

Stimulasi Perkecambahan Padi (*Oriza sativa* L.) dengan Penggunaan Medan Magnet

Sesly Y. Lette¹, Refli², Jehunias L. Tanesib² dan Djefi Amalo³
Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Email: seslylette@gmail.com

ABSTRAK

Perkecambahan dapat distimulasi oleh sejumlah faktor abiotik termasuk medan magnet. Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh medan magnet terhadap perkecambahan padi. Penelitian menggunakan analisis deskripsi kuantitatif. Perlakuan medan magnet yang digunakan dalam penelitian terdiri atas 4 level perlakuan yakni 0 mT (M0), 2,05 mT (M1), 3,38 mT (M2) dan 4,33 mT (M3). Masing-masing perlakuan diulangi sebanyak tiga kali dan setiap perlakuan diberi paparan selama 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa induksi medan magnet meningkatkan persentase daya kecambah, laju perkecambahan, jumlah kecambah normal, panjang akar, panjang tunas dan menurunkan jumlah kecambah abnormal.

Kata kunci: Medan magnet, Perkecambahan, Padi.

Author : Sesly Y. Lette, Refli, Jehunias L. Tanesib dan Djefi Amalo

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan paparan medan magnet semakin meningkat dan luas seiring dengan kemajuan teknologi. Aplikasi paparan medan magnet telah diterapkan dalam beberapa bidang kehidupan, salah satunya bidang pertanian. Berbagai penelitian telah dilakukan tentang pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan guna meningkatkan produktifitas tanaman memberikan pengaruh positif pada perkecambahan biji pada beberapa jenis tanaman seperti kacang hijau (Sari *et al.*, 2015), sorghum oleh Lazim dan Nasur (2017), gandum (Gholami *et al.*, 2010), jintan putih (Samani *et al.*, 2013), kentang (El-Ghizawy *et al.*, 2016), jelatang (Rostami *et al.*, 2014), lemon balm (Ulgen, 2017), bunga matahari (Matwijczok *et al.*, 2012) dan bawang (Hozayn *et al.*, 2015).

Pengaruh positif medan magnet telah dibuktikan pada beberapa jenis tanaman dengan hasil akhir diantaranya adalah meningkatkan germinasi biji serta pertumbuhan vegetatif pada tumbuhan. Morejon *et al.*, (2007) melaporkan bahwa kehadiran medan magnet dapat mengubah laju pergerakan elektron-elektron pada sel sehingga mempengaruhi proses metabolisme sel. Adanya interaksi antara medan magnet dengan muatan-muatan yang ada pada tumbuhan dapat menyebabkan energi terserap dan diubah menjadi senyawa kimia yang berperan mempercepat proses pertumbuhan serta, peningkatan metabolisme sel tumbuhan oleh medan magnet dikarenakan medan magnet dapat menstimulus percepatan difusi air dan zat koneksi dari sumber ke sel-sel target, dan mengindikasikan peningkatan aktivitas beberapa enzim antara lain enzim yang berperan dalam proses perkecambahan (Aladjadjian *et al.*, 2003 dan Campbell *et al.*, 2003) disamping itu, medan magnet diduga meningkatkan indeks mitosis sel, indeks vigor, ukuran daun dan kandungan klorofil (Sari, 2008).

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan makanan pokok bagi masyarakat Indonesia. Kebutuhan akan beras meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk namun tidak sebanding dengan hasil produksi. Padi dibudidayakan dengan tujuan mendapat hasil yang setinggi-tingginya dengan kualitas sebaik mungkin. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai, benih yang ditanam harus dalam kondisi pertumbuhan dan perkembangannya tidak terhambat, baik oleh kondisi biji maupun lingkungan. Salah satu faktor penentu keberhasilan pertumbuhan dan produksi padi adalah pemilihan bibit. Pemilihan benih yang tidak terlepas dari kemampuan bibit berkecambah. Kemampuan bibit berkecambah sangat ditentukan oleh umur penyimpanan benih, semakin panjang umur benih yang disimpan, kemampuan berkecambah (viabilitas) semakin turun sehingga hal ini menentukan salah satu penghambat dalam ketersediaan benih yang baik dalam budidaya padi. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang dapat menyelesaikan viabilitas benih dengan umur penyimpanan yang lama. Salah satu teknik tersebut dengan aplikasi medan magnet. Padi varietas Lokal NTT dalam budidaya masih kurang sehingga mempengaruhi penurunan produksi padi. Selain itu, dipengaruhi oleh persediaan benih yang dijadikan sebagai bibit untuk tanam juga menurun. Hal ini dikarenakan masyarakat beranggapan bahwa benih padi yang telah disimpan dalam waktu yang cukup lama dan melewati masa tanam tidak akan tumbuh sebab semakin berkurang kandungan cadangan makanan dalam biji sehingga viabilitas benih menurun. Hal ini diikuti dengan adanya penurunan daya kecambah benih.

