuhan serta perkembangannya terhambat (Rohadi dan Widyani, 2016). Justine dan Bass (2012) menambahkan bahwa struktur membran sel benih akan mengalami

kerusakan karena masa penyimpanan yang lama. Respirasi benih yang disimpan dalam waktu yang lama mengakibatkan proses perkecambahan menurun. Ukuran benih lama akan semakin kecil, kandungan airnya semakin sedikit, dan daya berkecambah dan vigornya menurun.

Medan magnet memiliki pengaruh positif terhadap pertumbuhan buah selama fase generatif pada tanaman tomat (De Souza *et al.*, 2005). Pertumbuhan fase generatif pada tanaman ditandai dengan terbentuknya organ generatif, yaitu mulai munculnya kuncup bunga sampai terbentuknya biji. Hasil penelitian Andari (2018) menunjukkan bahwa paparan medan magnet pada tanaman tomat selama 7 menit 48 detik, 11 menit 44 detik dan 15 menit 36 detik memberikan hasil yang paling baik masing-masing pada jumlah biji, jumlah buah, kandungan karbohidrat serta kecepatan berbuah. Pertiwi (2011) menyatakan bahwa paparan medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik pada benih tomat diketahui mempengaruhi diameter serbuk sari, jumlah buah per tanaman, berat buah per tanaman dan jumlah biji perbuah.

Dari uraian di atas diketahui bahwa medan magnet mampu meningkatkan fase generatif pada tomat. Namun, belum diketahui apakah medan magnet juga mampu meningkatkan pertumbuhan generatif pada tanaman tomat dari benih lama. Dalam skripsi ini dilakukan pengujian pengaruh paparan medan magnet 0,2 mT dengan lama paparan yang berbeda pada benih tomat lama yang telah kadaluarsa masa tanamnya terhadap pertumbuhan generatifnya.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh medan magnet 0,2 mT terhadap pertumbuhan generatif tomat dari benih lama.
2. Mengetahui lama paparan medan magnet 0,2 mT yang paling baik untuk pertumbuhan generatif tomat dari benih lama.

C. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh pemaparan medan magnet pada benih tomat lama terhadap pertumbuhan generatifnya. Informasi yang diperoleh dapat menjadi bahan acuan untuk membantu petani dalam cara memanfaatkan benih lama namun tetap dapat tumbuh dengan kualitas pertumbuhan yang tinggi.

D. Kerangka Pemikiran

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki nilai gizi dan ekonomis yang tinggi. Namun budidaya tomat di Indonesia masih mengalami kendala baik karena masalah penyakit maupun mutu benih, yang menyebabkan produksi tomat belum dapat memenuhi kebutuhan pasar.

Semakin tua umur suatu benih tingkat keabnormalannya semakin tinggi sehingga menyebabkan kemunduran kualitas benih.

Hasil berbagai penelitian menggunakan medan magnet sebagai upaya alternatif untuk meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perlakuan pemaparan medan magnet pada tanaman dapat meningkatkan proses perkecambahan, pertumbuhan generatif maupun produksinya. Medan magnet terbukti mampu mempercepat proses metabolisme sel tanaman. Sel-sel tanaman yang terpapar medan magnet permeabilitas dan kemampuan transport ion pada membran selnya berubah sehingga menyebabkan laju metabolik sel meningkat dan tanaman tumbuh dengan lebih baik dan lebih cepat.

Medan magnet juga mampu meningkatkan sifat fisika dan biokimia air sehingga proses imbibisi pada biji lebih cepat dan lebih baik. Medan magnet diketahui mampu meningkatkan ion-ion bermuatan negatif pada sel-sel tanaman sehingga kemampuan akar untuk menyerap ion-ion bermuatan positif meningkat. Kemudian kondisi pada tanaman yang dipapar medan magnet menyebabkan laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman pun meningkat demikian pula dengan biosintesis molekul organik juga meningkat. Selain itu medan magnet juga dilaporkan mampu memperbaiki jaringan yang rusak pada benih lama yang kemampuan germinasinya telah menurun akibat kekurangan pati dan protein.

Pada kajian ini digunakan benih tomat lama. Diketahui bahwa benih lama yang sudah kadaluarsa masa tanamnya memiliki potensi tumbuh dan daya kecambah yang kurang optimal. Benih-benih yang telah mengalami penurunan kualitas seperti benih yang telah kadaluarsa atau telah mengalami kemunduran, apabila digunakan dalam usaha budidaya tanaman akan memberikan pertumbuhan dan hasil yang sangat terbatas.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diujikan pemaparan medan magnet pada benih tomat lama dengan lama pemaparan yang berbeda diamati pada fase pertumbuhan generatif yang dihasilkannya.

E. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu :

1. medan magnet dapat meningkatkan pertumbuhan generatif tomat dari benih lama.
2. lamanya paparan medan magnet 0,2 mT pada benih tomat lama yang menghasilkan pertumbuhan generatif yang paling baik adalah selama 7 menit 48 detik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Sistem klasifikasi tanaman tomat menurut Cronquist (1981) adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Bangsa : Solanales
Suku : Solanaceae
Marga : *Lycopersicum*
Jenis : *Lycopersicum esculentum* Mill.

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) merupakan bagian dari famili Solanaceae, habitusnya berbentuk semak atau perdu dengan siklus pertumbuhan yang khas sebagai tanaman setahun (annual). Spesies tanaman ini berasal dari wilayah Andes (Amerika) dan diperkenalkan ke Brasil oleh imigran Eropa pada akhir abad XIX (Almeida *et al.*, 2014). Awalnya di negara asalnya, tanaman tomat hanya dikenal

sebagai tanaman gulma. Namun, seiring dengan perkembangan waktu, tomat mulai ditanam, baik di lapangan maupun perkarangan rumah, sebagai tanaman yang dibudidayakan dan yang dikonsumsi (Purwati dan Khairunisa, 2007).

Tanaman tomat terdiri atas bagian-bagian akar, batang, daun dan bunga. Bagian-bagian tersebut berperan dalam mendukung aktivitas hidup tanaman tomat seperti fotosintesis, pengangkutan zat makanan dan perkembangbiakan. Tanaman tomat merupakan tanaman yang memiliki sistem perakaran tunggang dengan akar lateral yang banyak dan dangkal. Batang tanaman tomat berwarna hijau, berbentuk persegi empat hingga bulat serta bagian permukaan batangnya ditumbuhi bulu. Tinggi batang dapat mencapai 2-3 meter (Agromedia, 2007).

Daun tanaman tomat bentuknya menyirip, majemuk dan tersusun di setiap sisi. Jumlah daunnya terdiri atas 5 -7 helai. Daun tanaman tomat memiliki ciri khas berbentuk oval, bergerigi, dan mempunyai celah yang menyirip. Letak daun majemuk tersusun spiral mengelilingi batangnya (Zulkarnain, 2009). Bunga tomat merupakan bunga majemuk yang bersifat hermaphrodit dan dapat melakukan penyerbukan sendiri. Bunga tanaman berbentuk terompet berwarna kuning cerah, memiliki kelopak dan mahkota bunga berjumlah enam (Agromedia, 2007).

