

PENGARUH PAPARAN MEDAN LISTRIK TERHADAP PERKECAMBAHAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)

Sandya Olga Bitin Vong¹⁾, Gede Arya Wiguna^{2)*}, Welsiliana²⁾

*¹⁾ Mahasiswa Program Studi Biologi, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan,
Universitas Timor*

^{2)} Program Studi Biologi, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan, Universitas Timor
Jl. Eltari Km 9, Kelurahan Sasi, Kota Kefamanenu, TTU 85614*

**Email korespondensi: gede.arya@unimor.ac.id*

ABSTRACT

*Pakcoy (*B. rapa* L.) is a plant originating from Tiongkok (China) and East Asia. In improving the quality of pakcoy plants it is necessary to conduct studies to increase the productivity of pakcoy plants namely by using exposure to an electric field. This study aims to determine the effect of electric field exposure on pakcoy germination. The electric field used is an electric field with a frequency of 1.0 kHz. Variations in the magnitude of the electric field used are 1.15, 1.38 and 1.62 kV/m. The results showed that exposure to the electric field on the pakcoy plants produced better pakcoy sprouts than the control. Treatment of exposure to an electric field of 1.62 kV/m resulted in the most optimum germination power, germination rate, average germination time and vigor index with respective values (100) %, (5.14) %/etmal, (0.88) Day and (100) %. Increased germination, germination rate, average germination time and vigor index are expected to increase pakcoy production.*

Keywords: Electric Field, Pakcoy Seed, Growth

PENDAHULUAN

Pakcoy merupakan salah satu sayuran hijau dari famili Brassicaceae yang banyak digemari karena rasanya yang lezat. Pakcoy biasanya digunakan sebagai bahan masakan hidangan seperti tumisan, sup, atau pelengkap makan bakso, mie ayam, capcai maupun membuat jus sayur segar (Nurshanti, 2009). Selain digunakan sebagai sayuran pemanfaatan lainnya digunakan dalam bidang kesehatan karena pakcoy mengandung gizi seperti betakaroten, protein, lemak nabati, karbohidrat, serat, Ca, Mg, Fe, sodium, vitamin A dan vitamin C (Nurhasanah et al., 2015). Pakcoy juga digunakan sebagai obat tradisional untuk pengobatan sakit kepala, keluhan dada, rematik, edema, gonore, sifilis, dan rabies (Paul et al., 2019).

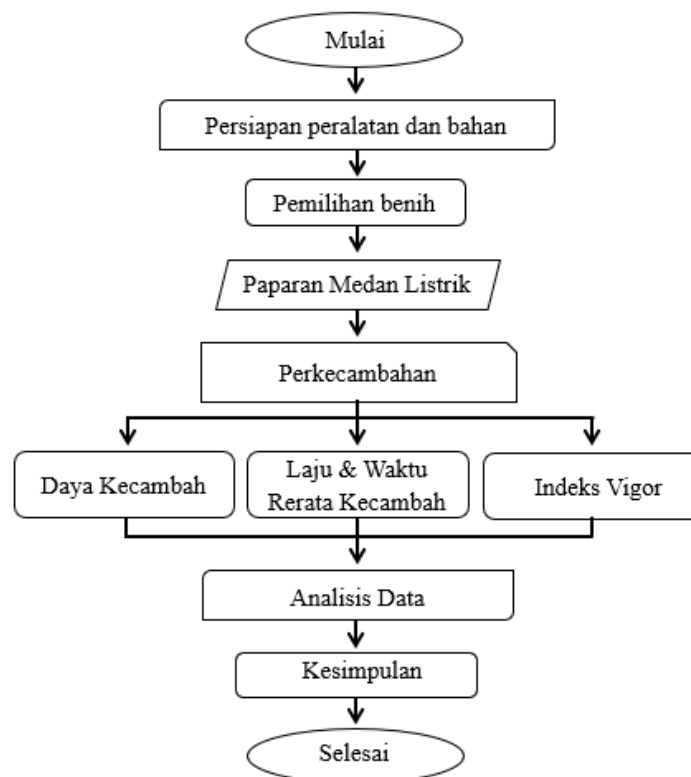
Budidaya pakcoy selama ini dilakukan dengan cara penanaman pada area tanah pertanian. Budidaya ini dilakukan pada lahan gambut, sehingga kesuburan tanah menjadi parameter utama. Upaya dalam meningkatkan kesuburan tanah gambut