Berdasarkan uraian diatas, Aplikasi medan magnet pada tumbuhan sudah banyak dilakukan, namun sampai saat ini belum ada kajian lebih lanjut pada benih padi Lokal NTT. Oleh karena itu, peneliti telah melakukan penelitian lebih

lanjut tentang “Stimulasi Perkecambahan Padi (*Oryza sativa* L.) dengan Penggunaan Medan Magnet”.

2. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain multi meter, *power supply*, solenoida, timbangan analitik, *petry dish*, oven, seperangkat alat gelas, pingset dan penggaris. Pada penelitian ini menggunakan benih padi (*Oryza sativa* L.) Lembata “Putih Besi” Lahan Kering dengan usia penyimpanan 36 bulan, NaClO 5,25% dan aquades.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan deskripsi kuantitatif dimana perlakuan medan magnet terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan medan magnet terdiri dari 0 mT (M0), 2,05 mT (M1), 3,38 mT (M3) dan 4,33 mT (M4). Setiap perlakuan diberi paparan medan magnet selama 15 menit sehingga menghasilkan 12 unit perlakuan dan ditempatkan secara acak.

Prosedur Kerja

1. Pembuatan Sumber Medan Magnet

Sumber medan magnet adalah solenoida. Solenoida dibuat dengan menggunakan pipa PVC dengan panjang 15 cm dan berukuran tiga dim yang berfungsi sebagai isolator selanjutnya dialiri arus listrik untuk menghasilkan medan magnet. Solenoida dibuat dengan melilitkan kawat tembaga sebanyak 230 lilitan tanpa celah. Setiap ujung solenoida diberi kabel berwarna biru pada bagian atas dan kabel berwarna putih pada bagian bawah. Solenoida akan berfungsi ketika dihubungkan dengan *power supply*. Kuat medan magnet dilakukan berdasarkan rumus Bio Savart sebagai berikut:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2l} \quad (1)$$

2. Perendaman Benih

Benih disterilkan melalui perendaman dalam Natrium Hipoklorit selama 1 menit, kemudian dicuci bersih dengan aquades, kemudian dibasuh dan direndam dalam aquades selama 12 jam.

3. Perlakuan Medan Magnet

20 biji (gabah) ditempatkan dalam *petry dish* yang sudah dilapisi dengan kapas basah. Kemudian benih diberi perlakuan paparan medan magnet. Benih diberi perlakuan medan magnet 0 mT (tanpa induksi), *petry dish* M1 diberi perlakuan induksi medan magnet sebesar 2,05 mT, kemudian *petry dish* M2 diberi induksi medan magnet sebesar 3,38 mT, selanjutnya *petry dish* M3 diberi induksi medan magnet sebesar 4,33 mT sampai seluruh *petry dish* mendapat paparan medan magnet selama 15 menit dan diulangi tiga kali. Setiap sampel sesudah diberi perlakuan diukur lagi kuat arusnya.



Gambar 3.2 Rangkaian solenoida yang terhubung dengan transformator dan posisi cawan petri saat perlakuan

4. Perkecambahan

Semua benih yang sudah diberi perlakuan dikecambahkan pada suhu alami kemudian dilakukan pengamatan selama 7 hari.