Buah tomat termasuk buah buni, berdaging dan bervariasi dalam bentuk dan ukurannya. Kualitas tomat ditentukan dari ada tidaknya cacat pada buah, kesegaran dan bentuk fisik seperti warna, ukuran, bentuk, kekerasan, keseragaman. Warna dan

bentuk buah tomat dipengaruhi faktor genetik. Warna buah menjadi indikator dalam mengetahui tingkat kematangan buah. Sehingga indeks umum penilaian mutu makanan biasanya ditentukan dari warna suatu buah (Ambarwati *et al.*, 2012).

Tanaman tomat menghasilkan buah yang banyak mengandung zat-zat yang berguna bagi tubuh manusia. Menurut Direktorat Gizi Departemen RI (1981) dalam buku Rukmana (1994) nilai gizi buah tomat yang masuk per 100 gram disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan zat gizi buah tomat per 100 gram bahan.

Kandungan gizi	Macam tomat			
	Buah muda	Buah masak		Sari Buah
		1	2	
Energi (kal)	23,00	20,00	19,00	15,00
Protein (gr)	2,00	1,00	1,00	1,00
Lemak (gr)	0,70	0,30	0,20	0,20
Karbohidrat (gr)	2,30	4,20	4,10	3,50
Serat (gr)	-	-	0,80	-
Abu	-	-	0,60	-
Kalsium (mg)	5,00	5,00	18,00	7,00
Fosfor (mg)	27,00	27,00	18,00	15,00
Zat besi (mg)	0,50	0,50	0,80	0,40
Natrium (mg)	-	-	4,0	-
Kalium (mg)	-	-	266,00	-
Vitamin A (mg)	320,00	1.500,00	735,00	600,00
Vitamin B1 (mg)	0,07	0,06	0,06	0,05
Vitamin B2 (mg)	-	-	0,04	-
Niasin (mg)	-	-	0,60	-
Vitamin C (mg)	30,00	40,00	29,00	10,00
Air (gr)	93,00	94,00	-	94,00

Biji tanaman tomat berbentuk pipih, berwarna krem muda hingga cokelat. Biji tanaman tomat yang masak biasanya dikelilingi oleh gel (lendir) di dalam rongga buah (Rubatzky dan Yamaguchi, 1999). Panjang biji tomat mencapai 3-5 mm dengan lebarnya antara 2-4 mm. Jumlah biji setiap buahnya bervariasi, tergantung pada varietas dan lingkungan, maksimum 200 biji per buah. Biji biasanya digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman (Wiriyanta, 2004).

B. Pertumbuhan dan Perkembangan Tomat

Pertumbuhan merupakan suatu proses penambahan ukuran (Salisbury dan Ross, 1995). Tahap awal pertumbuhan tanaman dimulai ketika biji mengalami germinasi yaitu pecahnya kulit biji yang diikuti dengan munculnya radikula (akar embrionik). Selanjutnya ujung tunas akan menembus permukaan tanah dan akibatnya pertumbuhan bagian hipokotil akan terdorong ke atas permukaan (Campbell *et al.*, 2012). Setelah muncul di permukaan tanah, cahaya akan merangsang hipokotil menjadi lurus sehingga dapat mengangkat epikotil dan kotiledon. Epikotil akan menumbuhkan daun-daun pertamanya yang merupakan daun-daun sejati. Daun sejati ini kemudian mengembang, berwarna hijau dan mulai melakukan fotosintesis.

Terdapat 2 fase pertumbuhan tanaman pada umumnya yaitu fase vegetatif dan fase generatif (Wahyudi, 2012). Pertumbuhan vegetatif dimulai dari terbentuknya daun pada proses germinasi hingga awal terbentuknya organ generatif. Sedangkan Lippman *et al.* (2008) menerangkan bahwa fase vegetatif dimulai sejak germinasi

sampai munculnya bunga pertama atau awal tahap reproduktif. Pertumbuhan vegetatif dapat dilihat dan diukur melalui penambahan volume, jumlah, bentuk dan ukuran organ-organ vegetatif seperti daun, batang dan akar (Humphries and Wheeler, 1963). Pada penambahan volume, parameter yang dapat dilihat adalah panjang tumbuhan atau tinggi tanaman. Sedangkan penambahan massa dapat diukur berdasarkan parameter berat basah dan bering kering tanaman (Fried dan Hademenos, 2006).

Proses pertumbuhan dan perkembangan tomat memerlukan energi untuk proses pembentukan akar, batang, daun, bunga dan buah. 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. Seiring bertambahnya umur tanaman, energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan meningkat, dan akan mencapai puncaknya pada saat pembesaran dan pematangan buah, 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 tergantung pada tipe tanaman, kondisi kesuburan tanah, dan kondisi kesehatan tanaman. Tomat dengan tipe pertumbuhan indeterminate bila ditanam pada tanah yang memiliki kesuburan tinggi serta kesehatan tanamannya terjaga, umur tanaman tomat mampu bertahan hingga enam bulan, bahkan lebih (Wahyudi, 2012).

C. Syarat Tumbuh Tomat

Tanaman tomat mampu tumbuh pada kisaran pH optimum 6,0 - 6,5. Suhu optimum untuk pertumbuhan tomat berkisar antara 21-24°C (Prosea, 1992). Pada fase vegetatif tanaman tomat memerlukan curah hujan yang cukup, sedangkan pada fase generatif hanya sedikit yang diperlukan tanaman tomat untuk tumbuh optimal. Curah hujan yang ideal selama pertumbuhan tanaman berkisar antara 750 mm – 1.250 mm per tahun. Untuk mendapatkan hasil produksi yang baik, diperlukan penyinaran sinar matahari yang cukup selama sepanjang hari, namun jika terlalu terik juga tidak baik karena dapat meningkatkan proses transpirasi, memperbanyak gugur bunga dan gugur buah (Pitojo, 2005).

Sirkulasi udara dan drainase air juga menentukan keberhasilan penanaman tomat (Wahyudi, 2012). Dalam keadaan drainase normal air gravitasi dengan cepat mengalir dari lapisan permukaan tanah dan kondisi sirkulasi udara yang baik dapat mencegah tanaman dari serangan penyakit (Loveless, 1991).

Tomat tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki porositas baik dimana pori-pori tanah terdapat dalam kondisi yang sempurna dengan ciri-ciri tanah ringan dan gembur, tidak lengket dan tidak mudah menggumpal. Dengan demikian komposisi tanah yang baik untuk tomat adalah tanah yang mengandung partikel tanah liat rendah, mengandung pasir dan debu yang tinggi, serta mengandung bahan organik tinggi (Wahyudi, 2012). Tanaman tomat tumbuh lebih baik bila ditanam di dataran

tinggi dengan ketinggian antara 700-1500 m di atas permukaan laut. Pada dataran rendah yang biasanya bersuhu tinggi, tingkat produksi tomat rendah dan kandungan pigmen buah rendah sehingga warna buah menjadi pucat (Ashari, 2006).

D. Benih

Keberhasilan produksi tanaman di lapangan salah satunya ditentukan oleh kualitas benih yang digunakan. Cara pengeluaran biji atau benih dari buah hingga diperoleh biji atau benih yang bersih berbeda tergantung pada jenis buah, salah satunya disebut ekstraksi (Stubsgoard dan Moestrup, 1994). Benih yang dihasilkan atau dikeluarkan dari buah dengan teknik ekstraksi diantaranya benih tomat tidak semuanya langsung ditanam. Sering sebagian atau seluruh benih harus mengalami proses penyimpanan baik jangka pendek maupun jangka panjang (Widayanthi *et al.*, 2012).

