

PENGEMBANGAN HIDROPONIK WICK SISTEM BERBASIS ZERO ENERGY DENGAN INTERNET OF THING

DEVELOPMENT OF A HYDROPONIC WICK SYSTEM BASED ON ZERO ENERGY WITH THE INTERNET OF THINGS

Rakha Rasyid Putra Karang¹, Taufan Adiguna^{1*}, dan Siti Asmaniyah Mardiyani*

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi : : asmaniyah@unisma.ac.id

Abstract

This research investigates the use of IoT-based wick hydroponic systems in the context of urban farming as an alternative to address the decline in agricultural land and soil fertility issues. The study compares the growth and yield of mustard greens in two treatments: wick hydroponics without IoT and wick hydroponics based on IoT microcontroller. The research methodology was conducted at the Hydroponic House, Malang City, East Java, from September 2023 to February 2024. Analysis results indicate that the growth and yield of hydroponics without IoT tend to be better than those based on IoT, due to higher ppm stability. However, the implementation of IoT-based hydroponics is hindered by unstable electricity and inadequate internet connectivity. Further efforts are needed to improve system performance, including improving ppm stability and fixing internet and electricity connectivity. Integration of sensors and actuators as well as low power consumption should also be considered for further development.

Keywords: *Hydroponik wick, Internet of Thing(IoT), Urban Farming.*

Abstrak

Studi ini melihat bagaimana sistem hidroponik wick berbasis internet of things (IoT) dapat digunakan dalam pertanian kota untuk mengatasi masalah kesuburan tanah dan penurunan lahan pertanian. Penelitian dilakukan dengan membandingkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pada dua perlakuan: hidroponik wick tanpa IoT dan hidroponik wick berbasis mikrokontroler IoT. Metodologi penelitian dilaksanakan di Rumah Hidroponik, Kota Malang, Jawa Timur, dari September 2023 hingga Februari 2024. Hasil analisis menunjukkan bahwa pertumbuhan dan hasil hidroponik tanpa IoT cenderung lebih baik daripada yang berbasis IoT, karena stabilitas ppm yang lebih tinggi. Meskipun demikian, implementasi hidroponik berbasis IoT terhambat oleh ketidakstabilan listrik dan jaringan internet yang belum memadai. Diperlukan upaya lebih lanjut untuk meningkatkan kinerja sistem, termasuk memperbaiki stabilitas ppm dan memperbaiki konektivitas internet serta listrik. Integrasi sensor dan aktuator serta penggunaan daya yang rendah juga perlu dipertimbangkan untuk pengembangan selanjutnya.

Kata kunci: *Hidroponik wick, Internet of Thing(IoT), Pertanian Perkotaan.*

PENDAHULUAN

Menurut Kementerian Pertanian, 650.000 hektar lahan pertanian berkurang setiap tahun (Gayati, 2020). Problem kesuburan tanah merupakan tantangan tambahan bagi pertanian konvensional dan pertanian berbasis lahan. Petani kesulitan mendapatkan lahan yang subur, karena sampah dan limbah cair mencemari lingkungan. Pemerintah mendorong urban farming sebagai bagian dari membangun ketahanan pangan, sebuah inisiatif hortikultura yang memanfaatkan luas lahan yang terbatas (Widyawati, 2013). Salah satu metode budidaya tanaman yang bisa diterapkan adalah hidroponik sebagai salah satu solusi alternatif untuk masalah kekurangan lahan pertanian. Teknik hidroponik dapat dilakukan di lahan sempit, bahkan di bawah atap rumah di kota-kota.

Salah satu sistem hidroponik yang banyak dikembangkan di Masyarakat akibat permasalahan yang muncul adalah sistem wick. Sistem ini paling sederhana dan menggunakan sumbu untuk mengangkut nutrisi dari bak nutrisi ke media tanam. Kelebihan sistem ini adalah bahwa kadar nutrisi dan pengairan dapat diatur dengan mudah, dan itu tidak membutuhkan aliran listrik atau mesin pompa air. (Siregar et al., 2015) menyatakan bahwa teknologi hidroponik adalah cara baru untuk menanam tanaman tanpa menggunakan media tanah tetapi menggunakan nutrisi, air, dan bahan yang porous atau berpori sebagai media tanam. Teknologi hidroponik dapat meminimalkan kondisi lingkungan yang tidak baik bagi tanaman. Namun demikian sistem hidroponik wick ini memiliki kekurangan antara lain memerlukan perawatan peralatan yang intensif, terutama pemberian nutrisi yang stabil secara terus menerus. Ketersediaan air yang terus menerus, terdapatnya limbah yang berasal dari substrat tidak dapat didaur ulang (Susilawati, 2019). Oleh karena itu pengontrolan nutrisi diperlukan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik dan maksimal.

Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini dilakukan pengembangan dengan sistem otomatisasi hidroponik wick yang menggunakan dengan Arduino dan sensor TDS, Ultrasonik, dan valve. Salah satu upaya mengatur pemberian nutrisi dan air yang sesuai dengan kebutuhan tanaman adalah dengan rancang bangun sistem hidroponik wick pemberian air dan nutrisi secara otomatis dengan menggunakan alat

berbasis mikrokontroler Arduino untuk mengontrol sistem pemberian sesuai dengan kebutuhan tanaman sehingga hasil yang didapatkan maksimal. Penelitian terkait kontroling menggunakan IoT pada model budidaya hidroponik sistem wick yang sampai saat ini masih belum banyak dilakukan

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada rentang waktu mulai tanggal 12 September 2023 hingga 9 Februari 2024 di Rumah Hidroponik yang terletak di Jl. Tlojojoyo No.63, Tlogomas, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan dalam kondisi yang ternaungi dengan intensitas cahaya pada pagi dan sore hari.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup Penggaris, timbangan analitik, sprayer, gelas ukur, gelas beaker, corong gelas, pipet tetes, erlenmeyer, mortal, buret, tabung reaksi, lampu spiritus, penyangga kaki tiga, termometer, alat tulis, soil plant analysis development (SPAD), amplop, plastik, korek, Kertas whatman No. 1, Timbangan digital, oven, dan Plastik 4 Meter. Untuk sistem hidroponik wick system, alat yang digunakan mencakup Tandon, IoT Modul, ESP32 DevKit V1, Pompa air, Selenoid Valve, Relay, sensor TDS, Outsel PLC, kabel penghubung mikrometroler dengan listrik AC/DC, panel box, dan Router wifi. Bahan yang digunakan mencakup benih Sawi, Air, pupuk AB Mix, Aquades, Spiritus, Amilum bubuk, Pestisida nabati biowasil, dan air.

Penelitian ini membandingkan 2 metode pengontrolan nutrisi AB-mix pada 2 set hidroponik wick system, yaitu P1: Hidroponik sistem wick non IoT terkendali dan P2: Hidroponik sistem wick berbasis mikrokontroler IoT. Dilakukan ulangan dengan tiga tingkat ketinggian alat hidroponik: atas, tengah, dan bawah. Terdapat lima ulangan, dengan masing-masing terdiri dari sepuluh tanaman. Tiga tanaman diambil untuk sampel pengukuran pertumbuhan, satu tanaman untuk uji laju pertumbuhan relatif, satu tanaman untuk uji klorofil, dan satu tanaman untuk menghitung total padatan terlarut. Penempatan sampel perlakuan dilakukan secara acak.

Prosedur penelitian dimulai dengan perancangan denah penempatan alat hidroponik wick, dilanjutkan dengan instalasi yang memperhatikan intensitas cahaya dan sumber listrik. Alat hidroponik menggunakan sistem wick berbasis nol energi yang menggunakan prinsip gaya gravitasi dan gaya kapilaritas. Penanaman dilakukan setelah pembuatan larutan nutrisi AB Mix dan penyemaian benih Sawi. Dilakukan perawatan rutin seperti penyulaman, pengecekan larutan nutrisi, dan pengendalian hama penyakit. Pemanenan dilakukan saat tanaman Sawi berumur 28 hari.

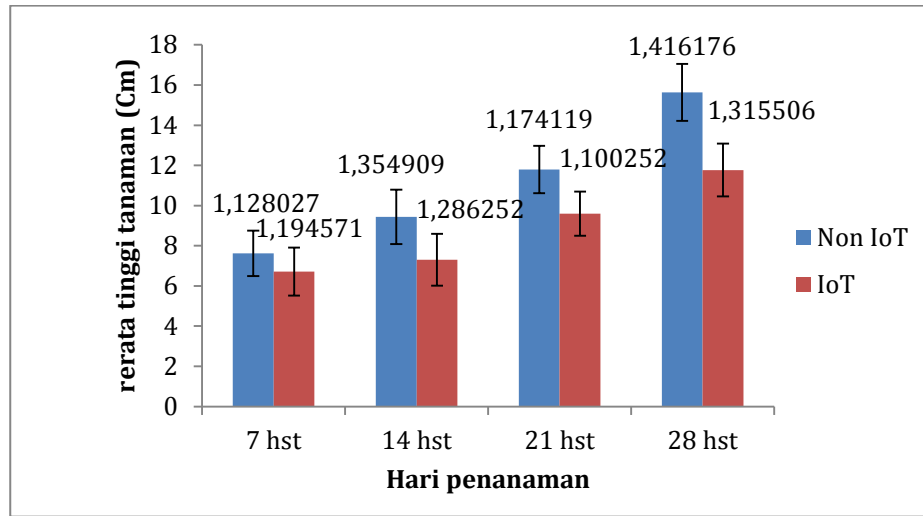
Variabel pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar dan kering sampel tanaman, total padatan terlarut, analisis total asam askorbat atau vitamin C, analisis total klorofil, dan laju pertumbuhan relatif. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji T pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan respon tanaman Sawi terhadap sistem hidroponik wick sistem IoT dan non IoT terkendali. Kesimpulan hipotesis didasarkan pada nilai p yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Hidroponik Wick Sistem Berbasis Zero Energy Dengan Internet Of Thing

