

ANALISIS KONSEP FISIKA PADA HIDROPONIK NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE)***PHYSICAL CONCEPT ANALYSIS IN NFT HYDROPOONICS (NUTRIENT FILM TECHNIQUE)***

**Kendid Mahmudi¹⁾, Rojabita Dwirgahayu Nurhidayat²⁾, Nova Budi Nurrohmah³⁾,
Sudarti⁴⁾**

^{1,2,3,4)Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jember}

^{1>Email: kendidmahmudi.fkip@unej.ac.id}

ABSTRAK

Sistem hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) merupakan salah satu metode budidaya tanaman tanpa tanah yang memanfaatkan aliran nutrisi tipis secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsep-konsep fisika yang mendasari operasional dan efisiensi sistem hidroponik NFT melalui metode tinjauan literatur. Berbagai jurnal ilmiah dan publikasi relevan dieksplorasi untuk mengidentifikasi dan mensintesis prinsip-prinsip fisika yang berperan dalam pergerakan larutan nutrisi dengan menerapkan konsep mekanika fluida, penyerapan nutrisi oleh akar yakni difusi, pertukaran gas yang didasari oleh hukum Fick, serta faktor-faktor lingkungan seperti suhu dan cahaya yang memberikan pengaruh dalam pertumbuhan tanaman pada sistem NFT. Selain itu, kajian ini juga mempertimbangkan peran desain sistem dan dinamika aliran dalam menentukan efektivitas distribusi nutrisi ke seluruh akar tanaman. Pada pembahasan ini menyoroti bagaimana pemahaman dan penerapan prinsip-prinsip fisika dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi, pertumbuhan tanaman yang sehat, dan produktivitas sistem hidroponik NFT secara keseluruhan. Implikasi dari tinjauan ini memberikan wawasan yang lebih mendalam bagi pengembangan dan inovasi teknologi hidroponik NFT di masa depan

Kata kunci: Hidroponik NFT; konsep fisika; faktor lingkungan

ABSTRACT

The Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic system is a method of cultivating plants without soil that utilizes a continuous thin flow of nutrients. This study aims to analyze the physics concepts underlying the operation and efficiency of the NFT hydroponic system through a literature review method. Various scientific journals and relevant publications were explored to identify and synthesize the physics principles that play a role in the movement of nutrient solutions by applying the concept of fluid mechanics, nutrient absorption by roots namely diffusion, gas exchange based on Fick's law, and environmental factors such as temperature and light that influence plant growth in the NFT system. This discussion highlights how the understanding and application of physics principles can be optimized to increase the efficiency of nutrient use, healthy plant growth, and the overall productivity of the NFT hydroponic system. The implications of this review provide deeper insights into the development and innovation of NFT hydroponic technology in the future.

Keywords: NFT hydroponics; physics concepts; environmental factors.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam bidang pertanian telah mendorong munculnya berbagai inovasi untuk menjawab tantangan keterbatasan lahan, krisis air, serta kebutuhan akan pangan yang semakin meningkat. Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah teknik budidaya tanaman tanpa tanah atau yang dikenal dengan nama hidroponik. Metode ini menawarkan solusi pertanian yang efisien, higienis, serta ramah lingkungan. Di antara berbagai sistem hidroponik yang digunakan, Nutrient Film Technique (NFT) menjadi salah satu yang paling populer, terutama untuk skala rumah tangga maupun komersial kecil hingga menengah.

Hidroponik adalah salah satu cara menanam tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuhnya (Asmbangnirwana dkk. 2022) Sebagai gantinya, tanaman ditanam dalam air yang sudah dicampur dengan berbagai nutrisi penting yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya. Teknik ini belakangan makin banyak diminati, apalagi oleh masyarakat yang tinggal di kota-kota besar, di mana lahan untuk berkebun atau bertani sangat terbatas. Dengan hidroponik, tanaman bisa tumbuh lebih cepat dan sehat karena kebutuhan air dan nutrisinya bisa dikontrol dengan lebih tepat dan efisien. Selain itu, hasil tanamannya pun cenderung lebih bersih dan produktif.

Seiring dengan berkembangnya teknologi serta meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga ketahanan pangan, sistem hidroponik terus mengalami perkembangan dan penyempurnaan. Salah satu keunggulan utama dari metode ini adalah efisiensinya dalam penggunaan lahan—kita bisa menanam banyak tanaman meskipun hanya punya ruang sempit. Di sisi lain, hidroponik juga dianggap lebih ramah lingkungan karena menghemat penggunaan air dan mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia yang bisa mencemari lingkungan. Maka dari itu, hidroponik kini dipandang sebagai salah satu solusi pertanian masa kini yang sangat cocok diterapkan di tengah laju urbanisasi dan tantangan perubahan iklim yang semakin nyata (Reftyawati dkk. 2024).