dilakukan menggunakan bahan-bahan organik seperti pupuk kompos dari kotoran ternak atau hewan. Selain itu, peningkatan produksi pakcoy melalui penyediaan sumber nutrisi media tanah tidak akan berhasil tanpa didukung ketersediaan benih yang mampu berkecambah dalam kondisi lingkungan tersebut. Kemampuan benih dalam berkecambah sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal (air, suhu, cahaya, oksigen) maupun internal (kematangannya benih, daya kecambah, dormansi, morfologi benih) (Junaidi & Ahmad, 2021). Pengetahuan tentang suatu proses perkecambahan tanaman merupakan hal yang penting dilakukan dalam pemenuhan dan keseimbangan antara kebutuhan produksi untuk konsumsi dan jumlah populasi produksi yang maksimum (Copeland & McDonald, 2001). Oleh karenanya perlu dilakukan upaya dalam pemenuhan benih yang mampu berkecambah dengan baik. Salah satu alternatif dalam meningkatkan perkecambahan tanaman dilakukanlah penerapan paparan radiasi medan listrik.

Penerapan paparan medan listrik dalam memacu perkecambahan telah diterapkan pada beberapa tanaman, misalnya pengaruh medan listrik pada biji tanaman tomat (Moon & Chung, 2000), perkecambahan biji gandum (Krivov et al., 2020), kedelai, vetch, kacang polong dan buncis (Mamlić et al., 2021). Akan tetapi penerapan aplikasi medan listrik untuk perkecambahan tanaman pakcoy belum banyak dilakukan. Paparan medan listrik pada benih dapat mempercepat masa dormansinya, karena medan listrik dapat mempengaruhi interaksi yang terjadi pada membran sel tanaman, sehingga benih dapat berkecambah dengan cepat (Angersbach et al., 2000). Hal tersebut dikarenakan medan listrik dapat berinteraksi dengan membran sel sehingga menyebabkan membran menjadi lebih permeabilitas dan peningkatan ion serta nutrisi pada pertumbuhan tanaman. Beberapa penulis memperlihatkan bahwa intensitas medan listrik sebesar 25 kV/m menambah pertumbuhan dari tauge (tinggi tunas dan pemanjangan radikula lebih besar (Dymek et al., 2012). Berdasarkan penelitian tersebut maka pada penelitian ini akan dikaji Pengaruh Paparan Medan Listrik Terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*B. rapa* L.).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Timor. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pembangkit medan listrik, kabel power, stopwatch, penggaris, timbangan digital, buku tulis dan kamera sebagai dokumentasi kegiatan penelitian. Bahan yang digunakan yaitu benih pakcoy, kapas dan kertas label. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktorial dengan 3 kali ulangan. Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yaitu persiapan alat dan bahan, pemilihan benih, paparan medan listrik, perkecambahan dengan melakukan pengamatan variabel daya kecambah, laju berkecambah, waktu berkecambah dan Indeks Vigor. Secara garis besar alur penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pemilihan Benih

Benih pakcoy pada penelitian ini dipilih dengan bobot dan ukuran yang mendekati sama yaitu 15 – 20 gram. Hal ini dilakukan agar besar paparan medan listrik dan energi yang diterima setiap benih pakcoy sama, sehingga setiap benih diperlakukan

sama. Jumlah benih pakcoy yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 5 benih pada masing-masing perlakuan.