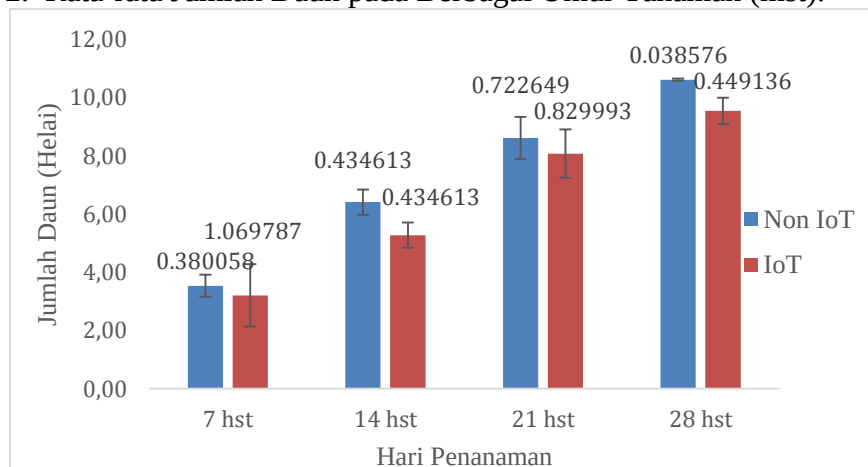
Dari hasil uji T terhadap variabel tinggi tanaman, nilai P pada umur 14-28 hari memiliki nilai yang signifikan lebih rendah dari 0,05 ($P = 0,0052$), menunjukkan penolakan terhadap hipotesis nol (H_0). Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan antara tinggi tanaman yang dihasilkan dari model hidroponik wick dengan kontrol nutrisi IoT dan Non IoT pada umur pengamatan tersebut. Secara umum, sawi yang diperoleh dari model hidroponik wick IoT menunjukkan rerata tinggi tanaman non-IoT yang lebih baik.

Gambar 1. Rata-rata Tinggi Tanaman pada Berbagai Umur Tanaman (mst).



Dari hasil uji T terhadap variabel jumlah daun, nilai P pada umur 14 hari menunjukkan signifikansi yang sangat tinggi dengan nilai kurang dari 0,05 ($p = 0,00016$). Penolakan terhadap hipotesis nol (H_0) pada umur pengamatan tersebut mengindikasikan adanya perbedaan antara jumlah daun tanaman yang dihasilkan dari model hidroponik wick dengan kontrol nutrisi IoT dan Non IoT. Secara umum, sawi yang diperoleh dari model hidroponik wick IoT menunjukkan rerata jumlah daun non-IoT yang lebih baik.

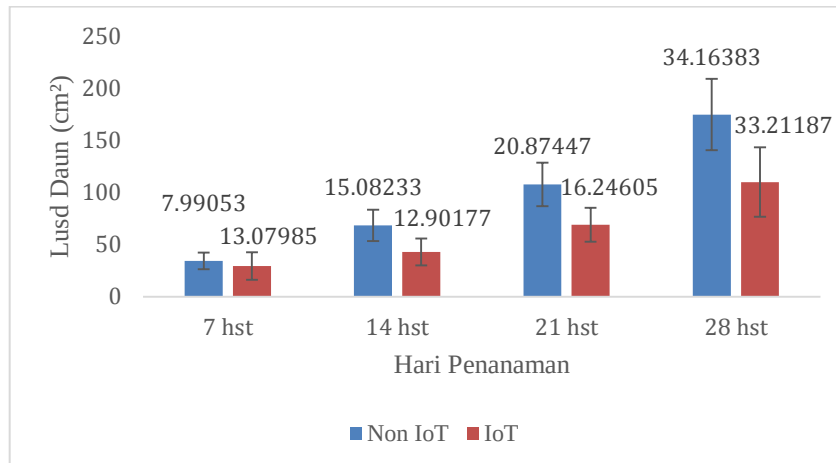
Gambar 2. Rata-rata Jumlah Daun pada Berbagai Umur Tanaman (mst).



