

UJI KINERJA SISTEM FERTIGASI TETES PADA PEMBIBITAN KELAPA SAWIT (MAIN NURSERY) MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH

Vanjha T. A Tarigan, Hermantoro, Suparman

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper
Yogyakarta, Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55282

INTISARI

Pembibitan merupakan langkah pertama dari seluruh rangkaian kegiatan budidaya kelapa sawit, yang sangat menentukan keberhasilan tanaman yang bermutu dan tahan terhadap situasi kondisi. Produktivitas kelapa sawit sangat bergantung kepada penyiapan bibit yang pertumbuhannya baik, bibit yang baik diperoleh dengan pemeliharaan yang intensif seperti media, irigasi, pemupukan. Pemupukan merupakan pemberian bahan yang dimaksudkan untuk menambah hara pada tanaman. Pemupukan yang masih dilakukan dengan caramenaburkan pada bibit kelapa sawit dapat menimbulkan kemungkinan penyerapan unsur hara pada tanaman menjadi tidak sempurna. sistem fertigasi merupakan pemberian air pada pupuk secara bersamaan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam penentuan suatu nilai kelembapan tanah yaitu layu permanen 17,13%, kapasitas lapangan 28,0% dan jenuh 54,07%. Pompa akan hidup ketika kadar air yang dibaca sensor kelembapan tanah kurang dari 30%. Formulasi pembuatan larutan nutrisi yaitu dalam 30 liter air akan dilarutkan 21,3 gr pupuk NPK (15;15;6). Jumlah penggunaan air pada perlakuan fertigasi otomatis adalah 10,540 ml dan perlakuan manual adalah 13,150 ml dengan nilai rata-rata 1,505 ml dan 1,878 ml dan tingkat efisiensinya 80,1%. Penggunaan air pada fertigasi dari hari pertama sampai selesai selalu mengalami penurunan sedangkan perlakuan manual meningkat. Pertumbuhan tinggi tanaman untuk perlakuan otomatis dan manual secara berturut-turut adalah 1,9 cm dan 1,7 cm dengan persentase perbandingannya 0,8%. Tidak terjadinya perbedaan yang signifikan.

Kata kunci: Pembibitan kelapa sawit, Sensor kelembapan tanah, Fertigasi dan Efisiensi.

PENDAHULUAN

Pembibitan merupakan langkah pertama dari seluruh rangkaian kegiatan budidaya kelapa sawit, yang sangat menentukan keberhasilan tanaman yang bermutu dan tahan terhadap situasi kondisi. Melalui tahap pembibitan diharapkan akan menghasilkan bibit yang baik dan berkualitas tinggi. Untuk menghasilkan bibit yang baik dan berkualitas diperlukan pengolahan yang intensif dan selektif selama tahap pembibitan. Diperlukan pedoman kerja yang dapat menjadi acuan sekaligus kontrol selama pelaksanaan di lapangan (Ariyanti et al., 2018).

Produktivitas kelapa sawit sangat bergantung kepada penyiapan bibit yang pertumbuhannya baik, bibit yang baik diperoleh dengan pemeliharaan seperti media, irigasi, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit. Proses irigasi menjadi hal penting dalam pembibitan kelapa sawit. Pemberian irigasi yang tidak tepat dapat menyebabkan rendahnya produktifitas tanaman. Hal ini dapat

dilihat dari sebagian bibit kelapa sawit mati disebabkan terjadinya tumbuhan kering, dan menjadi abnormal akibat kekurangan air (Halid et al., 2015).

Pemupukan merupakan pemberian bahan yang dimaksudkan untuk menambah hara pada tanaman. Pemupukan yang masih dilakukan dengan cara menaburkan pada bibit kelapa sawit dapat menimbulkan kemungkinan penyerapan unsur hara pada tanaman menjadi tidak sempurna. Komposisi dan kualitas tanah yang bervariasi mempengaruhi kesuburan tanaman sehingga diperlukan pengontrolan dalam memformulasikan pupuk yang optimal serta penjadwalan pemberian nutrisi pada tanaman dapat mengefisiensikan penggunaan pupuk dan menghemat biaya (Azri, 2015).