Paparan Medan Listrik

Generator medan listrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah medan listrik menggunakan tegangan listrik AC dengan frekuensi 1 kHz. Medan listrik dihasilkan dari ruang antar plat elektroda kutub positif dan kutub negatif. Paparan medan listrik pada benih dilakukan dengan menempatkan benih pakcoy di antara dua plat elektroda. Dua plat elektroda berjarak 1,3 cm yang disesuaikan dengan diameter benih pakcoy yang memiliki diameter di bawah 1 cm, sehingga akan paparan medan listrik yang mengenai benih. Pelakuan besar paparan medan listrik yang digunakan yaitu, 1,15 kV/m untuk pelakuan 1, 1,38 kV/m untuk perlakuan 2 dan 1,62 kV/m untuk perlakuan 3. Besar medan listrik yang dihasilkan dilakukan dengan cara mengatur tegangan sebesar 15 volt, 18 volt, dan 21 volt dengan jarak antar plat elektroda 1,3 cm. Jadi penggunaan medan listrik tersebut didasarkan pada kemampuan generator pembangkit medan listrik. Waktu pemaparan medan listrik dibagi menjadi dua tahap yaitu selama 15 menit dan 30 menit. Waktu paparan medan listrik mempengaruhi jumlah energi yang ditransmisikan pada benih. Pemilihan waktu tersebut paling efektif dalam menghasilkan perkecambahan benih (Wiguna *et al.*, 2021). Melalui kombinasi besar medan listrik dan waktu paparan, maka perlakuan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sampling perlakuan

Besar paparan medan listrik/waktu paparan	15 menit	30 menit
Tanpa paparan	P0	
1,15 kV/m	P1	P4
1,38 kV/m	P2	P5
1,62 kV/m	P3	P6

Daya Kecambah

Daya berkecambah adalah keserempakan benih pakcoy untuk berkecambah. Pengamatan daya kecambah dilakukan dari jam pertama di kecambahkan hingga 72 jam sejak dikecambahkan. Daya kecambah dihitung berdasarkan jumlah berkecambah normal (Sadjad, 1999) yang diuraikan dalam bentuk Persamaan (1) (Wiguna *et al.*, 2021) di bawah ini.

$$DK = \frac{\sum x_i}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana DK adalah daya kecambah, $\sum x_i$ adalah jumlah benih yang berkecambah pada hari ke- i dan N adalah jumlah benih yang akan dikecambahkan.

Laju Kecambah

Pengamatan laju berkecambah pakcoy dilakukan dengan mengukur pertumbuhan panjang bibit dari hari pertama sampai hari keempat. Laju berkecambah dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$v_k = \frac{\sum B_i}{T_i} \quad (2)$$

Dimana v_k adalah laju kecambah, B_i adalah banyak kecambah normal pada hari ke- i dan T_i adalah waktu berkecambah hari ke- i (Wiguna et al., 2021).

Waktu Rerata

Waktu rerata berkecambah dihitung berdasarkan jumlah kecambah pada hari ke- i . Perhitungan waktu rerata berkecambah dihitung berdasarkan hasil jumlah perkalian banyak kecambah dan waktu berkecambah yang diuraikan dalam Persamaan 3 (Wiguna et al., 2021).

$$t_k = \frac{\sum B_i \times T_i}{N} \quad (3)$$

Dimana t_k adalah waktu rerata berkecambah, B_i adalah banyak kecambah normal pada hari ke- i , T_i adalah waktu berkecambah hari ke- i dan N jumlah total benih berkecambah.

Indeks Vigor

Pengamatan indeks vigor dilakukan berdasarkan jumlah kecambah kecambah normal dan banyaknya benih yang di kecambahkan yang diuraikan menggunakan persamaan berikut ini.

$$IV = \frac{\sum K}{\sum b} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana IV adalah indeks vigor, $\sum K$ adalah jumlah kecambah normal, $\sum b$ adalah jumlah benih yang akan dikecambahkan.

