



## Analisis Pola dan Keseragaman Pembasahan Media Tanam Bertekstur Liat dan Pasir Malang pada Sistem Irigasi Tetes

*Analysis of Wetting Patterns and Uniformity in Clay-Textured and Malang Sand Growing Media under a Drip Irrigation System*

Yohannes Radisman Parulian Aruan, I Putu Gede Budisanjaya\*, Ida Ayu Gede Bintang Madrini, Ni Nyoman Sulastri

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

### ABSTRAK

Irigasi tetes adalah salah satu metode irigasi modern yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dengan cara mengalirkan air secara perlahan dan konsisten langsung ke area perakaran tanaman. Kinerja sistem ini sangat ditentukan oleh pola pembasahan media tanam, yang dipengaruhi oleh sifat fisik tanah serta jumlah dan penyebaran air yang diaplikasikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola dan keseragaman pembasahan pada dua jenis media tanam, yaitu tanah liat dan pasir malang. Metode pembasahan yang digunakan adalah pembasahan dengan sistem irigasi tetes dengan 4 lateral dan 5 emiter. Air dialirkan selama 3 menit pada media tanam yang dikemas dalam plastik transparan, dan pola pembasahan dianalisis berdasarkan luas penampang dan kedalaman basah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola pembasahan pada media tanah liat cenderung melebar secara horizontal dengan bentuk mendekati lingkaran. Pada media pasir malang, pola pembasahan dominan ke arah vertikal, membentuk pola seperti segitiga ke bawah akibat infiltrasi cepat. Keseragaman pembasahan (*Coefficient of uniformity*/CU) juga menunjukkan perbedaan. Nilai CU pada media tanah liat sebesar sekitar 78% (kategori cukup baik), sedangkan nilai CU pada media pasir malang sebesar sekitar 80% (kategori baik).

**Kata Kunci:** Irigasi tetes, keseragaman distribusi air, pasir malang, pola pembasahan, tanah liat

### ABSTRACT

Drip irrigation is one of the modern irrigation methods designed to improve water use efficiency by delivering water slowly and consistently directly to the plant root zone. The performance of this system is highly influenced by the wetting pattern of the growing media, which is affected by the physical properties of the soil as well as the amount and distribution of the applied water. This study aims to analyze the wetting pattern and uniformity in two types of growing media, namely clay soil and Malang sand. The wetting method used is a drip irrigation system with 4 laterals and 5 emitters. Water was applied for 3 minutes onto the planting media, which was contained in transparent plastic, and the wetting pattern was analyzed based on the wetted cross-sectional area and depth. The results showed that the wetting pattern in clay soil tended to spread horizontally, forming a shape close to a circle. In contrast, in Malang sand, the wetting pattern was predominantly vertical, forming a triangle extending downward due to rapid infiltration. The uniformity of wetting (*Coefficient of uniformity*/CU) also showed differences. The CU value in clay soil was approximately 78% (classified as fairly good), while in Malang sand it was around 80% (classified as good).

**Keywords:** Clay, drip irrigation malang sand, water distribution uniformity, wetting pattern

### PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi, para petani kini mulai mengadopsi sistem irigasi tetes untuk meningkatkan efisiensi pengairan di lahan pertanian. Sistem irigasi tetes adalah metode pengairan modern yang mengalirkan air secara stabil langsung ke akar tanaman melalui pipa berdiameter kecil. Cara ini menjadikan penggunaan air lebih efisien dan efektif dibandingkan dengan metode

#### \*Corresponding author:

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia.

Email: [budisanjaya@unud.ac.id](mailto:budisanjaya@unud.ac.id)

Masuk: 11 Juli 2025;

Direvisi: 15 Juli 2025;

Diterima: 19 Agustus 2025;

Terbit: 30 April 2026

irigasi lainnya, serta mampu meminimalkan limbah air yang terbuang (Isa & Pratiwi, 2024) Sistem ini bekerja dengan menyalurkan air secara perlahan-lahan ke area perakaran, sehingga mencegah kehilangan air yang berlebihan akibat penguapan atau perembesan yang tidak terkendali. Sistem irigasi tetes memiliki efisiensi penggunaan air yang tinggi, yaitu mencapai 80% hingga 95%. Hal ini karena sistem irigasi ini dilengkapi dengan pengontrol yang baik, sehingga menjadi salah satu alternatif irigasi yang hemat dan efisien. Air diberikan langsung ke area perakaran tanaman secara teratur dan perlahan, sehingga mengurangi kehilangan air akibat penguapan (evaporasi) (Hidayat, 2024). Teknologi ini akan memberikan manfaat berupa efisiensi penggunaan air, asalkan dirancang dengan tepat dan dipelihara dengan baik.

