

---

## Evaluasi Sifat Fisik Tanah Ultisol Terhadap Kinerja Irigasi Berpori Berbasis Internet of Things (IOT)

Rani Afriyani\*, Arjuna Neni Triana, Puspitahati

Universitas Sriwijaya, Indonesia

Email [raniafriyani13@gmail.com](mailto:raniafriyani13@gmail.com)\*

---

### Abstrak:

Irigasi porous merupakan system irigasi mikro dengan menggunakan emitter berpori untuk mendistribusikan air secara perlahan dan merata ke zona akar tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji performa sebaran air system irigasi porous terhadap sifat fisik tanah ultisol pada lahan rawa lebak. Penelitian dilaksanakan pada November 2024 sampai Januari 2025 di Rumah Tanaman dan Laboratorium Teknik Pertanian, Universitas Sriwijaya. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pengumpulan data di lapangan secara langsung atau pengamatan langsung. Beberapa variabel yang diukur meliputi pengukuran suhu dan kelembaban, debit air dan volume air, kadar air tanah, pola pembasahan tanah, infiltrasi, perkolasi, pola sebaran, dan sifat fisik tanah terdiri dari bulk density, porositas dan konduktivitas hidrolik tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran ultisol dan cocopeat (M3) mempunyai kadar air tertinggi sebesar 97,01%, sementara bulk density tertinggi terdapat pada M1 sebesar 0,58 gr/cm dengan konduktivitas hidrolik terendah sebesar 5,30 cm/jam. Pola sebaran air terbaik diperoleh pada M1 sebaliknya M4 menghasilkan konduktivitas hidrolik tertinggi sebesar 6,37 cm/jam. Hal ini dipengari bahwa pemilihan campuran media tanam yang tepat dapat meningkatkan efektivitas sistem irigasi porous pada tanah ultisol lahan rawa.

**Kata kunci:** Bulk Density; Konduktivitas Hidrolik Tanah; Pola Pembasahan; Pola Sebaran; Ruang Poli Total.

### Abstract:

*Porous irrigation is a micro-irrigation system using porous emitters to distribute water slowly and evenly to the plant's growing zone. This research aims to assess the performance of the porous irrigation system's water distribution on the physical properties of ultisol soil in lowland swamps. The study was conducted from November 2024 to January 2025 at the Plant House and Agricultural Engineering Laboratory, Sriwijaya University. The method used was a descriptive method with direct field data collection or direct observation. Several variables measured included temperature and humidity measurements, water discharge and water volume, soil water content, soil wetting patterns, infiltration, percolation, distribution patterns, and soil physical properties consisting of bulk density, porosity and soil hydraulic conductivity. The results showed that the mixture of ultisol and cocopeat (M3) had the highest water content of 97.01%, while the highest bulk density was found in M1 at 0.58 gr/cm with the lowest hydraulic conductivity at 5.30 cm/hour. The best water distribution pattern was obtained in M1, while M4 produced the highest hydraulic conductivity of 6.37 cm/hour. This indicates that selecting the right planting media mix can increase the effectiveness of porous irrigation systems in ultisol swamp soils.*

**Keywords:** Bulk Density; Soil Hydraulic Conductivity; Wetting Pattern; Distribution Pattern; Total Poly Space.

---

## PENDAHULUAN

Urban Farming merupakan konsep kegiatan pertumbuhan, pengelolaan dan distribusi pangan dengan menggunakan budidaya tanaman tomat di perkotaan (Austin et al., 2021). Pertanian 4.0 dengan menggunakan inovasi teknologi modern menjadikan suatu sarana efektif yang dapat mengoptimalkan produktivitas tanaman tomat dengan memperhatikan faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman (Liu et al., 2021). Dalam hal ini, teknologi yang digunakan untuk mendukung pertumbuhan tanaman tomat agar dapat meningkatkan produktivitas tanaman tomat yaitu menggunakan sistem irigasi yang hemat dengan menggunakan budidaya tanaman di rumah tanaman (Rizal, 2017). Maka dari itu,

diperlukan suatu inovasi sistem irigasi yang hemat air. Salah satu sistem irigasi bawah permukaan tanah yang sangat efisien terhadap penggunaan air seperti irigasi berpori (Adhiguna & Rejo, 2018; Arif & Caroline, 2023; Ulhaq et al., 2022; Witman, 2021).

Menurut G, Paul (2023), Irigasi berpori merupakan teknologi irigasi yang efisien dengan sistemnya air disalurkan melalui material porous yang dapat meresap secara perlahan ke dalam tanah sehingga langsung masuk ke zona perakaran. Irigasi porous dikenal sebagai teknologi irigasi yang efisien karena dapat mengurangi evaporasi, tidak memerlukan energi, dan mencegah penggaraman (katalisasi) terhadap media tanam (Triana et al., 2023). Sistem irigasi mikro merupakan salah satu teknologi irigasi yang dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan meningkatkan produksi pertanian (Malik, 2024; Widari, 2025). Namun, sistem irigasi mikro masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti ketergantungan pada tenaga manusia dan keterbatasan dalam memantau kondisi tanah dan tanaman. Smart Irrigation dan Internet of Things (IoT) merupakan dua teknologi yang dapat diintegrasikan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengoptimalkan pengelolaan sumber daya tanah dan air pada lahan pertanian (Ariawan, 2024; Hulukati et al., 2025; Musri, 2025; Setiawan et al., 2025). Smart Irrigation menggunakan sensor dan sistem otomatis untuk mengontrol penggunaan air berdasarkan kebutuhan tanaman, sedangkan IoT memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara real-time untuk pengambilan keputusan yang lebih akurat. Penggunaan irigasi berpori dengan menggunakan smart irigasi dengan mengimplementasikan konsep dengan menghubungkan sensor-sensor dengan handphone ataupun laptop dengan pemrograman menggunakan mikrokontroler ESP 32. Sistem monitoring berbasis mikrokontroler ESP 32 yang dilengkapi dengan sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor), sensor suhu dan kelembaban (sensor DHT 22), Pompa DC 12V (efisiensi penggunaan air), sensor deteksi nutrisi air (sensor TDS).