Dari hasil uji T terhadap variabel luas daun, nilai P pada rentang umur 15-21 hari dan 22-28 hari menunjukkan signifikansi yang lebih rendah dari 0,05, yaitu

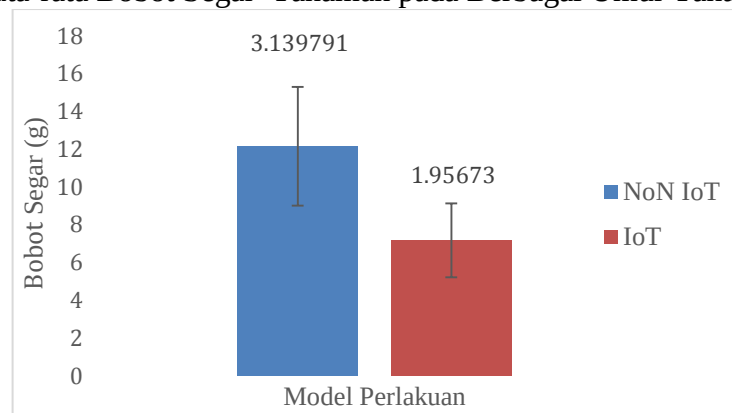
masing-masing ($p = 0,034718$) dan ($p = 0,049607$). Penolakan terhadap hipotesis nol (H_0) pada kedua rentang umur tersebut mengindikasikan adanya perbedaan secara antara luas daun yang dihasilkan dari model hidroponik wick dengan kontrol nutrisi IoT dan Non IoT. Secara umum, sawi yang diperoleh dari model hidroponik wick IoT menunjukkan rerata Non-IoT yang lebih baik.

Gambar 3. Rata-rata Luas Daun pada Berbagai Umur Tanaman (mst).



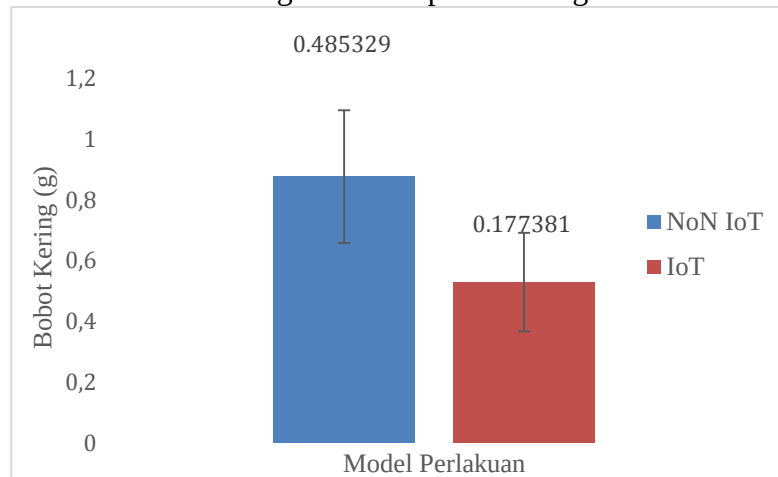
Dari hasil uji T terhadap variabel bobot segar sampel, nilai P sebesar 0.049424 menunjukkan signifikansi yang lebih rendah dari 0,05. Penolakan terhadap hipotesis nol (H_0) dalam konteks bobot segar pada pengamatan tersebut mengindikasikan adanya perbedaan antara bobot segar tanaman yang dihasilkan dari model hidroponik wick dengan kontrol nutrisi IoT dan Non IoT.

Gambar 4. Rata-rata Bobot Segar Tanaman pada Berbagai Umur Tanaman (mst).



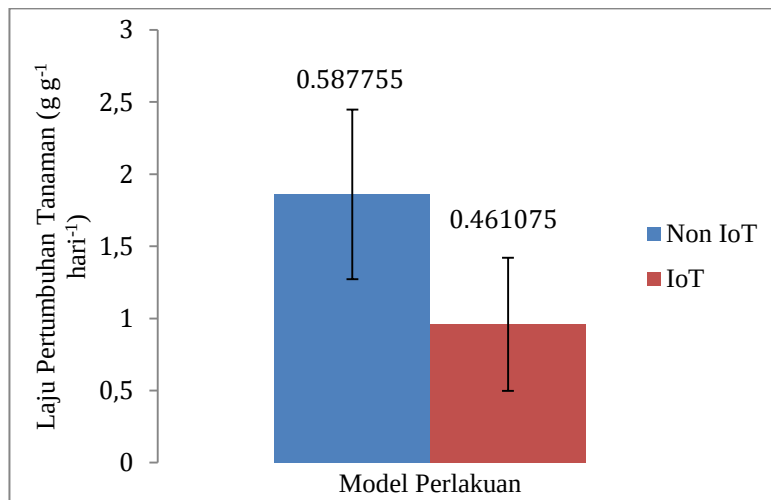
Dari hasil uji T terhadap variabel bobot kering per tanaman, nilai P sebesar 0.124568 memiliki signifikansi yang lebih tinggi dari 0,05. Penerimaan hipotesis nol (H_0) dalam konteks bobot kering pada pengamatan tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara antara bobot kering tanaman yang dihasilkan dari model hidroponik wick dengan kontrol nutrisi IoT dan Non IoT. Secara umum, sawi yang diperoleh dari model hidroponik wick IoT menunjukkan rerata IoT yang lebih baik

