



Aplikasi Medan Magnet pada Sistem Hidroponik NFT terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi

Application of Magnetic Field in NFT Hydroponic Systems to Growth and Production of Mustard

Setiyono^{1)*}, Danu Dwiharjo²⁾, Ayu Puspita Arum¹⁾

¹⁾Study Program of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, University of Jember, Jember, East Java, Indonesia

²⁾Study Program of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Jember, Jember, East Java, Indonesia

*Corresponding author: setiyono.faperta@unej.ac.id

ABSTRACT

The demand for mustard consumption continues to increase, which encourages an increase in mustard production which is not proportional to the area of agricultural land so that cultivation with an NFT Hydroponic system is needed with the application of a magnetic field as a solution to this problem. Which the magnetic field can accelerate growth and water absorption. The purpose of this study was to determine the interaction of magnetic field application with varieties on the growth and yield of mustard using the NFT hydroponic system. This experiment used a split-plot design consisting of 2 factors and 3 replications. The magnetic field application as the main plot consisted of 2 levels, without magnetic field application (M0) and magnetic field application (M1), while the varieties as sub-plots consisted of 5 levels, Tosakan (V1), Shinta (V2), Dakota (V3), IRR(V4) and Nauli F1 (V5). The observation variables were plant height, number of leaves, fresh weight, dry weight, and root volume. The results showed, there was a significant interaction only on the number of leaves with the best treatment M1V5 (16 number of leaves). The magnetic field factor significantly affected all growth and production variables of mustard except dry weight.

Keywords: cultivation; narrow land; efficiency

Cite this as: Setiyono, Dwiharjo, D., Arum, A.P. (2022). Aplikasi Medan Magnet pada Sistem Hidroponik NFT terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(1), 6-11. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v24i1.58217>

PENDAHULUAN

Sawi merupakan salah satu sayuran kaya manfaat yang cukup banyak diminati di Indonesia. Sawi banyak dijadikan sebagai sayuran konsumsi. Menurut data statistik, bahwa konsumsi sawi tahun 2015 sekitar 532.370 ton meningkat menjadi 539.800 ton pada tahun 2016., namun luas panen dan produksi cenderung menurun yaitu pada tahun 2013 – 2014 dari luas panen sawi 62.951 ha menjadi 60.804 ha serta produksi sawi dari 635.728 ton menjadi 602.468 ton (BPS Statistik, 2018). Hal tersebut diakibatkan oleh lahan budidaya sawi yang semakin sempit akibat alih fungsi lahan pertanian sehingga perlu beberapa upaya untuk memanfaatkan lahan pertanian sempit tetapi dapat menghasilkan sawi dalam jumlah besar.

Salah satu contoh alih fungsi lahan pertanian adalah pemanfaatan lahan untuk pemukiman dan industri. Jika produksi sawi hanya menggunakan tehnik pertanian konvensional yang membutuhkan lahan pertanian yang luas maka produksi sawi dalam jumlah besar tidak akan mampu dicapai. Tehnik budidaya secara hidroponik merupakan solusi dalam budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah yang dapat dilakukan di lahan sempit. Hidroponik memiliki beberapa keunggulan seperti lebih mudah pengaplikasiannya, efisien dalam

tenaga kerja, tidak memerlukan lahan yang luas, tidak memerlukan proses pengolahan tanah, hasil panen lebih baik, dan waktu panen lebih cepat (Sharma et al., 2018).

Teknik hidroponik yang cukup banyak digunakan salah satunya adalah hidroponik secara NFT. Prinsip dari hidroponik secara NFT adalah dengan cara mengalirkan nutrisi secara terus-menerus pada akar tanaman seperti lapisan tipis (seluruh bagian akar tidak tergenang) dengan bantuan pompa air. Hidroponik secara NFT membuat tanaman dapat tumbuh lebih cepat dan pemeliharaan tanaman yang lebih mudah (Razzaq Al-Tawaha et al., 2018).