Berdasarkan penelitian Montesano et al. (2018), penggunaan sistem irigasi menggunakan sensor mempunyai kelebihan yaitu sensor dapat melakukan penyiraman secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman sehingga dapat meningkatkan efisiensi air dan sistem irigasi ini dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja untuk mengontrol dan menyiram tanaman secara manual sehingga dapat menurunkan konsumsi energi dan penyiraman dapat optimal. Selain itu, dengan menggunakan sensor pada sistem irigasi dapat mengurangi dampak lingkungan karena dengan menggunakan sensor berbasis elektrik maka air dapat diatur secara optimal sehingga mengurangi pencucian unsur hara yang dapat mencemari lingkungan. Serta dengan menggunakan sensor berbasis elektrik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air karena sensor dapat mengontrol kelembaban tanah secara real time, sehingga air hanya digunakan saat tanaman membutuhkan air. Maka, hal tersebut dapat mengurangi pemborosan air dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya (Ullah et al., 2024).

Sifat fisik tanah merupakan parameter penting yang memengaruhi efektivitas sistem irigasi, termasuk irigasi porous. Beberapa sifat fisik tanah yang dominan meliputi bulk density (kerapatan massa), porositas, konduktivitas hidrolis, kadar air tanah, pola pembasahan, infiltrasi, dan perkolasi. Parameter-parameter ini menentukan bagaimana air dari sistem irigasi dapat meresap, tersimpan, dan tersebar di dalam profil tanah, serta bagaimana air tersebut dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Putri dan Sasongko., 2023). Tanah ultisol, secara umum dijumpai di lahan rawa lebak, memiliki struktur yang padat, kandungan bahan organik yang rendah, dan

daya ikat air yang terbatas. Tanah jenis ultisol cenderung memiliki bulk density yang tinggi apabila tidak dikombinasikan dengan bahan amelioran seperti arang sekam atau cocopeat (Panda et al., 2021).

Berdasarkan hasil evaluasi maka disimpulkan bahwa sifat fisik tanah ultisol memberikan pengaruh signifikan terhadap efektivitas distribusi air pada sistem irigasi berpori berbasis IoT. Sistem IoT dapat melakukan pemantauan kondisi tanah secara real time dan akurat sehingga pengaliran air irigasi dapat dilakukan lebih efisien dan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hal ini memberikan Solusi adaptif yang potensial untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air di lahan dengan karakteristik tanah ultisol. Maka, diperlukan penelitian lanjutan untuk mengkaji performa sistem irigasi berpori pada jenis tanaman untuk memperkuat penerapannya secara luas di sektor pertanian presisi.

Meskipun demikian, masih terdapat keterbatasan penelitian yang secara komprehensif mengevaluasi pengaruh sifat fisik tanah ultisol terhadap performa distribusi air pada sistem irigasi berpori berbasis IoT, terutama dalam konteks lahan rawa lebak. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji performa sebaran air sistem irigasi porous terhadap sifat fisik tanah ultisol, serta mengevaluasi efektivitas sistem berbasis IoT dalam memonitor dan mengoptimalkan distribusi air. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara praktis maupun akademis, antara lain: (1) memberikan rekomendasi komposisi media tanam yang optimal untuk meningkatkan efisiensi irigasi berpori di tanah ultisol, (2) mengembangkan prototipe sistem irigasi pintar berbasis IoT yang adaptif terhadap karakteristik tanah setempat, dan (3) memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi irigasi presisi yang berkelanjutan, terutama di lahan marginal seperti rawa lebak.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dengan pendekatan deskriptif kuantitatif yang dilakukan untuk menguji kinerja sistem irigasi porous pada berbagai campuran media tanam tanah ultisol. Penelitian dilaksanakan dari November 2024 hingga Januari 2025 di Rumah Tanaman dan Laboratorium Teknik Pertanian, Universitas Sriwijaya.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan: 1) Bor Listrik, 2) Gergaji pipa, 3) Gunting, 4) *Hygrometer*, 5) Sensor kadar air tanah, 6) Stopkran, 7) Ring sampel, 8) Mistar, 9) Timbangan, 10) Kamera, 11) TDS meter, 12) Gelas ukur, 13) *Stopwatch*, 14) Gunting, 15) Meteran, 16) Kalkulator, 17) Komputer, 18) Alat tulis, 19) Buku.

Bahan yang digunakan: 1) Air, 2) Tanah ultisol, 3) Arang sekam, 4) *Cocopeat*, 5) Pipa PVC ukuran 3/4 inci, 6) Lem pipa, 7) Sambungan pipa T dan elbow, 8) Karet ban, 9) Selang transparan diameter 5/8 inci, 10) Kran air, 11) Besi, 12) Box berukuran 10 liter, 13) Penampung air kapasitas 60 liter, 14) Emiter panjang 110 mm, 15) Material porous (150 mm x 120 mm).

### **Prosedur Penelitian**

Cara kerja pada penelitian ini meliputi : pengukuran suhu dan kelembapan, debit air, kadar air tanah, pengukuran infiltrasi, pengukuran perkolasi, pengukuran bulk density, ruang pori total, permeabilitas , pengukuran pola pembasahan, dan pengukuran pola sebaran.

