

Pengaruh Besar Medan Listrik Statis Homogen dan Lama Waktu Paparan Terhadap Perkecambahan Biji *Vigna Radiata*, dan *Oryza Sativa*

Dzikri Rahmat Romadhon* dan Siti Nurul Khotimah

Abstrak

Medan listrik statis homogen sebesar 0,8, 1,2, 1,6, 2,0, dan 2,4 kV/m dipaparkan pada biji kacang hijau (*Vigna radiata*) dan padi ciherang (*Oryza sativa*) dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Sebelum dipaparkan terhadap medan listrik, biji-bijian direndam selama 2 jam dengan air tanah. Medan listrik statis dibangkitkan dengan menyusun dua lempeng plat seng berdiameter 15 cm dan dengan jarak antar lempeng 0,5 cm. Masing-masing lempeng dihubungkan dengan kutub positif dan negatif catu daya arus searah. Setelah biji-bijian terpapar oleh medan listrik, biji-bijian tadi ditempatkan pada cawan yang telah dilapisi kapas yang telah dibasahi. Biji yang telah muncul bakal akar sepanjang 2 mm dianggap telah berkecambah. Pada kacang hijau, semua biji yang terpapar oleh medan listrik sebesar 2,0 kV/m dengan lama waktu paparan 30 – 150 menit berkecambah lebih banyak daripada kelompok kontrol di akhir pengukuran, 70% lebih banyak dari kontrol untuk kelompok dengan waktu paparan 150 menit. Pada padi ciherang, tiga kelompok biji dengan waktu paparan 30, 120, dan 150 menit pada medan listrik sebesar 2,0 kV/m berkecambah lebih banyak daripada kelompok kontrol, 17% lebih banyak dari pada kontrol untuk waktu paparan 150 menit. Efek variasi dari medan listrik pada biji kacang hijau dan padi menunjukkan terdapat nilai optimum pengaruh positif pada jumlah biji yang berkecambahan.

Kata-kata kunci: Medan listrik statis, Kacang hijau, Padi, Perkecambahan, Waktu paparan

Pendahuluan

Pemaparan medan magnet terhadap biji dilaporkan oleh banyak peneliti dapat meningkatkan pengecambahan dan pertumbuhan pada tumbuhan dengan aman dan dengan harga yang terjangkau [1 – 4]. Penelitian ini telah dilakukan pada berbagai jenis biji-bijian di mana hasilnya memberikan harapan yang baik. Pemaparan medan magnet terhadap berbagai jenis biji-bijian dengan berbagai dosis telah dioptimalkan dan dipelajari [5]. Dymek dkk (2012) melaporkan efek dari medan magnet berdenyut dengan tegangan beragam (110, 160, 240, 320, 400 dan 480 V) pada kemunculan radikula tanpa mempengaruhi aktifitas metabolik bruto pada biji barley [6]. Meskipun demikian, tidak ditemukan pendapat yang jelas tentang dampak dari medan listrik pada pengecambahan dan pertumbuhan tanaman. Efek yang menghambat dari medan listrik yang lebih besar dari 12×10^5 V/m selama 60 detik pada pengecambahan biji tomat juga telah dilaporkan [7]. Beberapa penulis memperlihatkan bahwa intensitas medan listrik sebesar 25×10^3 V/m menambah pertumbuhan dari taugé (tinggi tunas dan pemanjangan radikula lebih besar) [8].

Efek dari perlakuan medan magnet pada benih kacang buncis telah dipelajari oleh banyak penulis [9]. Perkecambahan dan pertumbuhan awal dari benih kacang buncis bertambah setelah dipengaruhi medan magnet. Efek dari