Sistem hidroponik dengan metode Nutrient Film Technique atau yang biasa disingkat NFT, merupakan salah satu teknik penanaman tanpa tanah yang cukup unik. Cara kerjanya adalah dengan mengalirkan larutan berisi nutrisi dalam bentuk

lapisan air yang sangat tipis melalui saluran yang dibuat sedikit miring. Di sepanjang saluran ini, akar-akar tanaman menggantung dan bersentuhan langsung dengan aliran larutan tersebut. Karena alirannya tipis dan terus bergerak, akar bisa dengan mudah menyerap air, nutrisi penting, sekaligus mendapatkan suplai oksigen yang dibutuhkan untuk tumbuh secara optimal.

Meskipun terlihat sederhana, agar sistem NFT ini bisa bekerja secara maksimal dan konsisten, diperlukan pemahaman yang cukup mendalam tentang berbagai prinsip dasar fisika yang terlibat. Berbagai konsep fisika sangat mempengaruhi efisiensi dan kestabilan aliran nutrisi dalam sistem ini. Misalnya, hukum Bernoulli berkaitan dengan aliran fluida dan perbedaan tekanan, sedangkan tekanan fluida itu sendiri menentukan seberapa kuat larutan bisa mengalir dan menyentuh akar (Wulandari dkk. 2023). Selain itu, gaya gravitasi berperan penting dalam menjaga arah dan kelancaran aliran di saluran miring. Faktor seperti viskositas (kekentalan larutan), debit aliran (jumlah larutan yang mengalir dalam waktu tertentu), serta hukum-hukum Newton mengenai gerak dan gaya, juga ikut menentukan seberapa stabil dan efektif sistem ini bekerja. Jadi, untuk merancang dan menjalankan sistem NFT yang baik, dibutuhkan bukan hanya pengetahuan tentang tanaman, tetapi juga pemahaman mengenai prinsip-prinsip fisika yang mendasarinya.

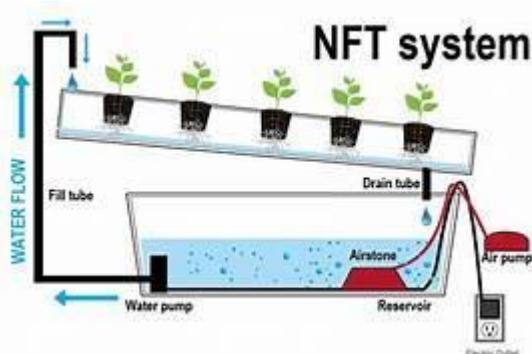
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur (library research). Kajian literatur adalah pendekatan sistematis yang bertujuan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis berbagai sumber tertulis seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, laporan penelitian, dan sumber terpercaya lainnya yang relevan dengan topik penelitian. Metode ini dipilih untuk mendapatkan pemahaman komprehensif mengenai fenomena yang dikaji tanpa melakukan pengumpulan data lapangan secara langsung.

Teknik pengumpulan data dalam kajian literatur ini dilakukan melalui beberapa langkah sistematis. Pertama, dilakukan identifikasi topik utama yang didasarkan pada rumusan masalah penelitian. Selanjutnya, pencarian literatur

dilakukan dengan memanfaatkan berbagai sumber seperti perpustakaan fisik, e-library, Google Scholar, ResearchGate, serta repositori akademik terpercaya. Setelah itu, dilakukan seleksi literatur berdasarkan kriteria inklusi, yaitu relevansi tema dengan penelitian, kredibilitas sumber, serta kemutakhiran literatur, dengan prioritas pada publikasi dalam 5 tahun terakhir.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Hidroponik NFT

Sumber : <https://n9.cl/q3gw7>

Hidroponik merupakan sebuah sistem budidaya dalam pertanian yang tidak menggunakan tanah. Sesuai dengan namanya, yaitu *Hydro* yang berarti air, sistem ini memanfaatkan air dalam pengoperasianya. Jadi, sistem hidroponik adalah sebuah sistem bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, dimana tanaman tumbuh dalam larutan nutrisi yang mengandung semua unsur – unsur esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan yang akan membantu tumbuhan tersebut bertumbuh kembang dengan baik. Adapun keuntungan yang diperoleh dari pemanfaatan sistem hidroponik dalam bercocok tanam diantaranya ialah :

1. Menjamin keberhasilan tanaman yang akan tumbuh dan bereproduksi dalam penanaman dengan metode penanaman hidroponik
2. Perawatan yang diberikan kepada tumbuhan lebih praktis dan terhindar dari gangguan hamma – hamma tanaman yang dapat mengganggu proses pertumbuhan tanaman.
3. Proses pemupukan yang dilakukan pada tanaman lebih hemat dan terkesan efisiensi dalam berbagai hal, misal pada pengeluaran dan waktu.