Selama penyimpanan, benih mengalami kemunduran viabilitas dan vigor yang secara umum ditentukan dengan kandungan kadar air benih. Viabilitas merupakan daya hidup benih yang dapat ditunjukkan oleh pertumbuhan benih sedangkan vigor merupakan kemampuan benih untuk berkecambah dan berkembang menjadi tanaman normal pada lingkungan yang sub optimum. Tingkat kadar air yang aman untuk penyimpanan benih tergantung pada jenis benih, metode penyimpanan benih, dan lama penyimpanan (Harrington, 1993).

Kemunduran benih dapat dilihat dari 2 aspek yaitu aspek fisiologis dan aspek biokimia. Secara biokimia kemunduran benih ditandai dengan adanya penurunan aktivitas enzim, penurunan cadangan makanan, dan meningkatnya nilai konduktivitas. Sedangkan kemunduran benih secara fisiologi ditandai dengan adanya penurunan viabilitas dan vigor benih yang diikuti dengan terjadinya perubahan pada protoplasma antara lain pada inti sel mitokondria, plastid, ribosom dan lisosom (Tatipata *et al.*, 2004).

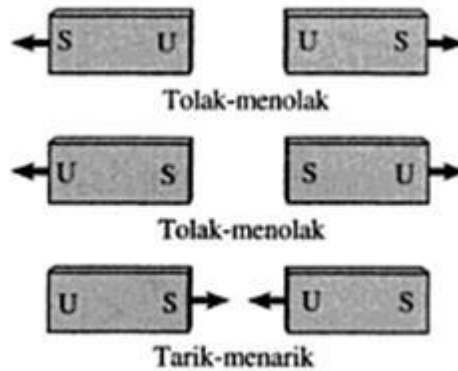
Semakin lama masa penyimpanan benih semakin tinggi tingkat kemunduran kualitas benih. Penyebabnya antara lain karena kandungan cadangan makanan dalam benih selama benih disimpan. Semakin berkurang sebagai akibat proses respirasi yang terus berlangsung selama benih dalam penyimpanan. Akibatnya cadangan makanan dalam kotiledon sebagai cadangan energi untuk proses perkecambahan dan pertumbuhan benih telah banyak terurai (Justice dan Bass, 2012). Benih yang telah lama disimpan pun sel-selnya semakin bertambah tua tingkat kerusakan membran sel-sel benih semakin tinggi sehingga permeabilitas sel juga menurun dan menyebabkan kebocoran metabolit seperti gula, fosfat, kalium. Fenomena ini berdampak terhadap viabilitas benih. Purwati dan Khairunisa (2007) menyatakan bahwa kerusakan membran sel akibat degradasi membran akan mempengaruhi keadaan embrio dan kotiledon yang sebagian besar tersusun atas karbohidrat, lemak dan protein yang penting untuk pertumbuhan awal benih.

E. Medan Magnet

Magnet berasal dari kata **magnesia** yang sebenarnya merupakan daerah di wilayah Asia kecil. Awal penemuan magnet berawal pada penemuan batu yang berwarna hitam yang disebut lodestone mampu menarik potongan besi dan beberapa logam lainnya. Lalu pada tahun 1269 kutub-kutub magnetik ditemukan oleh Pierre de Maricourt. Dia mengatakan bahwa semua magnet dengan segala bentuknya memiliki 2 kutub yaitu kutub utara dan selatan (Ishaq, 2007). Kemudian pada tahun 1600 William Gilbert menemukan bahwa bumi merupakan magnet alami dengan kutubnya di dekat kutub utara dan selatan. Satuan besaran magnetik dinyatakan dalam Tesla(T). Diketahui bahwa bumi memiliki daya sebesar 10^{-4} T atau 1 G (Young dan Freedman, 2003).

Medan magnet didefinisikan sebagai suatu daerah yang masih di bawah pengaruh oleh gaya magnet. Terjadinya medan magnet karena adanya gaya tarik-menarik dan gaya tolak-menolak (Gambar 1). Gaya tolak-menolak terjadi ketika kutub-kutub yang sejenis di dekatkan satu sama lain sedangkan gaya tarik-menarik terjadi ketika kutub-kutub yang tidak sejenis di dekatkan (Giancoli, 2001). Letak suatu benda dari suatu magnet mempengaruhi besarnya gaya magnet yang mempengaruhi benda tersebut. Semakin jauh letak suatu benda dari magnet maka semakin kecil pengaruh medan magnet tersebut. Besarnya gaya magnet yang mampu mempengaruhi suatu benda berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Selain itu besarnya medan magnet ditentukan dengan adanya garis gaya.

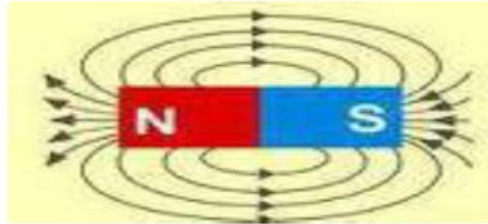
Semakin rapat garis gaya yang terbentuk maka semakin besar pula gaya medan magnet yang ditimbulkannya (Daryanto, 2004).



Gambar 1. Kutub-kutub magnet yang sama akan tolak menolak, sedangkan yang tidak sama akan tarik menarik (Giancoli, 2001).

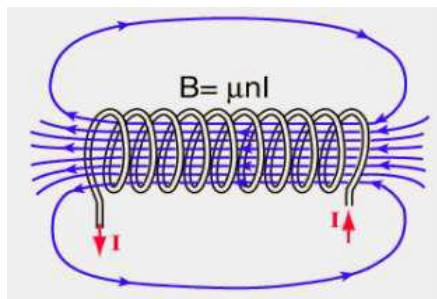
Medan magnet bisa diperoleh secara alami maupun buatan. Medan magnet alami misalnya dari bebatuan alami, sedangkan medan magnet buatan contohnya seperti kumparan solenoid. Kumparan solenoid merupakan lilitan tembaga berbentuk spiral yang dialiri arus listrik. Pada kumparan solenoid menghasilkan medan magnet yang pola garis gayanya sama dengan batang magnet (Soedjojo, 2004). Besarnya medan magnet pada solenoid dihasilkan dari penjumlahan vektor dari gaya-gaya magnet. Jumlah lilitan pada solenoid berbanding lurus dengan medan magnet yang ditimbulkan (Gambar 3) (Aladjadjiyan, 2007). Medan magnetik solenoid pada dasarnya adalah medan magnetik dari sederetan N lilitan arus identik yang ditempatkan berdampingan (Tipler, 2001). Sehingga di dalam solenoid, garis-garis medan magnet ini hampir sejajar dengan sumbunya dan

tersusun rapat, hal ini menandakan medan magnet yang dihasilkan kuat dan seragam (Gambar 2) (Young dan Freedman, 1999).

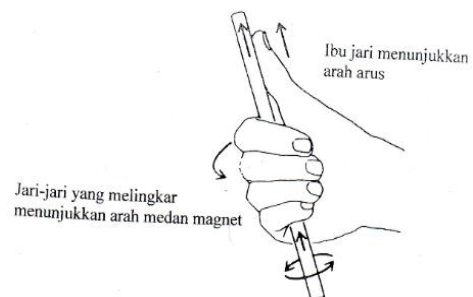


Gambar 2. Arah garis medan magnet (Supiyanto, 2002).