medan listrik terhadap fisiologis tumbuhan jagung telah dipelajari dan menunjukkan bahwa ada pengaruh intensitas medan listrik dan waktu paparan serta kombinasi keduanya terhadap aktifitas fisiologis tumbuhan jagung [10]. Terdapat nilai optimum dari intensitas medan listrik serta waktu agar pengaruh terhadap fisiologis tumbuhan jagung maksimal. Setelah melewati besar nilai tertentu pengaruh yang terjadi adalah pengaruh negatif atau menghambat. Sampai saat ini penelitian mengenai efek medan listrik statis pada benih kacang hijau (*Vigna radiata*) dan padi (*Oryza sativa*) belum pernah dipelajari. Kacang hijau sering dibuat untuk menjadi bubur sebagai salah satu sumber karbohidrat dan protein, sedangkan padi merupakan makanan pokok di Indonesia. Diharapkan penelitian pada kedua jenis biji-bijian ini memberikan sumbangsih positif terhadap alternative cara peningkatan hasil produksi kedua jenis biji-bijian ini. Tujuan dasar dari penelitian adalah untuk menyelidiki efek medan listrik dan lama waktu paparan pada pengecambahan benih kacang hijau dan padi. Benih kacang hijau, dan padi dipaparkan pada medan listrik 0,8, 1,2, 1,6, 2,0, dan 2,4 kV/m (dengan mengubah tegangan dari 10 sampai dengan 12 Volt serta menjaga jarak antar pelat selebar 0,5 cm) selama 30, 60, 90, 120, dan 150 menit pada suhu kamar.

Teori

Medan adalah suatu besaran yang mempunyai harga pada setiap titik dalam ruang. Secara matematik dapat dikatakan, medan adalah sesuatu yang merupakan fungsi kontinyu dari posisi dalam ruang. Gaya per Coulomb pada muatan uji di sekitar suatu muatan listrik membentuk suatu medan, yaitu medan listrik. Di manapun ditempatkan suatu muatan lain yang disebut muatan uji, muatan uji tersebut akan mendapat gaya interaksi. Muatan uji haruslah cukup kecil sehingga tidak mempengaruhi muatan sumber. Besaran medan gaya Coulomb adalah gaya persatuan muatan, merupakan vektor karena gaya adalah sebuah vektor [11].

Besar medan listrik di antara dua pelat logam yang sejajar dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A} = \frac{\Delta V}{d} \quad (1)$$

dengan E adalah medan listrik, σ rapat luas muatan, ϵ_0 permitivitas udara, Q jumlah muatan, A luas penampang logam yang saling berhadapan, ΔV beda potensial antar pelat, dan d adalah jarak pisah antar pelat [12].

Energi yang tersimpan di antara dua pelat logam tadi bisa dinyatakan dengan persamaan berikut ini

$$U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} Q \Delta V = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2 \quad (2)$$

dengan U adalah energi yang terdapat dalam bentuk medan listrik di antara pelat, dan C adalah kapasitansi pelat sejajar.

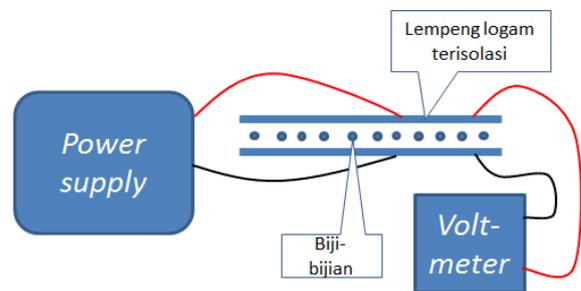
Rapat energi atau energi persatuan volume dinyatakan oleh persamaan berikut ini:

$$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \quad (3)$$

dengan u_E adalah rapat energi. Terlihat bahwa rapat energi berbanding lurus dengan kuadrat besar medan listrik dalam pelat.

Perkecambahan adalah pengulangan kembali pertumbuhan janin, dilengkapi dengan keluarnya radikula di luar biji. Perkecambahan dan pendirian bibit tanaman adalah saat-saat yang genting dalam kehidupan tumbuhan, karena dalam tingkatan inilah selama siklus hidup setiap spesies jumlah terbesar individunya yang mati. Bahaya dalam lingkungan demikian besarnya sehingga hanya beberapa tumbuhan yang dapat mempertahankan spesiesnya karena bijinya terdapat dalam jumlah besar. Bibit tanaman gagal bertumbuh sebab kekurangan air atau cahaya, atau disebabkan suhu yang tidak menyenangkan untuk kelangsungan hidupnya.

