

Analisis Konsep Fisika dalam Teknologi Pertanian : Kajian Fluida Pada Pertumbuhan dan Gelombang Akuatik Pada Panen Padi

Lidya Septi Triandini¹, Alya Noorun Istiqomah², Kendid Mahmudi³, Sudarti⁴
^{1,2,3,4} Pendidikan Fisika, Universitas Jember

e-mail: lidyatriandini2@gmail.com¹, naurunistiqomah10@gmail.com²,
kendidmahmudi.fkip@unej.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan konsep fisika, khususnya teori fluida dan gelombang akuatik, dalam teknologi sektor pertanian, terutama pada pertumbuhan tanaman padi dan proses panen. Konsep fluida dijelaskan melalui aliran air dalam sistem irigasi yang mempengaruhi pertumbuhan akar dan tanaman padi secara keseluruhan. Gelombang akuatik berperan dalam proses panen padi yang melibatkan mekanisme pengambilan air dan efisiensi dalam pengeringan hasil panen. Studi ini mengkaji penerapan prinsip-prinsip fisika untuk meningkatkan hasil pertanian, mengurangi kerugian, serta menciptakan metode baru yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan berbagai literatur ilmiah baik nasional maupun internasional yang membahas topik terkait. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan konsep fisika dalam sistem irigasi dan panen dapat meningkatkan produktivitas pertanian secara signifikan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan teknologi pertanian yang lebih maju.

Kata kunci: *Fisika Pertanian, Fluida, Gelombang Akuatik, Irigasi.*

Abstract

This study aims to analyze the application of physics concepts, particularly fluid dynamics and aquatic waves, in agricultural technology, especially in rice plant growth and harvesting processes. Fluid concepts are explained through water flow in irrigation systems that affect the growth of rice roots and plants overall. Aquatic waves, on the other hand, play a role in the harvesting process of rice, involving mechanisms for water extraction and drying efficiency. This study reviews the application of physical principles to improve agricultural yields, reduce losses, and develop more efficient and environmentally friendly methods. The research is conducted by utilizing various national and international scientific literature related to the topic. The findings indicate that the application of physics concepts in irrigation and harvesting systems can significantly enhance agricultural productivity. It is hoped that this research will contribute to the development of advanced agricultural technologies.

Keyword : *Agricultural Physics, Fluids, Aquatic Waves, Irrigation.*

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan suatu kegiatan makhluk hidup khususnya manusia yang berfokus pada kegiatan budidaya tanaman dan hewan yang berguna untuk memenuhi kebutuhan pangan, bahan baku industri, dan energi, dengan memanfaatkan beberapa sumber daya alam diantaranya seperti tanah, air dan iklim. Namun, pengertian pertanian secara ilmiah dapat diartikan sebagai cabang ilmu terapan yang mempelajari serta mengelola proses produksi tanaman dan hewan dengan tujuan untuk menghasilkan bahan pangan, serat, bioenergi, dan produk lainnya. Pertanian ini mencakup berbagai ilmu seperti ilmu tanah, agronomi, horticultural, ekologi serta bioteknologi, yang dimanfaatkan untuk berkontribusi dalam memahami dan mengoptimalkan proses produksi secara keberlanjutan. Pada pertanian modern tidak hanya mengandalkan metode tradisional, tetapi juga diperlukan untuk menerapkan prinsip-prinsip ilmiah dan teknologi canggih yang dapat meningkatkan produktivitas dengan menjaga kelestarian lingkungan, serta

menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim dan pertumbuhan populasi.

Perkembangan teknologi pada bidang pertanian telah mengalami transformasi yang signifikan, terutama dalam menghadirkan efisiensi dan produktivitas yang lebih tinggi. Namun, di balik adanya berbagai inovasi tersebut, konsep-konsep dasar fisika sangat berperan penting dalam mendukung mekanisme pertanian modern. Terdapat dua aspek fisika yang sangat relevan dalam pertanian adalah dinamika fluida dan fenomena gelombang, yang mana kedua aspek tersebut memiliki pengaruh besar dalam pertumbuhan tanaman serta pada proses panen, khususnya pada komoditas padi. Sehingga pemahaman prinsip-prinsip ini menjadi kunci dalam mengoptimalkan hasil pertanian.