Arah medan magnet pada solenoid dapat ditentukan dengan mengikuti kaidah tangan kanan. Aturan tangan kanan berarti jika empat jari tangan kita mengepal dan dengan ibu jari menunjukkan arah arus listrik pada kawat, maka keempat jari yang mengepal tersebut menunjukkan arah medan magnet di sekitar kawat berarus (Gambar 4) (Ishaq, 2007).



Gambar 3. Kumbaran solenoida (Nugroho, 2007).



Gambar 4. Kaidah tangan kanan (Ishaq, 2007).

F. Pengaruh Medan Magnet Terhadap Tumbuhan

Pengaruh medan magnet terhadap tumbuhan pertama kali diteliti oleh Fujio Shimazaki pada tahun 1980an, Shimazaki berpendapat bahwa medan magnet mampu mempercepat pertumbuhan tanaman dan memaksimalkan perkecambahan serta hasil produktivitasnya. Medan magnet mempengaruhi metabolisme tanaman, mempersingkat dormansi biji (Carbonel *et al.*, 2000), membuat membran sel pada biji menjadi lebih permeabel (Wolverton *et al.*, 2000).

Hal tersebut dikarenakan medan magnet mampu mengubah sifat fisika dan kimia air. Medan magnet mampu memutuskan ikatan hidrogen antar molekul air sehingga gerakan molekul-molekul air akan lebih cepat (Darmayanti *et al.*, 2013). Pergerakan molekul air yang lebih cepat menyebabkan nilai potensial air pun meningkat. Selain itu nilai potensial air mengakibatkan proses imbibisi air ke biji menjadi lebih cepat. Seiring dengan pertumbuhan terjadi pula peningkatan pasokan O₂ ke dalam benih yang kemudian mengaktifkan enzim hidrolase yang berperan dalam proses perombakan cadangan makanan pada respirasi benih. Air juga mengaktifkan hormon giberelin yang berfungsi dalam perkecambahan benih (Alexander dan Doijodje, 1995).

Medan magnet statik mampu mengaktivasi ion-ion dan polarisasi dipol di dalam sel. Gaya yang di induksi oleh medan magnetik dapat mengendalikan dan mengubah laju pergerakan elektron-elektron di dalam sel (Saragih *et al.*, 2010).

Medan magnet dapat memberikan rangsangan terhadap pergerakan ion-ion pada tanaman serta meningkatkan metabolisme tanaman (Fu, 2012).

Kemampuan medan magnet dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman tidak terlepas dari peran medan magnet tersebut dalam meningkatkan kandungan ion negatif dalam sel tumbuhan sehingga ion-ion positif seperti Mg, K, N, P, Ca lebih mudah diinduksi dan diserap oleh akar. Ion positif berperan dalam sintesis protein, pembentukan struktur sel, aktivator enzim dan pembentukan klorofil (Bilalis *et al.*, 2013).

Penelitian Handoko dan Handayani (2017) menunjukkan bahwa paparan medan magnet berfrekuensi sangat rendah (ELF) 300 μ T selama 60 dan 90 menit memberikan pengaruh positif terhadap tinggi tanaman serta jumlah daun tanaman cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) dan meningkatkan daya tumbuh tomat ranti secara optimum (Sari *et al.*, 2015).

Paparan medan magnet 0,06 mT diketahui meningkatkan germinasi, berat basah dan indeks vigor bawang merah (Hozayn *et al.*, 2015). Pada benih brokoli paparan medan magnet 3,6 mT selama 5 menit meningkatkan germinasi (Martínez *et al.*, 2014). Paparan medan elektromagnetik rendah 0,5 mT, 1 mT dan 2 mT mampu meningkatkan perkecambahan biji kurma (Fauziah, 2015).

Aktivitas enzim perkecambahan dalam sel yaitu α -amilase dapat diketahui dari hasil penelitian Shabrangi *et al.* (2010) menunjukkan bahwa paparan medan magnet 1 mT hingga 7 mT dengan selisih 2 mT serta intensitas tertinggi 10 mT selama 1 hingga 4 jam dengan selisih waktu 1 jam pada biji kanola (*Brassica napus* L.) dan pada biji jagung (*Zea mays*) meningkatkan aktivitas enzim *catalase* (CAT), *Ascorbate Peroxidase* (APX) serta *Superoxide dismutase* (SOD) yang terdapat pada akar tanaman.

Pada benih tomat, Jedlicka *et al.* (2014) melaporkan bahwa paparan medan magnet berfrekuensi sangat rendah (ELF) 20,40 dan 60 mT selama 20 menit dengan frekuensi 50 Hz secara signifikan berpengaruh positif terhadap germinasi, pertumbuhan tanaman, dan ukuran buah tomat.

Lusiati (2017) membuktikan bahwa medan magnet sebesar 0,2 mT selama 7 menit 48 detik dapat meningkatkan kandungan karbohidrat. Winandari (2011) dalam penelitiannya menyatakan bahwa paparan medan magnet 0,2 mT selama 7 menit 48 detik pada tanaman tomat berpengaruh pada laju pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill), luas daun dan kandungan klorofil pada daun menjadi lebih baik.

Kuat medan juga mampu meningkatkan kecepatan pembentukan bunga, jumlah bunga, diameter polen, berat buah, diameter buah, kandungan vitamin C (Listiana, 2016), jumlah buah per tanaman, dan jumlah biji perbuah (Pertiwi, 2011).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan dari Januari sampai April 2019 di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan di Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat-alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan untuk pemaparan medan magnet, perkecambahan, penyemaian dan penanaman tomat serta pengambilan data. Peralatan yang digunakan untuk pemaparan medan magnet adalah sumber medan magnet solenoida. Peralatan lainnya antara lain: cawan petri diameter 10 cm, pinset, *beaker glass* 50 ml, dan *stopwatch*.

Peralatan yang digunakan untuk perkecambahan, penyemaian dan penanaman tomat antara lain: cawan petri diameter 10 cm, kertas merang, *beaker glass* 50 ml, kertas label, enkas kayu, *polybag* besar berukuran 40 x 40 cm, *polybag* sedang 1 kg, plastik semai kecil berukuran 4x6 cm, ajir, tali rafia, selang air dan plastik untuk panen.

Peralatan yang digunakan untuk pengambilan data antara lain:

spektrofotometri, tabung reaksi, *sentrifuge*, *waterbath*, neraca kue 3kg, *neraca analitic*, *erlenmeyer*, pipet *volumetri*, pipet tetes, kertas *Whatmann* No.1, corong kaca, *aluminium foil*, *cool box*, mortar alu, dan jangka sorong.

b. Bahan-bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tomat kadaluarsa dengan masa tanam yang berbeda yaitu 2016 dan 2020. Bahan untuk pengujian kandungan karbohidrat dan klorofil adalah larutan etanol 95%, larutan fenol 5% dan larutan H_2SO_4 . Sedangkan untuk media tanam dan pemeliharaan tanaman menggunakan tanah dan kompos dengan perbandingan 3 : 1, dolomit, serta pupuk NPK.

C. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor, dengan 5 taraf perlakuan antara lain: kontrol positif (SnM_0), kontrol negatif (SoM_0), 7 menit 48 detik (SoM_7), 11 menit 44 detik (SoM_{11}) dan 15 menit 36 detik (SoM_{15}).