5. Pengukuran Parameter

a. Daya Kecambah (%)

Diukur berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Persentase perkecambahan} = \frac{\sum B}{\sum T} \frac{b_i}{b} \frac{h}{n} \times 100\% \quad (\text{Talukdar, 2011}) \quad (2)$$

Dimana selama pengamatan dilakukan penghitungan jumlah biji untuk mengetahui jumlah hari yang dibutuhkan untuk kemunculan radikula atau plumula sejak perendaman

b. Laju Perkecambahan

Diukur berdasarkan persamaan berikut:

$$LP = \frac{N1T1+N2T2+N3T3.....N}{j \quad h t_i \quad b \quad h b \quad h} \quad (\text{Sutopo, 2004}) \quad (3)$$

c. Kecambah Normal dan Abnormal (%)

Kecambah normal dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$KN = \frac{\sum K_i}{\sum B} \frac{h N}{b} \frac{n}{n} \times 100\% \quad (4)$$

Biji kecambah normal ditandai dengan ciri akar primer yang lengkap dimana akar primer tumbuh panjang dan diikuti dengan tumbuhnya akar serabut dan cabang akar yang tumbuh pada hari ketujuh pengamatan serta memiliki koleoptil.

Kecambah abnormal dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$KA = \frac{\sum K_i}{\sum B} \frac{h A}{b} \frac{n}{n} \times 100\% \quad (5)$$

Biji kecambah abnormal ditandai dengan memiliki kekurangan pada bagian yang tidak sempurna seperti akar primer lebih pendek dari akar sekunder, koleoptil tidak tumbuh atau koleoptil berwarna putih dan pendek.

d. Panjang Akar dan Panjang Tunas (cm)

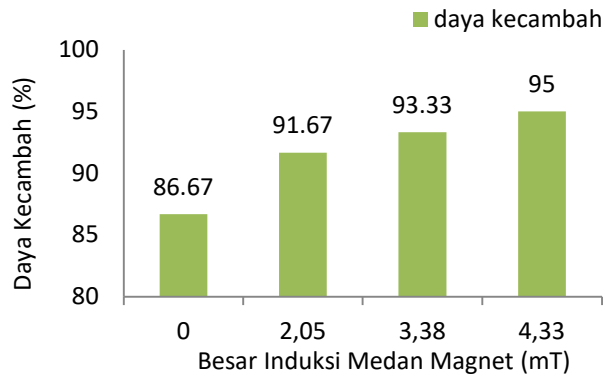
Panjang akar dan tunas kecambah dilakukan setelah kecambah berumur 7 HSI. Panjang akar (cm) diukur mulai dari pangkal sampai dengan ujung akar. Panjang tunas (cm) diukur mulai dari pangkal sampai dengan ujung tunas.

6. Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk gambar dan grafik.

3. PEMBAHASAN

Daya Kecambah



Gambar 4.1 Persentase perkecambahan padi lokal Lembata “Putih Besi” dengan perlakuan induksi medan magnet yang bervariasi

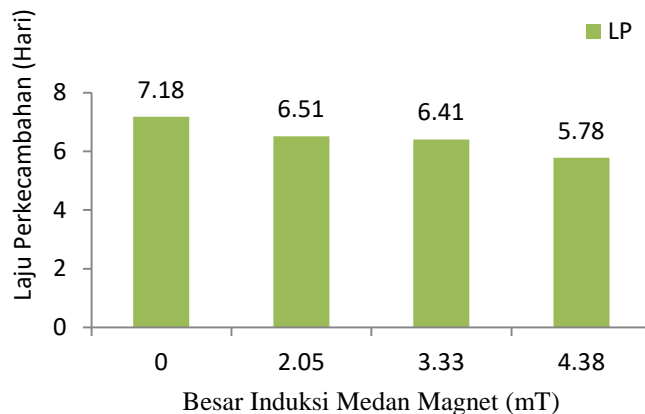
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada kelompok perlakuan induksi medan magnet umumnya memperlihatkan persentase daya kecambah lebih banyak daripada kontrol. Daya kecambah biji dengan perlakuan medan magnet 4,33 mT (95%) lebih tinggi dibanding kontrol (86,67%). Hal ini didukung oleh studi sebelumnya bahwa medan magnet berperan sebagai biostimulasi pada tahap pertumbuhan awal dengan meningkatkan perkecambahan pada beberapa jenis tanaman seperti kacang hijau (Irawan, 2014), jelatang oleh Rostami *et al.*, (2014), lemon balm (Ulgen, 2017) dan bunga matahari oleh Matwijczok *et al.*, (2012).