Pemenuhan kebutuhan air yang tepat sangat penting untuk memastikan tanaman tumbuh secara optimal. Kelebihan air dapat mengganggu proses aerasi di daerah perakaran, karena menghilangkan udara dari pori-pori tanah, yang pada akhirnya dapat menyebabkan akar membusuk. Selain air, akar tanaman juga membutuhkan udara untuk mendukung aktivitas biologi tanah dan penyerapan unsur hara (Gustiara, 2020). Sebaliknya, kekurangan air dapat menghambat proses metabolisme tanaman, mengganggu pembelahan dan pembesaran sel, serta mengakibatkan tanaman menjadi layu dan mati (Gustiara, 2020). Efektivitas sistem irigasi tetes sangat dipengaruhi oleh pola pembasahan tanah yang terbentuk pada media tanam. Pengetahuan mengenai pola pembasahan ini sangat penting untuk perencanaan dan perancangan sistem irigasi tetes, termasuk menentukan kedalaman penempatan lateral atau emiter, jarak antar emiter, dan tekanan pompa yang diperlukan untuk mengalirkan air dengan jumlah yang sesuai kebutuhan tanaman. Pola pembasahan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti karakteristik media tanam, kemampuan air untuk menyebar secara vertikal maupun horizontal, sifat fisik tanah, dan jumlah air yang diberikan (Shandy, 2023). Pengukuran pola pembasahan dapat dilakukan baik secara langsung di lapangan maupun melalui pengamatan eksperimen di laboratorium. Mengingat pentingnya pola pembasahan media tanam dalam perancangan sistem irigasi yang lebih efektif, maka penelitian tentang pola pembasahan pada media tanam dengan tekstur yang berbeda perlu untuk dilakukan. Tanah liat dipilih karena memiliki tekstur halus dengan pori-pori kecil yang membuat laju infiltrasi lebih lambat namun kapasitas menahan air tinggi, sedangkan pasir Malang dipilih karena teksturnya kasar, pori-pori besar, dan laju infiltrasi cepat sehingga daya menahan air rendah. Perbedaan sifat fisik yang kontras ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai variasi pola pembasahan pada sistem irigasi tetes (Mendrofa et al., 2024)

## METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sistem dan Manajemen Teknik Pertanian dan Biosistem serta Laboratorium Pengelolaan Sumber Daya Alam Pertanian dan Lingkungan, Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana pada bulan November 2024 – Maret 2025.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem irigasi tetes horizontal (tanki air, pompa, pipa pvc  $\frac{3}{4}$  inc, *emitter*), oven, flowmeter moisture, kamera handphone Samsung, stopwatch, plastik 1kg (8 x 12 cm). Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air, serta media tanam bertekstur liat dan pasir malang.

### Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini diawali media tanam liat dan pasir malang dikeringkan hingga mencapai kondisi kering udara untuk memastikan keseragaman awal. Pengujian kadar air media tanam menggunakan rumus persamaan, target kadar air awal ( $10 \pm 5\%$ ) menggunakan metode gravimetri berdasarkan rumus kadar air untuk memastikan keseragaman kadar air sebelum irigasi. Kemudian media tanam dimasukkan ke dalam plastik tranpasran dengan ukuran lebar 8 cm tinggi 11,5 cm dan dengan berat 650 gram setiap sampel, dan menancapkan *emitter* tepat dibagian Tengah. Air irigasi dialirkan