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen. Terdapat 1 kelompok kontrol dan 5 kelompok treatment setiap 1 set eksperimen. Persentase pengecambahan dihitung dari jumlah biji yang telah memiliki radikula sepanjang 2 mm. Biji-bijian diletakkan di atas kapas basah setelah diberikan perlakuan. Kapas dipastikan selalu dalam keadaan basah agar biji bisa mengalami pengecambahan secara baik. Jika biji terendam seluruhnya, proses pengecambahan akan berlangsung secara lambat. Biji harus menyentuh air dan udara pada saat yang bersamaan. Untuk kacang hijau, setiap selang waktu 90 menit dihitung jumlah biji yang pecah dan muncul radikula. Sedangkan untuk padi diukur setiap 6 jam sekali.



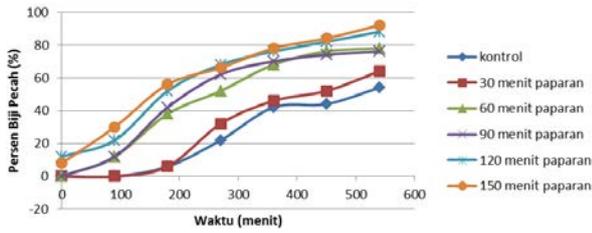
Gambar 1. Setting alat pembangkit medan listrik

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa dua lempeng logam dengan diameter 15 cm dilapisi dengan *cling wrap* dan dihubungkan pada *power supply* multivoltase. *Power supply* bertegangan maksimum 12 VDC digunakan sebagai penghasil beda potensial antara lempeng logam yang dipisahkan dengan jarak $\pm 0,5$ cm. biji-bijian direndam selama dua jam sebelum diisikan di antara kedua plat logam. Saat rangkaian listrik ditutup akan timbul beda potensial diantara kedua lempeng logam dan menimbulkan medan listrik homogen dengan besar $\Delta V/d$. Dengan ΔV beda potensial antar pelat dan d adalah jarak antar pelat. Dalam percobaan kali ini masing-masing biji akan disimpan di antara kedua pelat logam dengan besar medan listrik yang divariasikan dari 0,8 – 2,4 kV/m selama 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Dari hasil eksperimen dapat dihitung presentase pengecambahan dari benih yang berkecambah.

Hasil dan diskusi

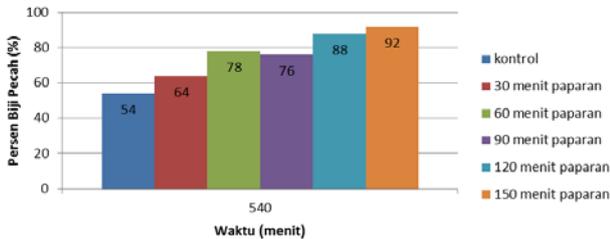
Dari penelitian ini diperoleh presentase perkecambahan biji kacang hijau dan padi kelompok kontrol dan kelompok treatment dengan besar medan listrik 2,0 kV/m dengan waktu paparan dari 30 – 150 menit. Hasil eksperimen ditampilkan dalam grafik presentase perkecambahan dari kelompok kontrol dan treatment dengan paparan besar medan listrik

2,0 kV/m dan dengan variasi lama waktu paparan 30 – 150 menit.



Gambar 1. Biji kacang hijau kelompok kontrol dan kelompok treatment dengan medan listrik 2,0 kV/m berkecambah secara berkala.

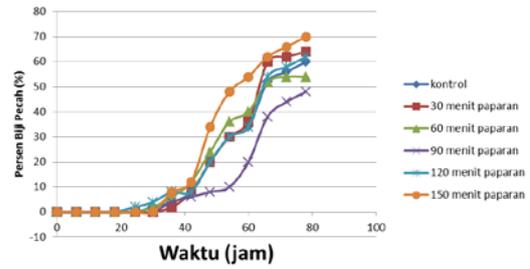
Berdasarkan grafik pada gambar 1, kelompok treatment mengalami perkecambahan lebih banyak setiap saat. Kelompok treatment dengan lama waktu paparan 150 menit berkecambah paling banyak setiap waktu. Dimungkinkan bahwa energi dari medan listrik di antara dua pelat logam diserap oleh biji-bijian. Energi partikel dipol listrik naik saat menyearahkan diri dengan arah medan listrik. Saat medan listrik dihilangkan diperkirakan bahwa terdapat sisa energi dipol listrik saat akan kembali ke kondisi semula. Kemungkinan sisa energi ini membantu proses perkecambahan. Semakin lama waktu paparan perkecambahan semakin banyak.