Peningkatan persentase perkecambahan oleh perlakuan medan magnet disebabkan oleh permeabilitas ion saluran di membran, sehingga mempengaruhi transportasi ion ke dalam sel dan menyebabkan perubahan biologis dalam organisme. Hal ini didukung oleh Matwijczok *et al.*, (2012) yang mengatakan bahwa perlakuan medan magnet mempengaruhi kerja pompa ion yakni pengangkutan ion kalsium (Ca^{2+}) dalam sel. Hal ini terjadi karena membran sel terpapar medan magnet sehingga terjadi perpindahan energi dari medan magnet ke ion yang mengakibatkan kecepatan dan aliran ion menjadi meningkat saat melewati membran sel dengan demikian mengindikasi sel untuk masuk ke siklus mitosis awal.

Perlakuan medan magnet juga memacu peningkatan aktifitas enzim yang berperan dalam proses perkecambahan sehingga meningkatkan penyerapan nutrisi secara optimal pada pertumbuhan. Hal ini didukung oleh (Rohma *et al.*, 2013; Samani *et al.*, 2013) bahwa perlakuan medan magnet menyebabkan aktivitas protease dan amilase meningkat. Peningkatan aktivitas protease menyebabkan protein yang terdapat dalam biji direduksi sehingga mengubah air menjadi protein yang melarutkan peptide menjadi asam-asam amino. Sedangkan amilase mereduksi amilum menjadi glukosa untuk menghasilkan energi pada proses respirasi sel yang berguna untuk berlangsungnya pembelahan sel tumbuhan. Di samping itu, perlakuan medan magnet juga menyebabkan penambahan muatan negatif pada tumbuhan. Adanya penambahan ion negatif pada tumbuhan menyebabkan adanya interaksi dengan ion-ion positif yang berperan dalam serangkaian proses metabolisme sel tumbuhan sehingga pertumbuhan pada kelompok perlakuan lebih besar daripada kontrol.

Laju Perkecambahan

Laju perkecambahan benih meningkat seiring dengan peningkatan besar induksi medan magnet seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Laju perkecambahan (LP) benih padi lokal Lembata “Putih Besi” dengan perlakuan induksi medan magnet yang bervariasi

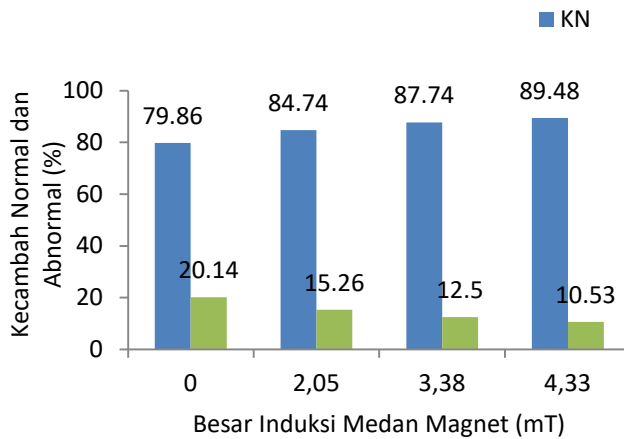
Gambar 4.2 menunjukkan bahwa perkecambahan benih padi dengan induksi medan magnet lebih cepat daripada kelompok kontrol. Laju perkecambahan tercepat terjadi pada benih padi dengan perlakuan induksi medan magnet 4,33 mT dengan nilai rata-rata laju perkecambahan 5,78 hari. Berdasarkan nilai rata-rata laju perkecambahan benih padi pada (gambar 4.2) menunjukkan bahwa semakin kecil nilai laju perkecambahan semakin cepat benih berkecambah dan sebaliknya semakin besar nilai laju perkecambahan semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk berkecambah. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan medan magnet dapat menstimulus percepatan perkecambahan benih padi. Peningkatan laju perkecambahan oleh medan magnet telah dilaporkan oleh studi sebelumnya pada beberapa jenis tanaman seperti kentang oleh El-Ghizawy *et al.*, (2016), gandum oleh Ulgen *et al.*, (2017) dan jintan putih oleh Samani *et al.*, (2013).