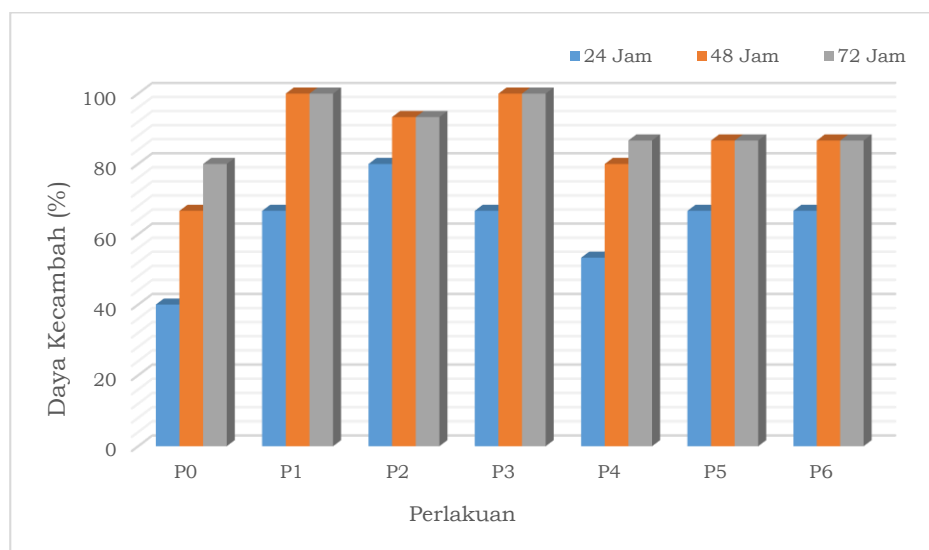
Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan selanjutnya dihitung sesuai persamaan yang ada pada metode. Hasil yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Selanjutnya pada data dilakukan *Analisis Varian* (ANOVA) menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) untuk mengetahui sidik ragam data. Jika ada pengaruh nyata dari perlakuan, maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Kecambah

Perkecambahan adalah suatu pengaktifan embrio yang mengakibatkan terbukanya kulit benih dan munculnya tumbuhan muda (Rohandi & Widyani, 2009). Berdasarkan jumlah benih yang berkecambah dapat ditentukan nilai daya kecambah yang menunjukkan keserempakan benih berkecambah. Daya kecambah hasil penelitian pada masing-masing perlakuan ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perubahan Daya kecambah tiap waktu

Daya kecambah pada benih tanaman pakcoy dipengaruhi oleh faktor internal yaitu imbibisi. Imbibisi adalah proses masuknya air ke dalam biji. Proses imbibisi ini

akan menyebabkan hormon giberelin aktif, dimana hormon giberelin merupakan salah satu zat pengatur yang berperan dalam pembelahan sel dan pemecahan dormansi benih (Hopkins & Norman, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan daya kecambah sesuai yang ditunjukkan pada Grafik 1. Daya kecambah pada kontrol lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan paparan medan listrik, pada kontrol daya kecambah mencapai 80%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pengaruh medan listrik memberikan dampak positif dibandingkan dengan tanaman kontrol. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Ahmad et al., (2016) bahwa pemberian medan listrik dapat mempengaruhi laju perkecambahan dan tinggi batang pada sayuran capsim dan tauge.

Perlakuan dengan waktu paparan medan listrik dengan besaran medan listrik 1,15 kV/m, 1,38 kV/m dan 1,62 kV/m dengan waktu paparan 15 menit memiliki daya kecambah mencapai 100% dan perlakuan dengan waktu paparan medan listrik 30 menit memiliki daya kecambah mencapai 87%. Hal ini menunjukkan bahwa paparan medan listrik dengan tegangan yang bervariasi dengan waktu paparan medan listrik yang 15 menit dapat mempengaruhi daya kecambah pakcoy. Adanya paparan medan listrik pada benih pakcoy dapat mempengaruhi aktivitas ion-ion yang ada serta mempengaruhi proses metabolisme tanaman yang berhubungan dengan transpor elektron dan ion (Dannehl et al., 2012). Faktor inilah yang dapat mempengaruhi daya kecambah pada tanaman pakcoy.