Irigasi adalah pemberian air pada tanah untuk keperluan pertumbuhan tanaman. Kemudian dikenal sistem fertigasi, sesuai namanya sistem fertigasi merupakan pemberian air pada pupuk secara bersamaan, *fertilisasi*(pemupukan) dan irigasi. Sistem fertigasi memungkinkan pemberian pupuk dalam jumlah yang

benar sesuai dengan kekurangan unsur hara tanaman. Proses fertigasi dapat meminimalkan risiko akar tertular penyakit yang ditularkan oleh tanah, meningkatkan nutrisi yang diserap oleh tanaman dan mengontrol waktu dan kecepatan pelepasan pupuk yang tepat (Yuniarti et al., 2019).

Dalam sistem kontrol fertigasi dengan irigasi tetes, dimana masukan air dan nutrisi ke dalam tanah melalui suatu pemancar dengan debit yang kecil dan konsta serta tekanan rendah yang akan menyebar di tanah baik ke samping maupun kebawah karena gaya kapiler dan gravitasi pada tanaman serta perlu juga memperhatikan kualitas tanah dan umur tanaman tersebut untuk itu perlunya dilakukan pengontrolan pada sistem fertigasi tersebut untuk mencegah terjadinya kekurangan atau kelebihan pemberian unsur hara yang dilakukan, salah satu cara pengontrolan tersebut adalah dengan cara penerapan mikrokontoler (Rosma et al., 2021)

Mikrokontoler dapat diartikan suatu alat yang dapat dilakukan secara otomatis dengan diatur programnya

sesuai dengan kebutuhan. Penerapan mikrokontroler pada sistem fertigasi dapat memungkinkan dalam pengontrolan pemberian unsur hara secara otomatis berdasarkan perintah (Fajar et al., 2018)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji sistem fertigasi otomatis, melakukan pengamatan penggunaan jumlah air irigasi dan pertumbuhan tinggi tanaman, melakukan pembuatan formulasi unsur hara sesuai dengan kebutuhan tanaman.

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkul, penggaris, buku tulis, dan pulpen.

Bahan yang digunakan adalah bibit kelapa sawit umur 19-20 minggu (*main nursery*), polybag ukuran 30 cm x 30 cm, tanah topsoil, kotoran sapi, dan pupuk NPK (15:15:6)

Tahapan Penelitian

Persiapan

Persiapan merupakan suatu kegiatan untuk identifikasi fungsi dan kelengkapan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini untuk membuat sistem fertigasi otomatis pada pembibitan kelapa sawit.

Uji Kinerja Sistem Irigasi Otomatis

Pengujian kinerja sistem Irigasi mencakup cara kerja alat, pengujian sistem kendali pompa on dan off, efisiensi air fertigasi dan respon pertumbuhan tinggi tanaman.

Pembuatan Formulasi Larutan Nutrisi

Unsur hara yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan standar pemberian nutrisi pada pembibitan kelapa sawit adalah pupuk NPK majemuk (15:15:6)

Standar kebutuhan air pada pembibitan kelapa sawit (*Main Nursery*) menurut pusat penelitian kelapa sawit adalah 2 liter/polybag/hari maka hal ini sebagai acuan untuk pembuatan kontrol fertigasi. Didapat dalam 2 liter air dilarutkan pupuk NPK majemuk (15:15:6)

Pengolahan Data

Data yang diperoleh setelah selesai penelitian selanjutnya akan dilakukan pengolahan data.

Penarikan kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan hal yang penting untuk mengetahui hasil akhir dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Fertigasi

Sistem fertigasi yang digunakan adalah sistem fertigasi yang sudah terkontrol dan diprogram dalam sensor kelembapan tanah. Dalam hal ini komponen yang digunakan adalah pipa sebagai jalannya nutrisi dari tong ketanaman, kemudian tong dengan kapasitas 180 liter yang berfungsi sebagai penampung larutan unsur hara dan nutrisi, kabel sebagai alat untuk menyambungkan daya atau arus listrik kemudian dripp tetes sebagai keluaran air dan kontrol fertigasi sebagai pengatur untuk penyiraman. Untuk rancangan instalasi fertigasi dapat dilihat seperti gambar berikut.