### Pengukuran Suhu dan Kelembapan

Proses pengukuran suhu dan kelembapan pada sistem irigasi sebagai berikut :

1. Untuk mengukur suhu dan kelembapan pada tahap penelitian digunakan alat higrometer.
2. Alat higrometer tersebut akan di ukur di rumah tanaman pada tanah etisol.
3. Pengukuran dilakukan 3 kali dalam seminggu untuk mendapatkan data dan hasil yang maksimal.

### Pengukuran Debit Air

Untuk mengukur debit air , dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Keterangan :

Q = Debit air (m<sup>3</sup>/detik)

v = volume air (liter)

t = waktu (detik)

### Pengukuran Kadar Air Tanah

Pengukuran kadar air tanah dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KA = \frac{BTBM - BTKM}{BTBM} \times 100\%$$

Keterangan :

KA = Kadar air

BTBM = Berat tanah basah mutlak

BTKM = Berat tanah kering mutlak

### Pengukuran Pola Pembasahan

Pengukuran pola pembasahan merupakan teknik untuk mengetahui seberapa baik suatu material, seperti tanah yang menyerap air. Proses pengukuran pola pembasahan sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Menyiapkan *stopwatch* untuk menghitung waktu jatuhnya air dari irigasi curah sampai jatuh ke tanah ultisol.
3. Setelah terjadi proses pembasahan, hitung kelembapan pada pola pembasahan pada interval waktu tertentu.
4. Catat data pola pembasahan yang telah diambil , sehingga data yang di hasilkan akan berbentuk tabel dan grafik.

### Pengukuran Infiltrasi

Pergerakan air dari permukaan tanah ke dalam tanah disebut infiltrasi. Proses infiltrasi untuk siklus hidrologi karena mempengaruhi ketersediaan air tanah dan kualitas tanah. Cara kerja pengukuran infiltrasi sebagai berikut:

1. Air yang jatuh ke dalam wadah yang berisi tanah ultisol akan menyerap kedalam tanah.
2. Hitung waktu penyerapan air ke dalam tanah.
3. Hitung kecepatan dan jumlah air yang menyerap ke dalam tanah.

4. Analisis volume air yang meresap dan waktu digunakan untuk menghitung laju infiltrasi.

### Pengukuran Perkolasi

Perkolasi merupakan proses pergerakan aliran air melalui medium porous. Pengukuran perkolasi akan diukur terhadap jumlah volume air yang masuk sampai ke dalam tanah sehingga dapat dihasilkan data berupa saringan air tanah yang telah diukur.

### Pengukuran Pola Sebaran

Pengukuran pola sebaran air dapat diukur dari pangkal emitter ke dalam tanah. Pengukuran pola sebaran air akan ditampung menggunakan gelas ukur untuk mengetahui berapa waktu air yang akan tertampung di dalam gelas ukur tersebut. Sehingga data yang di dapatkan dalam bentuk grafik pola sebaran.

### Pengukuran Bulk Density dan Ruang Pori Total Metode Gravimetri

Cara kerja yang dilakukan pada penentuan *bulk density* dan ruang pori total *metode gravimetri* yaitu sebagai berikut:

1. Timbang ring sampel berisi tanah utuh (BTBM) dan cawan petri (BC) yang telah diketahui beratnya menggunakan neraca analitik.
2. Masukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam.
3. Setelah dioven angkat dengan penjepit dan masukkan ke dalam eksikator untuk pendinginan.
4. Setelah dingin timbang berat ring beserta tanah yang sudah dioven (BTKM).
5. Kemudian timbang berat ring sampelnya (BR).

Perhitungan :

$$BD = \frac{BTKM}{\text{volume tanah}} \text{gr/cm}^3$$

$$RPT = \left[ 1 - \frac{BD}{PD} \right] \times 100\%$$

$$BTBM = BTB - (BC + BR)$$

$$BTKM = BTK - (BC + BR)$$

Keterangan:

$$V \text{ tanah} = \pi r^2 t$$

BTBM : berat tanah basah mutlak

BTKM: berat tanah kering mutlak

BTB : berat tanah basah

BTK : berat tanah kering

BC : Berat Cawan

BR: Berat Ring Sampel

PD: Partikel Density(2,65 gr)

### Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Tanah

Cara kerja yang dilakukan pada penentuan konduktivitas hidrolis tanah metode konstan head adalah sebagai berikut:

1. Tanah diambil dari lapangan dengan ring sampel, kemudian direndam  $\frac{3}{4}$  bagian selama 24 jam.
2. Setelah dilakukan perendaman, sampel tanah dimasukkan ke dalam alat permeabilitas.
3. Mengatur stopwatch selama 30 menit dilakukan pengukuran, yaitu air mengalir secara tetap dan dilakukan pengukuran tinggi permukaan air.