Dalam konteks pertumbuhan padi, pada kajian fluida sangat berhubungan dengan bagaimana air dapat bergerak dan tersebar di lahan persawahan. Aliran air yang optimal tidak hanya akan menjamin ketersediaan nutrisi bagi tanaman, tetapi juga akan menjaga kestabilan ekosistem mikro yang ada di sekitar akan padi. Prinsip-prinsip seperti tekanan fluida, viskositas, dan gaya kapiler juga menentukan distribusi pertumbuhan padi. Dengan menerapkan analisis fisika fluida, petani dapat merancang system irigasi atau pengairan yang lebih efisien serta ramah lingkungan.

Sementara pada saat fase panen, fenomena gelombang akuatik akan memainkan perannya yang tidak kalah penting. Pada proses panen padi, terutama yang dilakukan di area berlumpur atau tergenang, sering kali melibatkan interaksi antara mesin atau alat panen dengan air dan lumpur. Gelombang yang dihasilkan dari getaran mesin akan mempengaruhi kestabilan tanah dan kualitas hasil panen. Pemahaman mengenai karakteristik gelombang permukaan, frekuensi, dan amplitude akan membantu dalam merancang alat panen yang mampu bekerja efektif tanpa merusak tanaman atau mengganggu struktur tanah.

Analisis mendalam mengenai konsep fluida dan gelombang dalam konteks pertanian ini dapat membuka peluang besar bagi inovasi teknologi pertanian di masa yang akan datang. Integrasi antara prinsip fisika dan praktik agrikultur dapat memungkinkan terciptanya Teknik bercocok tanam dan panen yang lebih adaptif terhadap terjadinya perubahan iklim dan kondisi lahan. Oleh karena itu, kajian ini tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga aplikatif dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan.

Artikel ini dibuat dengan tujuan untuk mengkaji bagaimana konsep dasar fisika, khususnya pada konsep fluida dan gelombang yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan padi hingga proses panennya. Melalui pendekatan analitis dan deskriptif, diharapkan pembahasan ini dapat memperluas wawasan pemahaman mengenai keterkaitan anatar ilmu fisika dan teknologi pertanian, sekaligus dapat mendorong terciptanya inovasi baru yang berbasis pemahaman ilmiah yang kuat.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur untuk mengkaji konsep-konsep fisika yang berperan dalam teknologi pertanian, khususnya pada aspek dinamika fluida pada pertumbuhan tanaman padi dan penggunaan gelombang akuistik dalam proses panen. Metode studi literatur adalah pendekatan penelitian yang menggunakan sumber-sumber tertulis yang sudah ada untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mensintesis informasi tentang topik tertentu. Data dikumpulkan melalui pencarian sistematis terhadap artikel-artikel ilmiah yang relevan dari berbagai sumber terpercaya, seperti jurnal nasional dan internasional dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir. Pencarian ini dilakukan melalui database seperti Google Scholar, ScienceDirect, ResearchGate, SpringerLink, dan Portal Garuda dengan menggunakan kata kunci seperti "fluid dynamics in agriculture", "water flow in rice growth", "aquatic wave harvesting", dan "paddy field irrigation physics".

Kriteria inklusi untuk pemilihan artikel meliputi artikel yang membahas penerapan konsep fisika fluida dan gelombang dalam pertanian, baik secara teoritis maupun aplikatif, serta studi eksperimental dan pengembangan teknologi berbasis prinsip-prinsip tersebut. Sebanyak dengan minimal 20 artikel jurnal terpilih untuk dianalisis secara mendalam untuk mengidentifikasi hubungan antara prinsip dasar fisika dengan penerapannya dalam sistem pertanian modern, khususnya pada budidaya dan panen padi. Artikel yang terpilih kemudian akan diklasifikasikan

berdasarkan tema utama, seperti dinamika fluida dalam pertumbuhan tanaman, mekanisme pengaturan irigasi, serta teknologi berbasis gelombang untuk mempermudah proses panen. Analisis dilakukan secara kualitatif dengan tujuan membangun pemahaman teoritis yang komprehensif terhadap peran konsep fisika dalam mendukung inovasi teknologi di sektor pertanian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika Fluida dalam Pertumbuhan Tanaman Padi

1. Konsep Tekanan dan Aliran Fluida

Pertumbuhan tanaman padi sangat dipengaruhi oleh pergerakan dan distribusi air dalam lahan pertanian. Tekanan fluida, yang dihasilkan dari berat air, menjadi faktor utama dalam menentukan seberapa jauh dan cepat air dapat meresap ke dalam tanah. Semakin besar tekanan, maka semakin dalam penetrasi air ke lapisan tanah yang lebih bawah, sehingga area perakaran padi dapat menerima pasokan air dan nutrisi secara optimal.

