

RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI TETES BERBASIS ARDUINO UNO PADA TANAMAN PAKCOY (BRASSICA RAPA)

Hidayat Nur Ikhsan¹, Abu Na'im², Mohamad Nasirudin³

^{1,2,3}Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

Email: hidayatnurikhsan8@gmail.com¹, abunaim@unwaha.ac.id²,
nasirudinmohamad@unwaha.ac.id³

Abstrak

Pakcoy (*Brassica rapa*) merupakan tanaman hortikultura yang membutuhkan ketersediaan air teratur untuk pertumbuhan optimal. Praktik penyiraman manual sering tidak konsisten, berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan kelembapan tanah. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh sistem irigasi otomatis berbasis Arduino Uno terhadap pertumbuhan Pakcoy dibandingkan penyiraman manual. Metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) diterapkan pada 20 sampel tanaman yang dibagi ke dalam dua perlakuan. Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat basah. Hasil analisis uji t sampel independen ($\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa sistem otomatis menghasilkan rata-rata pertumbuhan lebih tinggi dibandingkan manual, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Sistem otomatis mampu menyediakan air secara optimal yang setara dengan penyiraman manual, namun unggul dalam efisiensi tenaga kerja dan konsistensi operasional. Sistem irigasi otomatis berbasis Arduino Uno layak diterapkan sebagai alternatif metode penyiraman pada budidaya Pakcoy.

Kata Kunci: Arduino Uno, Irigasi Otomatis, Pakcoy, Pertumbuhan Tanaman, Soil Moisture.

Abstract

*Pakcoy (*Brassica rapa*) is a horticultural crop requiring consistent water availability for optimal growth. Manual watering often lacks consistency, causing unstable soil moisture. This study aimed to analyze the effect of an Arduino Uno-based automatic irrigation system on Pakcoy growth compared to manual watering. An experimental method with a Completely Randomized Design (CRD) was used on 20 plants, divided into automatic and manual irrigation groups. Observed parameters included plant height, leaf number, and fresh weight. Data were analyzed descriptively and inferentially (Independent Sample t-test, $\alpha = 0.05$). Results showed plants irrigated automatically had higher average height, leaf number, and fresh weight than those watered manually, though not statistically significant ($p > 0.05$). The automatic system successfully supplied water comparable to manual watering while offering advantages in labor efficiency and irrigation consistency. In conclusion, the Arduino Uno-based system is a feasible alternative for Pakcoy cultivation.*

Keywords: Arduino Uno, Automatic Irrigation, Pakcoy, Plant Growth, Soil Moisture.

PENDAHULUAN

Pakcoy (*Brassica rapa*) merupakan komoditas sayuran daun bernilai ekonomi tinggi yang mensyaratkan ketersediaan air cukup di zona akar, kelembapan 50-80%, serta suhu 15-25 °C untuk mencapai pertumbuhan optimal. Dalam praktik budidaya konvensional, penyiraman umumnya dilakukan secara manual yang sering kali tidak konsisten dalam penentuan jadwal maupun volume air. Ketidakkonsistenan ini memicu fluktuasi kadar air tanah yang dapat mengakibatkan tanaman mengalami kelebihan atau kekurangan air, sehingga berdampak negatif pada pertumbuhan fisiologisnya. Selain berisiko bagi tanaman, penyiraman manual juga dinilai boros air dan sangat bergantung pada ketersediaan tenaga kerja. Sistem irigasi otomatis berbasis mikrokontroler seperti Arduino Uno muncul sebagai solusi teknologi tepat guna untuk mengotomatiskan proses penyiraman berdasarkan kondisi kelembapan tanah secara real-time. Beberapa penelitian terdahulu membuktikan bahwa automasi menggunakan sensor kelembapan mampu memenuhi kebutuhan air secara presisi sekaligus menghemat sumber daya. Meskipun demikian, kajian eksperimental yang membandingkan secara langsung

(head-to-head) efektivitas sistem otomatis dengan manual terhadap parameter pertumbuhan tanaman Pakcoy di lapangan masih perlu diperdalam. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem irigasi otomatis berbasis Arduino Uno dan menguji pengaruh penerapannya terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman Pakcoy dibandingkan dengan metode penyiraman manual.

KAJIAN TEORITIS

Tanaman pakcoy (*Brassica rapa*) memiliki karakteristik perakaran tunggang dan serabut yang dangkal, umumnya menyebar pada kedalaman 20-30 cm, sehingga sangat responsif terhadap ketersediaan air di lapisan tanah atas. Ketersediaan air sangat memengaruhi kualitas daun yang merupakan bagian bernilai ekonomis tinggi dari tanaman ini. Sistem irigasi otomatis mengatasi kelemahan penjadwalan manual dengan menggunakan sensor Soil Moisture tipe kapasitif/resistif yang membaca nilai resistansi tanah secara terus-menerus. Tanah yang basah memiliki konduktivitas tinggi (resistansi rendah), sedangkan tanah kering sulit menghantarkan arus listrik. Data kelembapan ini diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno yang bertindak sebagai pusat kendali untuk