4. Pergantian tanaman yang telah mati akan lebih mudah dalam proses pergantinya
5. Hasil produksi yang dihasilkan dari metode hidroponik lebih tinggi dari pada metode tanam dengan media tanah
6. Pemanfaatan lahan yang terbatas karena metode ini tidak memakan tempat yang luas untuk berproses.

Sistem hidroponik merupakan sebuah teknik budidaya tanaman yang didalamnya melibatkan pertumbuhan akar yang cukup dangkal dan memiliki sirkulasi lapisan hara, untuk memastikan tanaman yang sedang tumbuh menerima pasokan nutrisi, hara, air, serta oksigen yang cukup memadai agar proses pertumbuhan tanaman tersebut tidak terhalang dan menghasilkan hasil tanaman yang baik dan dapat dimanfaatkan hasil panennya.

Keberhasilan suatu sistem pada proses kerja hidroponik tidak lepas dari beberapa konsep fisika yang mendukung keberhasilan serta kelancaran proses pada sistem hidroponik. Beberapa konsep fisika yang mendasari sistem kerja pada hidroponik adalah viskositas, hukum bernoulli, hukum kontinuitas dan tekanan hidrostatis. Konsep – konsep ini nantinya akan menjadi dasar atas berhasilnya metode hidroponik dalam proses penanaman. Konsep fisika yang terkandung sebagai penyusun metode hidroponik umumnya beroperasi pada pipa yang akan dialiri air didalamnya.

Sesuai dengan metode penelitian yakni studi literatur, konsep fisika yang mampu mendasari proses terjadinya atau terbentuknya suatu hidroponik adalah viskositas. Viskositas merupakan suatu konsep fisika yang didalamnya menekankan mengenai suatu kekentalan suatu fluida, yang mana fluida ini menjadi faktor utama suatu alat atau metode hidroponik. Viskositas disini dibutuhkan sebagai pengukur suatu kekentalan fluida yang nantinya akan mengalir melewati tanaman – tanaman yang tertanam pada hidroponik. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi viskositas suatu fluida yaitu suhu, suhu mampu merubah kekentalan atau viskositas suatu fluida, yang mana jika viskositas dari suatu fluida berubah, maka faktor lain akan terpengaruh, selanjutnya yaitu tekanan, tekanan yang terdapat dalam pipa akan memberikan seberapa laju fluida yang akan mengalir sesuai

dengan tingkatan viskositasnya. Viskositas yang memiliki nilai kecil, yaitu viskositas yang memiliki kecenderungan lebih cair akan menunjukkan penurunan seiring dengan peningkatan suhunya. Hal ini juga ada kaitannya dengan penurunan kohesi pada zat cair ketika zat tersebut terkena panas. Oleh karena itu, pada pemberian nutrisi suhu juga harus di perhatikan dan diatur dengan teliti. Karena, jika suhu lebih tinggi suhu pada cairan akan menjadikan viskositas menjadi lebih rendah, begitu juga berlaku sebaliknya. Fluida yang memiliki cairan yang viskositasnya tinggi akan mengalir lambat dibandingkan dengan fluida yang memiliki tingkat viskositas rendah.