Pemilihan varietas tanaman yang tepat dalam budidaya hidroponik akan dapat menghasilkan produksi yang optimal. Pemilihan varietas tanaman yang tepat dalam budidaya akan mampu meningkatkan produktivitas, serta dapat membuat tanaman mampu beradaptasi dengan lingkungan lebih baik (Gaikwad, 2020).

Medan magnet merupakan salah satu metode tanpa menggunakan bahan kimia yang berperan sangat penting dalam pertanian (Górski et al., 2019). Medan magnet yang diaplikasikan pada sawi menunjukkan pertumbuhan sawi lebih cepat dan lebih sehat yang

diukur dari tinggi tanaman, jumlah daun, dan parameter lain yang dipilih dan dihubungkan dengan status kesehatan tanaman (Fu Edward, 2012) Medan magnet memberikan pengaruh yang baik pada pertumbuhan dan hasil dalam budidaya tanaman. Medan magnet yang diaplikasikan pada benih diduga dapat meningkatkan aktifitas enzim-enzim yang mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman (Asadi-Samani et al., 2013). Medan magnet yang diaplikasikan pada air media tanam hidroponik mampu mengubah struktur molekul air menjadi kluster molekul air yang lebih kecil, yang saling terorganisasi, sehingga akan mudah masuk ke dalam membran sel tanaman (Jogi et al., 2015). Budidaya secara hidroponik dengan memanfaatkan medan magnet dan pemilihan varietas sawi yang baik akan sangat menunjang pertumbuhan dan produksi tanaman sawi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Patrang, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember pada bulan Maret-April 2020. Bahan penelitian yang digunakan adalah benih sawi (varietas toसान, shinta, dakota, IRR, Nauli F1), air sumur, rockwool, magnet neodimium dan nutrisi AB-Mix. Alat penelitian yang digunakan adalah Nutrient Film Technique (NFT), Electrical Conductivity/(EC), Total Dissolved Solids (TDS) meter dan selang kecil.

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode percobaan Rancangan Petak Terbagi (*Split Plot Design*) dengan RAK yang terdiri dari 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah aplikasi medan magnet sebagai petak utama yang terdiri atas 2 taraf yaitu tanpa aplikasi medan magnet (M0), dan dengan aplikasi medan magnet (M1). Faktor kedua adalah varietas sawi sebagai anak petak yang terdiri atas 5 taraf yaitu Tosakan (V1), Shinta (V2), Dakota (V3), IRR(V4) dan Nauli F1 (V5). Data hasil pengamatan kemudian dianalisis dengan menggunakan sidik ragam. Apabila dari hasil uji sidik ragam pada data pengamatan terdapat perlakuan berbeda nyata maka akan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan taraf 5% .

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pertama, persiapan alat dan bahan. Kedua perancangan alat yaitu dengan melakukan modifikasi starter hidroponik sistem NFT dengan magnet dengan cara starter hidroponik dilubangi sebagai tempat air mengalir dan sesuai ukuran selang kecil yang digunakan. Kemudian, Selang kecil dililit dengan kawat hingga menyelubungi seluruh bagian selang aliran air. Lalu, Selang tersebut diapit oleh 2 magnet dengan posisi arah yang sama yaitu utara-selatan sesuai dengan Gambar 1.

Ketiga, pembuatan larutan campuran A-B MIX dengan membuka kemasan masing-masing nutrisi A dan B dari AB MIX. Kemudian, pengisian masing-masing kemasan nutrisi dengan memasukkan air bersih ke dalam kemasan sampai tanda batas. Lalu, pengocokan larutan hingga larutan dapat larut secara sempurna, serta memasukkan larutan tersebut ke dalam botol yang berbeda untuk masing-masing nutrisi (nutrisi A dan nutrisi B) sebagai larutan stok. Selanjutnya, penyediaan botol berisi 1 liter air bersih

untuk kemudian dimasukkan larutan stok A dan B masing-masing 3 ml untuk dijadikan sebagai larutan yang siap pakai dengan konsentrasi 1000 ppm.