Selain tekanan, kecepatan aliran air juga berperan dalam proses penyebaran air di lahan sawah. Berdasarkan prinsip hukum kontinuitas, dalam saluran irigasi yang berubah luas penampangnya, kecepatan aliran air akan menyesuaikan diri untuk menjaga debit tetap konstan. Pada daerah dengan penampang sempit, kecepatan air akan meningkat, sehingga memudahkan air mencapai area yang lebih jauh dari sumber irigasi. Oleh karena itu pemahaman tentang tekanan dan kecepatan aliran air sangat penting dalam merancang sistem irigasi sawah yang efisien.

Penerapan konsep ini memungkinkan penggunaan air yang lebih hemat, meningkatkan efisiensi distribusi air, dan membantu mencegah genangan berlebihan yang dapat merusak tanaman.

2. Pengaruh Viskositas dan Gaya Kapiler dalam Irigasi Sawah

Viskositas air menentukan seberapa cepat air dapat bergerak melalui pori-pori tanah. Pada tanah berlumpur, yang memiliki pori-pori kecil, viskositas air memainkan peran besar dalam mengatur kecepatan peresapan. Tanah dengan kandungan lempung yang tinggi akan memperlambat aliran air, sehingga memerlukan tekanan tambahan agar air dapat menembus lapisan tersebut.

Selain itu, gaya kapiler juga menjadi faktor penting dalam mempertahankan suplai air pada tanaman, terutama saat permukaan tanah mulai mengering. Gaya kapiler memungkinkan air naik ke atas melawan gaya gravitasi, menyuplai air ke akar tanaman secara terus-menerus. Hal ini sangat krusial dalam fase vegetatif tanaman padi yang membutuhkan ketersediaan air konstan.

3. Sistem Irigasi Modern Berbasis Fisika

Dalam Perkembangan pertanian modern, berbagai sistem irigasi telah dirancang berdasarkan prinsip-prinsip fisika fluida. Sistem irigasi gravitasi misalnya, memanfaatkan perbedaan ketinggian untuk mengalirkan air tanpa memerlukan pompa tambahan. Air dialirkan dari tempat yang lebih tinggi ke lahan sawah, mengikuti prinsip dasar aliran fluida, sehingga lebih hemat energi dan biaya operasional.

Selain itu, penggunaan sistem irigasi tetes yang berbasis tekanan rendah memungkinkan distribusi air secara perlahan langsung ke akar tanaman. Sistem ini tidak hanya menghemat air, tetapi juga mengurangi risiko erosi tanah dan mencegah pertumbuhan gulma karena area basah sangat terbatas.

4. Studi Kasus Penerapan Prinsip Fisika dalam Irigasi Sawah

Penerapan hukum bernoulli dalam desain saluran irigasi di beberapa wilayah pertanian telah mampu meningkatkan efisiensi distribusi air hingga 25%. Saluran irigasi yang dirancang dengan memperhitungkan perubahan kecepatan dan tekanan air menghasilkan pengaliran yang lebih merata, meningkatkan produktivitas padi dan mempercepat masa tanam berikutnya.

5. Tabel Perbandingan Irigasi Konvensional dan Irigasi Berbasis Prinsip Fisika

Tabel1.Perbandingan irigasi konvensional dan irigasi berbasis prinsip fisika

Aspek	Irigasi Konvensional	Irigasi Berbasis Fisika
Efisiensi Air	Rendah (banyak pemborosan)	Tinggi (air lebih hemat)
Energi yang Digunakan	Tinggi (pompa besar)	Rendah (gravitasi dan tekanan)
Biaya Operasional	Tinggi	Lebih rendah dalam jangka panjang
Dampak Lingkungan	Erosi tanah tinggi	Menjaga struktur tanah
Produktivitas Tanaman	Standar	Lebih tinggi

Tabel tersebut membandingkan dua jenis sistem irigasi: irigasi konvensional dan irigasi berbasis prinsip fisika, dari lima aspek utama. Irigasi berbasis prinsip fisika terbukti lebih unggul dibandingkan irigasi konvensional dalam berbagai aspek. Sistem ini memberikan efisiensi air yang tinggi, menggunakan energi yang lebih rendah karena memanfaatkan gravitasi dan tekanan alamiah, serta memiliki biaya operasional yang lebih hemat dalam jangka panjang. Selain itu, dampak lingkungannya juga lebih positif karena membantu menjaga struktur tanah, sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Sebaliknya, irigasi konvensional cenderung boros air, memerlukan energi besar, biaya tinggi, menyebabkan erosi tanah, dan hasil tanaman standar.