mengaktifkan aktuator berupa pompa air. Penelitian relevan oleh Awaludin dan Utomo (2024) menunjukkan bahwa sistem berbasis Arduino Uno mampu menjaga kelembapan tanah pada rentang 50-70% secara otomatis. Lebih lanjut, studi oleh Nugroho dan Setiawan (2022) mengonfirmasi bahwa ketepatan volume dan frekuensi air berdampak signifikan pada peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun Pakcoy. Berpijak pada landasan tersebut, penelitian ini menguji efektivitas irigasi otomatis yang diharapkan mampu memberikan dampak pertumbuhan yang lebih optimal dan seragam dibandingkan dengan intervensi manual.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk menguji pengaruh sistem irigasi terhadap pertumbuhan tanaman. Penelitian dilaksanakan di green house Kantor BRMP Jawa Timur selama 30 hari, terhitung mulai tanggal 17 Desember 2025 hingga 14 Januari 2026. Populasi penelitian adalah tanaman pakcoy varietas Nauli F1 yang ditanam menggunakan media polibag. Sampel penelitian berjumlah 20 tanaman yang dibagi secara acak ke dalam dua kelompok perlakuan utama, yaitu kelompok

irigasi otomatis dan kelompok penyiraman manual. Komponen perancangan sistem irigasi otomatis meliputi mikrokontroler Arduino Uno, sensor kelembapan tanah (Soil Moisture), modul relay, pompa air berdaya 15 watt, layar LCD 16x2, serta perangkat lunak Arduino IDE. Sistem deprogram untuk mengaktifkan pompa secara otomatis ketika sensor mendeteksi kelembapan tanah turun di bawah ambang batas kritis 60%. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan pengukuran langsung terhadap tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), dan penimbangan bobot basah tanaman (gram) pada saat panen. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara statistik menggunakan uji beda Independent Sample t-Test untuk variabel berdistribusi normal, dan uji Mann-Whitney U untuk variabel tidak normal, pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kinerja Sistem Irigasi Tetes Otomatis

Sistem irigasi tetes otomatis telah beroperasi dengan baik berdasarkan prinsip kendali closed-loop, di mana keputusan penyiraman ditentukan sepenuhnya oleh pembacaan kadar air aktual dari media tanam. Pengujian tingkat

pemerataan distribusi air pada sistem irigasi menggunakan metode Christiansen menghasilkan nilai Coefficient of Uniformity (CU) sebesar 88,0%. Angka ini membuktikan bahwa distribusi air ke seluruh sampel tanaman tergolong merata, sehingga bias akibat perbedaan debit air dapat diminimalisasi.

Selama 27 hari operasional pengamatan, sistem mampu membedakan kondisi media tanam secara presisi. Sistem mengaktifkan pompa (ON) selama 14 hari saat tanah mulai kering ($< 60\%$), dan menahan penyiraman (OFF) selama 13 hari saat kondisi tanah masih cukup lembap (hingga 96%). Efisiensi siklus operasional ini terbukti menghemat penggunaan energi dan air hampir 50% dari total waktu pengamatan, sekaligus menghindarkan perakaran dari kondisi jenuh air (waterlogging) yang kerap terjadi pada penyiraman manual berlebih.

2. Pengaruh Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy

Hasil pengamatan parameter agronomis yang diukur pada minggu keempat (fase panen) menunjukkan tren positif pada perlakuan irigasi otomatis. Ringkasan data rata-rata pertumbuhan tanaman disajikan pada Tabel 1.

Parameter Pertumbuhan	Penyiraman Manual	Irigasi Otomatis	Selisih Peningkatan
Tinggi Tanaman (cm)	14,25	14,85	+ 0,60
Jumlah Daun (helai)	11,90	12,90	+ 1,00
Bobot Basah (gram)	67,07	74,66	+ 7,59

Berdasarkan Tabel 1, perlakuan otomatis secara konsisten menghasilkan rata-rata pertumbuhan yang lebih tinggi pada seluruh parameter. Terjaganya kelembapan secara real-time di atas ambang 60% memfasilitasi proses transpirasi dan asimilasi hara yang lebih maksimal, sehingga berdampak pada peningkatan biomassa (bobot basah). Selain itu, standar deviasi pada kelompok otomatis cenderung lebih sempit, yang menandakan keseragaman kualitas pertumbuhan yang lebih baik di antara individu sampel.

3. Analisis Statistik dan Pembahasan

Untuk memastikan signifikansi selisih pertumbuhan tersebut, dilakukan pengujian statistik inferensial ($\alpha = 0,05$). Hasil uji dirangkum pada Tabel 2.

Parameter Observasi	Uji Statistik yang Digunakan	Nilai Signifikansi (p-value)	Keterangan
Tinggi Tanaman	Independent Sample t-Test	0,30	Tidak Berbeda Nyata
Jumlah Daun	Mann-Whitney U	0,08	Tidak Berbeda Nyata
Bobot Basah	Independent Sample t-Test	0,12	Tidak Berbeda Nyata

Meskipun secara deskriptif (Tabel 1) sistem irigasi otomatis menunjukkan hasil

yang lebih unggul, namun berdasarkan uji statistik pada Tabel 2 ($p\text{-value} > 0,05$), selisih tersebut dikategorikan tidak berbeda nyata.