Perhitungan:

$$K = \frac{Q+1}{t+hA} \text{ cm jam}^{-1}$$

Keterangan :

K : konduktivitas hidrolis tanah

Q : aliran air di setiap pengukuran (ml)

t : waktu pengukuran (jam)

I : ketebalan sampel tanah (cm)

h : tinggi permeabilitas air dari permukaan sampel tanah (cm)

A : luas permukaan tanah (cm<sup>2</sup>)

### Parameter Penelitian

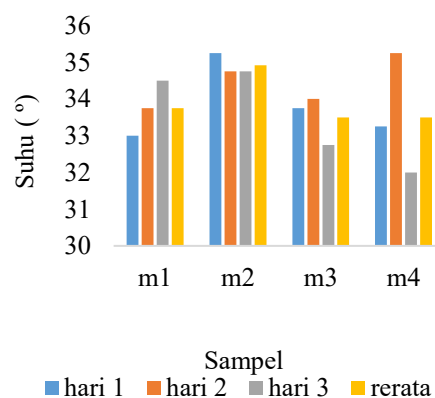
Adapun Parameter yang diamati pada penelitian uji sebaran air sistem irigasi emitter porous terhadap sifat fisik tanah ultisol pada lahan rawa lebak meliputi :

1. Pola pembasahan
2. Pola sebaran
3. Infiltrasi
4. Perkolasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Suhu dan Kelembapan Tanah

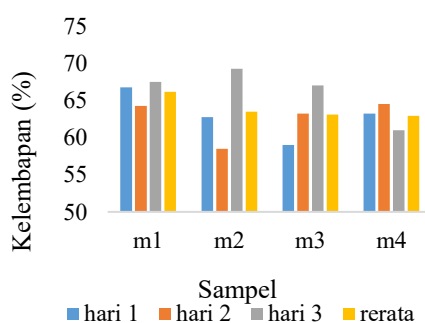
Pengukuran suhu dan kelembapan tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah dengan menggunakan alat soil temperature. Hasil penelitian untuk pengukuran suhu tanah didapatkan suhu rerataan tertinggi pada M2 dengan campuran tanah ultisol dan arang sekam sebesar 34,9 °C. Rerataan terendah terpadat pada M3 dan M4 dimana M3 campuran tanah ultisol dan cocopeat sedangkan M4 campuran tanah ultisol, arang sekam dan cocopeat.



Gambar 1. pengukuran suhu

Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Suhu efisien yang direkomendasikan berkisar antara nilai 25-35 °C (Anis et al., 2023). Suhu yang didapatkan berdasarkan gambar 1 mengalami perubahan disetiap hari yang disebabkan oleh faktor suhu ruang dan suhu cuaca. Suhu pada M1 campuran tanah ultisol tanpa campuran memiliki nilai rerataan 33,75% dimana suhu M1 hari pertama sampai hari ketiga naik secara teratur. Suhu tertinggi pada M2 pada hari pertama dan untuk hari kedua dan ketiga memiliki suhu yang sama. Suhu tertinggi pada M3 pada hari kedua sebesar 34 °C dan terendah pada hari ketiga sebesar 32,75 °C. Kemudian untuk suhu tertinggi M4 pada hari kedua sebesar 32,25% dan suhu terendah pada ketiga sebesar 32 °C

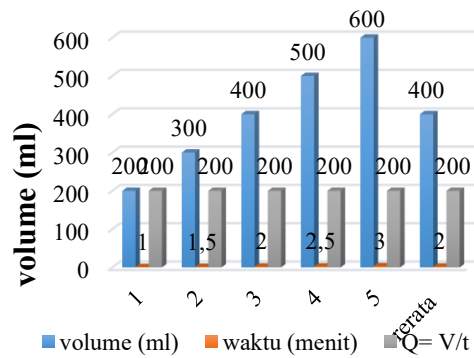
**Gambar 2. Pengukuran Kelembapan**

Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Nilai kelembaban tanah berkisar antara 50%-70% (Anis et al., 2023). Kelembaban tanah yang didapat berdasarkan gambar 2 yaitu M1 memiliki rata-rata nilai sebesar 66% dengan nilai tertinggi didapat pada hari ketiga sebesar 67,5%, dan nilai terendah pada hari kedua sebesar 64,25%. Kelembaban tanah M2 memiliki rata-rata nilai sebesar 63,5% dengan nilai tertinggi pada hari ketiga dan terendah pada hari kedua dengan nilai beurutan sebesar 69,25% dan 58,5%. Kelembaban tanah M3 memiliki rata-rata nilai sebesar 63% dengan nilai tertinggi pada hari ketiga sebesar 67% dan nilai tertinggi pada hari pertama sebesar 59%. Kelembaban tanah M3 memiliki rata-rata nilai sebesar 62% dengan nilai tertinggi pada hari kedua sebesar 64,5% dan nilai tertinggi pada hari ketiga sebesar 61%.

### Debit dan Volume Air

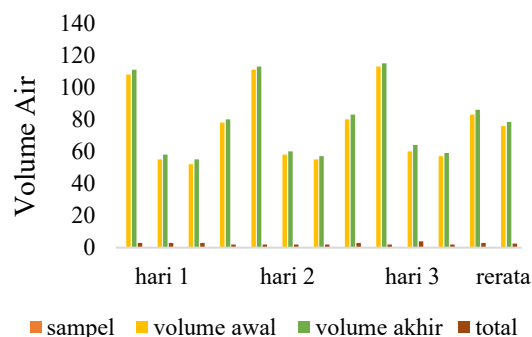
Hasil penelitian pada pengukuran debit di dapatkan rerata total yaitu 200 ml pada waktu 2 menit, untuk pengukuran debit dapat ditentukan pada waktu dan volume air mengalir ke tanah pada irigasi bawah permukaan.