Penerapan Gelombang Akuatik dalam Proses Panen

1. Karakteristik Gelombang Akuatik dalam Pertanian

Gelombang akuatik di lahan pertanian terbentuk sebagai respons terhadap getaran mekanik alat panen atau pergerakan air di lahan basah. Gelombang ini memiliki sifat seperti frekuensi, panjang gelombang, dan amplitudo, yang masing-masing berpengaruh terhadap pergerakan tanah dan air disekitarnya.

Pada panen padi, getaran yang dihasilkan oleh alat berat menimbulkan gelombang mekanik yang dapat mempengaruhi kestabilan struktur tanah. Gelombang dengan frekuensi tertentu mampu memecah agregasi lumpur, mengurangi hambatan pergerakan mesin, serta mempercepat proses perontokan padi.

2. Aplikasi Getaran pada Mesin Combine Harvester

Teknologi mesin combine harvester telah mengadopsi prinsip gelombang dan getaran dalam mekanismenya. Getaran yang dihasilkan oleh mesin digunakan untuk mempercepat proses pemisahan butiran padi dari tangkainya. Dengan pengaturan frekuensi dan amplitudo yang tepat, proses ini dapat dilakukan lebih cepat tanpa merusak butiran padi.

Selain itu, getaran lateral yang ditransmisikan melalui badan mesin membantu alat bergerak lebih efisien di medan berlumpur. Hal ini mengurangi konsumsi energi mesin dan mempercepat proses panen, yang pada akhirnya meningkatkan produktivitas lahan pertanian.

Rumus frekuensi getaran yang digunakan untuk menganalisis mekanisme perontokan padi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

Dengan:

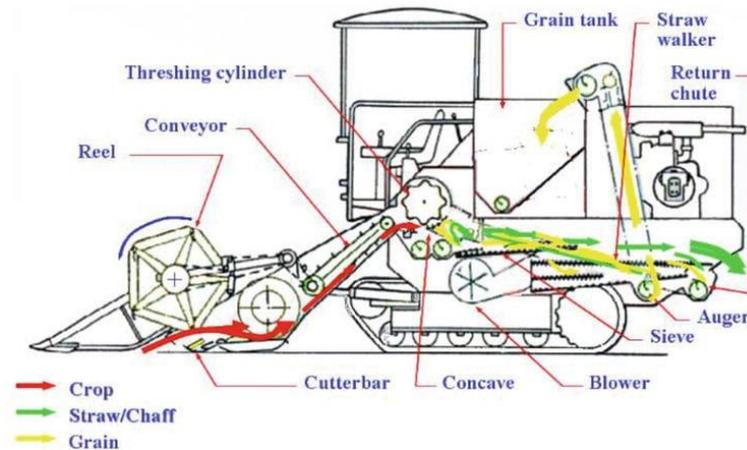
f = Frekuensi getaran (Hz)

v = Kecepatan rambat gelombang (m/s)

λ = Panjang gelombang (m)

Rumus ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan rambat gelombang atau semakin tinggi kecepatan rambat gelombang, maka frekuensi getaran akan semakin tinggi.

Relevansi: digunakan dalam analisis getaran drum dan ayakan dalam combine harvester agar efisiensi perontokan tinggi dan kerusakan gabah minimal.



Gambar 1. Mesin Combine Harvester
Sumber gambar: Wikimedia Commons

Gambar menunjukkan skema kerja mesin combine harvester yang terdiri dari beberapa komponen utama. Tanaman padi yang sudah matang diarahkan oleh reel menuju cutter bar yang memotong batang tanaman. Potongan tanaman kemudian di angkut oleh conveyor ke dalam mesin untuk diproses. Di bagian threshing cylinder dan concave, terjadi proses perontokan gabah dari batang dengan prinsip tumbukan dan gaya sentrifugal. Gabah, jerami, dan sekam kemudian dipisahkan; gabah yang lebih berat jatuh ke auger sieve, sementara jerami dan sekam yang ringan dihembuskan oleh blower. Gabah bersih dialirkan ke grain tank, sedangkan sisa jerami dan sekam dibawa oleh straw walker ke bagian belakang. Gabah yang belum sepenuhnya terpisah akan dikembalikan melalui return chute untuk diproses ulang.

3. Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik dalam Pengerinan Pascapanen

Penggunaan gelombang ultrasonik dalam pengerinan padi pascapanen merupakan inovasi baru yang menjanjikan. Gelombang ini mampu mempercepat penguapan air dari dalam butiran padi dengan lebih merata, sehingga memeperspendek waktu pengerinan tanpa menurunkan kualitas beras.

Dalam praktiknya, penerapan gelombang ultrasonik mampu menurunkan kadar air padi dari 22% ke 14% dalam Waktu 30% lebih cepat dibandingkan metode pengerinan alami. Hal ini memberikan keuntungan dalam efisiensi energi, kualitas produk, dan kecepatan distribusi hasil panen ke pasar.

Implikasi Penerapan Fisika dalam Teknologi Pertanian

1. Peningkatan Efisiensi dan Produktivitas

Integrasi prinsip fisika dalam pertanian secara nyata meningkatkan efisiensi penggunaan air, mempercepat masa panen, serta menekan kerugian hasil panen. Dengan menggunakan sistem irigasi berbasis tekanan dan aliran optimal, serta mesin panen hingga 30% dibandingkan dengan metode konvensional.

2. Kontribusi terhadap Pertanian Berkelanjutan

Teknologi ini juga berkontribusi terhadap pertanian berkelanjutan dengan mengurangi penggunaan air secara berlebihan, menghemat energi, dan mengurangi jejak karbon. Pemanfaatan prinsip-prinsip dasar fisika memungkinkan sistem pertanian yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim dan keterbatasan sumber daya.

3. Tantangan dan Solusi Implementasi

Meski banyak keuntungan yang ditawarkan, implementasi teknologi berbasis fisika masih menghadapi kendala seperti biaya investasi awal yang tinggi dan keterbatasan pemahaman petani terhadap teknologi baru. Oleh karena itu, diperlukan program pelatihan

berkelanjutan, subsidi teknologi, dan pengembangan alat yang lebih sederhana agar dapat menjangkau lebih banyak petani.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap penerapan konsep fisika dalam teknologi pertanian, khususnya pada dinamika fluida dan gelombang akustik dalam budidaya dan panen padi, dapat disimpulkan bahwa pemahaman prinsip-prinsip dasar fisika memiliki peranan yang sangat penting dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Dinamika fluida berkontribusi secara langsung terhadap pengaturan sistem irigasi, distribusi nutrisi, dan kestabilan mikroekosistem sawah, yang pada akhirnya mendukung pertumbuhan optimal tanaman padi.

Sementara itu, fenomena gelombang akustik yang terjadi pada saat proses panen dan pasca panen juga menunjukkan pengaruh signifikan terhadap efisiensi dan kualitas hasil pertanian. Pemanfaatan karakteristik gelombang dalam pengoperasian alat panen dan dalam proses pengeringan hasil panen mampu meningkatkan efektivitas kerja, meminimalkan kerusakan tanaman, serta menjaga mutu produk akhir.

Integrasi konsep fluida dan gelombang dalam praktik pertanian modern tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga mendukung upaya mewujudkan pertanian yang lebih adaptif, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Dengan demikian, penerapan ilmu fisika dalam bidang pertanian merupakan langkah strategis untuk menghadapi tantangan global di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada diri sendiri atas ketekunan dan usaha yang telah dicurahkan dalam menyelesaikan penyusunan artikel ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada dosen pengampu mata kuliah agrofisika yang telah memberikan arahan, motivasi, dan ilmu yang sangat berharga selama proses penulisan. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi yang berguna dalam pengembangan teknologi pertanian berbasis konsep fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelita, T., Amatullah, S., Purwanti, N. Y. N., Mahmudiyah, N. N., Herman, N. B., Anggraeni, F. K. A., & Mahmudi, K. (2024). KAJIAN KONSEP FLUIDA DALAM SISTEM IRIGASI DI LAHAN PERTANIAN. *Jurnal Agritechno*, 99-104.
- Anggraeni, N. M., Kinasih, R. E., & Ayuningtiyas, L. (2024). ANALISIS KONSEP PENERAPAN MEKANIKA DALAM SISTEM IRIGASI PERTANIAN BERBASIS TEKNOLOGI. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 248-257.
- Asfar, A. M. I. A., Asfar, A. M. I. T., Thaha, S., Kurnia, A., Budianto, E., & Syaifullah, A. (2022). Pelatihan transformasi sekam padi sebagai biochar alternatif. *Kumawula: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(1), 95-102.
- Dinata, M. M. M., & Hakim, M. F. (2019). Pengaruh Gelombang Ultrasonik Terhadap Hama Tikus Guna Menanggulangi Permasalahan Hama Padi. *Barometer*, 4(1), 183-185.
- Esa, N., Misman, S. N., Saad, M. M., & Masarudin, M. F. (2023). Nitrogen, potassium, and silicon fertilization to achieve lower panicle blast severity and improve yield components of rice using response surface methodology. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 85(5), 81-91.
- Fatimah, U., Sukma, A. F., Saputra, A. B. M., & Mahmudi, K. (2024). ANALISIS KONSEP MEKANIKA PADA MESIN COMBINE HARVESTER DALAM PEMROSESAN PADI UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI DAN KUALITAS HASIL PANEN. *Jurnal Agro Indragiri*, 9(2), 78-84.
- Gosselin, F.P. 2019. Mechanics of a plant in fluid flow. arXiv.
- Halauddin, H., Syarifuddin, M., & Sugianto, N. (2022). Budidaya Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*. L) Menggunakan Teknologi Irigasi Kapilaritas Bagi Kelompok PKK Desa Talang Pauh, Kabupaten Bengkulu Tengah. *Indonesian Journal of Community Empowerment and Service (ICOMES)*, 2(1), 31-35.