Perlakuan medan magnet dapat meningkatkan permeabilitas membran sel. Hal ini didukung oleh Rostami *et al.*, (2014) yang mengatakan bahwa energi dalam benih merespon secara positif ketika diberi perlakuan medan magnet dimana biji yang terkena medan magnet mengubah energi potensial yang mengakibatkan percepatan pergerakan elektron dalam sel. Perlakuan medan magnet juga menyebabkan penyerapan ion Ca^{2+} meningkat dalam sel dan mengakibatkan tekanan osmosis pada benih juga meningkat (Handoko, *et al.*, 2017). Peningkatan tekanan osmosis menyebabkan proses penyerapan air oleh biji semakin meningkat. Peningkatan penyerapan air menyebabkan ikatan hidrogen pada molekul air pecah dan lebih mudah terserap oleh sel-sel pada biji sehingga memicu peningkatan potensial air dan mengakibatkan biji terhidrasi. Hal ini mempengaruhi aktifitas fisiologi dari benih sehingga meningkatkan laju perkecambahan benih.

Di samping itu, perlakuan medan magnet juga mampu mengaktifkan enzim-enzim dalam benih sebagai akibat dari peningkatan penyerapan air dalam sel. Pengaktifan enzim dalam benih diikuti dengan sintesis enzim baru lebih banyak, dalam hal ini enzim-enzim yang bertanggung jawab dalam proses perkecambahan secara signifikan. Hal ini didukung oleh Rohma *et al.*, (2013) yang mengatakan bahwa perlakuan medan magnet mempercepat pergerakan elektron dalam sel sehingga mempercepat peningkatan aktivitas enzim yang terdapat dalam biji, yakni α -amilase. Perlakuan medan magnet juga meningkatkan aktivitas enzim perkecambahan antara lain α -amilase, dehidrogenase, dan protease secara signifikan pada jintan putih (Samani *et al.*, 2013). Proses peningkatan aktifitas enzim perkecambahan memacu pemecahan amilum dan protein dalam endosperm biji menjadi glukosa dan asam-asam amino oleh amilase dan protease yang akan menjadi substrat untuk berlangsungnya respirasi sel dan menghasilkan energi untuk proses pembelahan sel.

Kecambah Normal dan Abnormal

medan magnet terhadap kecambah normal dan kecambah abnormal benih padi ditunjukkan pada gambar 4.3

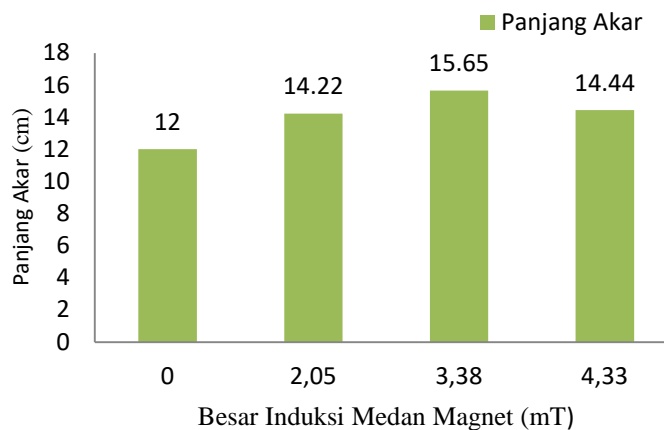


Gambar 4.3 Persentase kecambah normal (KN) dan kecambah abnormal (KA) padi lokal Lembata “Putih Besi” dengan perlakuan induksi medan magnet yang bervariasi

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa hasil persentase kecambah normal untuk kelompok perlakuan pada umumnya lebih tinggi daripada kelompok kontrol sedangkan persentase kecambah abnormal umumnya pada kelompok perlakuan umumnya lebih rendah daripada kontrol. Presentase kecambah normal tertinggi terjadi pada benih dengan perlakuan medan magnet 4,33 mT sebesar 89,48% daripada kontrol sedangkan persentase kecambah abnormal terendah terjadi pada benih dengan perlakuan medan magnet 4,33 mT sebesar 10,53% daripada kontrol. Peningkatan persentase kecambah normal oleh perlakuan medan magnet telah dilaporkan sebelumnya pada tanaman kedelai oleh Putra *et al.*,(2015) yang mengatakan bahwa perlakuan medan magnet solenoida dengan lama perendaman air magnetisasi sebesar 2 mT berpengaruh pada umur kecambah, kecepatan tumbuh, persentase kecambah normal dan abnormal.