**Gambar 3. Pengukuran Debit**

Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Berdasarkan Gambar 3 ditunjukkan bahwa selama pengukuran pertama dengan waktu 1 menit volume air yang dihasilkan yaitu 200 ml, pengukuran kedua menunjukkan bahwa dengan waktu 1,5 menit volume air meningkat yaitu 300 ml, pengukuran ketiga dengan waktu 2 menit volume air didapatkan sebesar 400 ml, pengukuran keempat dengan waktu 2,5 menit mendapatkan volume air sebesar 500 ml, pengukuran kelima dengan waktu 3 menit di dapatkan volume air sebesar 600 ml. Kemudian dapat di simpulkan bahwa pada hasil penelitian debit air yaitu pada waktu 2 menit dengan volume air sebesar 200 ml, karena jika semakin besar tekanan air untuk debit, maka akan semakin besar volume air yang didapatkan, maka jika volume air untuk irigasi bawah permukaan terlalu basah atau volume air yang sangat besar akan dapat mempengaruhi kadar air tanahnya (Maulidiyah et al., 2025).



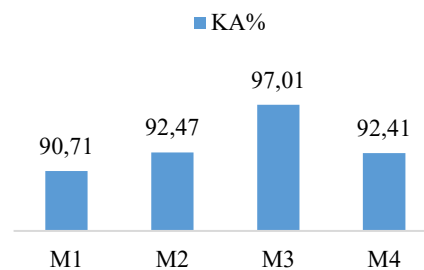
**Gambar 4. Pengukuran Volume Air**

Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume air pada awal dan akhir pengukuran mengalami perubahan disebabkan oleh adanya penurunan di setiap pengukuran debit air. Berdasarkan gambar 4 dapat dijelaskan bahwa pada volume total awal dari setiap reservoir masing-masing mengalami penurunan dengan rata-rata yaitu 7,58 L/hari, sedangkan bahwa pada volume total akhir dari setiap reservoir masing-masing mengalami penurunan dengan rata-rata yaitu 7,8 L/hari, dan rerata total untuk pengurangan volume awal dan akhir yaitu 2,58 L/hari, sehingga dapat disimpulkan volume air yang diukur sangat berpengaruh pada debit air. Beberapa faktor memengaruhi volume air termasuk suhu udara, dan pengukuran volume dari waktu (Naim et al., 2020).

### Kadar Air Tanah

Pengukuran kadar air dilakukan untuk melihat serapan air atau kadar air pada pengamatan untuk relasi pada pertumbuhan tanaman. Hasil pengamatan pengukuran kadar air yang paling tertinggi terjadi pada pengukuran M3 dan kadar air terendah terjadi pada M1.



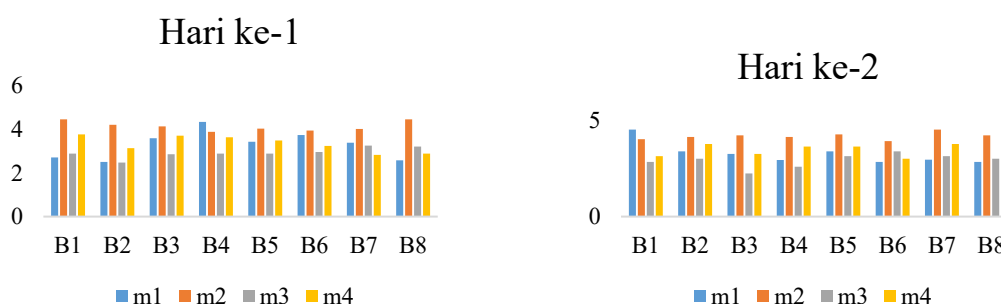
**Gambar 5. Pengukuran Kadar Air Tanah**

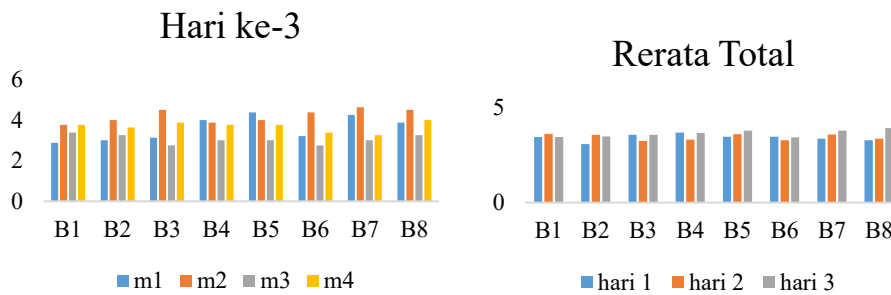
Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Berdasarkan gambar 5 diperoleh bahwa M3 yang merupakan campuran tanah ultisol dan cocopeat memiliki kadar air tertinggi sebesar 97,01%. Sementara itu, kadar air terendah pada M1 yaitu tanah ultisol tanpa campuran dengan kadar air sebesar 90,71%. Hal ini menunjukkan bahwa M3 memiliki kemampuan penyerapan air yang baik selama proses irigasi, sehingga air dapat terserap oleh cocopeat. Selanjutnya, M2 yang merupakan campuran tanah ultisol dan arang sekam memiliki kadar air sebesar 92,47%. Kadar air pada M4 campuran tanah ultisol, arang sekam dan cocopeat dengan nilai 92,41%. Kadar air tanah berguna untuk kualitas tanah, kesuburan, dan keberhasilan pertumbuhan tanaman. Kadar air yang tidak seimbang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan masalah seperti pembusukan akar atau kekurangan air bagi tanaman, tetapi tanah dengan kadar air yang tepat dapat membantu proses fisiologis tanaman seperti fotosintesis dan penyerapan nutrisi (Khairunnisak *et al.*, 2017).

### Pola Pembasahan

Pengukuran pola pembasahan dilakukan selama 2 menit dan 3 menit dengan cara mengukur proses air yang masuk ke dalam tanah yang dihasilkan dari emitter pada box transparan, yang akan terlihat terbentuknya pola pembasahan yang terjadi pada proses pengukuran. Irigasi dengan sistem bawah permukaan cenderung menghasilkan pola pembasahan yang lebih merata, sedangkan irigasi permukaan atas dapat menyebabkan pembasahan yang tidak merata dengan potensi terjadinya genangan atau kekeringan di beberapa area (Arianti, 2016).