Dalam setiap perlakuan dilakukan 5 kali pengulangan. Parameter yang akan diukur adalah kandungan klorofil total, kandungan karbohidrat, kecepatan pembentukan buah, jumlah bunga, jumlah buah, berat buah, diameter buah dan jumlah biji dalam setiap buah.

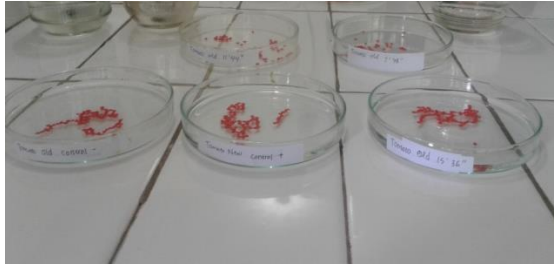
D. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan 4 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap perlakuan (tahap pemaparan medan magnet, perkecambah, penyemaian, penanaman serta pemeliharaan) dan tahap pengambilan data.

1. Tahap Persiapan

a. Pemilihan dan Perendaman Benih Tomat

Benih yang akan digunakan dipilih kemudian diletakkan pada diameter cawan petri yang sudah dilapisi kertas germinasi dan diberi label sesuai perlakuan. Masing-masing cawan diisi 50 benih. Benih kemudian direndam aquades selama 15 menit sebelum dipapar medan magnet.



Gambar 5. Perendaman benih dengan air selama 15 menit (Dokumentasi Pribadi).

2. Tahap Perlakuan

a. Pemaparan Medan Magnet

Benih yang telah direndam aquades selama 15 menit kemudian dipapar medan magnet 0,2 mT dengan lama paparan yang berbeda yaitu 7 menit 48 detik (SoM₇), 11 menit 44 detik (SoM₁₁), 15 menit 36 detik (SoM₁₅), kontrol positif (SnM₀) (tanpa pemaparan) dan kontrol negatif (SoM₀) (tanpa pemaparan).



Gambar 6. Pemaparan medan magnet 0,2 mT pada benih selama 7 menit 48 detik, 11 menit 44 detik, dan 15 menit 36 detik (Dokumentasi Pribadi).

b. Perkecambahan dan Penyemaian Benih

Benih yang telah diberi perlakuan paparan medan magnet kemudian dikecambahkan selama 24 ± 48 jam sampai muncul bakal akar atau radikula. Setelah radikula muncul sekitar 0,5 cm kemudian disemai dalam *polybag* 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 sinar matahari namun tidak terlalu terik dan terlindung dari hujan. Semaian di siram setiap hari untuk menjaga kelembapannya (Andari, 2018).



Gambar 7. Proses perkecambahan benih (a), dan penyemaian kecambah (b) (Dokumentasi Pribadi).

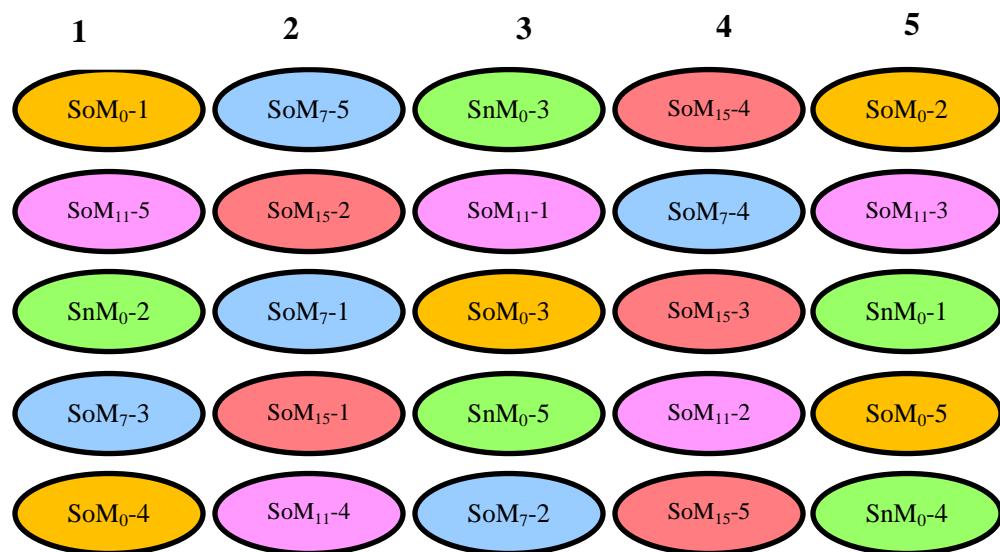
c. Pemindahan Tanaman ke dalam Polibag Besar

Tanaman tomat dalam *polybag* kecil yang berumur 10 hari setelah semai dipindahkan ke dalam *polybag* besar berukuran 40 x 40 cm yang telah berisi media tanah dan humus dengan perbandingan 3:1. Kapur dolomit

ditambahkan dalam media tanam sebanyak 1,6 gr/*polybag* seminggu sebelum penanaman. Setiap *polybag* yang telah berisi tanaman kemudian disusun secara acak (Gambar 9).



Gambar 8. Tanaman tomat berumur 12 hari setelah semai yang telah dipindahkan ke polibag (Dokumentasi Pribadi).



Gambar 9. Tata letak tanaman tomat pada polybag

Keterangan :

So = Benih kadaluarsa tahun 2016

Sn = Benih baru tahun 2020

M₀ = Benih tanpa paparan medan magnet

M₇ = Benih dengan paparan medan magnet 0.2 mT selama 7'48''

M₁₁ = Benih dengan paparan medan magnet 0.2 mT selama 11'44''

M₁₅ = Benih dengan paparan medan magnet 0.2 mT selama 15'36''

1-5 = Ulangan

d. Pemeliharaan Tanaman.

Pemeliharaan tanaman dilakukan dari awal benih ditanam hingga panen berakhir. Pemeliharaan tanaman meliputi:

1. Penyiraman

Penyiraman dilakukan sebanyak 2 kali (pagi dan sore) untuk menjaga kelembapan tanah.

2. Penyulaman

Penyulaman dilakukan dengan mengganti tanaman yang mati dengan tanaman yang baru. Tanaman tersebut diambil dari tanaman terdahulu pada saat penyemaian.

3. Penyiangan.

Tanaman gulma yang tumbuh di sekitar tanaman tomat dibersihkan agar tidak mengganggu pertumbuhannya dan mencegah terjadinya interaksi intraspesifik.

4. Pemupukan

Pemberian pupuk NPK pada tanaman tomat ketika tanaman berumur 10 hari setelah tanam dengan dosis 3 gr, 20 hari setelah tanam dengan dosis 5 gr, 30 hari dan 40 hari setelah tanam dengan dosis 6 gr pada setiap unit perlakuan (Listiana, 2016).

5. Pemasangan ajir

Tujuan pemasangan ajir agar tanaman tomat tidak roboh. Pemasangan ajir dilakukan ketika tanaman tomat setinggi 10 – 15 cm. Ajir dibuat menggunakan bambu dengan tinggi 1 – 1,5 meter, lebar 4 – 5 cm dan ditancapkan sedalam 20-30 cm dengan jarak cm dari tanaman.

6. Panen

Panen dilakukan pada saat tanaman berusia 63 hari setelah tanam.