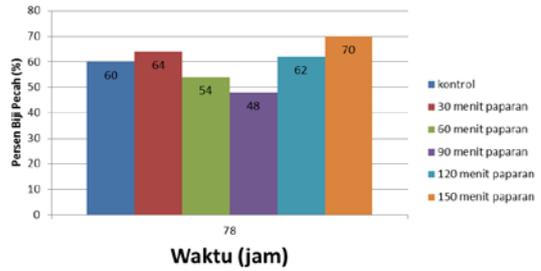
Gambar 2. Persentase biji kacang hijau kelompok kontrol dan kelompok treatment dengan medan listrik 2,0 kV/m yang berkecambah pada waktu pengamatan menit ke - 540.

Berdasarkan grafik pada gambar 2, hasil perkecambahan untuk kelompok treatment pada umumnya lebih banyak daripada kelompok kontrol. Pada kelompok treatment 150 menit dihasilkan kecambah 170% dari hasil kecambah kelompok kontrol.

Dari hasil percobaan pendahuluan, didapati bahwa lamanya waktu padi untuk memulai berkecambah adalah sekitar 24 jam ditempatkan di atas kapas basah. Grafik persen perkecambahan terhadap waktu kelompok kontrol dan treatment dengan besar medan listrik 2,0 kV/m pada setiap variasi waktu ditampilkan di bawah ini. Grafik presentase perkecambahan biji pada pengamatan jam ke - 78 juga ditampilkan di bawah ini.



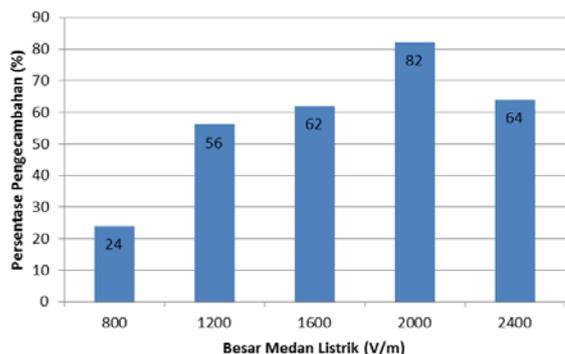
Gambar 3. Biji padi kelompok kontrol dan kelompok treatment dengan medan listrik 2,0 kV/m berkecambah secara berkala.



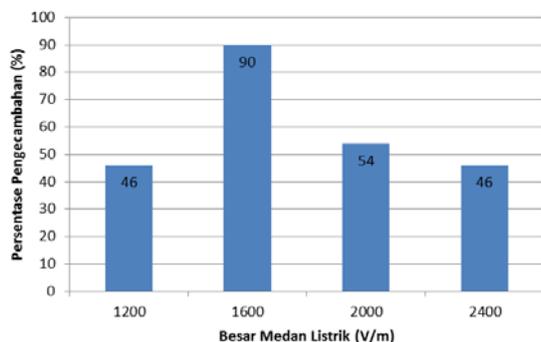
Gambar 4. Persentase biji padi kelompok kontrol dan kelompok treatment dengan medan listrik 2,0 kV/m yang berkecambah pada waktu pengamatan terakhir jam ke - 78.

Berdasarkan grafik pada gambar di atas, dapat terlihat bahwa terdapat 3 kelompok treatment dengan hasil perkecambahan lebih banyak dari kelompok kontrol. Kelompok treatment dengan lama waktu paparan 150 menit menghasilkan kecambah 117% dari kelompok kontrol. Akan tetapi kelompok treatment dengan waktu paparan 90 menit yang menghasilkan kecambah paling sedikit.

Untuk melihat pengaruh besar medan listrik terhadap perkecambahan biji kacang hijau dilakukan percobaan dengan membuat lama waktu paparan medan listrik serempak 120 menit dan besar medan listrik divariasikan dari 0,8 kV/m sampai dengan 2,4 kV/m. Sedangkan untuk biji padi digunakan waktu paparan yang serempak 150 menit dan variasi medan listrik sebesar 1,2 kV/m sampai dengan 2,4 kV/m.