Gambar 1. Modifikasi NFT dengan medan magnet

Keempat, persiapan media tanam dengan cara membagi rockwool kedalam beberapa bagian dengan ukuran sekitar 3 x 3 cm. Kemudian, rockwool dilubangi tiap bagian dengan lidi sebagai tempat menanam benih. Lalu, Rockwool dilembapkan dengan air. Kemudian, pemberian magnet pada sela-sela petakan untuk benih yang akan diaplikasikan perlakuan medan magnet, dimana kutub selatan ada di bagian atas sesuai Gambar 2.



Gambar 2. Aplikasi medan magnet pada media tanam

Kelima, persiapan benih dan proses pembibitan dengan cara memilih benih yang baik dan berkualitas dengan karakter fisik yang bagus dan tidak cacat. Kemudian, benih dimasukkan kedalam lubang rockwool yang sudah dilembapkan sebelumnya. Lalu, Media rockwool yang sudah berisi benih diletakkan di tempat yang terkena sinar matahari langsung dan juga dijaga kelembapan media hingga bibit memiliki 2 jumlah daun. Keenam, penanaman bibit sawi dengan cara menyediakan netpod yang telah terpasang kain flanel terlebih dahulu kemudian memasukkan potongan rockwool yang sudah ditumbuhi bibit sawi secara hati-hati kedalam netpod tersebut. Kemudian, rockwool tersebut dimasukkan secara hati-hati kedalam lubang talang.

Ketujuh, pemeliharaan tanaman sawi dengan cara menjaga nilai pH air nutrisi hidronik agar sesuai dengan tanaman sawi yaitu 5,5-6,5. Pemberian larutan asam nitrat dalam jumlah secukupnya 10% pada nutrisi hidroponik untuk menurunkan nilai pH. Penggunaan KOH 10% dalam jumlah secukupnya pada nutrisi hidroponik untuk menaikkan pH. Nilai EC/TDS dari nutrisi hidroponik untuk sawi harus dijaga yaitu sekitar EC 2.0 uS/cm dan konsentrasi larutan 1400 ppm.

Kedepalan, penambahan nutrisi hidroponik pada media apabila nilai EC/TDS terlalu rendah, sebaliknya jika nilai EC/TDS tinggi maka cukup menambahkan air pada nutrisi hidroponik pada media. Lalu, pemeliharaan tanaman sawi terhadap hama dilakukan secara mekanik. Sedangkan, Penyulaman tanaman sawi dilakukan apabila ada tanaman yang mati pada 1 minggu setelah tanam.

Kesembilan, Pemanenan pada tanaman sawi yang sudah berumur 25 HST dengan ciri-ciri yaitu daun muda berukuran besar, dan pembentukan daunnya sudah maksimal, serta ciri-ciri fisik lain yang sesuai dari masing-masing karakteristik dari varietas sawi. Proses pemanenan dilakukan dengan cara memotong pangkal sawi atau langsung mencabut rockwool dari netpod. Variabel pengamatan pada penelitian tanaman sawi ini terdiri dari tinggi tanaman(cm), jumlah daun, volume akar(dm³), berat segar/ fresh weight (g), dan berat kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam (Tabel 1) yaitu pengaruh interaksi perlakuan medan magnet terhadap beberapa varietas sawi menunjukkan bahwa hasil berbeda nyata hanya pada variabel jumlah daun 3,54, sedangkan pada variabel lainnya berbeda tidak nyata. Perlakuan medan magnet memberikan pengaruh sangat nyata pada jumlah daun 165,05 dan berat segar/ fresh weight 100,88, berbeda nyata pada tinggi tanaman 97,95 dan volume akar 37,31, dan berbeda tidak nyata pada berat kering 0,99. Perlakuan varietas memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada tinggi tanaman 4,84 dan jumlah daun 4,99, sedangkan pada variabel pengamatan yang lain (berat segar, berat kering dan volume akar) memberikan pengaruh berbeda tidak nyata.