Panen dilakukan ketika buah tomat belum terlalu masak yaitu pada saat buah tomat berwarna merah atau merah jambu pada seluruh permukaan kulit buah, tetapi keadaan buah belum lunak (Supriati dan Siregar, 2009).





Gambar 10. Tanaman tomat yang siap dipanen (Dokumentasi Pribadi).

3. Pengambilan Data

Parameter yang di ukur dalam penelitian ini adalah :

a. Kandungan Karbohidrat

Sebanyak 0,1 gram sampel daun dihaluskan dan dilarutkan dalam 10 ml aquadest dan disaring menggunakan kertas saring. Sebanyak 1 ml sampel dicampurkan ke dalam 1 ml fenol 5%, lalu dikocok, setelah itu ditambahkan 2 ml asam sulfat pekat dan 2 ml aquadest, kemudian didiamkan selama beberapa menit. Sampel kemudian dipanaskan selama 15 menit, setelah itu didinginkan dengan air mengalir. Pengukuran sampel kandungan glukosa dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm (Apriantono *et al.*, 1989).



Gambar 11. Pengukuran kandungan karbohidrat (Dokumentasi Pribadi).

b. Kandungan Klorofil

Sebanyak 0,1 gram daun tanaman tomat dihaluskan dengan mortar sampai halus. Kemudian ditambahkan 10 ml larutan etanol 95%. Setelah itu larutan disaring dengan kertas Whatmann No.1 dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Larutan sampel dan larutan standar (etanol 95 %) diambil sebanyak 1 ml, kemudian dimasukkan ke dalam kuvet. Larutan sampel kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan alat spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) 648 nm dan 664 nm. Jumlah klorofil a, klorofil b, dan total klorofil per gram daun tomat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$A = 13,36. \lambda_{664} - 5,19. \lambda_{648} (V/W \times 1000)$$

$$B = 27,43. \lambda_{648} - 8,12. \lambda_{664} (V/W \times 1000)$$

$$C = 5,24. \lambda_{664} + 22,24. \lambda_{648} (V/W \times 1000)$$

Keterangan :

A = mg klorofil a/g jaringan

B = mg klorofil b/g jaringan

C = mg total klorofil/g jaringan

V = volume akhir ekstrak etanol-klorofil

W = berat daun tomat yang diekstraksi (Miazek and Stainslaw, 2013).



Gambar 12. Pengukuran kandungan klorofil
(Dokumentasi Pribadi)

c. Jumlah Bunga

Pengamatan jumlah bunga per tanaman dilakukan setiap hari mulai dari awal muncul bunga sampai semua bunga pada semua tanaman membentuk buah. Bunga yang dihitung adalah semua bunga baik yang masih kuncup maupun yang telah mekar (Pangaribuan, 2010).

d. Kecepatan Awal Pembentukan Buah

Penghitungan kecepatan pembentukan buah dilakukan saat pertama kali munculnya buah pada tanaman. Setiap tanaman dari setiap perlakuan memiliki kecepatan pertumbuhan buah yang berbeda. (Pangaribuan, 2010).

e. Jumlah Buah

Penghitungan jumlah buah dilakukan pada saat tanaman dari semua perlakuan sudah memasuki masa berbuah. Buah yang dihitung adalah semua buah baik yang masih bakal buah maupun yang telah menjadi buah. Penghitungan jumlah buah dilakukan pada minggu ke-6 setelah tanam (hst) sampai berakhir masa panen.

f. Berat Buah

Berat buah tomat ditimbang dari seluruh buah yang telah dipanen menggunakan neraca kue (Listiana, 2016).

g. Diameter Per Buah

Setiap unit perlakuan untuk sepuluh buah terbesar dan sepuluh buah terkecil diukur diameternya menggunakan jangka sorong pada bidang horizontal buah bagian tengah (Listiana, 2016).



Gambar 13. Buah tomat yang akan dilakukan pengukuran diameter (a) pengukuran diameter buah menggunakan jangka sorong (b) (Dokumentasi Pribadi).

h. Jumlah Biji Per Buah

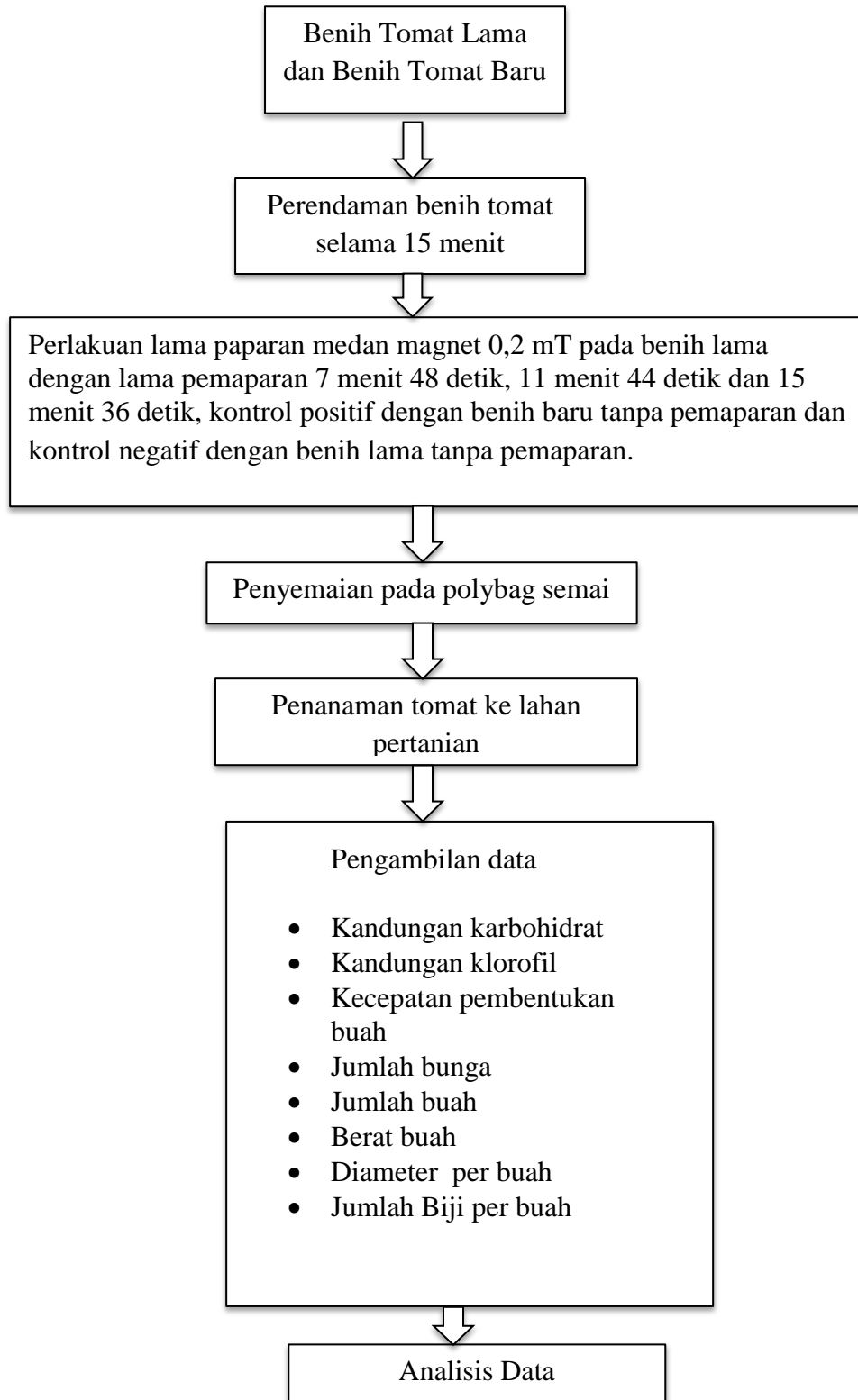
Jumlah biji dihitung dengan terlebih dahulu memecah lima buah tomat terbesar dan terkecil yang paling masak dari setiap unit perlakuan untuk diambil bijinya (Pertiwi, 2011).