Kondisi tidak signifikannya perbedaan ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh interval penyiraman manual selama riset yang dilakukan secara sangat terkontrol dan disiplin oleh peneliti, sehingga mampu meniru suplai air optimal layaknya sistem otomatis. Kendati demikian, hasil statistik ini membuktikan sebuah temuan krusial: sistem otomatis berbasis Arduino Uno terbukti sukses menggantikan peran penyiraman manusia 100% tanpa menurunkan kualitas tanaman sedikit pun. Signifikansi riil dari penelitian ini bukan sekadar pada perbandingan pertumbuhan tanaman, melainkan pada kepraktisan teknologi. Sistem otomatis menawarkan keunggulan mutlak karena dapat mengeliminasi ketergantungan pada tenaga kerja harian, menekan risiko human error (seperti kelupaan menyiram), dan menjaga efisiensi penggunaan air, sembari tetap menghasilkan kualitas panen Pakcoy yang maksimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perancangan prototipe sistem irigasi otomatis berbasis Arduino Uno dengan

sensor Soil Moisture telah berhasil direalisasikan dan beroperasi stabil secara real-time. Sistem menunjukkan kinerja sangat baik dalam mengendalikan kestabilan kelembapan media tanam, terbukti dari nilai Coefficient of Uniformity sebesar 88% dan efisiensi pencegahan over-watering selama 13 hari periode pengamatan. Secara kuantitatif, pertumbuhan rata-rata tanaman pada sistem otomatis lebih tinggi dan lebih seragam dibandingkan perlakuan manual, kendati hasil uji statistik tidak menunjukkan signifikansi perbedaan ($p > 0,05$). Oleh karenanya, sistem irigasi otomatis berbasis mikrokontroler ini sangat direkomendasikan karena memberikan hasil panen yang setara namun memiliki keunggulan mutlak dalam aspek efisiensi waktu, konsistensi perawatan, dan penghematan tenaga operasional. Untuk pengembangan riset ke depan, sangat disarankan menggunakan populasi sampel yang lebih besar dalam durasi tanam yang lebih panjang. Selain itu, integrasi teknologi Internet of Things (IoT) untuk pemantauan jarak jauh serta penghitungan volume konservasi air secara spesifik juga perlu dilakukan guna menyempurnakan keandalan sistem pada skala lahan terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

Anjarwati, D., Karyanto, A., Hidayat, K. F., & Sanjaya, P. (2022). Pertumbuhan dan Produksi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada Beberapa Taraf Pemberian Air yang Dikontrol Secara Presisi Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 477.

Awaludin, M. A., & Utomo, A. B. (2024). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis pada Tanaman Sawi dengan Sistem Irigasi Tetes untuk Lahan Pertanian Lereng Gunung Ungaran. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 5(1), 32–41.

Damayanti, N. S., & Widjajanto, D. W. (2019). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Akibat Dibudidayakan pada Berbagai Media Tanam dan Dosis Pupuk Organik. *Jurnal Agro Complex*, 3(3), 142–150.

El Mezouari, A., El Fazziki, A., & Sadgal, M. (2022). Smart Irrigation System. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 3298–3303.

Elgaali, E., Titi, J. Al, Ismail, A., & Alhajri, O. (2023). Smart Irrigation System Using Arduino. *2023 Advances in Science and Engineering Technology*

International Conferences (ASET), 1042–1046.

Naim, A., Effendi, M. R., & Biosistem, D. (2023). Fase Vegetative dengan Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis Arduino (Sensor Kelembapan Tanah). *Jurnal Rekayasa Pertanian*, 6(1), 10–18.

Nisa, D. Z., & Astuti, D. P. (2023). Sistem Penyiraman Tanaman Tomat Otomatis Berbasis Arduino Uno dan Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 12(1), 44.

Nugroho, C. A., & Setiawan, A. W. (2022). Pengaruh Frekuensi Penyiraman dan Volume Air Terhadap Pertumbuhan Sawi Pakcoy pada Media Tanam Campuran Arang Sekam dan Pupuk Kandang. *Jurnal Agrium*, 25(1), 12–23.

Prayitno, W. A., Muttaqin, A., & Syauqy, D. (2017). Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik Menggunakan Blynk Android. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(4), 292–297.

Sanjaya, P., Widyastuti, R. A. D., Manik, T. K. B., & Niluh, D. (2024). Utilization of Arduino

- Microcontroller for Precise Water Supply Management to Enhance Water Spinach Growth. *Jurnal Agrotek Tropika*, 13(1), 139–146.
- Silitonga, R. G. R., Ludong, D. P. M., & Najoan, M. E. I. (2023). Aplikasi Sistem Irigasi Tetes Berbasis Mikrokontroler Arduino dalam Budidaya Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*). *Jurnal MIPA*, 12(1), 25–29.
- Soverda, N., Swari, E., Neliyati, N., Putri, D., & Wahyuni, D. (2024). Growth Response of Pak Choi (*Brassica rapa L.*) on Different Concentrations and Intervals of Eco-Enzyme Applications. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 52(1), 82–91.