Tabel 1. Rangkuman nilai F-Hitung untuk Semua Variabel Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi

Variabel Pengamatan	Nilai F-Hitung		
	Magnet (M)	Varietas (V)	Interaksi M X V
Tinggi Tanaman	97,95*	4,84**	0,99 ns
Jumlah Daun	165,05**	4,99**	3,54*
Volume Akar	37,31 *	1,48 ns	0,42 ns
Berat segar	100,88 **	0,92 ns	2,04 ns
Berat Kering	0,99 ns	1,65 ns	1,99 ns

Keterangan :

** = berbeda sangat nyata, * = berbeda nyata, ^{ns} = berbeda tidak nyata

Perlakuan aplikasi medan magnet dan varietas sawi menunjukkan interaksi hanya jumlah daun berbeda tidak nyata pada perlakuan lainnya (Tabel 2). Aplikasi medan magnet dan varietas sawi menghasilkan interaksi berbeda nyata hanya pada variabel jumlah daun dan berbeda tidak nyata pada variabel berat segar/ fresh weight, berat kering dan volume akar. Hasil pengamatan dan uji statistik pada beberapa variabel yang berbeda tidak nyata tersebut dikarenakan penggunaan varietas sawi yang kemungkinan tidak merespon baik terhadap perlakuan medan magnet. Hal itu disebabkan oleh

kekuatan medan magnet yang diberikan mungkin kurang ataupun berlebihan. Menurut Nyakane et al. (2019) menyatakan jika intensitas magnet, frekuensi magnet, jenis tanaman dan faktor lingkungan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman.

Tabel 2. Interaksi Aplikasi Medan Magnet (M) dan Varietas (V) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi

Magnet	Varietas Sawi				
	V1	V2	V3	V4	V5
M0	7,67 d	8,67 c	10 ab	10,67 a	9,33 bc
M1	12 b	12 b	12,33 b	12,67 b	16 a

Keterangan : M0 : tanpa medan magnet; M1 : aplikasi dengan medan magnet; V1:Tosakan; V2:Shinta; V3:Dakota, V4:IRR dan V5:Nauli F1. Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%. Huruf kecil dibaca secara horizontal (membandingkan antar varietas

Menurut Maffei (2014) bahwa kekuatan medan magnet yang terlalu lemah kurang mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, begitu juga sebaliknya jika terlalu kuat akan menghambat metabolisme tanaman sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Konsentrasi EC juga berpengaruh dalam mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Menurut Rosadi, et al. (2014) menyatakan bahwa pengaruh konsentrasi Nutrisi A-B Mix dengan konsentrasi EC 2,5 lebih baik dibanding EC 2,0. Penelitian yang dilakukan hanya menggunakan nutrisi A-B Mix dengan EC 2.0 sesuai dengan saran yang diberikan dari Nutrisi A-B Mix yang digunakan. Konsentrasi nutrisi A-B Mix dengan EC 2,5 lebih baik karena pada media nutrisi banyak mengandung unsur hara sehingga kebutuhan tanaman untuk tumbuh dan berkembang dapat terpenuhi.

Faktor lain yang mempengaruhi hasil berbeda tidak nyata tersebut adalah cahaya matahari. Cahaya matahari berpengaruh besar pada proses fotosintesis, apabila fotosintesis tanaman tidak optimal maka akan berpengaruh terhadap hasil secara keseluruhan (Gallo & Daughtry, 1986). Cahaya matahari dapat menjadi hambatan pada penelitian ini dikarenakan lokasi penelitian yang dipilih adalah pekarangan rumah yang memiliki cahaya matahari yang banyak terhalang oleh bangunan yang ada di sekitar lokasi penelitian.

Perlakuan menggunakan medan magnet pada beberapa varietas sawi yang menunjukkan interaksi hanya pada jumlah daun. Perlakuan dengan jumlah daun terbaik adalah pada perlakuan M1V5. Medan magnet memberikan pengaruh sangat baik bagi pertumbuhan tanaman. Medan magnet yang diaplikasikan pada saat pembenihan tanaman akan membuat pertumbuhan daun pada tanaman lebih cepat. Menurut Ahmadee et al. (2014) menyatakan bahwa air yang termagnetisasi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Perlakuan ini memberikan pengaruh penyerapan kalsium dan fosfor sebagai material organik mudah diserap oleh tanaman sehingga secara signifikan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Varietas sawi yang baik juga memiliki pengaruh dalam meningkatkan produktivitas apabila memenuhi beberapa persyaratan yang tepat. Menurut Govindaraj et al. (2015) menyatakan jika keragaman yang terjadi pada suatu tanaman tidak dipengaruhi oleh faktor

lingkungan, akan tetapi juga dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman itu sendiri. Varietas tanaman yang baik tentu akan meningkatkan hasil yang baik juga.