4. Analisis Data

Data yang diperoleh berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif komparatif dan didukung dengan foto. Data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan Analisis Ragam (*Analysis of Variance*) serta diuji lanjut dengan Fisher pada taraf nyata $\alpha = 5\%$ jika terdapat beda nyata antar perlakuan.

E. Bagan Alir Penelitian

Tahap penelitian disajikan dalam bentuk bagan alir sebagai berikut :



Gambar 14. Bagan Alir Penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini meliputi :

1. Medan magnet 0,2 mT mampu meningkatkan pertumbuhan generatif tanaman tomat dari benih lama. Pemaparan medan magnet berpengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat, jumlah buah, berat buah, diameter buah besar dan jumlah biji buah kecil.
2. Paparan medan magnet selama 7 menit 48 detik memberikan hasil yang paling baik pada parameter kandungan klorofil, kandungan karbohidrat, kecepatan pembentukan buah, diameter buah kecil dan jumlah biji buah kecil, 11 menit 44 detik pada jumlah bunga dan jumlah buah, dan 15 menit 36 detik pada berat buah, diameter buah besar dan jumlah biji buah besar.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian yang sama dengan menggunakan perbedaan umur benih yang lebih lama untuk melihat perbedaan yang dihasilkannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agromedia, R. 2007. *Panduan lengkap budidaya tomat*. Agromedia. Jakarta.
- Aladjadiyan, A., and Ylieve, T. 2007. Influence of Satationary Magnetic Field on the Early Statges of Development of Tobacco Seeds (*Nicotiana tabacum* L.). *Journal Central European Agriculture*. 4 : 132-138.
- Alexander, M.P., and Doijode, S.D. 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).
- Almeida, A.D.S., Deuner, C., Borges, C.T., Meneghello, G.E., Detunes, L.M, and Villea, F.A. 2014. Accelerated Aging in Tomato Seeds. *American Journal of Plant Sciences*. 5 : 1651-1656.
- Ambarwati, E., Maya, G.A., Trisnowati, S., dan Murti, R.H. 2012. *Mutu Buah Tomat Dua Galur Harapan Keturunan 'GM3' dengan 'Gondol Putih'*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian.
- Andari, A. 2018. *Pertumbuhan Generatif Tomat (Lycopersicum Esculentum Mill.) Dari Benih lama Dan Benih Baru Di Bawah Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet 0,2 mT Yang Berbeda. (Skripsi)*. Fakultas matematika dan ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Lampung.
- Apriantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N.L., Yasni, S., Budiyanto, S. 1989. *Analisa Pangan Institute Pertanian Bogor*. IPB Press. Bogor.

- Ashari, S. 2006. *Hortikultura Aspek Budidaya*. UI Press. Jakarta.
- Bilalis, D.J.N., Katsenios, A., Efthimiadou, A., Karkanis, E.M., Khah, T., and Mitsis. 2013. Magnetic Field Pre-sowing Treatment as an Organism Friendly Technique to Promote Plant Growth and Chemical Element Accumulation in Early Stages of Cotton. *Australian Journal of Crop Science*. 7(1): 46-50.
- Cakmak, T., Dumlupinar, R., and Erdal, S. 2010. Acceleration of Germination and Early Growth of Wheat and Bean Seedlings Grown Under Various Magnetic Field and Osmotic Conditions. *Bioelectromagnetics*. Pp 120-129. Turkey.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., and Mitchell, L.G. 2012. *Biologi Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- Carbonell, M.V., Martinez, E., and Amaya, J.M. 2000. Stimulation of Germination in Rice (*Oryza sativa* L.) by a Static Magnetic Field. *Electro and Magnetobiology*. Madrid. Spanyol.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press. New York.
- Darmayanti, W., Suntoro, I., dan Herpratiwi, H. 2013. Isolasi dan karakterisasi aktivitas enzim α -amilase pada kecambah kedelai putih (*Glycine max* (L). Merrill) dan kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) di bawah pengaruh medan magnet. *Jurnal Teknologi Informasi Komunikasi Pendidikan*. 1(5): 115-119.
- Daryanto. 2004. *Pendidikan Fisika*. Rineka Cipta. Jakarta.
- De Souza, A., Garcia, D., Sueiro, L., Licea, L., and Porras, E. 2005. Pre-Sowing Magnetic Treatment of Tomato Seeds Effects on The Growth and Yield of Plants Cultivated Late in the Season. *Spanish Journal of Agricultural Research*. Pp 113-122.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1981. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bharata. Jakarta.

- Esitken, A., and Turan M. 2004. *Alternating Magnetic Field Effects on Yield and Plant Nutrient Element Composition of Strawberry (Fragaria x ananassa cv. Caramosa)*. Departement Holtikultura Ataturk University. Turkey.
- Fauziah, A. 2015. Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Perkecambahan Biji Kurma Jenis Majol. (*Skripsi*). Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Fried, G.H., dan Hademenos, G.J. 2006. *Biologi Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Fu, E. 2012. The Effects of Magnetic Fields on Plant Growth and Health. *Young Scientists Journal*. Pp 38-42.
- Gholami, A., Saaed S., and Hamid A. 2010. Effect of magnetic field on seed germinating of two Wheat Cultivars. *World Academy of Science Engineering and Technology*. 62: 279-282.
- Giancoli, D.C. 2001. *Fisika*. Erlangga. Jakarta.
- Handoko, S., dan Handayani, R.D. 2017. Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*) terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 4(5): 370 – 377.
- Harbourne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia*. Terjemahan: Padmawinata, K., dan Sudiro. I. Penerbit ITB Bandung. 259-261 hlm.
- Harrington, J.F. 1993. *Seed Storage and Longevity*, in : *Seed Biology vo. III*. Ed. By TT. Kozlowski. Academic Press. New York. London. Pp 145-157.
- Hozayn, M., Amal, A.A., El-Mahdy., and Abdel-Rahman, H.M.H. 2015. Effect of Magnetic Field on Germination, Seedlings Growth and Cytogenetic of Onion. *African Journal of Agriculture*. 10: 850-859.