Adanya pemberian paparan medan listrik dengan waktu paparan 30 menit menunjukkan daya kecambah kurang dari 100%, hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu paparan tidak memberikan hasil yang baik bagi perkecambahan benih tanaman pakcoy. Seperti yang dilaporkan oleh Agustin et al., (2019) bahwa kombinasi intensitas medan listrik dan waktu paparan yang lama dapat menghambat pertumbuhan akar tanaman.

Laju Kecambah dan Waktu Rerata Bekecambah

Berdasarkan data daya kecambah pakcoy, maka dapat dihitung laju perkecambahannya menggunakan Persamaan 2 dan waktu rerata bekecambah

menggunakan Persamaan 3. Pada penelitian ini perkecambahan dilakukan selama 72 jam. Hasil laju perkecambahan dan waktu rerata berkecambah perlakuan berbeda nyata dibandingkan kontrol. Selanjutnya dilakukan uji lanjut yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Laju berkecambah dan waktu rerata berkecambah perlakuan dan kontrol benih pakcoy

No	Perlakuan	Laju kecambah (%/etmal)	Waktu Rerata Berkecambah (Hari)
1	P0	2,99 a	1,47 a
2	P1	5,14 b	1,13 ab
3	P2	5,43 b	0,93 b
4	P3	5,14 b	1,13 ab
5	P4	4,24 ab	1,24 ab
6	P5	4,77 b	1,02 ab
7	P6	4,77 b	0,88 b

Keterangan: huruf a, b, c menunjukkan pembeda nilai yang nyata dari setiap perlakuan pada uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) dengan taraf $\alpha=5\%$.

Data pada Tabel 2. menunjukkan laju kecambah pada perlakuan lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, laju berkecambah kontrol paling rendah yaitu 2,99 %/etmal. Perlakuan paparan medan listrik dengan besaran medan listrik 1,15kV/m, 1,38kV/m dan 1,62kV/m dengan waktu paparan 15 menit memiliki laju kecambah yang lebih tinggi dibandingkan dengan waktu paparan 30 menit. Laju berkecambah pakcoy pada perlakuan dengan nilai optimum 5,43%/etmal. Perbandingan penelitian lainnya juga melaporkan bahwa pemberian intensitas paparan medan listrik yang lama dapat menghambat perkecambahan pertumbuhan akar biji sawit dengan rentang waktu paparan 30-60 menit (Agustin et al., 2019). Namun, tidak semua spesies tanaman memberikan respon yang sama terhadap perkecambahan biji yang diberikan paparan medan listrik, contohnya pada biji padi yang jumlah perkecambahannya semakin banyak seiring dengan lamanya waktu paparan (Rahmat & Nurul, 2015).

Semakin cepat waktu rerata berkecambah maka akan semakin cepat laju berkecambah pakcoy, sedangkan apabila waktu rerata berkecambah lebih lama maka akan semakin lambat laju kecambah pakcoy. Paparan medan listrik mempengaruhi laju dan waktu rerata berkecambah pakcoy. Seperti yang dikemukakan oleh Angersbach et al., (2000) bahwa paparan medan listrik pada benih dapat mempercepat masa dormansinya karena medan listrik dapat mempengaruhi interaksi yang terjadi

pada membran sel tanaman. Paparan medan listrik juga dapat mempengaruhi transport ion yang terjadi pada proses perkecambahan, seperti osmosis yaitu air akan bergerak menembus membran sel atau pada proses imbibisi air (Molamofrad et al., 2013).