Gambar 4.1 Instalasi fertigasi
Otomatis Pembibitan Kelapa Sawit
Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah atau (*soil moisture sensor*) merupakan alat untuk membaca tingkat kebasahan dari tanah atau tingkat kelembapan tanah di sekitar area percobaan. Sensor ini terdapat dua lempengan konduktor seperti jarum atau pisau logam yang sangat sensitif terhadap tegangan listrik dalam suatu media tanah. lempengan logam konduktor adalah media yang akan menghantarkan tegangan analog berupa tegangan listrik. Sensor kelembapan tanah bekerja dengan cara mengukur arus listrik yang menimbulkan tegangan elektromagnetik dari sekitar area media penghantar. Menurut (Anri Kurniawan) Hal tersebut terjadi karena terdapat perpindahan dari kutub

positif (+) ke kutub negatif (-). Dalam hal ini hasil pembacaan dari sensor kelembapan tanah akan ditampilkan di LCD disertai keterangan on dan off.



Gambar 4.2 Sensor Kelembapan
Tanah Didalam Media Tanam

Berdasarkan penelitian hasil dari pembacaan sensor kelembapan tanah digunakan untuk mematikan dan menghidupkan pompa air nutrisi, dalam hal ini untuk penentuan batas bawah kelembapan tanah yang digunakan pada tanah bibit kelapa sawit maka akan dilakukan pengujian atau kalibrasi dengan metode gravimetris.

Tabel 4.1 Hasil Kalibrasi Sensor Kelembapan Tanah Menggunakan Metode Gravimetris

Nilai ADC Sensor Soil Moisture	Pengukuran Kadar Air Tanah Dengan Metode Gravimetris (%)	Tegangan
1002	42	1,24 V
1134	40	1,36 V
1194	37	1,43 V
1355	34	1,57 V
1386	32	1,62 V
1458	31	1,75 V
1567	26	2,14 V
1775	19	2,26 V
1869	18	2,29 V
1926	15	2,35 V

Berdasarkan Tabel 4.1 untuk menentukan nilai kadar air maka akan dicari rata-rata dari 10 percobaan. Dalam hal tersebut didapat untuk rata-rata kadar air yaitu 30%, maka dalam penentuan kadar air dilapangan akan diprogram untuk setting point soil moisture.

Tabel 4.2 *Setting Point Soil Moisture*

No	Kadar Air	Set Poin Soil Moisture (%)
1	Layu Permanen (%)	17,13
2	Kapasitas Lapangan (%)	28,0 – 34,11
3	Jenuh (%)	54,07

Berdasarkan program yang telah dibuat, Pemberian air irigasi akan dilakukan ketika kadar air terbaca pada nilai 28,0% - 34,11% dan akan berhenti ketika kadar air terbaca >34,11%.

Bentuk Rangkaian Kontrol Irigasi Otomatis

Fertigasi merupakan istilah dari pemupukan dan pengairan yang digabung secara bersamaan, sehingga pada saat pemupukan akan digabung dengan proses pengairan. Sistem ini memiliki keuntungan yang besar karena dapat menghemat waktu, biaya perawatan dan tanaman akan menyerap unsur hara dengan baik dan efisien terhadap penggunaan pupuk yang tidak terlalu banyak.



Gambar 4.3 Rangkain Kontrol
Irigasi Otomatis Tampak Depan
Box Elektronik



Gambar 4.4 Rangkaian Kontrol
Irigasi Tampak Didalam Box
Elektronik

Rangkaian dari suatu komponen-komponen yang telah dilengkapi selanjutnya akan dipasang dan diletakkan didalam box elektronik. Fungsi dari box elektronik adalah sebagai pelindung dan tempat dari rangkaian-rangkaian yang telah

terpasang. Box elektronik yang digunakan pada penelitian ini memiliki ukuran $P \times L \times T = 19\text{cm} \times 12\text{cm} \times 7\text{cm}$.