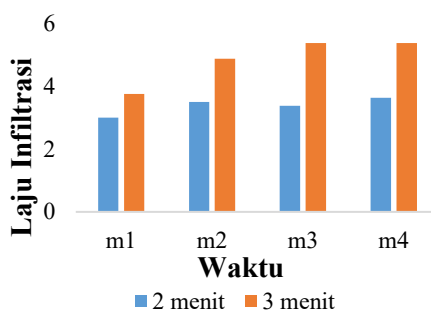
**Gambar 6. Pengukuran Pola Pembasahan**

Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Hasil pada pengukuran pembasahan pada tanah dapat dijelaskan bahwa hari pertama pada M1 dapat dilihat untuk rerata tertinggi pembasahan pada tanah yaitu B4 dengan 4,3 cm sedangkan pembasahan terendahnya yaitu B2 dengan 2,5 cm. pada hari kedua rerata tertinggi pembasahan pada M1 yaitu B1 dengan 4,5 cm dan yang terendahnya yaitu B6 dan B8 dengan 2,8 cm. Kemudian pada hari ketiga rerata tertinggi pada M1 yaitu B5 dengan 4,3 cm dan rerata pembasahan terendahnya pada B1 dengan 2,8 cm. Selanjutnya pengukuran pembasahan di hari pertama pada M2 dapat dilihat untuk rerata tertinggi pembasahan pada tanah yaitu B1 dan B8 dengan 4,4 cm sedangkan pembasahan terendahnya yaitu B4 dengan 3,8 cm. pada hari kedua rerata tertinggi pembasahan pada M2 yaitu B7 dengan 4,5 cm dan yang terendahnya yaitu B6 dengan 3,9 cm. Kemudian pada hari ketiga rerata tertinggi pada M2 yaitu B7 dengan 4,6 cm dan rerata pembasahan terendahnya pada B1 dengan 3,1 cm. Pada pengukuran pembasahan di hari pertama pada M3 dapat dilihat untuk rerata tertinggi pembasahan pada tanah yaitu B7 dengan 3,2 cm sedangkan pembasahan terendahnya yaitu B2 dengan 2,4 cm. pada hari kedua rerata tertinggi pembasahan pada M3 yaitu B6 dengan 3,3 cm dan yang terendahnya yaitu B3 dengan 2,2 cm. Kemudian pada hari ketiga rerata tertinggi pada M3 yaitu B2 dan B8 dengan 3,2 cm dan rerata pembasahan terendahnya pada B3 dan B6 dengan 2,7 cm. Kemudian pengukuran pembasahan di hari pertama pada M4 dapat dilihat untuk rerata tertinggi pembasahan pada tanah yaitu B1 dan B3 dengan 3,7 cm sedangkan pembasahan terendahnya yaitu B7 dan B8 dengan 2,8 cm. pada hari kedua rerata tertinggi pembasahan pada M4 yaitu B2 dan B7 dengan 3,7 cm dan yang terendahnya yaitu B6 dengan 3 cm. Kemudian pada hari ketiga rerata tertinggi pada M4 yaitu B4 dengan 4cm dan rerata pembasahan terendahnya pada B7 dengan 3,2 cm. Dapat disimpulkan pada grafik rerata total pada hari pertama sampai hari ketiga pengukuran pembasahan rerata tertingginya yaitu pada B8 dihari ketiga rata-rata totalnya dengan 3,9 cm sedangkan yang terendahnya yaitu B2 dihari pertama dengan 3,0 cm.

### Infiltrasi Tanah

Pengukuran infiltrasi dilakukan untuk melihat proses penyerapan air di dalam tanah. Infiltrasi dapat mengurangi erosi tanah, mengurangi limpasan air, dan membantu menjaga kadar air tanah (Hidayat et al., 2021).



**Gambar 7. Infiltrasi**

Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Berdasarkan gambar 7 Laju infiltrasi tanah M1 pada waktu 2 menit penurunan air di 3 cm sedangkan pada waktu 3 menit penurunan air di 3.7 cm. Kemudian Laju infiltrasi tanah M2 pada waktu 2 menit penurunan air di 3.5 cm sedangkan pada waktu 3 menit penurunan air di 4.8 cm. Laju infiltrasi tanah M3 pada waktu 2 menit penurunan air di 3.3 cm sedangkan pada waktu 3 menit penurunan air di 5.3 cm. Laju infiltrasi tanah M4 pada waktu 2 menit penurunan air di 3.6 cm sedangkan pada waktu 3 menit penurunan air di 5.3 cm. menurut (H et al., 2024). Laju dan kapasitas infiltrasi tanah masing-masing 6.68 cm termasuk laju infiltrasi dengan cepat dan 2.27 cm jauh lebih kecil dari tanah, permeabilitas, atau konduktivitas hidrolis tanah dalam kondisi jenuh.

### Perkolasi (Air Bawah Tanah)

Pengukuran perkolasi bertujuan untuk menentukan luas peresapan yang diperlukan untuk jenis tanah tertentu dari lokasi percobaan setelah air mengalir secara gravitasi dari lapisan tanah ke lapisan jenuh air. Pergerakan air dapat disebabkan oleh kapiler atau dapat bergerak secara horizontal atau vertikal di bawah permukaan tanah hingga air kembali ke sistem air permukaan (Aryani et al., 2023).