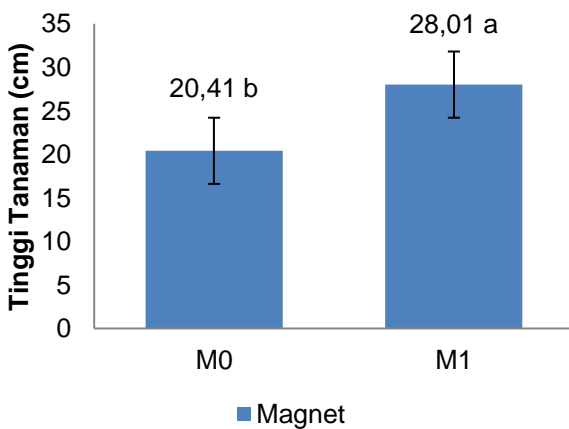
Medan magnet dapat juga mempengaruhi fungsi biologis dari tanaman termasuk mengubah konsentrasi hormon, mengubah fungsi enzim, mentransfer ion melewati membran sel. Secara umum, aplikasi medan magnet pada pertumbuhan dan hasil tanaman memberikan pengaruh positif. Aplikasi medan magnet sejauh ini, memberikan pengaruh yang bagus bagi pertanian dan juga aman bagi lingkungan.

Pengaruh Aplikasi Medan Magnet (M) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi

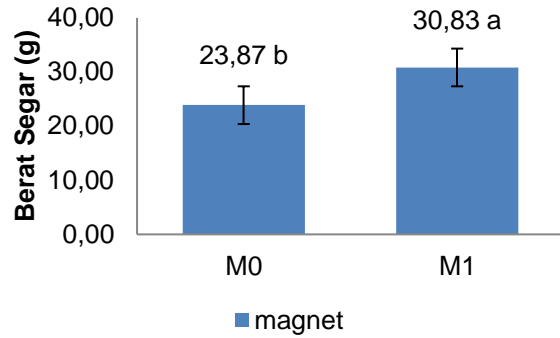
Perlakuan medan magnet memberikan hasil yang baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Medan magnet memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, volume akar, dan berat segar/ fresh weight tanaman. Perlakuan medan magnet tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering. parameter berat kering menunjukkan berbeda tidak nyata, dikarenakan faktor pembatas yaitu cahaya matahari.

Faktor lain yang mempengaruhi berat kering adalah pada nutrisi yang diberikan. Penggunaan konsentrasi nutrisi yang tepat akan menunjang pertumbuhan tanaman. Menurut (Maucieri et al., 2019) menyatakan bahwa nutrisi yang diberikan harus sesuai dengan kebutuhan tanaman sawi. Konsentrasi larutan hara yang tidak optimum akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman terhambat, maka akan menurunkan akumulasi berat kering tanaman juga (Xu et al., 2020).