Spesifikasi dan fungsi dari komponen-komponen yang digunakan yaitu, mikrokontroler *Arduinouno*, komponen ini berfungsi sebagai pusat pengendali/pengatur untuk jalannya komponen-komponen lain, kabel *Jumper* yaitu kabel yang berwarna-warni ini merupakan kabel jumper yang berfungsi sebagai jalannya arus dan penghubung daya setiap rangkaian, LCD 16x2 adalah layar kecil yang terdapat didalam rangkaian, layar ini berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan system, adaptor HI Link , adaptor ini berfungsi sebagai pengubah arus AC menjadi arus DC, selain berfungsi sebagai pengubah arus, adaptor juga berfungsi sebagai pengubah tegangan listrik tinggi ke rendah, rangkaian *Relay on/off solenoid valve*, dan *Soil Moisture*, merupakan alat sensor untuk mendeteksi tingkat kelembapan dari tanah.

Prinsip kerja dari alat ini adalah sensor kelembapan tanah akan membaca atau mendeteksi tingkat kelembapan tanah, jika tanah dalam kondisi kering maka mikrokontroler akan mengaktifkan driver relay sehingga valve solenoid mendapat arus listrik untuk membuka keran agar pipa bisa mengalir menyiram tanaman. Demikian sebaliknya jika tanah dalam kondisi basah maka mikrokontroler akan menonaktifkan driver relay dan valve solenoid menutup sehingga air berhenti mengalir. Alat ini menggunakan sumber dari arus listrik PLN dengan power supply unit SHIMIZU 220 V.

Uji Kinerja Sistem Irigasi Otomatis

Sistem irigasi otomatis dapat bekerja secara tepat ketika penyiraman dimulai dan dihentikan pada saat kelembapan tanah yang digunakan terpenuhi. Dalam hal ini peneliti melakukan uji terhadap kinerja system irigasi otomatis dengan tujuan memastikan hidup atau mati pompa air yang sudah terpasang.

Berdasarkan penelitian dalam pengujian system irigasi dilakukan dengan cara mengamati setiap jam selama 12 hari. Hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4.3 Hasil Pengamatan
Pengujian Sistem Irigasi Otomatis**

Jam	Kondisi	Pembacaan Sensor (%)	Pompa
08.00	Kering	10	Hidup
09.00	Kering	14	Hidup
10.00	Kering	17	Hidup
11.00	Kering	15	Hidup
12.00	Kering	12	Hidup
13.00	Kering	20	Hidup
14.00	Basah	35	Mati
15.00	Basah	42	Mati
16.00	Basah	50	Mati
17.00	Basah	56	Mati

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa sistem irigasi bekerja sesuai yang diharapkan, dimana pompa akan otomatis mati ketika kadar air lebih dari 34,1% dan akan hidup ketika pembacaan sensor yaitu 27,0% - 34,1%.

Menentukan Pembuatan Formulasi Larutan Nutrisi

Nutrisi atau pupuk sebagai sumber pasokan air dan mineral merupakan faktor yang sangat penting untuk proses pertumbuhan dan kualitas tanaman fertigasi, sehingga dalam penentuan jumlah dosis pupuk harus tepat agar tanaman tidak keracunan dan kekurangan nutrisi.

Pada penelitian kali ini pupuk yang digunakan adalah pupuk NPK (15 ; 15 ; 6). (Menurut brosur pusat penelitian kelapa sawit) penentuan dosis pupuk yang baik dilakukan sesuai dengan umur tanaman. Dalam penelitian kali ini umur bibit yang digunakan yaitu 19-20 minggu, yang berarti kebutuhan pupuk pada umur 19-20 minggu adalah 10 gr/polybag/minggu. Kebutuhan air untuk pembibitan kelapa sawit adalah 14 liter/polybag/minggu, sehingga hal tersebut menjadi acuan dalam pembuatan formulasi larutan unsur hara.

Berdasarkan penelitian cara pembuatan larutan sangat mudah yaitu dengan cara melarutkan pupuk

kedalam air yang berada di tong. Penelitian dilakukan selama 7 hari dengan satu bibit dalam hal ini peneliti menggunakan volume air yaitu 30 liter, dalam 30 liter ini maka akan dilarutkan pupuk sebanyak 21,3 gr. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui jumlah volume air yang dikeluarkan pada sistem irigasi.