Konsep fisika yang mendasari sistem hidroponik selanjutnya adalah hukum bernoulli. Hukum bernoulli merupakan salah satu hukum yang terdapat pada fisika, hukum bernoulli mempelajari tentang aspek – aspek energi pada fluida yang sedang mengalir. Dengan sebutan lain, Hukum Bernoulli sebuah hukum yang menyatakan bahwa total energi pada setiap volume unit, yang mana unit disini yang dimaksud adalah wadah penampung air pada hidroponik. Hukum bernoulli menyatakan bahwa di dalam aliran fluida semua konstan sepanjang garis aliran, asalkan tidak ada energi yang hilang yang misalnya diakibatkan oleh adanya gesekan (Wulandari dkk. 2023). Pada sistem hidroponik yang menggunakan air hukum bernoulli berkontribusi pada beberapa hal diantaranya mengaliri nutrisi pada air yang mengalir melalui saluran pipa yang telah disediakan sebagai komponen penyusun hidroponik, dapat merubah tekanan dan kecepatan air yang disebabkan pada desain sistem yang meliputi kemiringan pipa, diameter pipa, dan desain lain yang berpengaruh, mampu membuat distribusi nutrisi dan oksigen lebih efektif menuju akar tanaman dengan cara mengatur kecepatan aliran berdasarkan prinsip – prinsip bernoulli yang terkandung didalamnya. Hukum bernoulli membantu mendesain mengenai cara aliran air dan distribusi oksigen dan nutrisi, efisien, stabil serta optimal dalam pemanfaatan hidroponik untuk keberlangsungan pertumbuhan tanaman.

Penyerapan nutrisi yang dialami oleh tumbuhan juga didasari oleh konsep fisika, yaitu hukum kontinuitas. Hukum kontinuitas menjelaskan bahwa laju aliran yang mengalir dalam sebuah saluran harus tetap konstan. Dalam fisika fluida,

hukum kontinuitas menjelaskan bahwa aliran massa fluida harus konstan di sepanjang aliran atau di sepanjang jalur yang dilalui oleh aliran tersebut, dengan syarat yaitu fluida tersebut tidak bisa dimampatkan seperti yang terjadi pada sistem hidroponik. Pada sistem hidroponik, air dan nutrisi yang akan mengalir dengan melalui pipa atau sebuah aliran. Pada pipa saluran yang mengalami penyempitan, maka kecepatan aliran suatu fluida berupa air dan nutrisi akan mengalami kecepatan aliran. Lalu, jika pipa saluran tempat aliran mengalami pelebaran, maka kecepatan fluida yang berupa nutrisi dan air tersebut akan mengalami pengurangan kecepatan alirannya. Hukum kontinuitas sangat memiliki peran penting dalam sistem hidroponik pasalnya dengan adanya hukum ini, maka aliran akan terjaga dan stabil di sepanjang saluran yang menjadi tepat aliran fluidanya. Selain itu, juga dapat mencegah genangan atau kekeringan yang akan terjadi pada titik – titik tertentu yang berpotensi mengalami kekeringan. Yang terakhir hukum kontinuitas dapat mengatur debit air yang akan masuk ke setiap tanaman yang akan menyerapnya sebagai asupan pertumbuhan sebuah tanaman.

Selanjutnya adalah konsep fisika tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik merupakan sebuah salah satu konsep fisika yang memiliki pengertian yaitu tekanan yang ditimbulkan oleh sebuah fluida diam yang di akibatkan berat sendiri. Dalam sistem hidroponik, ini merupakan tekanan yang dapat dihasilkan oleh sebuah larutan nutrisi (air yang bercampur nutrisi) terhadap permukaan apapun yang bersentuhan dengannya, termasuk dengan akar tanaman, dinding pipa, maupun media tanamnya. Dalam hidroponik, tekanan hidrostatik dapat memberikan pengaruh bagaimana cara air dan nutrisi bersirkulasi dan berinteraksi dengan akar tanaman. Tekanan ini akan memastikan larutan – larutan yang menempel pada akar tanaman akan tetap mengalami proses aliran yang lancar dengan rata tanpa khawatir akan membanjiri akar tumbuhan tersebut. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tekanan hidrostatik dalam hidroponik diantaranya yang pertama adalah kedalaman larutan, semakin dalam air dalam suatu sistem, maka tekanan hidrostatik di dasar juga akan mengalami kejadian semakin besar, hal ini dapat memberikan penambahan kecepatan dalam proses peresapan nutrisi ke akar. Yang kedua adalah massa jenis larutan, jika larutan nutrisi yang diberikan lebih pekat