Gambar 5. Rata-rata Bobot Kering Tanaman pada Berbagai Umur Tanaman (mst).



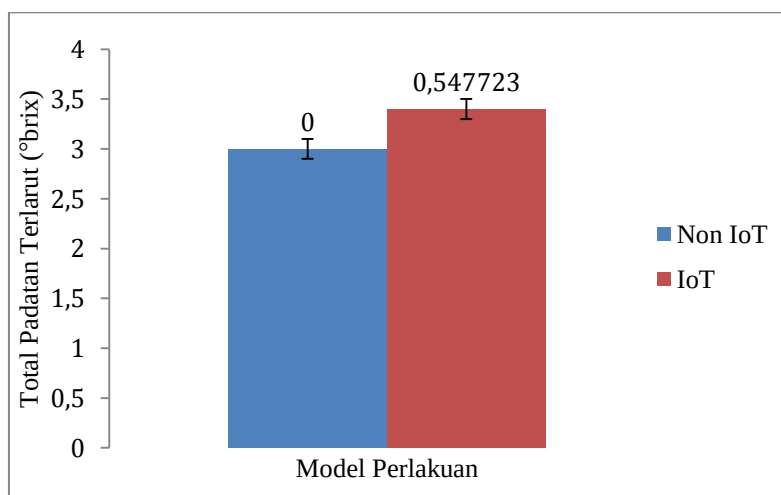
Dari hasil uji T terhadap variabel laju pertumbuhan relatif, didapati bahwa nilai P sebesar 0,099748 lebih tinggi dari 0,05. Oleh karena itu, hipotesis nol (H_0) diterima, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara statistika yang signifikan antara laju pertumbuhan relatif yang dihasilkan dari model hidroponik wick dengan kontrol nutrisi IoT dan Non IoT. Secara umum, sawi yang diperoleh dari model hidroponik wick IoT menunjukkan laju pertumbuhan relatif non-IoT yang lebih baik.

Gambar 6. Rata-rata Laju Pertumbuhan Relatif Tanaman pada Berbagai Umur Tanaman (mst).



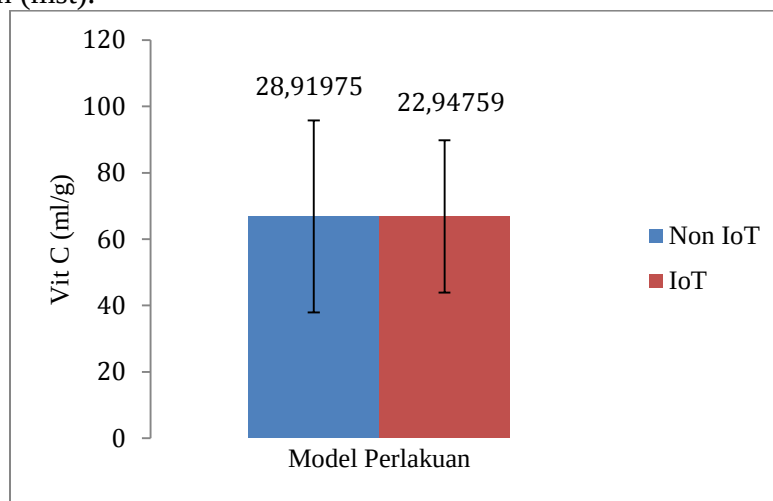
Dari hasil uji T terhadap variabel total padatan terlarut, nilai P sebesar 0,17781 lebih tinggi dari 0,05. Oleh karena itu, hipotesis nol (H_0) diterima, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan secara statistika yang signifikan antara total padatan terlarut yang dihasilkan dari model hidroponik wick dengan kontrol nutrisi IoT dan Non IoT. Secara umum, sawi yang diperoleh dari model hidroponik wick IoT menunjukkan total padatan terlarut yang lebih baik dengan yang diperoleh dari Non IoT.