Efisiensi Penggunaan Air Pada Fertigasi Otomatis

Penelitian ini melakukan pengukuran jumlah air fertigasi otomatis dengan tujuan untuk mengetahui jumlah penggunaan air untuk tanaman bibit kelapa sawit pada umur 19-20 minggu dengan sistem irigasi otomatis yang menggunakan sensor kelembapan.

Penelitian ini melakukan pengukuran jumlah air fertigasi yaitu setiap hari selama 7 hari dengan asumsi bahwa tidak ada faktor eksternal pada saat proses fertigasi otomatis dijalankan. Faktor eksternal yang dimaksud dalam penelitian ini seperti air hujan dan sebagainya yang

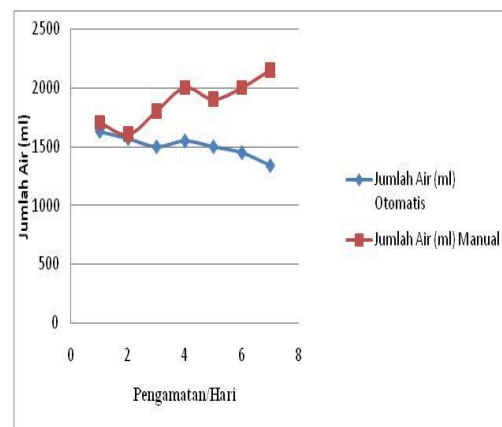
dapat mempengaruhi hasil pembacaan sensor kelembapan tanah.

Penelitian ini menggunakan dua perlakuan dalam memberikan air fertigasi untuk tanaman bibit kelapa sawit. Perlakuan pertama yaitu dengan cara manual, tanaman dilakukan penyiraman setiap pagi dan sore, perlakuan kedua yaitu dengan penyiraman otomatis dengan sistem fertigasi dengan cara menghitung dan mengamati air yang berkurang dari tong yang sudah berisi larutan sebanyak 30 liter. Hasil dari penggunaan air fertigasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.4 Hasil Penggunaan Air Pada Ferigasi Otomatis

Pengamatan/Hari	Jumlah Air (ml)	
	Otomatis	Manual
1	1630	1700
2	1570	1600
3	1500	1800
4	1550	2000
5	1500	1900
6	1450	2000
7	1340	2150
Jumlah	10.540	13.150

Berdasarkan tabel 4.4 didapat jumlah volume air yang digunakan pada perlakuan otomatis dan manual secara berturut-turut adalah 10.540 ml dan 13.150 ml dengan nilai rata-rata sebesar 1505 ml/hari dan 1878 ml/hari. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa fertigasi otomatis lebih efektif 80,1% dari fertigasi manual.



Gambar 4.5 Grafik Efisiensi Jumlah Air

Adapun grafik untuk pengukuran jumlah air dapat dilihat pada gambar 4.4.1. pada grafik tersebut menunjukkan bahwa untuk perlakuan manual tidak mengalami penurunan volume air yang digunakan dari hari pertama hingga hari ke tujuh, sedangkan pemberian air irigasi dengan perlakuan otomatis mengalami

penurunan. Hal ini disebabkan karena penggunaan air pada perlakuan fertigasi otomatis hanya dilakukan pada saat tanah kering dan akan mati ketika tanah telah mencapai batas kadar air sehingga penggunaan air otomatis lebih efisien dibanding dengan manual.

Efisiensi Penggunaan Pupuk

Berdasarkan penelitian, efisiensi penggunaan pupuk dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan penggunaan pupuk antara perlakuan manual dengan perlakuan fertigasi otomatis. Penggunaan jumlah pupuk dalam perlakuan otomatis dan manual dilakukan dengan cara yang sama yaitu dalam 30 liter air akan dilarutkan pupuk sebanyak 21,3 gr pupuk, dalam hal ini untuk perhitungan jumlah pupuk yang digunakan adalah perbandingan antara jumlah pupuk awal dengan air awal dikali dengan keluaran air fertigasi yang nyata. Hasil dari penggunaan pupuk perlakuan fertigasi otomatis adalah 7,48 gr dan perlakuan manual adalah 9,33 gr sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan pupuk fertigasi otomatis

lebih efektif 80 % dari fertigasi manual.