yang di sebabkan lebih banyaknya garam mineral yang terkandung, maka massa jenis akan bertambah, hal ini dapat memberikan akibat yaitu tekanan hidrostatik menjadi lebih besar dibandingkan dengan air larutan biasa. Yang terakhir faktor yang mempengaruhi tekanan hidrostatik yaitu gravitasi bumi. Dengan adanya tekanan hidrostatik maka distribusi nutrisi yang akan diberikan akan merata karena tekanan membantu nutrisi menjangkau seluruh bagian akar tanaman, terutama di sistem dengan perendaman sebagian akarnya. Lalu, stabilisasi akar akan terbantu dijaga yang akan menjadikan akar tetap berada dalam posisi optimal dalam larutan. Selain itu, pengaturan aliran dengan mengatur ketinggian larutan atau tangki, seorang yang sedang melakukan bercocok tanam dengan hidroponik dapat mengontrol laju aliran air ke sistem tanpa memerlukan pompa yang cukup besar untuk mengontrol tanaman. Tekanan hidrostatis merupakan salah satu kunci penting dalam sistem hidroponik karena dapat membantu memastikan bahwa air dan nutrisi akan tersebar dengan merata dan efektif ke seluruh tanaman. Selain itu juga dapat mengatur kedalaman larutan dan massa jenis fluida agar tanaman mendapatkan kondisi optimal untuk pertumbuhannya.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa keberhasilan sistem hidroponik NFT sangat bergantung pada penerapan prinsip-prinsip fisika seperti viskositas, hukum bernoulli, hukum kontinuitas, dan tekanan hidrostatis. Penerapan konsep viskositas berperan penting dalam mengontrol kekentalan dan kecepatan aliran larutan nutrisi, sementara hukum bernoulli membantu mengatur tekanan dan kecepatan air dalam saluran hidroponik NFT. Hukum kontinuitas memastikan bahwa laju aliran nutrisi tetap stabil sepanjang saluran, dan tekanan hidrostatis mendukung distribusi nutrisi yang merata ke seluruh akar tanaman. Faktor lingkungan seperti suhu dan cahaya juga berkontribusi besar terhadap optimalisasi sistem, dan integrasi teknologi seperti Internet of Things (IoT) dapat meningkatkan efisiensi serta stabilitas sistem hidroponik NFT. Secara keseluruhan, pemahaman dan penerapan konsep-konsep fisika ini dapat meningkatkan produktivitas sistem hidroponik secara keseluruhan.

Untuk meningkatkan kinerja sistem hidroponik NFT, penting untuk mengontrol suhu larutan dengan cermat agar viskositas tetap ideal dan aliran nutrisi berjalan dengan lancar. Desain saluran saluran hidroponik harus mempertimbangkan prinsip-prinsip fisika seperti bernoulli dan kontinuitas agar distribusi nutrisi lebih stabil dan merata. Selain itu, pengaturan tekanan hidrostatis dengan mengelola kedalaman dan massa jenis larutan harus diperhatikan untuk mendukung penyerapan nutrisi yang optimal oleh akar tanaman. Diperlukan pula pelatihan bagi para praktisi agar pemahaman terhadap konsep-konsep fisika ini dapat diterapkan secara maksimal dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian hidroponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmbangnirwana, I., Endryansyah., Puput, W, R., Zuhrie, M, SP. 2022. Pengendalian Suhu Air Nutrisi Pada Hidroponik Nft (Nutrient Film Technique) Berbasis Fuzzy Logic Controller. Jurnal Teknik Elektro. 11(1): 108-116
<Https://Doi.Org/10.26740/Jte.V11n1.P108-116>
- Dian Reftyawati, Muhamad Ali Rahman, Adde Dinie Alisha. 2024. Hidroponik Sebagai Alternatif Tanaman Unggulan Dalam Meningkatkan Produktivitas Pertanian.<https://doi.org/10.59823/91m9b39>
- Fuada, S., Endah, S., Dwi, W, R., Galuh, I, A. 2023. Narrative Review Pemanfaatan Internet-Of Things Untuk Aplikasi Seed Monitoring And Management System Pada Media Tanaman Hidroponik Di Indonesia. Infotech Journal. 9(1):40-45. <Https://Doi.Org/10.31949/Infotech.V9i1.4439>
- Manurung, I., F, V, Putri., M, Afrilia., M, A, A, Hafidz., R, Haditya., J, Gusni., M, Miswarti. 2023. Penerapan Sistem Hidroponik Budidaya Tanaman Tanpa Tanah untuk Pertanian Masa Depan. 4(4). 5140-5145.<https://doi.org/10.55338/jpkmn.vi4.1892>
- Marisa., Carudin., Ramdani. 2021. Otomatisasi Sistem Pengendalian Dan Pemantauan Kadar Nutrisi Air Menggunakan Teknologi Nodemcu