Gambar 7. Rata-rata Total Padatan Terlarut pada Berbagai Umur Tanaman (mst).



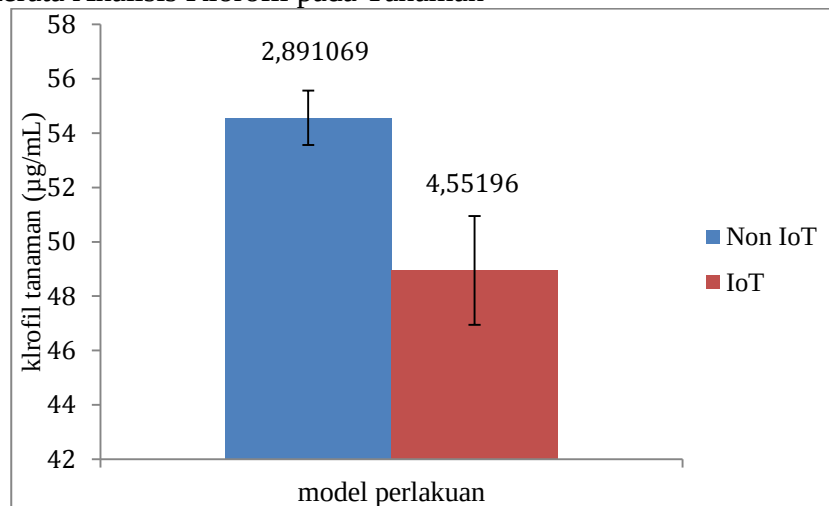
Dari hasil uji T terhadap variabel Vitamin C, didapati bahwa nilai P sebesar 0,10000 lebih tinggi dari 0,05. Oleh karena itu, hipotesis nol (H_0) diterima, menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan secara statistika yang signifikan antara kadar Vitamin C yang dihasilkan dari model hidroponik wick dengan kontrol nutrisi IoT dan Non IoT. Secara umum, sawi yang diperoleh dari model hidroponik wick IoT memiliki kadar Vitamin C yang sama.

Gambar 8. Rerata Analisis Konsentrasi Asam Askorbat (Vitamin C) pada Berbagai Umur Tanaman (mst).



Dari hasil uji T terhadap variabel klorofil, nilai P sebesar 0,09580 lebih tinggi dari 0,05. Oleh karena itu, hipotesis nol (H_0) diterima, menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan secara statistika yang signifikan antara klorofil yang dihasilkan dari model hidroponik wick dengan kontrol nutrisi IoT dan Non IoT. Secara umum, sawi yang diperoleh dari model hidroponik wick Non IoT menunjukkan tingkat klorofil yang lebih baik.

Gambar 9. Rerata Analisis Klorofil pada Tanaman



Dari hasil analisis statistika menggunakan Uji T yang dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa secara umum rerata pertumbuhan dan hasil hidroponik non IoT terkendal lebih baik daripada hidroponik berbasis IoT. Hal ini diduga terjadi karena stabilitas ppm pada model non IoT terkendali lebih tinggi dibandingkan dengan IoT mikrokontroler. Hal ini menunjukkan bahwa desain mikrokontroler yang dibuat dalam penelitian ini belum mampu melakukan pengontrolan ppm seperti yang diharapkan. Diduga hal ini terjadi karena dalam sistem hidroponik IoT stabilitas IoT yang digunakan baru terfokus pada tandon utama gambar 4-7, sedangkan pada sistem manual kontrol nutrisi dilakukan pada bak utama dan pada setiap bak tanam. Diduga penggunaan alat pengaduk otomatis juga masih belum bekerja dengan baik karena stabilitas listrik tidak stabil (karena beberapa kali mengalami mati lampu) sehingga penyampuran pada bak utama nutrisi tidak merata, sebagaimana terlihat pada Gambar stabilitas nutrisi tandon pada setiap periode mingguan.