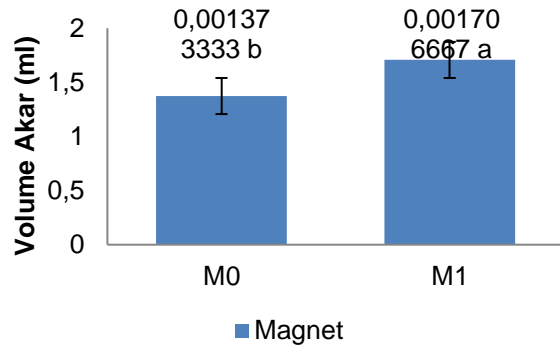
Tinggi tanaman pada tanaman sawi yang diberi perlakuan medan magnet menunjukkan hasil yang lebih baik dibanding tanpa menggunakan perlakuan. Seperti yang diketahui dalam hidroponik sistem NFT, air memiliki peranan yang sangat penting. Menurut Levine dan Mattson (2021) menyatakan bahwa kualitas air seperti pengurangan dan penambahan larutan nutrisi menjadi sangat penting untuk keberhasilan tanaman hidroponik. Menurut Sudsiri et al (2017) menjelaskan bahwa paparan medan magnet membuat benih mudah menyerap air. Pertumbuhan yang cepat akan menunjang produksi tanaman.



Gambar 3. Aplikasi Medan Magnet terhadap Tinggi Tanaman



Gambar 4. Aplikasi Medan Magnet terhadap Berat segar Tanaman



Gambar 5. Aplikasi Medan Magnet terhadap Volume Akar Tanaman

Perlakuan medan magnet dapat meningkatkan kualitas air dan hasil tanaman. Pada kondisi normal atau tanpa perlakuan medan magnet, molekul air akan saling Tarik menarik. Molekul tersebut menjadi sangat kacau karena akan bertumpukan dengan racun dan polutan yang ada di dalam air. Keberadaan racun tersebut pada molekul air akan menghalangi unsur hara yang diperlukan dalam melewati membran sel tanaman. Molekul tersebut juga akan membawa racun apabila masuk dalam sel tanaman yang nantinya akan memberikan efek yang berbahaya bagi tanaman. Magnet yang diaplikasikan pada selang-selang saluran air akan akan merekonstruksi molekul air tersebut ke ukuran kluster yang sangat kecil dengan struktur hexagonal. Struktur ini dapat melewati membran sel tanaman dengan mudah dan tidak lagi membawa agen beracun yang berbahaya bagi tanaman (Ali et al., 2014).

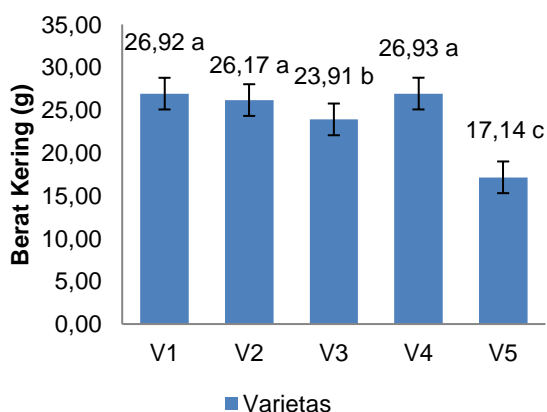
Air yang termagnetisasi pada hidroponik sistem NFT menghasilkan air dengan tingkat kadar garam yang rendah. Kondisi demikian cukup baik untuk pertumbuhan tanaman. Air yang termagnetisasi juga dapat meningkatkan kandungan unsur hara yang baik bagi volume akar hingga meningkatkan hasil berat segar/ fresh weight tanaman. Menurut Hachicha et al., (2018) menyatakan bahwa air yang termagnetisasi meningkatkan kandungan K dan P pada tanaman. Air pada hidroponik yang diberi perlakuan medan magnet tersebut dapat meningkatkan kualitas air, penyerapan asimilasi, dan mobilisasi nutrisi dalam sistem transportasi tanaman yang dapat meningkatkan produktivitasnya.

Pengaruh Varietas (V) terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi

Penggunaan varietas sawi hanya memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, sedangkan untuk perlakuan lain memberikan pengaruh berbeda tidak nyata. Pengaruh yang berbeda tidak nyata tersebut, diakibatkan oleh terbatasnya cahaya matahari yang menjadi faktor penting fotosintesis di lokasi penelitian. Faktor lain yang mempengaruhi yaitu varietas sawi yang digunakan memang tidak bisa beradaptasi dengan baik dengan lingkungan yang terbatas cahaya matahari. Cahaya matahari diperlukan agar tumbuhan dapat tumbuh secara optimal (Fiorucci & Fankhauser, 2017).