Peningkatan persentase kecambah normal dan penurunan kecambah abnormal menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet mampu membenahi jaringan-jaringan yang rusak pada benih lama sebagai dampak adanya kekurangan pati dan protein pada tanaman. Di samping itu, perlakuan medan magnet juga mampu meningkatkan cadangan makanan untuk menghasilkan energi. Energi yang dihasilkan akan digunakan dalam proses respirasi untuk pembelahan sel pada tanaman. Peningkatan cadangan makanan disebabkan oleh peningkatan aktifitas enzim-enzim yang berperan dalam proses perkecambahan dalam hal ini enzim -amilase dan protease dengan menyediakan substrat untuk proses respirasi sel berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet mampu menurunkan viabilitas dan vigor benih yang diekspresikan melalui morfologi daripada kecambah padi yang ditunjukkan dengan peningkatan persentase kecambah normal.

Panjang Akar



Gambar 4.4 Panjang akar kecambah padi lokal Lembata “Putih Besi” dengan perlakuan besar induksi medan magnet (mT) yang bervariasi

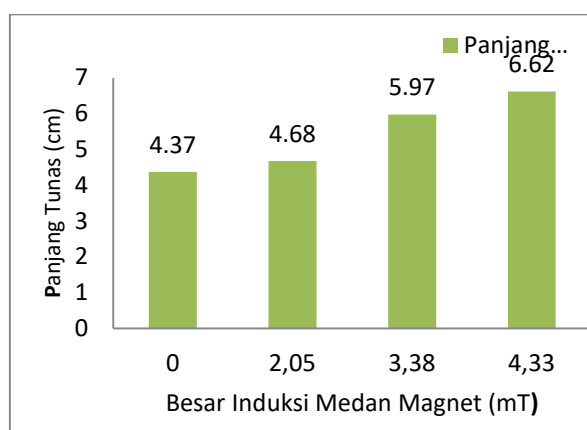
Gambar 4.4 menunjukkan bahwa panjang akar pada kelompok perlakuan medan magnet umumnya lebih tinggi daripada kelompok kontrol. Nilai rata-rata panjang akar tertinggi terjadi pada benih padi dengan perlakuan medan magnet 3,38 mT sebesar 15,65 cm daripada kontrol. Namun pada perlakuan medan magnet 4,33 mT panjang akar menurun 14,44 cm.

Peningkatan panjang akar menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet berperan sebagai biostimulasi pada tahap awal pertumbuhan dengan meningkatkan panjang akar pada tanaman. Beberapa studi sebelumnya melaporkan bahwa medan magnet meningkatkan panjang akar pada tanaman gandum oleh Gholami *et al.*, (2010), Kurma (Fauzia, 2015) dan krisan oleh Pratama *et al.*, (2015). Peningkatan panjang akar memperlihatkan bahwa medan magnet menyebabkan peningkatan aktifitas fisiologis pada tanaman dan akibatnya terjadi peningkatan peningkatan kelembaban saat penyerapan air dalam biji. Proses penyerapan air yang terjadi akan meningkatkan panjang akar tanaman. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya bahwa proses penyerapan air meningkatkan panjang akar pada tanaman jintan putih oleh Samani *et al.*, (2013) dan gandum oleh Gholami *et al.*, (2010).

Perlakuan medan magnet juga meningkatkan kerja pompa ion pengangkutan ion Ca^{2+} dalam sel, adanya ion Ca^{2+} mendukung pemanjangan akar tanaman dan mampu menstimulus pengikatan enzim oleh membrane akar tanaman. Di samping itu, peningkatan panjang akar oleh medan magnet menunjukkan adanya peningkatan aktifitas enzim amilase proses pembelahan sel pada bagian yang aktif melakukan mitosis seperti pada bagian ujung radikula, pada hipokotil, plumulae dan epikotil. Hal ini didukung oleh studi sebelumnya pada tanaman kacang hijau dengan perlakuan medan magnet 0,1 mT mengindikasikan bahwa peningkatan panjang akar kecambah disebabkan oleh pengaruh medan magnet terhadap aktifitas enzim -amilase (Ardiyanto *et al.*, 2014).

Laporan hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet mampu mempengaruhi metabolisme pada sel-sel yang terdapat pada jaringan meristematis sehingga memacu proses pembelahan sel. Adanya perlakuan medan magnet menyebabkan aktifitas asam giberalin terhambat dan meningkatkan aktifitas auksin yang berperan merangsang perpanjangan akar kecambah.