melalui emitter dengan debit sebesar 0,25 L/jam dengan menggunakan rumus persamaan sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. dan akan dikeluarkan dari lateral dan kemudian *emitter*, dalam sistem irigasi tetes memiliki 4 lateral tiap lateral memiliki 5 emitter. Media tanam tanah liat akan ditempatkan pada emitter 1,3,5 untuk melihat keseragaman pola pembasahan dari yang terdekat dengan sumber air, dipertengahan, dan diujung atau yang terjauh dari sumber air. Kemudian air irigasi dialirkan dengan waktu 3 menit, setelah 3 menit dilakukan pengukuran diameter dan kedalaman pola pembasahan dilakukan dengan cara mengukur bagian atas, kiri, kanan yang terbasahi. diukur dari setiap sisi agar bisa mengetahui luas pola pembasahan. Dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan untuk mengetahui keseragaman pola pembasahan media tanam. Dokumentasi visual pola pembasahan diambil menggunakan kamera android Samsung, jarak kamera ke media tanam sejauh 15 cm dengan iso 400, shutter 50, wb 6000k, fokus 1x sebagai data pendukung analisis untuk memastikan hasil gambar memiliki pencahayaan yang cukup, fokus yang tajam, serta detail yang jelas pada area basah dan kering.

### **Analisis Data**

Data yang diperoleh melalui penelitian dianalisis menggunakan aplikasi Ms Excel sebagai alat bantu pengolahan data untuk menentukan pengaruh variable penelitian terhadap objek penelitian. Data diameter dan kedalaman pembasahan media tanam serta data pengambilan kamera akan dianalisis secara deskriptif dengan menghubungkan pengaruhnya terhadap jarak tanam serta peranannya sistem irigasi tetes. Selain itu, analisis boxplot digunakan untuk menggambarkan sebaran data (median, kuartil, dan outlier) sehingga memudahkan dalam melihat variasi dan konsistensi hasil pada masing-masing media tanam. *Coefficient Uniformity* (CU) ditentukan dengan persamaan . Nilai CU akan ditentukan menggunakan diameter penampang atas dan kedalaman pembasahan media tanam baik yang bertekstur liat dan pasir malang. Masing-masing pengukuran akan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Nilai koefisien keseragaman tetesan menunjukkan tingkat kesamaan penyebaran air yang menetes dari tiap emitter pada sistem irigasi. Semakin besar koefisien irigasi maka tingkat kesamaan penyebaran juga semakin baik.







## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pola Pembasahan Media Tanam Tanah Liat Dan Pasir Malang**

Pola pembasahan media tanam bertekstur liat dan pasir malang yang dimana tanah liat yang menunjukkan bahwa penyebaran air pada tanah liat merata keseluruhan arah baik horizontal maupun vertikal. Warna gelap pada tanah liat menandakan area yang telah jenuh air sedangkan bagian yang berwarna terang menunjukkan bagian yang kering atau kurang terpengaruh dari distribusi air (Delsiyanti & Rajamuddin, 2016). dan media tanam pasir malang memperlihatkan pola pembasahan dengan arah dominan ke bawah (vertikal) dan penyebaran ke samping (lateral) yang relatif sempit. Bentuk pembasahan ini menyerupai segi tiga memanjang ke bawah, menandakan pergerakan air yang cepat melalui profil tanah akibat gravitasi (Viadolo et al., 2016). Area yang berwarna lebih gelap pada foto menunjukkan bagian media yang jenuh air, sedangkan bagian yang lebih terang menandakan kurangnya penetrasi air pada zona tersebut.

Pasir Malang memiliki karakteristik fisik berupa struktur butiran kasar, tingkat porositas makro yang tinggi, dan daya kapilaritas yang rendah. Akibatnya, air yang diberikan melalui irigasi tetes tidak banyak tertahan di permukaan, melainkan segera meresap ke dalam. Hal ini menyebabkan kelembapan tanah cepat berpindah ke lapisan bawah dan sulit mempertahankan distribusi air yang merata di sekitar zona perakaran bagian atas (Purdiyanto et al., 2022).