Varietas unggul akan berpengaruh besar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Menurut (Lestari et al. (2021) menyatakan jika varietas unggul akan berpengaruh pada produktivitas tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit, respon tanaman terhadap pupuk tinggi, dan tanaman tidak mudah roboh. Tanaman yang memiliki respon terhadap pemupukan tinggi akan berpengaruh besar dalam suksesnya budidaya. Pemilihan varietas yang tepat akan berpengaruh baik pada pertumbuhan dan hasil tanaman.

Varietas berbeda memiliki karakter morfologis dan adaptasi terhadap lingkungan tempat tumbuhnya yang berbeda (Heslop & Harrison, 2017). Varietas yang bisa beradaptasi baik dengan lingkungannya akan dapat tumbuh optimal pada lingkungan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas V1(Tosakan) lebih baik daripada V2(Shinta), hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Istiqamah & Rauf, 2016) yang menunjukkan jika varietas tosakan memberi respon lebih baik daripada varietas shinta. Menurut Subrata dan martha (2017) menyatakan jika varietas sawi Tosakan memiliki beberapa keunggulan yaitu pertumbuhan cepat, seragam dan relatif dapat di tanam sepanjang tahun. Akan tetapi, dalam penelitian ini V1 (Tosakan), V2 (Shinta), dan V4 (IRR) tidak menunjukkan nilai berbeda tidak nyata.



Gambar 6. Pengaruh Varietas Terhadap Tinggi Sawi

KESIMPULAN

Interaksi medan magnet dan varietas sawi secara hidroponik NFT memberikan pengaruh nyata pada jumlah daun, dengan perlakuan terbaik pada MIV5 (varietas Nauli dengan medan magnet) dengan jumlah daun 16 helai. Aplikasi medan magnet memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun,

volume akar, dan berat segar/ fresh weight pada sistem hidroponik NFT tanaman sawi. Varietas memberikan pengaruh nyata hanya pada variabel tinggi tanaman dengan hasil tinggi tanaman yang baik adalah dengan menggunakan varietas V4 (IRR), V1 (Tosakan), dan V2 (Shinta) dibanding perlakuan lainnya

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadee, M., Siuki, A. K., & Hashemi, S. R. (2014). The effect of magnetic water and calcic and potasic zeolite on the yield of *Lepidium Sativum* L. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(6), 2051–2060. Retrieved from <http://www.ijabbr.com>
- Ali, Y., Samaneh, R., & Kavakebian, F. (2014). Applications of Magnetic Water Technology in Farming and Agriculture Development: A Review of Recent Advances. *Current World Environment*, 9(3), 695–703. <https://doi.org/10.12944/CWE.9.3.18>
- Fiorucci, A. S., & Fankhauser, C. (2017). Plant Strategies for Enhancing Access to Sunlight. *Current Biology*, 27(17), R931–R940. <https://doi.org/10.1016/J.CUB.2017.05.085>
- Fu Edward. (2012). The effects of magnetic fields on plant growth and health. Retrieved December 8, 2021, from Young Scientists Journal website: <https://www.ysjournal.com/wp-content/uploads/Issue11/The-effects-of-magnetic-fields-on-plant-growth-and-health.pdf>
- Gaikwad, D. J. (2020). Hydroponics Cultivation of Crops. Protected Cultivation and Smart Agriculture. <https://doi.org/10.30954/NDP-PCSA.2020.31>
- Gallo, K. P., & Daughtry, C. S. T. (1986). Techniques for Measuring Intercepted and Absorbed Photosynthetically Active Radiation in Corn Canopies. *Agronomy Journal*, 78(4), 752–756. <https://doi.org/10.2134/AGRONJ1986.00021962007800040039X>
- Górski, R., Dorna, H., Rosińska, A., Szopińska, D., & Wosiński, S. (2019). Effects of Electromagnetic Fields and their Shielding on the Quality of Carrot (*Daucus Carota* L.) Seeds. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 26(4), 785–795. <https://doi.org/10.1515/ECES-2019-0055>
- Govindaraj, M., Vetriventhan, M., & Srinivasan, M. (2015). Importance of genetic diversity assessment in crop plants and its recent advances: An overview of its analytical perspectives. *Genetics Research International*, 2015, <https://doi.org/10.1155/2015/431487>
- Hachicha, M., Kahlaoui, B., Khamassi, N., Misle, E., & Jouzdan, O. (2018). Effect of electromagnetic treatment of saline water on soil and crops. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(2), 154–162. <https://doi.org/10.1016/J.JSSAS.2016.03.003>
- Heslop-Harrison, J. S. P. (2017). Morphology, adaptation and speciation. *Annals of Botany*, 120(5), 621–624. <https://doi.org/10.1093/AOB/MCX130>
- Istiqamah, A., & Rauf, A. (2016). Respon Varietas Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) Terhadap