**Tabel 1. Berat air tanah perkolasi**

Waktu (Menit)	Berat air tanah (gr)			
	m1	m2	m3	m4
2	1,725	1,625	1,3	1,575
3	2,35	2,575	2,25	2,525

Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Berdasarkan tabel 1 didapatkan perkolasi yang tertinggi pada waktu 2 menit yaitu M1 dan yang terendahnya yaitu M3. Sedangkan perkolasi yang tertinggi pada waktu 3 menit yaitu M2 dan yang terendah yaitu M3. Dapat dijelaskan bahwa M1 merupakan tanah ultisol tanpa campuran mempunyai daya serap yang baik, kemudian M3 perkolasinya rendah disebabkan oleh campuran cocopeat, dimana cocopeat tersebut banyak menyerap air sehingga air tanah yang di dapatkan sedikit. Kemudian M2 dan M4 mempunyai berat air tanah yang sama.

### Perhitungan *Bulk Density* dan Ruang Pori Total Metode *Gravimetri*

Bulk density Merupakan perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah. Menurut Harahap et al., (2021) Tanah mineral lapisan atas biasanya memiliki bulk density yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah di bawahnya. Karena tanah yang lebih padat memiliki bulk density yang lebih besar dari tanah yang sama tetapi kurang padat. Nilai bulk density tanah mineral berkisar 1-0,7 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan tanah organik umumnya memiliki BD antara 0,1-0,9 gram/cm<sup>3</sup>.

**Tabel 2. Pengamatan *bulk density***

Pengukuran	Nilai Bulk Density (gr/cm <sup>3</sup> )
M1	0.58
M2	0.45
M3	0.59
M4	0.49
<b>Rata-rata</b>	<b>0.52</b>

Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Berdasarkan pengukuran nilai bulk density yang paling kecil pada M2 dan M4 yaitu dengan nilai 0.45 dan 0.49 gr/ cm<sup>3</sup> Sedangkan nilai bulk density yang paling besar pada M3 dan M1 yaitu dengan nilai 0.59 dan 0.58 gr/ cm<sup>3</sup>. Sehingga dapat dikatakan bahwa kepadatan bulk densitynya rendah, dikarenakan pada lapisan pertama bulk densitynya dipengaruhi oleh tinggi rendahnya bahan organik.

**Tabel 3. Pengamatan RPT**

Pengukuran	Nilai Ruang Pori Total (%)
M1	0.77
M2	0.83
M3	0.77
M4	0.81

Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Hasil perhitungan ruang pori total atau porositas tanah yang tertinggi Pada M2 dengan nilai porositas yaitu 0.83%. Nilai porositas terkecil yang didapatkan pada pengamatan sebesar 0.77% pada M1 dan M3. Besarnya total ruang pori tanah menunjukkan tanah tersebut gembur dan memiliki banyak ruang pori tanah.

### **Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Tanah Metode *Constant Head***

Konduktivitas hidrolik tanah merupakan kemampuan tanah untuk mengalirkan air melalui pori-porinya. Tanah dengan konduktivitas hidrolik rendah cenderung lebih lama menyerap air, yang berarti irigasi harus dilakukan lebih sering atau dengan volume yang lebih besar untuk mencapai kedalaman akar yang diperlukan. Tanah dengan konduktivitas hidrolik tinggi, memungkinkan air untuk meresap dengan cepat, sehingga cocok untuk tanaman yang membutuhkan kelembapan tanah yang merata dan tidak tergenang terlalu lama (Putranto, 2019).

**Tabel 4. Pengamatan Konduktivitas Hidrolik Tanah**

Pengukuran	Konduktivitas Hidrolik Tanah (cm/jam)
------------	---------------------------------------

M1	5.30
M2	6.35
M3	5.32
M4	6.37

Sumber: Data Primer Penelitian, 2025

Hasil perhitungan konduktivitas hidrolis tanah yang dilakukan secara *constant head* di laboratorium didapatkan konduktivitas hidrolis tanah yang tertinggi pada M2 dan M4 yaitu dengan nilai 6,35 dan 6,37 cm/jam. Sedangkan konduktivitas hidrolis tanah yang terendah pada M1 dan M3 dengan nilai 5,30 dan 5,32 cm/jam.

## KESIMPULAN

Suhu dan kelembapan tanah setiap sampel dengan rata-rata yaitu suhu tertinggi pada M4 dan terendah pada M3. Penelitian debit air yaitu pada waktu 2 menit dengan volume air sebesar 200 ml. Kadar air yang paling tinggi yaitu M3 tanah ultisol dan cocopeat didapatkan kadar air sebesar 97,01%, sedangkan kadar air yang paling rendah yaitu M1 tanah ultisol tanpa campuran didapatkan kadar air tanah sebesar 90,71%. Penelitian pola pembasahan pada hari pertama sampai hari ketiga pengukuran pembasahan rerata tertingginya yaitu pada B8 dihari ketiga rata-rata totalnya dengan 3,9 cm sedangkan yang terendahnya yaitu B2 dihari pertama dengan 3,0 cm. Pada pola sebaran air yang di dapatkan sebaran yg menyebarkan airnya dengan baik yaitu pada M1. Pada pengukuran infiltrasi penurunan air selama 2 menit dan 3 menit yang tertinggi yaitu pada M4 dan yang terendahnya yaitu pada M1. Pengukuran perkolasi pada waktu 2 yang terendah terdapat di M3 dengan berat air tanahnya 1,3 gram sedangkan yang tertingginya pada M1 yaitu 1,725 gram sedangkan pada waktu 3 menit yang terendahnya yaitu pada M3 dengan 2,25 gram dan yang paling tertingginya yaitu pada M2 yaitu 2,575 gram. Nilai Bulk density yang di dapatkan dengan rata-rata yaitu 0,52 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan untuk nilai ruang pori totalnya yang terendah pada 0,77% dan yang tertingginya pada 0,83%. Nilai konduktivitas hidrolis tanah yang tertingginya yaitu pada M4 sedangkan yang terendah pada M1.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhiguna, R. T., & Rejo, A. (2018). Teknologi irigasi tetes dalam mengoptimalkan efisiensi penggunaan air di lahan pertanian. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Sedunia, 1*(1), 107–116.
- Anis, N., & Setia Budi, A. (2023). Sistem penyiraman tanaman bawang merah berdasarkan kondisi suhu udara, kelembapan tanah, dan pH tanah dengan metode logika fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 7*(4), 1810–1816. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Ariawan, A. (2024). Smart sprout: Irigasi cerdas berbasis AIoT untuk pertanian modern dan ramah lingkungan. *Bit-Tech, 7*(2), 434–444.
- Arif, C., & Caroline, M. B. (2023). Optimasi sistem irigasi bawah permukaan untuk peningkatan produktivitas tanaman dan efisiensi air dengan algoritma genetika. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 8*(2), 85–94.
- Aryani, D., Jusriadi, J., & Ifdal, F. (2023). Rancang bangun alat uji perkolasi tanah berbasis