Dampak implementasi dari alat ini masih belum baik ditunjukan dari hasil pada tanaman kurang optimal dari kualitas maupun hasil. Kurangnya nutrisi pada tanaman hidroponik wick IoT dapat menghasilkan dampak yang signifikan pada hasil dan kualitas tanaman. Salah satu dampak utamanya adalah pertumbuhan tanaman yang terhambat. Nutrisi merupakan elemen penting dalam proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Ketika nutrisi tidak mencukupi, tanaman

akan mengalami pertumbuhan yang lambat, batang yang lemah, serta daun yang kecil. Hal ini diduga seharusnya sensor TDS dapat membaca nilai yang ada pada bak nutrisi hidroponik. Ketika nilai ppm berada di bawah range 1000 PPM maka peristaltic pump akan aktif dan mengalirkan nutrisi AB mix ke dalam blending tank nutrisi. Ketika nilai sudah mencapai range maka peristaltic pump akan mati. Sensor water level bekerja ketika air berada di luar daerah kerja sensor maka solenoid valve akan aktif dan mengisi air hingga air berada di daerah kerja sensor water level yang sudah ditentukan namun, cara kerja ini masih belum bekerja dengan baik karena jaringan internet untuk mengerjakan perintah data masih belum mumpuni. Pengaruh jaringan internet terhadap hidroponik wick berbasis IoT cukup penting, hal ini ditunjukkan oleh beberapa penelitian. (Rohmat *et al.*, 2020), menyoroti peran jaringan internet ke IoT dalam memantau dan mengelola sistem hidroponik, dengan yang pertama menekankan penggunaan jaringan sensor nirkabel dan yang terakhir mengusulkan sistem terintegrasi untuk pengumpulan dan pengelolaan data, sehingga meningkatkan kecerdasan dan kemampuan kontrolnya.

Persyaratan yang baik pada sistem hidroponik wick berbasis IoT harus memiliki konektivitas jaringan internet, Sensor yang akurat, dan listrik yang stabil. Dalam perawatan tanaman hidroponik manual, parameter air, pH, nutrisi, suhu, kelembaban, dan cahaya harus selalu dijaga agar perkembangan tanaman tetap stabil. Untuk membantu petani merawat tanaman mereka, maka perlu dibangun Implementasi Internet of Things (IoT) pada tanaman hidroponik. Sistem yang dibangun memberikan informasi suhu, kelembaban, pH, EC, air, dan cahaya dari tanaman hidroponik kepada pemilik tanaman. Dalam penelitian ini dibangun sebuah prototype IoT yang dapat mengatur air, nutrisi, pH, dan cahaya pada tanaman secara otomatis. Sistem ini membantu pemilik tanaman memantau dan merawat tanaman mereka dimana saja. Dari hasil pengujian prototype didapatkan bahwa sensor dan aktuator berjalan dengan baik dan benar. Dari hasil pengujian performa konektivitas, konektivitas sistem berjalan dengan baik sampai dengan 100 node. Jika node berjumlah 200 node atau lebih maka performa konektivitas sistem akan turun sampai dengan 31%. seperti yang dijelaskan (Al-Gharibi 2021), Pengembangan sistem

sumbu hidroponik berbasis IoT harus mempertimbangkan integrasi berbagai sensor dan aktuator untuk memantau dan mengontrol parameter utama seperti suhu, kelembaban, kualitas air, dan intensitas cahaya. Sistem ini juga harus dirancang untuk konsumsi daya yang rendah dan pengoperasian di luar jaringan . Kemampuan pemantauan dan kontrol jarak jauh, serta penggunaan aplikasi seluler untuk pembaruan status secara real-time, juga merupakan fitur penting untuk dipertimbangkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara model hidroponik wick dengan kontrol nutrisi IoT dan Non-IoT dalam hal pertumbuhan tanaman pada beberapa periode pengamatan. Selain itu, pertumbuhan dan hasil tanaman cenderung lebih baik pada model hidroponik wick Non-IoT terkendali dibandingkan dengan yang berbasis IoT. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk meningkatkan stabilitas listrik guna memastikan pengoperasian yang lancar dan konsisten dari sistem hidroponik berbasis IoT. Integrasi yang lebih baik antara sensor dan aktuator juga diperlukan untuk meningkatkan kontrol dan pemantauan sistem, sehingga menghasilkan hasil yang lebih konsisten dan optimal. Selain itu, konsistensi konektivitas internet yang dipastikan akan mendukung fungsi pemantauan dan kontrol jarak jauh yang lebih efektif..