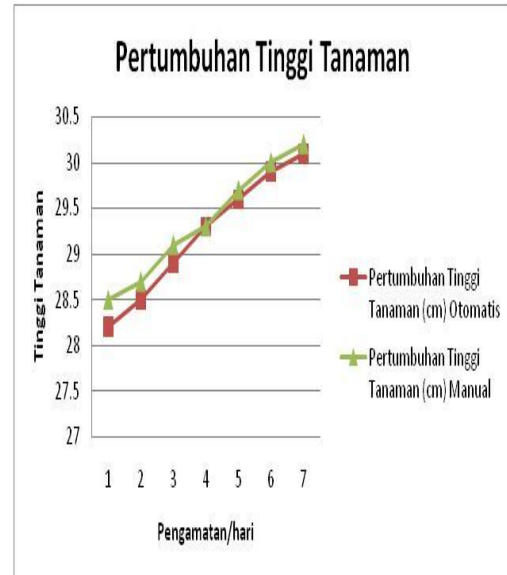
Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Penelitian ini menggunakan bibit berumur 19-20 minggu kemudian diukur pada saat pertama melakukan penelitian dan didapat tinggi tanaman awal dengan irigasi otomatis yaitu 28,2 cm dan irigasi manual yaitu 28,5 cm. Menurut (Anri Kurniawan) pemupukan yang dilakukan dengan cara irigasi lebih baik dibandingkan dengan pemupukan secara rabuk maupun kocor, dari hal tersebut tanaman akan cepat menerima nutrisi dengan cara fertigasi. Pemberian pupuk yang dilakukan dengan dosis dan waktu yang tepat akan menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman yang efektif menurut (Ade Budiargo). Respon pertumbuhan tanaman dengan pemberian air fertigasi dan manual dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Pengamatan/Hari	Pertumbuhan Tinggi Tanaman (cm)	
	Otomatis	Manual
1	28.2	28.5
2	28.5	28.7
3	28.9	29.1
4	29.3	29.3
5	29.6	29.7
6	29.9	30,0
7	30.1	30.2

Dari hasil penelitian dengan menggunakan pupuk NPK (15 ; 15 ; 6) yang dimana dosis pemberian pupuk dengan dosis yang sudah ditetapkan dapat diketahui bahwa untuk pertumbuhan tinggi tanaman dari umur 19 sampai 20 minggu dengan perlakuan fertigasi otomatis adalah 1,9 cm dan manual yaitu 1,7 cm. Dari hal tersebut terdapat perbedaan pertumbuhan antara otomatis dan manual yaitu 0,2 cm, lebih tinggi perlakuan otomatis dibanding dengan manual dengan asumsi bahwa tidak ada faktor eksternal yang dapat mempengaruhi pada saat proses penelitian berlangsung.



Gambar 4.6 Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Berdasarkan gambar 4.6 untuk pertumbuhan tinggi tanaman dari umur 19 sampai 20 minggu dengan perlakuan fertigasi manual ataupun secara otomatis tidak memberikan hasil yang berbeda jauh walaupun tingkat volume air irigasi yang diberikan untuk tanaman berbeda setiap perlakuan. Berikut merupakan gambar pengukuran tinggi bibit yang disajikan pada gambar 4.7.2.



Gambar 4.6 Pengukuran
Pertumbuhan Tinggi Bibit

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan peneliti dapat ditarik kesimpulan bahwa *Setting point actuator* fertigasi otomatis adalah pada saat kelembapan tanah 28,0% - 34,11% untuk menghidupkan pompa dan pada saat kelembapan tanah >34,11% pompa akan otomatis mati. Total penggunaan volume air irigasi berdasarkan hasil perhitungan pada perlakuan otomatis dan manual yaitu 10.540 ml dan 13.150 ml sehingga perlakuan otomatis lebih efektif 80% dibanding fertigasi manual. Respon

pertumbuhan tinggi tanaman terhadap perlakuan fertigasi otomatis dan manual tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Formulasi larutan nutrisi yaitu dalam 30 liter air akan dilarutkan pupuk NPK (15 ; 15 ; 6) sebanyak 21,3 gr.