Indeks Vigor

Indeks Vigor adalah kemampuan benih untuk tumbuh normal pada keadaan lingkungan optimum (Sutopo, 2004). Hasil data pengamatan indeks vigor benih disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Indeks vigor benih tanaman pakcoy pada perlakuan dan kontrol

No	Perlakuan	Indeks Vigor
1	P0	80%
2	P1	100%
3	P2	93%
4	P3	100%
5	P4	87%
6	P5	87%
7	P6	87%

Berdasarkan Tabel 3 indeks vigor benih pakcoy tumbuh normal pada perlakuan 1,25kV/m dan 1,75kV/m yaitu mencapai 100% dengan waktu paparan waktu 15 menit. Sedangkan pada waktu paparan medan listrik 30 menit untuk semua perlakuan adalah sama yaitu 87%, hal ini dikarenakan pertumbuhan benih tidak serentak atau benih yang tumbuh pada jam yang berbeda. Pada kontrol benih pakcoy yang tumbuh yaitu mencapai 80%. Hal ini menunjukkan bahwa paparan medan listrik dengan tegangan yang bervariasi dapat memberikan pengaruh yang baik bagi pertumbuhan benih tanaman pakcoy. Seperti yang dilaporkan oleh Dymek et al., (2012) bahwa intensitas medan listrik sebesar 25 kV/m menambah pertumbuhan dari taugé (tinggi tunas dan pemanjangan radikula lebih besar). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya pemberian paparan medan listrik dengan penggunaan tegangan yang bervariasi memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan benih tanaman pakcoy. Menurut Ghodbane et al., (2013) bahwa hasil yang diperoleh pada pemberian paparan sangat tergantung pada karakteristik benih, jenis tanaman, frekuensi dan lamanya rangsangan benih.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa perlakuan paparan medan listrik berpengaruh terhadap daya berkecambah, laju berkecambah, waktu rerata berkecambah dan indeks vigor dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan paparan medan listrik sebesar 1,62 kV/m dengan waktu paparan 15 menit memiliki nilai pertumbuhan kecambah yang optimum. Pemberian paparan medan listrik pada benih pakcoy dapat menjadi salah satu solusi dalam meningkatkan perkecambahannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Upacan terima kasih disampaikan kepada LPPM Universitas Timor yang memberikan pendanaan Penelitian Dosen Pemula dengan Nomor Kontrak 21/UN60/LPPM/PP/2021. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Pertanian Universitas Timor yang telah memberikan fasilitas selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, D., Izzah, R. F., Devira, N., Basdyo, D., & Fadli, R. (2019). *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV Pengaruh Medan Listrik Dc Terhadap Perkembangan Akar Biji. September*, 978–979.
- Ahmad, H., Ahmad, M. H., Awang, N. A., & Zakaria, I. H. (2016). Quantitative Analysis of Plant Growth Exposed to Electric Fields. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 14(2). <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v14i1.2596>
- Angersbach, A., Heinz, V., & Knorr, D. (2000). Effects of pulsed electric fields on cell membranes in real food systems. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 1(2), 135–149. [https://doi.org/10.1016/S1466-8564\(00\)00010-2](https://doi.org/10.1016/S1466-8564(00)00010-2)
- Copeland, lawrene. O., & McDonald, M. B. (2001). *Principles of Seed Science and Technology 4 th ed.* Kluwer Academic Publishers.
- Dannehl, D., Huyskens-Keil, S., Wendorf, D., Ulrichs, C., & Schmidt, U. (2012). Influence of intermittent-direct-electric-current (IDC) on phytochemical compounds in garden cress during growth. *Food Chemistry*, 131(1), 239–246. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.069>
-