UCAPAN TERIMA KASIH

penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Nurhidayati, MP. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Islam Malang, atas arahan dan fasilitas yang diberikan di lingkungan Agroteknologi. Juga kepada Ibu Dr. Ir. Anis Rosyidah, MP. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi, atas dukungan yang diberikan. Terima kasih juga kepada Ibu Dr. Siti Asmaniyah Mardiyani, SP. MP. selaku Dosen Pembimbing satu, yang memberikan arahan dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi. Serta kepada Ibu Ir. Indiyah Murwani, MP. selaku Dosen Pembimbing kedua, atas bimbingan dalam penyusunan skripsi dan fasilitas di Laboratorium Agroteknologi Universitas Islam Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Gharibi, R. S. (2021, July). IoT-Based Hydroponic System. In *2021 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)* (pp. 1-6). IEEE.
- Arip, M., & Thoriq, D. A. (2022). Kelayakan Budidaya Selada Krop Dengan Sistem Smart Watering Di Greenhouse Ftip Unpad Feasibility Of Cultivation Of Crop Lettuce With Smart Watering System At Greenhouse Ftip Unpad. *water Jurnal Agriekstensia*, 21(1).
- Bafdal, N., Dwiratna, S., & Kendarto, D. R. (2017). Impact of use on paprika (*Capsicum annum*) by using fertigation and autopot system combined with numerous growing media. *Asian Journal of Plant Sciences*, 16(3), 149–159.
- Charumathi S, Kaviya RM, Kumariyarasi J, Manisha R, Dhivya P. 2017. Pengendalian Hidroponik Pertanian menggunakan IoT.
- Fauzi, R., Tarwaca, E., Putra, S., & Ambarwati, D. E. (2013). Pengayaan Oksigen Di Zona Perakaran Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Selada (*Lactuca Sativa L.*) Secara Hidroponik Oxygen Enrichment In The Root Zone To Increase The Growth And Yield Of Hydroponics Lettuce (*Lactuca Sativa L.*). *Jurnal Vegetalika*, 2(4), 63–74.
- Gayati, Mentari Dwi. 2020. “Kementan Akui Lahan Sawah Berkurang 650 Ribu Ha Per Tahun” <https://m.antaranews.com/berita/1254488/kementan-akuilahan-sawah-berkurang-650-ribu-ha-per-tahun/>. Diakses pada 25 Februari 2020.
- Hali, A. S., S Bani, M. D., & Nitit, B. P. (2021). Efisiensi Penerapan Metode Fuzzy Logic Pada Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique. *Jurnal Gatra Nusantara*, 19(2), 208–211.
- K. Ogata, *Modern Control Engineering* [Paperback]. 2009.
- Nair AG, Chacko A, Mohan G, Francis TK. 2017. Smart Vertical Farming Using Hydroponics. *IOSR J. Electr. Electron. Eng.* e-ISSN 2278-1676,p-ISSN 2320-3331, PP 14-17 www.iosrjournals.org Smart: 14±17
- Mahlangu, R. I. S., Maboko, M. M., Sivakumar, D., Soundy, P., & Jifon, J. (2016). Lettuce (*Lactuca sativa L.*) growth, yield and quality response to nitrogen fertilization in a noncirculating hydroponic system. *Journal of Plant Nutrition*, 39(12), 1766–1775.

- Puriandi, F. (2013). Proses Perencanaan Kegiatan Pertanian Kota yang Dilakukan oleh Komunitas Berkebun di Kota Bandung sebagai Masukan Pengembangan Pertanian Kota di Kawasan Perkotaan. *Journal of Regional and City Planning*, 24(3).
- PT.Hiup. (2022). Katalog Smart Watering Unpad. In PT. Hiup Indonesia.
- Rahman, M, dkk. 2017.Pemanfaatan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Hormon Tumbuh Pada Pembibitan Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Agro Complex* 1(3): 94 – 100. Universitas Diponegoro. Semarang
- N, N. H. P., Rohmat Tulloh S.T., M. T., & Ridha Muldina Negara S.T., M. T. (2020). Desain Dan Implementasi Perangkat E-Locker Menggunakan Qr Code Dan Website Monitoring Berbasis “Internet of Things Design and Implementation of E-Locker Using Qr Code and Website Monitoring Based on Internet of Things. *E-Proceeding of Applied Science*” 6(1), 499–512.
- Romalasari, A., & Sobari, E. (2019). Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik Dengan Perbedaan Sumber Nutrisi. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), 36–41.
- Savitri, D. A., Nadzirah, R., & Novijanto, N. (2020). Pelatihan Hidroponik Sistem DFT Guna. Menumbuhkan Jiwa Kewirausahaan Siswa di Jember.
- Siregar, A., 2015. Teknologi Hidroponik: Cara Baru Menanam Tanaman Tanpa Media Tanah. *Jurnal Pertanian*, 16 (1): 1-10.
- Setiawan, dkk. (2020). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Hidroponik. *Jurnal Teknik*, 14(2), 208-215.
- Susilawati., 2019, Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik, Unsri Press, Palembang. Wesonga, J. M., Wainaina, C., Ombwara, F. K., Masinde, P. W., Home, P. G., 2014. ‘Wick Material and Media for Capillary Wick Based Irrigation System in Kenya’*International Journal of Science and Research*. 3(4), 613– 617.
- Widyawati, 2013. Kendali dan Pengembangan Sampah dan Limbah Cair di Kabupaten Tegal. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 2 (2): 115-125.