**Tabel 1.** Pola Pembasahan Media Tanam

Media Tanam	Tampak Atas	Tampak kanan	Tampak kiri
Tanah Liat			
Pasir Malang			

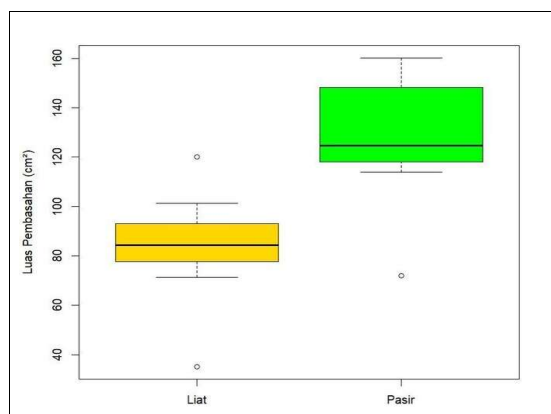
**Luas Pembasahan**

Berdasarkan data jumlah keseluruhan luas dari tiga Berdasarkan data jumlah keseluruhan luas dari tiga kali ulangan pada sistem irigasi tetes dengan media tanam tanah liat, diperoleh total luas 3 kali pengulangan sebesar 3014,14 cm<sup>2</sup> yang terdistribusi melalui beberapa titik lateral/emitter. Jumlah luas yang relatif besar ini memberikan gambaran terhadap pola dan luas pembasahan pada media tanah liat. Tanah liat memiliki karakteristik pori-pori halus dengan daya kapilaritas yang tinggi, sehingga arah pergerakan air cenderung lebih melebar secara horizontal dibandingkan vertikal (Gulo & Gulo, 2024). Hal ini menyebabkan air yang keluar dari emitter lebih banyak tersebar ke samping sebelum bergerak ke bawah. Luas pembasahan pada media tanah liat terlihat membentuk pola setengah lingkaran atau menyebar melengkung secara horizontal di sekitar titik tetes (Arianti et al., 2016). Kecepatan infiltrasi yang lambat pada tanah liat memungkinkan air bertahan lebih lama di permukaan dan di zona atas media, yang juga mendukung pembentukan zona jenuh air yang lebih lebar (Yunagardasari et al., 2017). Pola ini penting untuk diperhatikan karena akan memengaruhi distribusi air ke zona perakaran tanaman, terutama pada tanaman dengan sistem perakaran dangkal (Indra Permana et al., 2023). Dengan demikian, karakteristik media tanah liat cenderung menghasilkan luas pembasahan yang menyebar secara horizontal dan membentuk pola mendatar dari hasil pengukuran luas pembasahan dalam penelitian ini. Pasir malang merupakan media tanam bertekstur kasar dengan pori-pori besar dan daya kapilarita rendah, sehingga air yang keluar dari emitter pada sistem irigasi tetes cenderung lebih cepat meresap ke bawah dan mengalami pergerakan vertikal yang dominan. Dari hasil data jumlah keseluruhan luas pembasahan dari 3 kali pengulangan yaitu 4649,05 cm<sup>2</sup>, Hal ini menyebabkan luas pembasahan pada pasir malang lebih kecil secara horizontal namun memanjang ke bawah membentuk pola seperti segi tiga atau silinder vertikal. Kecepatan infiltrasi yang tinggi membuat air tidak tertahan lama di permukaan media, melainkan langsung masuk ke lapisan bawah, yang pada akhirnya menghasilkan zona basah yang lebih dalam dibandingkan melebar. Dengan karakteristik tersebut, pasir malang cenderung memiliki luas pembasahan yang sempit tetapi dalam secara vertikal, yang cocok untuk tanaman dengan sistem perakaran dalam.

**Grafik Boxplot Tanah Liat Dan Pasir Malang**

Pada media tanam tanah liat, Median luas pembasahan berada pada kisaran 85 cm<sup>2</sup>, menunjukkan nilai tengah dari distribusi. Rentang interkuartil (Q1 hingga Q3) berkisar dari 75 cm<sup>2</sup> hingga 95 cm<sup>2</sup>, yang berarti 50% data berada di rentang ini. Nilai maksimum (tanpa outlier) mendekati 102 cm<sup>2</sup>, dan nilai minimum mendekati 70 cm<sup>2</sup>. Terdapat dua nilai outlier, satu di bawah (35 cm<sup>2</sup>) dan satu di atas (120 cm<sup>2</sup>), yang menunjukkan adanya variasi ekstrim pada beberapa titik pengamatan. Sebaran data relatif sempit dan terkonsentrasi, mencerminkan karakteristik tanah liat yang memiliki porositas rendah dan laju infiltrasi lambat, sehingga penyebaran air cenderung terbatas dan merata secara perlahan (Fahriana et al., 2019).