Panjang Tunas



Gambar 4.5 Panjang tunas kecambah padi lokal Lembata “Putih Besi” dengan perlakuan besar induksi medan magnet (mT) yang bervariasi

Gambar 4.5 memperlihatkan bahwa panjang tunas pada kelompok perlakuan medan magnet umumnya lebih tinggi daripada kontrol. Panjang tunas kecambah tertinggi terjadi pada benih padi dengan perlakuan medan magnet 4,33 mT sebesar 6,62 cm daripada kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet memberikan respon positif pada pertumbuhan vegetatif tanaman. Peningkatan panjang tunas oleh medan magnet telah dilaporkan pada studi sebelumnya pada kentang oleh El-Gizawy *et al.*, (2016) dan tanaman krisan oleh Pratama *et al.*, (2015) bahwa medan magnet 3 mT meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan luas kanopi tanaman krisan.

Peningkatan panjang tunas menunjukkan bahwa perlakuan medan magnet menyebabkan aktifitas enzim -amilase meningkat pada kotiledon benih padi. Hal ini didukung oleh Rohma *et al.*, (2013) yang mengatakan bahwa

perlakuan medan magnet menyebabkan peningkatan aktifitas enzim -amilase seiring dengan peningkatan panjang kotiledon pada kecambah kacang merah.

Peningkatan panjang tunas juga menunjukkan bahwa medan magnet meningkatkan beberapa aktifitas hormon yang bertanggungjawab pada proses pembentukan daun pada tanaman. Medan magnet mampu menstimulasi hormon yang berperan merangsang perkecambahan dalam hal ini meningkatkan pembelahan sel. Salah satu hormon yang berperan adalah giberelin. Hormon giberelin berperan dalam meningkatkan pembelahan dan pembesaran sel dalam bentuk memperpanjang ruas tanaman, memperbesar luas tanaman, memperbesar bunga, buah dan mempengaruhi panjang batang.

Laporan hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa medan magnet disamping meningkatkan aktifitas hormon juga memacu proses fotosintesis pada tanaman. Tanaman memuat beberapa partikel bermuatan listrik sehingga ketika ada perlakuan medan magnet menyebabkan adanya korelasi antara partikel-partikel bermuatan listrik yang berasal dari luar mampu mengubah energi yang berasal dari medan magnet menjadi senyawa kimia untuk memacu proses fotosintesis (Aladjadiyan, 2007).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlakuan stimulasi medan magnet meningkatkan daya kecambah, laju perkecambahan, jumlah kecambah normal, panjang akar dan panjang tunas serta menurunkan jumlah kecambah abnormal.
2. Kuat medan magnet 4,33 mT efektif meningkatkan daya kecambah, laju perkecambahan, jumlah kecambah normal, menurunkan jumlah kecambah abnormal, dan panjang tunas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aladjadiyan, Ana and Yliena, T. (2003). "Influence of Stationary Magnetic Field on the Early Stages of the Development of Tobacco Seeds (*Nicotiana glauca* L.)" *Jurnal Central European Agriculture*. Vol 4 hal. 132-138.
- Ardiyanto, T.(2014). *Pertumbuhan akar kecambah kacang hijau (Phaseolus radiatus L.) di Bawah Pengaruh Medan Magnet*. Artikel. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Campbell, Reece dan Mitchell. (2003). *Biologi Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- El-Gizawy, E. M., Ragab, E. M., Helal, N. A. A., El-Satar, A., and Osman, H.I. (2016). "Effect of Magnetic Field Treatment on Germination of True Potato Seeds, Seedling Growth and Potato Tubers Characteristics." *Journal of Agriculture Research*. Vol.5:74-81.
- Fauzia, A. (2015). Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Perkecambahan Tanaman Kurma (*Phoenix dactylifera*) Jenis Majol. *Skripsi*. Fakultas Sain dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Gholami, A., Saeed, S., and Hamid, A. (2010)." Effect of Magnetic Field on Seed Germination of Two Wheat Cultivars". *International science index, Agricultural and Biosystems Engineering* Vol. 4 (8) hal. 675-677.
- Handoko, Sudarti, Handayani, D. R(2017). "Analisis Dampak Paparan Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) pada Biji Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L.*)". *Jurnal Pembelajaran Fisika*. Vol 5(4) hal 340-37.
- Hozayn, M., El-Mahdy, A. A. Amal., 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*. Vol 10(8) hal. 859-867.
- Irawan, A. K. (2014). Pengaruh medan magnet 0,1mT terhadap perkecambahan biji kacang hijau (*Phaseolus radiatus L.*). Artikel. Fakultas Keguruan da Ilmu Pendidikan. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Lazim, K. S. and Nasur, F. A. (2017). "The effect of Magnetic Field and Ultraviolet-C Radiation on Germination and Growth Seedling of Sorghum (*Sorghum bicolor L.Moench*)". *Journal of Agriculture and Veterinary Scienc*. Vol 10 hal. 30-36.
- Martinez, E., Florez, M., and Carbonell, M.V, (2017). "Stimulatory Effect of the Magnetic Treatment on the Germination of Cereal Seeds". *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*. Vol 2 hal. 2456-1878.
- Matwijczuk, A. Kornarzyński, K., and Pietruszewski, S. (2012). "Effect of magnetic field on seed germination and seedling growth of sunflower". *Journal Int. Agrophys*. Vol 26 hal. 271-278.
- Morejon, L. P., J. C. Castro Paloco., V, Abad., and A.P. Govea. (2007). "Stimulation of *Pinustropicalism*. Seeds by Magnetically Treated Water". *Int. Agrophysics*. Vol 21 hal. 173-177.