- Esp8266 Pada Tanaman Hidroponik. Jurnal Teknologi Terpadu. 7(2) : 127-134. <Https://Doi.Org/10.54914/Jtt.V7i2.430>
- M Ginanjar, A Rahayu, OL Tobing. 2021. Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica Oleracea Var .Alboglabra*) Pada Berbagai Media Tanam Dan Konsentrasi Nutrisi Ab Mix Dengan Sistem Hidroponik Substrat 7(2). 86-93.<https://doi.org/10.3099/jag.v7i2.687>
- Minarni, E, W., Ulinnuha, Z. 2023. Pengaruh Perbedaan Jarak Tanam terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Melon pada Sistem Hidroponik NFT. Agritech: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian. 25(1) : 145-151. <https://doi.org/10.30595/agritech.v25i1.17045>
- Rahman. N,A., M, Z, Umar., R, M, E,l P., R, F. 2022. Budidaya Hidroponik Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*)Menggunakan Sistem Nutrient Films Technique (NFT).2(2).743-750.<https://doi.org/10.24036/prosemnasbio/vol2/503>
- Ridwan, M., Kristine, M, S. 2021. Penerapan Iot Dalam Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, Dan Tingkat Keasaman Hidroponik. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. 10(4) : 481-487. <Http://Dx.Doi.Org/10.23960/Jtep-L.V10i4.481> [487](Http://Dx.Doi.Org/10.23960/Jtep-L.V10i4.487)
- Roberto, S., Gonzalez, V., Garcia-Garcia, A, L., Zapata, E, V., Sanchez, J, D, O, B., Savedra, J, C, S. 2022. A review on hydroponics And The Technologies Associated For Medium- And Small-Scale Operations. Agriculture. 12(646) : 1-21. <Https://Doi.Org/10.3390/Agriculture12050646>
- Roihatur Rohmah, Muhammad Jauhar Vikri, Mula Agung Barata, Zakki Alawi, Moh. Muhajir, Vita Dwi Rahmawati, Rheyna Anggri Setyani. 2024. Sistem Otomatisasi Hidroponik Budidaya Sayuran sebagai Upaya Pemberdayaan Mandiri Santri Pondok Pesantren Pacul Bojonegoro.(2) 711-72.<https://doi.org/10.33379/icom.v4i2.4316>
- Wali, M., Pali, A., Huar, B, C, K. 2021. Pertanian Modern dengan Sistem Hidroponik di Kelurahan Potulando, Kabupaten Ende.

- Internationaljournal Of Community Servicelearning. 5(4) : 388-394.
<http://dx.doi.org/10.23887/ijcsl.v5i4>
- Waluyo, M, R., N, Nurfajriah., F, R, I, Mariati., Q, A, H, H, Rohman. 2021. Pemanfaatan Hidroponik Sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Terbatas Bagi Karang Taruna Desa Limo. 4(1). 61-64.
<https://doi.org/10.37817/ikra-ithabdimas.v4i1>
- Wati, D, R., Sholihah, W. 2021. Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino. Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino. Jurnal Multinetics. 7(1): 12-21. <http://dx.doi.org/10.32722/multinetics.v7i1.3504>
- W.P, Safiroh, P, N., Komarudin, M., Nama, G, F. 2022. Sistem Pengendalian Kadar Ph Dan Penyiraman Tanaman Hidroponik Model Wick System. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET). 10(1) : 17-23.
<Https://Doi.Org/10.23960/Jitet.V10i1.2260>
- Widowati, Jafron W. Hidayat, Susilo Hariyanto, Eka Triyana, Rizki C. A. Ariyani, Rara Wardhani, Tiara A. 2023. Permatasaro Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Teknologi Hidroponik Untuk Ketahanan Pangan.<Https://Doi.Org/10.14710/Pasopati.2023.20580>
- Wulandari, R. D., Safina, A. S., Nadiah, P. A., Nidya, N. M., Trapsilo, P., Kendid, M. 2023. Analisis Konsep Fluida Pada Sistem Perairan Hidroponik NFT (Nutrient Film Engineering). Journal Sains Riset (JSR). 13(3): 832-838.
<https://doi.org/10.47647/jsr.v13i3.2016>
- Zahra, N., Muthiadin, C., Ferial. 2023. Budidaya tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) secara hidroponik dengan sistem DFT di BBPP Batangkaluku. Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi. 3(1) : 18-22.
<https://doi.org/10.24252/filogeni.v3i1.29922>
- Zulkifli, Rosnina, Khadir, Martina, Riani. 2022. Budidaya Hidroponik Tanaman Kangkung Dengan Sistem Nft (Nutrient Film Technique) Bagi Masyarakat Desa Lancang Garam Kecamatan Banda Sakti Kota Lhokseumawe.2(1).177-187 DOI:<https://10.29103/jmm.v1i2.8237>