Gambar 5. Persentase biji kacang hijau kelompok treatment dengan waktu papar 120 menit yang berkecambah pada waktu pengamatan menit ke – 450.



Gambar 6. Persentase biji padi kelompok treatment dengan waktu papar 150 menit yang berkecambah pada waktu pengamatan jam ke – 60.

Berdasarkan grafik pada kedua gambar di atas, tidak ditemukan hubungan linear antara besar medan listrik dengan hasil perkecambahan pada biji kacang hijau dan biji padi. Terdapat nilai optimum dari medan listrik yang menghasilkan pengaruh maksimum terhadap jumlah biji yang berkecambah.

Kesimpulan

Terdapat pengaruh pada perkecambahan biji kacang hijau dan biji padi yang mengalami pemaparan medan listrik. Medan listrik 2,0 kV/m mempengaruhi jumlah biji yang berkecambah pada kacang hijau. Semakin lama waktu paparan semakin banyak jumlah biji yang berkecambah. Pada padi selain terdapat efek memperbanyak jumlah biji yang berkecambah, terdapat juga efek menghambat. Tidak ditemukan pola linear pada efek medan listrik terhadap jumlah biji yang berkecambah pada kacang hijau dan padi. Ada nilai optimum dari medan listrik yang menyebabkan biji-bijian berkecambah secara maksimal.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pribadi Bilingual Boarding School yang telah bersedia menjadi tempat pelaksanaan penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada Ibu Dr. Siti Nurul Khotimah sebagai Ahli dalam bidang Biofisika atas dikusinya yang bermanfaat.

Referensi

[1] Aladjjiyan A., "Study of the influence of magnetic field on some biological characteristics of Zea mays", *Journal of Central European Agriculture* 3, 89-94 (2002)

- [2] Fischer G., Tausz M., Köck M., Grill D., "Effect of weak 16 2/3 HZ magnetic fields on growth parameters of young sun flower and wheat seedlings", *Bioelectromagnetics Journal* 25, 638-641 (2004)
- [3] Podleoeny J., Pietruszewski S., Podleoeny A., "Influence of magnetic stimulation of seeds on the formation of morphological features and yielding of the pea", *International Agrophysics Journal* 19, 61-68 (2005)
- [4] Florez M., Carbonell M.V., Martínez E., "Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects on germination and early growth", *Journal Environmental and Experimental Botany* 59, 68-75 (2007)
- [5] Mahajan T.S., Pandey O.P., "Magnetic-time model for seed germination", *African Journal of Biotechnology* 11, 15415-15421 (2012)
- [6] Dymek K., Dejmek P., Panarese V., Vicente A.A., Wadsö L., Finnie C., Galindo F.G., "Effect of pulsed electric field on the germination of barley seeds", *LWT - Food Science and Technology* 47, 161-166 (2012)
- [7] Moon J.D., Chung H.S., "Acceleration of germination of tomato seed by applying AC electric and magnetic fields", *Journal of Electrostatics* 48, 103-114 (2000)
- [8] Kiatgamjorn P., Tarateeraseth V., Khanngern W., Nitta S., "The effect of electric field intensity on bean sprout growing", *Prosiding International Conference on Electromagnetic Compatibility (ICEMC 2002)*, Oktober, Bangkok, Thailand, pp. 7-11
- [9] Vashisth A., Nagarajan S., "Exposure of seeds to static magnetic field enhances germination and early growth characteristics in chickpea (*Cicer arietinum* L.)", *Bioelectromagnetics Journal* 29, 571-578 (2008)
- [10] Sedighi N.T., Abedi A., Hosseini S.E., "Effect of electric field intensity and exposing time on some physiological properties of maize seed" *European Journal of Experimental Biology* 3(3), 126-134 (2013)

Dzikri Rahmat Romadhon*
Student of Magister Pengajaran Fisika
Institut Teknologi Bandung
Ziek1232000@gmail.com

Siti Nurul Khotimah
Nuclear Physics and Biophysics Research Division
Institut Teknologi Bandung
nurul@fi.itb.ac.id

*Corresponding author