- Larutan Hara (Ab Mix) Pada Sistem Hidroponik Response of Mustard (*Brassica juncea* L.) Varieties to Nutrient Solution (AB Mix) on Hydroponic System. *E-J. Agrotekbis*, 4(4), 374–383. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/242498-none-7c099853.pdf>
- Lestari, R. H. S., Tirajoh, S., Rumberar, M. K., & Thamrin, M. (2021). Responses of rice new superior varieties to the application of biofertilizers and plant system in Jayapura. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 733(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012070>
- Levine, C. P., & Mattson, N. S. (2021). Potassium-deficient nutrient solution affects the yield, morphology, and tissue mineral elements for hydroponic baby leaf spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Horticulturae*, 7(8). <https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE7080213>
- Maffei, M. E. (2014). Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. *Frontiers in Plant Science*, 5(SEP), 445. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2014.00445/BIBTEX>
- Maucieri, C., Nicoletto, C., Van Os, E., Anseeuw, D., Havermaet, R. Van, Junge, R., ... Junge, R. (2019). Hydroponic Technologies. *Aquaponics Food Production Systems*, 77–110. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_4
- Nyakane, N. E., Markus, E. D., & Sedibe, M. M. (2019). The Effects of Magnetic Fields on Plants Growth: A Comprehensive Review. *ETP International Journal of Food Engineering*, 79–87. <https://doi.org/10.18178/IJFE.5.1.79-87>
- Razzaq Al-Tawaha, A., Al-Karaki, G., Rahman Al-Tawaha, A., Nurani Sirajuddin, S., Makhadmeh, I., Edaroyati Megat Wahab, P., ... Sultan, A. (2018). Effect of water flow rate on quantity and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in nutrient film technique (NFT) under hydroponics conditions Abstract. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(5), 793–800.
- Rosadi, R. A. B., Senge, M., Suhandy, D., & Tusi, A. (2014). The Effect of EC Levels of Nutrient Solution on the Growth, Yield, and Quality of Tomatoes (*Solanum Lycopersicum*) under the Hydroponic System. *Journal of Agricultural Engineering and Biotechnology*, 7–12. <https://doi.org/10.18005/JAEB0201002>
- Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., & Chaurasia, O. P. (2018). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 17(4), 364. <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>
- Subrata, B. A. G., & martha, B. E. (2017). Respons Pertumbuhan Dan Hasil Tiga Varietas Caisim Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Biomethagreen. *Jurnal Floratek*, 12(2), 90–100. Retrieved from <http://jurnal.unsyiah.ac.id/floratek/article/view/9037>
- Sudsiri, C. J., Jumpa, N., Kongchana, P., & Ritchie, R. J. (2017). Stimulation of oil palm (*Elaeis guineensis*) seed germination by exposure to electromagnetic fields. *Scientia Horticulturae*, 220, 66–77. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2017.03.036>
- Xu, X., Du, X., Wang, F., Sha, J., Chen, Q., Tian, G., ... Jiang, Y. (2020). Effects of Potassium Levels on Plant Growth, Accumulation and Distribution of Carbon, and Nitrate Metabolism in Apple Dwarf Rootstock Seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 11, 904. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2020.00904/BIBTEX>