- Humphries, E.C, and Wheeler, A.W. 1963. The physiology of leaf growth. *Plant Physiol.* 14 : 385-410.
- Ishaq, M. 2007. *Fisika Dasar: Elektrisitas dan Magnetisme*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Iqbal, M., Haq, Z.U., Jamil, Y., and Ahmad, M.R. 2012. Effect of Presowing Magnetic Treatment on Properties Of Pea. *International Agrophysic*. Pp 25-31.
- Jedlicka, J., Paulen, O., and Ailer, S. 2014. Influence Of Magnetic Field On Germination, Growth And Production Of Tomato. *Scientific Journal for Food Industry Potravinarstvo*. 8(1): 150-154.
- Justine, O. L., dan Bass, L.N. 2012. *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih Edisi Kedua*. Terjemahan Ir. Rennie Roesli M.Sc. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lestari, G. W., Sulichatun., dan Sugiyarto. 2008. Pertumbuhan, Kandungan Klorofil, dan Laju Respirasi Tanaman Garut (*Maranta arundinacea* L.) setelah Pemberian Asam Giberelat (GA3). *Bioteknologi*. 5 (1): 1.
- Lippman, Z.B., Cohen, O., Alvarez, J.P., Abied, M.A., Pekker, I., Paran, I., Eshed, Y., and Zamir, D. 2008. The makinf of a Compound Inflorescence in Tomato and Related Nightshades. *J. Biol.* 6(11): 122-123.
- Listiana, I. 2016. Pengaruh Medan Magnet 0,2 mT Terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Yang Diinfeksi *Fusarium oxysporum*. (Tesis). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Lampung.
- Loveless, A.R.1991. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik* 1.Diterjemahkan oleh: Kartawinata, K., Danimiharja, S., dan Soetisna, U. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Lusiati. 2017. Uji Ketahanan Tomat F1 dari Parental Terpapar Medan Magnet 0,2 mT dan Diinfeksi (*Fusarium oxysporum*) terhadap Serangan Penyakit Layu Fusarium. (Tesis). Universitas Lampung. Lampung.
- Mahjabin, S., Bilal, and Abidi, A.B. 2015. Physiological and Biochemical Changes During Seed Deterioration: A Review. *International Journal of Recent Scientific Research*. 6 (4) : 3416-3422.
- Maizek, K., and Stainslaw, L. 2013. Chlorophyll extraction from leaves, needles and microalgae: A kinetic approach. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 6 (2) : 107- 115.
- Martínez, F.R., Pacheco, A.D., Aguilar, C.H., Pardo, G.P., and Ortiz, E.M. 2014. Effects Of Magnetic Field Irradiation On Broccoli Seed With Accelerated Aging. *J. Acta Agrophysica*. 21 (1): 63-67.
- Morejon, L.P., Paloco, J.C.C., Abad, V., and Govea, A.P. 2007. *Simulation Of Pinus Tropicalis M. Seeds By Magnetically Treated Water*. International Agrophysics. Cuba. Pp 173-177.
- Nugroho, K.A. 2007. *Pemanfaatan Gaya Tolak Menolak Magnet Sebagai Generator Alternatif Bertenaga Gelombang Air*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Pangaribuan, D.H. 2010. Daftar Peubah Penelitian Tomat. <http://staff.unila.ac.id/bungdarwin>. Diakses 17:10 wib tanggal 22 mei 2019.
- Pertiwi, A. 2011. Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet Terhadap Produktivitas Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Lampung.
- Pitojo, S. 2005. *Benih Tomat*. Kanisius. Yogyakarta.

- Pratama, A.J., dan Laily A.N. 2015. *Analysis Kandungan Gandasuli (Hedychium gardnerianum Shephard ex Ker-Gawl) pada Tiga Daerah Perkembangan Daun yang Berbeda*. Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam. SP005-035. 216-219 hlm.
- Prosea. 1992. *Plant Resources of Southeast Asia*. Vol. 4: Forages. Plant Resources of South-East Asia Network Office. Bogor. Indonesia.
- Purwati, E. dan Khairunisa. 2007. *Budidaya Tomat Dataran Rendah*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Putra, Y., Rusbana, T., dan Anggraeni, W. 2013. Pengaruh Kuat Medan Magnet Dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Padi (*Oryza sativa* L.) Kadalua Varietas Ciharang. *Jurnal Agroteknologi*. 6 (2) : 157-168.
- Rohadi, A., dan Widyani, N. 2016. Perubahan Fisiologis Dan Biokimia Benih Tengawang Selama Penyimpanan. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*. 2(1): 9-20.
- Rubatzky, V.E., dan Yamaguchi, M. 1999. *Sayuran Dunia 3*. ITB. Bandung.
- Rukmana. 1994. *Tomat dan Cherry*. Kanisius. Yogyakarta.
- Salisbury dan Ross, C.W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Penerbit ITB. Bandung.
- Sari, R.E.Y.W., Prihandono, T., dan Sudarti. 2015. Aplikasi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) 600 μ T dan 600 μ T pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranti. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 4(2): 164-167.
- Shabrangi, A., Majd, A., Sheidai, M., Nabyouni, M., and Dorranean, D. 2010. Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields on The Antioxidant Enzymes Activity of C3 and C4 Plants, *Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceeding, Cambridge, USA*.
- Soedjojo, P. 2004. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Andi Offset.

- Stubsboard and Moestrup. 1994. *Seed Processing, Training Course and Seed Procurement in Association with Danagro Adviset A/S*. PT. Ardes Perdana and Danida Forest Seed Center. Bogor. Pp197.
- Supiyanto, 2002. *Sains Fisika*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Supriati, Y., dan Herlina, E. 2014. *15 Sayuran Organik Dalam Pot*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Supriati, Y. dan Siregar, F.D. 2009. *Bertanam Tomat dalam Pot dan Polibag*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Surtinah, 2007. Kajian Tentang Hubungan Pertumbuhan Vegetatif Dengan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*, Mill.). *Jurnal Agronomi*, Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Lancang Kuning. 4(1) : 156-158.
- Tanvir, M.A., Ul-Haq, Z., Hannan, A., Nawaz, M.F., Siddiqui, M.T., and Shah, A. 2012. Exploring the Growth Potential of *Albizia Procera* and *Leucaena Leucocephala* as Influenced by Magnetic Fields. *Turk Journal Agric*. 36 : 757- 763.
- Tatipata, A., Yudono, P., Purwantoro, A., dan Mangoendidjojo, W. 2004. Kajian Aspek dan Biokimia Deteriorasi Benih Kedelai Dalam Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 11(2) :55-57.
- Tipler, P.A. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Wahyudi. 2012. *Bertanam Tomat Didalam Pot Dan Kebun Mini*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Widayanthi, N.K.A., Raka, N.K.A., dan Saidi, I.K. 2012. Pengaruh Dry Heat Treatment Terhadap Daya Simpan Benih Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) *.Journal Agric and Biotechnol*. 1(1): 1-10.
- Winandari, O.P, 2011. Perkecambahan dan Pertumbuhan Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) di Bawah Pengaruh Lama Pemaparan Medan Magnet yang Berbeda. (*Skripsi*). Bandar Lampung: Universitas Lampung.

Wiryanta, W. 2004. *Bertanam Tomat*. Agromedia. Yogyakarta.

Wolverton, C., J.L. Mullen, H., Ishikawa, dan Evans, M.L. 2000. Two Distinct Region of Response Drive Differential Growth in Vigna Root Electrotopism. *Plant, Cell and Environment*. 23: 1275-1280..

Young dan Freedman. 2003. *Fisika Universitas Jilid I*. Erlangga. Jakarta.

Young and Freedman. 1999. *With Modern Physics Tenth Edition*. University Physics. California.

Zamzami, M.N., dan Aini, N. 2015. Pengaruh jumlah tanaman per polibag dan pemangkasan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun Kyuri (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 3: 113-119.

Zulkarnain. 2009. *Dasar-dasar Hortikultura*. Jakarta: Bumi Aksara.