Saran

Perlunya penambahan pengukuran terhadap pertumbuhan tanaman seperti diameter batang dan jumlah pelepah agar dapat diketahui respon pertumbuhan tanaman dengan system fertigasi otomatis yang lebih baik.

Perlunya penambahan sensor selain sensor kelembapan, seperti sensor curah hujan agar perhitungan jumlah air irigasi tidak terkendala.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjarwati, H., Waluyo, S., & Purwanti, S. (2017). Pengaruh Macam Media dan Takaran Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica rapa* L .). *Vegetalika*, 6(1), 35–45.
- Ariyanti, M., Dewi, I. R., Maxiselly, Y., & Chandra, Y. A. (2018). Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit

- (*Elaeis guineensis* Jacq.) Dengan Komposisi Media Tanam Dan Interval Penyiraman Yang Berbeda. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 26(1), 11–22. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v26i1.58>
- Aryani, F., Rustianti, S., & Sutiaru. (2021). *Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (Brassica Juncea L.) Dengan Perlakuan Arang Sekam Bakar Dan Pupuk NPK Pada Tanah Podsolik Merah Kuning (PMK)*. 16(1), 1–6.
- Azri. (2015). Pengaruh Pemupukan Terhadap Pertumbuhan Dan Buah Tanaman Kakao. *Agros*, 17(2), 222–227.
- Brotodjojo, R. . R., Padmini, O. S., & Pratomo, A. H. (2020). Respon Pertumbuhan Tanaman Tomat Terhadap Ketersediaan Nutrisi Dan Air Pada Sistem Irigasi Tetes. *Prosiding Seminar Nasional*, 110–116.
- Fajar, A., H Abdullah, S., & Priyati, A. (2018). Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Sistem Kontrol Fertigasi Dengan Irigasi Tetes. *Jurnal Agrotek UMMat*, 5(1), 19–29. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v5i1.236>
- Gustia, H. (2013). Pengaruh Penambahan Sekam Bakar Pada Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.). *E-Journal WIDYA Kesehatan Dan Lingkungan*, 1(1), 12–17.
- Halid, E., Randi, P., & Darmawan. (2015). Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terhadap Pupuk NPK 16.16.16. *J. Agropiantae*, 4(1), 19–24.
- Iqbal, M., Barchia, M. F., & Romeida, A. (2019). Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.) Pada Komposisi Media Tanam Dan Frekuensi Pemupukan Yang Berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 108–114. <https://doi.org/10.31186/jipi.21.2.108-114>
- Liferdi, L. (2010). Efek Pemberian Fosfor Terhadap Pertumbuhan Dan Status Hara Pada Bibit Manggis. *Jurnal Hortikultura*, 20(1), 18–26. <http://dx.doi.org/10.21082/jhort.v20n1.2010.p%25p>
- Mustawa, M., Abdullah, S. H., & Putra, D. G. M. (2017). Analisa Efisiensi Irigasi Tetes Pada Berbagai Tekstur Tanah Untuk Tanaman Sawi (*Brassica juncea*). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 5(2), 408–421.
- Rahman, A. (2018). Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Propeler berbasis IoT. *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, 3(2), 20–27. <https://doi.org/10.24235/itej.v3i2.29>
- Rosma, I. H., Sukma, D. Y., & Solihin,

I. M. (2021). Otomatisasi Sistem Fertigasi Tetes untuk Tanaman Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro*, 13(1), 34–41. <https://doi.org/10.15294/jte.v13i1.31123>

Yama, D. I., & Kartiko, H. (2019). Pertumbuhan Dan Kandungan Klorofil Pakcoy (Brassica rappa L) Pada Beberapa Konsentrasi AB Mix Dengan Sistem WICK. *Jurnal Teknologi*, 12(1), 21–30.

Yuniarti, Katu, U., M, A. N. C., & Hikma, N. (2019). Sistem Fertigasi Berbasis Internet OF Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional*, 58–62.