- Dymek, K., Dejmek, P., Panarese, V., Vicente, A. A., Wadsö, L., Finnie, C., & Galindo, F. G. (2012). Effect of pulsed electric field on the germination of barley seeds. *LWT*, 47(1), 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.12.019>
- Ghodbane, S., Lahbib, A., Sakly, M., & Abdelmelek, H. (2013). Bioeffects of static magnetic fields: Oxidative stress, genotoxic effects, and cancer studies. In *BioMed Research International* (Vol. 2013). <https://doi.org/10.1155/2013/602987>
- Hopkins, G. W., & Norman, P. A. H. (2009). Introduction to Plant Physiology Fourth Edition. In *John Wiley & Sons, Inc.*
- Junaidi, & Ahmad, F. (2021). Pengaruh Suhu Perendaman Terhadap Pertumbuhan Vigorbiji Kopi Lampung (Coffeacanephora). *Jurnal Inovasi Pertanian*, 2(7).
- Krivov, S. A., Lazukin, A. V., Serdyukov, Y. A., Gundareva, S. V., & Romanov, G. A. (2020). Effect of constant high-voltage electric field on wheat seed germination. *IOP SciNotes*, 1(2). <https://doi.org/10.1088/2633-1357/aba1f6>
- Mamlić, Z. J., Nikolić, Z. T., Mamlić, G. S., Tamindžić, G. D., Vasiljević, S. L., Katanski, S. M., & Uhlarik, A. L. (2021). THE INFLUENCE OF ELECTRIC VOLTAGE ON THE GERMINATION OF LEGUMINOUS SEEDS. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 66(4). <https://doi.org/10.2298/JAS2104309M>
- Molamofrad, F., Lotfi, M., Khazaei, J., Tavakkol-Afshari, R., & Shaiegani-Akmal, A. A. (2013). The effect of electric field on seed germination and growth parameters of onion seeds (*Allium cepa*). *Advanced Crop Science*, 3(4), 291–298.
- Moon, J. D., & Chung, H. S. (2000). Acceleration of germination of tomato seed by applying AC electric and magnetic fields. *Journal of Electrostatics*, 48(2). [https://doi.org/10.1016/S0304-3886\(99\)00054-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3886(99)00054-6)
- Nurhasanah, O., Husna, Y., & Erlida, A. (2015). Pemberian Kombinasi Pupuk Hijau *Azolla pinnata* dengan Pupuk Guano terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakchoy. *Jom Faperta*, 2(1), 89–98.
- Nurshanti, D. F. (2009). Pengaruh pemberian pupuk organik dan Hasil Tanaman Sawi Caisim (*Brassica Juncea* L.). *AgronobiS*, 1(1), 329–332.
- Paul, S., Geng, C. A., Yang, T. H., Yang, Y. P., & Chen, J. J. (2019). Phytochemical and Health-Beneficial Progress of Turnip (*Brassica rapa*). In *Journal of Food Science* (Vol. 84, Issue 1). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14417>
- Rahmat, D., & Nurul, S. (2015). Pengaruh Besar Medan Listrik Statis Homogen dan Lama Waktu Paparan Terhadap Perkecambahan Biji *Vigna Radiata* , dan *Oryza Sativa*. *Snips 2015*, 2015(Snips).
- Rohandi, A., & Widayani, N. (2009). KOMPOSISI VIGOR KECAMBAH TUSAM PADA BEBERAPA TINGKAT DEVIGORASI DAN KERAPATAN BENIH. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 6(5), 261–271. <https://doi.org/10.20886/jpht.2009.6.5.209-217>
-

Sadjad. (1999). *Parameter Pengujian Vigor Benih dan Komparatif ke Simulatif*. Grasino.

Sutopo, L. (2004). *Teknologi benih*. PT Raja Grafindo Persada.

Wiguna, G. A., Welsiliana, W., Makin, F. M. prima remba, & Tnunay, I. M. yostianti. (2021). Pengaruh Medan Listrik sebagai Stimulan Pertumbuhan Bawang Putih Lokal Timor. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 9(2), 221–228. <https://doi.org/10.23960/jtaf.v9i2.2815>