- Arduino. *Jurnal Teknologi Elektroika*, 20(1), 44. <https://doi.org/10.31963/elekterika.v20i1.4299>
- H., H., Dianita, R., & AR, A. (2024). Dampak penggunaan dan pengolahan tanah dalam usahatani sayuran terhadap infiltrasi tanah Andisol di Kabupaten Kerinci. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 24(1), 214. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v24i1.5024>
- Harahap, F. S., Oesman, R., Fadhillah, W., & Nasution, A. P. (2021). Penentuan bulk density Ultisol di lahan praktek terbuka Universitas Labuhanbatu. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(2), 56–59.
- Hidayat, A., Wibowo, M. A., Hatmoko, J. U. D., Kistiani, F., Hermawan, F., Merukh, S. H. S., & Zachari, M. (2021). Pembuatan biopori sebagai upaya peningkatan laju infiltrasi dan cadangan air tanah serta pengendalian banjir. *Jurnal Pasopati*, 3(3), 129.
- Hulukati, S. A., Salihin, I. A., & Usman, I. F. (2025). Integrasi internet of things (IoT) dengan Google Assistant untuk optimalisasi pengelolaan kelembaban tanah dan kontrol pompa. *Digital Transformation Technology*, 5(1), 180–190.
- Khairunnisak, K., Devianti, D., & Mustafiril, M. (2017). Kajian aplikasi alat penyiraman otomatis dengan sistem irigasi tetes berbasis perubahan kadar air tanah pada tanaman pakcoy (*Brassica chinensis* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 2(3), 294–307. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v2i3.3709>
- Malik, A. (2024). Sprinkler network: Efektivitas penerapan teknologi irigasi untuk pemberdayaan kelompok tani. *Amal Ilmiah: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 6(1), 31–41.
- Maulidiyah, A., Arifin, Z., & Rodhi, N. N. (2025). Analisis ketersediaan dan alokasi debit air DAS Rejoso Pasuruan sebagai upaya pengelolaan sumber daya air WS Welang–Pekalen. *Jurnal ...*, 10(1), 23–34. (Nama jurnal belum dicantumkan pada data awal)
- Musri, T. (2025). Sistem distribusi pengairan dan monitoring kelembapan tanah pada tanaman cabai menggunakan teknologi internet of things. *Techno.Com*, 24(2).
- Naim, N. N., Mohammad, R. F., & Taufiqurrahman, I. (2020). Sistem monitoring penggunaan debit air konsumen di perusahaan daerah air minum secara real time berbasis Arduino Uno. *Journal of Energy and Electrical Engineering*, 2(1), 31–39. <https://doi.org/10.37058/jeee.v2i1.2176>
- People, J. (2016). 例不稳定型心绞痛合并心力衰竭患者的药学监护. 13(6), 353–355. (Data jurnal tidak lengkap pada sumber awal)
- Putranto, T. T. (2019). Studi kerentanan airtanah terhadap pencemaran dengan menggunakan metode DRASTIC pada Cekungan Airtanah Karanganyar–Boyolali, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 159–171. <https://doi.org/10.14710/jil.17.1.159-171>
- Setiawan, P. A. C., ER, N. I., & Sukadarmika, G. (2025). Pertanian vertikal pintar: Peran IoT dalam mewujudkan keberlanjutan dan efisiensi sumber daya. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 24(1), 23–34.
- Triana, A. N., Setiawan, B. I., Imanudin, M. S., & Hersamsi. (2023). Design and performance of subsurface irrigation using porous emitters for tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Advanced Science Engineering Information Technology*, 13(4), 1302–1308.

- Ulhaq, Y. D., Arif, C., & Suharnoto, Y. (2022). Analisis tapak air pada sistem irigasi bawah permukaan dengan pocket fertigation untuk tanaman melon dalam greenhouse. *Jurnal Irigasi*, 16(2), 33–45.
- Widari, L. A. (2025). Dampak pemanfaatan teknologi irigasi otomatis dan sensor kelembaban tanah terhadap efisiensi ekonomi pertanian dan ketahanan pangan berkelanjutan. *Journal of Economic Studies*, 1(2), 107–113.
- Witman, S. (2021). Penerapan metode irigasi tetes guna mendukung efisiensi penggunaan air di lahan kering. *Jurnal Triton*, 12(1), 20–28.