Pada media tanam pasir malang, median luas pembasahan terletak pada 125 cm<sup>2</sup>, menunjukkan nilai tengah yang jauh lebih tinggi dibandingkan media liat. Rentang interkuartil berkisar dari 115 cm<sup>2</sup> hingga 150 cm<sup>2</sup>, yang menunjukkan sebaran data yang lebih lebar. Nilai maksimum (tanpa outlier) mencapai 160 cm<sup>2</sup>, dan nilai minimum mendekati 112 cm<sup>2</sup>. Terdapat satu nilai outlier rendah, yaitu sekitar 70 cm<sup>2</sup>, yang kemungkinan besar dihasilkan dari pengaruh heterogenitas pori tanah pasir atau gangguan pada proses pengukuran. Luas pembasahan lebih tinggi dan distribusinya lebih lebar, mencerminkan sifat pasir malang yang memiliki pori-pori besar dan permeabilitas tinggi. Air cenderung menyebar lebih cepat secara horizontal maupun vertikal (Gustiara, 2020). Penggunaan boxplot dalam analisis ini sangat penting karena mampu memberikan gambaran visual yang ringkas mengenai sebaran data, mengidentifikasi nilai ekstrim (outlier), serta memperlihatkan tingkat konsistensi dan variasi antar perlakuan. Dengan demikian, boxplot memudahkan dalam membandingkan perbedaan karakteristik pola pembasahan pada media tanah liat dan pasir malang lebih jelas dan objektif. (Sihombing et al., 2023).

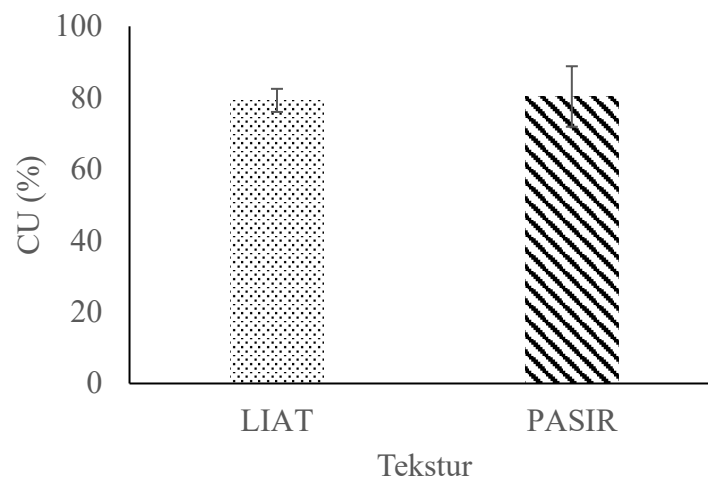


**Gambar 1.** Boxplot Luas Pembasahan Media Tanam Liat dan Pasir Malang

#### **Keseragaman CU (*coefficient of uniformity*)**

Nilai CU diukur dalam satuan persen (%) dan diwakili oleh tinggi batang pada grafik. Semakin tinggi nilai CU, maka semakin merata distribusi air dari emitter ke seluruh area yang dibasahi. Dari grafik terlihat bahwa nilai CU pada media tanam pasir malang lebih tinggi dibandingkan dengan media tanam liat. Nilai CU pada media pasir malang mencapai sekitar 80%, sedangkan pada media liat nilainya sedikit lebih rendah, yaitu sekitar 78%. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa distribusi air pada media pasir malang cenderung lebih seragam secara keseluruhan dibandingkan dengan media liat.

Berdasarkan klasifikasi yang dikemukakan dalam studi IJAERD (2017),  $CU \geq 80\%$  termasuk dalam kategori "baik", sedangkan nilai antara 75–80% masih dianggap "cukup baik" (Memon & Mistry, 2017). Selain itu, menurut klasifikasi Merriam & Keller (1978) yang dikutip oleh Kumari et al. (2018), sistem dengan EU (yang sebanding dengan CU) sebesar 84–90% dianggap "sangat baik", sedangkan nilai sekitar 78% digolongkan sebagai "cukup" dan belum mencapai tingkat desain yang disarankan sebesar 80% (Darimani et al., 2021).



**Gambar 2.** Keseragaman CU (*coefficient of uniformity*)

## KESIMPULAN

Pola pembasahan pada media tanah liat cenderung melebar secara horizontal dengan bentuk mendekati lingkaran. Pada media pasir malang, pola pembasahan dominan ke arah vertikal, membentuk pola seperti segitiga ke bawah akibat infiltrasi cepat. Keseragaman pembasahan (*Coefficient of Uniformity/CU*) juga menunjukkan perbedaan. Nilai CU pada media tanah liat sebesar sekitar 78% (kategori cukup baik), sedangkan nilai CU pada media pasir malang sebesar sekitar 80% (kategori baik).

## Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan variasi tekanan air atau jenis emitter yang berbeda untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pola dan keseragaman pembasahan, sehingga dapat diperoleh desain sistem irigasi tetes yang lebih optimal sesuai dengan jenis media tanam dan disarankan untuk mengevaluasi jarak antar emitter dan kedalaman penanaman tanaman terhadap efektivitas irigasi tetes, khususnya dalam skala lahan yang lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arianti, V., Suhardi, & Prawitosari, T. (2016). Pola pembasahan oleh tetesan pada beberapa tekstur tanah. *Jurnal AgriTechno*, 9, 70–77.
- Darimani, H. S., Kpoda, N., Suleman, S. M., & Luut, A. (2021). Field performance evaluation of a small-scale drip irrigation system installed in the upper west region of Ghana. *Computational Water, Energy, and Environmental Engineering*, 10(2), 82–94. <https://doi.org/10.4236/cweee.2021.102006>
- Delsiyanti, W. D., & Rajamuddin, U. A. (2016). Analisis karakteristik sifat fisik tanah pada berbagai penggunaan lahan di wilayah Kecamatan Pujon. *Jurnal Agrotekbis*, 4(3), 227–234.
- Gulo, A. A. S., & Gulo, G. N. H. (2024). Dinamika gerakan air di tanah: Pengaruh tekstur, struktur, dan kepadatan bulk. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(2), 133–137.
- Gustiara, Y. (2020). Pola pembasahan tanah ultisol menggunakan emitter keramik berpori pada beberapa kedalaman penempatan dripline. *Jurnal Agronomi*, 1(12), 30–32.
- Hidayat, M. T. (2024). Analisis efisiensi pemberian air menggunakan irigasi tetes. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(1), 153–154.
- Indra Permana, Anggoro, O., Carsidi, D., Alam, S., Sihaloho, N. K., & Killa, Y. M. (2023). *Kesuburan tanah dan pemupukan*. Putra, Rivandi Pranandita.

- Isa, F. I., & Pratiwi, V. (2024). Comparison of maintenance of automatic and conventional drip irrigation systems on herenso crops (Greenhouse Keboenumiku Cibodas-Lembang). *Jurnal Teknik Sipil*, 19(1), 60–61. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v19i1.38965>
- Memon, A., & Mistry, P. (2017). Evaluation of drip irrigation system for different operating pressures. *International Journal of Advance Engineering and Research Development (IJAERD)*, 63–69.
- Mendrofa, B. R., Lase, H. S. P., & Telaumbanua, S. (2024). Analisis sifat fisika tanah terhadap infiltrasi dan perkolasi air di lahan pertanian. *PENARIK: Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(1), 86–91.
- Purdiyanto, Widowati, H., & Susanto, A. (2023). Aplikasi variasi pumakkal terhadap pertumbuhan flame moss di aquascape dengan media pasir malang sebagai sumber belajar. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 14(1), 22–30.
- Shandy, I. (2023). *Pola pembasahan irigasi tetes bawah permukaan menggunakan HYDRUS-2D* [Skripsi].
- Sihombing, P. R., Suryadiningrat, Sunarjo, D. A., & Yuda, Y. P. A. C. (2023). Identifikasi data outlier (pencilan) dan kenormalan data pada data univariat serta alternatif penyelesaiannya. *Jurnal Ekonomi dan Statistik Indonesia*, 2(3), 307–316. <https://doi.org/10.11594/jesi.02.03.07>
- Viadolo, N., Pranggono, H., & Syakirin, M. B. (2016). Pengaruh penggunaan pasir Malang sebagai filter dalam media air limbah batik terhadap kelangsungan hidup ikan koi (*Cyprinus carpio* Linn). *Pena Akuatika*, 14(1), 67–75.
- Yunagardasari, C., Paloloang, A. K., & Monde, A. (2017). Model infiltrasi pada berbagai penggunaan lahan di Desa Tulo Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi. *E-J. Agrotekbis*, 5(3), 315–323.