- Pramana, I. G. P. E., Wijaya, I. M. A. S., dan Gunadnya, I. P. B. (2015). *Peranan Kuat Medan Elektromagnetik dalam Memacu Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Krisan (Chrysanthemum)*. Universitas Udayana. Bali.
- Putra, Y., Rusbana, B.T., dan Dharmesta, A.L. (2015). "Pengaruh Medan Magnet Solenoida dan Perendaman Air Magnetisasi Terhadap Benih Kacang Kedelai (*Glycine max.*(L) Merrill) Kadalua Varietas Tanggamus. *Journal Agroteknologi*. 7(2).
- Sari, W. Y. E. R., Prihanto, T. dan Sudarti. (2015). "Aplikasi Medan Magnet Extremely Low Frequency (ELF) 100 μ T dan 300 μ T pada Pertumbuhan Tanaman Tomat Ranty". *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol 4(2):164-170.
- Rivera, P. A. (2018). *Pengaruh Kuat Medan Magnet Terhadap Pertumbuhan Generatif Tanaman Tomat (Lycopersicon esculentum Mill) yang Berasal dari Benih Baru dan Benih Lama*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rohma, A., Sumardi, Ernawati, E., dan Agustrin, R. 2013. Pengaruh Paparan Medan Magnet Terhadap Aktivitas Enzim -Amilase pada Kecambah Kacang Merah dan Kacang Buncis Hitam (*Phaseolus vulgaris* L.). Seminar Nasional Sains & Teknologi V Lembaga Pendidikan Universitas Lampung. (hlm. 344-352). <http://digilib.unila.ac.id/867/> 23 Februari 2019.
- Rostami Z. E., Majd, A., and Arbabian, S. 2014. Effects Of Electromagnetic Fields On Seed Germination In *Urtica Dioica* L. *Int. Journal Of Scientific & Technology Research*. 3(4):365-368.
- Sari, Y. 2018. Pengaruh Lama Paparan Medan Magnet 0,2 mT Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) dari Benih Lama dan Benih Baru. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung Bandar Lampung.
- Samani, S. M., Pourakbar, L., and Asimi, N. 2013. Magnetic field effects on seed germination and activities of some enzymes in cumin. *Life Sains Journal*. 10(1): 323-328.
- Talukdar, D. 2011. Effect of Arsenic-Induced Toxicity on Morphological Traits of *Trigonella foenum-graecum* L. and *Lathyrus sativus* L. During Germination and Early Seedling Growth, *Current Research Journal of Biological Sciences*. 2(3):116-123.
- Ulgen, C., Yildirim, B. A., and Turker, C. A. 2017. Effect of Magnetic Field Treatment on Seed Germination of *Melissa officinalis* L. *Int. J. Sec. Metabolite*. 4(3) :43-49.