- Hidayatullah, D., & Sulistiyanto, S. (2022). Perancang alat pengusir hama burung pipit pada tanaman padi menggunakan gelombang kejut otomatis berbasis internet of things (iot). *JEECOM J. Electr. Eng. Comput*, 4(2), 74-78.
- Ikhsan, M. H., & Prasetyo, S. (2025). Sinergi Cabang-Cabang Ilmu Pengetahuan Alam dalam Kompleksitas Fenomena Fotosintesis pada Tumbuhan. *Tarbiyatuna Kajian Pendidikan Islam*, 9(1), 001-026.
- Lestari, D., Lesmono, A. D., & Maryani, M. (2019). Identifikasi Besaran Fisis Fluida Pada Aliran Irigasi Jenggawah Jember Sebagai Penguatan Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Jember*, 8(1), 40-46.
- Marzuki, M., Pohan, A. F., Afdal, A., & Sutantyo, T. E. P. (2021). Penerapan konsep hukum bernoulli untuk mengatasi krisis air pada kelompok tani padi jorong batu gadang di kenagarian katialo kabupaten solok, sumatera barat. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 4(1), 54-60.
- Pagano, M., & Del Prete, S. (2024). Symphonies of Growth: Unveiling the Impact of Sound Waves on Plant Physiology and Productivity. *Biology*, 13(5), 326.
- Robbi, A. D. F., Maharani, A., Maharika, M., Anggraeni, F. K. A., & Mahmudi, K. (2024). STUDI LITERATUR: PEMANFAATAN FLUIDA DALAM TEKNOLOGI AGROINDUSTRI BERUPA ALAT PENGERING DALAM PENGOLAHAN HASIL PERTANIAN. *PHYDAGOGIC: Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, 7(1), 53-62.
- Techarang, J., Yu, L. D., Tippawan, U., & Phanchaisri, B. (2018). Ion beam genetic-technology for modification of rice phenotypes. *Surface and Coatings Technology*, 355, 207-214.
- Ucik, N., & Abidin, R. Z. (2024). PENCEGAHAN HAMA PADA TANAMAN PADI MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN RIDDEX ULTRASONIC. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(5), 10240-10247.
- Wang, L., Chang, Q., Li, F., Yan, L., Huang, Y., Wang, Q., & Luo, L. (2019). Effects of growth stage development on paddy rice leaf area index prediction models. *Remote Sensing*, 11(3), 361.
- Wu, Y., Li, X., Yu, L., Wang, T., Wang, J., & Liu, T. (2022). Review of soil heavy metal pollution in China: Spatial distribution, primary sources, and remediation alternatives. *Resources, Conservation and Recycling*, 181, 106261.
- Wulandari, R. D., Sani, S. A., Anggraeni, N. P., Mashithoh, N. N., Prihandono, T., & Mahmudi, K. (2023). Analisis Konsep Fluida Pada Sistem Perairan Hidroponik NFT (Nutrient Film Engineering). *Jurnal Sains Riset*, 13(3), 832-838.
- Zheng, H., Sun, H., Cao, Y., Lv, X., Wang, C., Chen, Y., ... & Qiu, W. (2023). Computational fluid dynamics simulation analysis of the effect of curved rice leaves on the deposition behaviour of droplets. *Plant Methods*, 19(1), 116.