

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGONTROLAN *DEEP FLOW TECHNIQUE* (DFT) PADA BUDIDAYA TANAMAN BROKOLI UNTUK NUTRISI DAN TEMPERATUR

1st Ena Evralentina Siahaan
Prodi S1 Teknik Fisika
Fakultas Teknik Elektro,
Universitas Telkom Bandung,
Indonesia
enasiahaan@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ahmad Qurthobi
Prodi S1 Teknik Fisika
Fakultas Teknik Elektro,
Universitas Telkom Bandung,
Indonesia
qurthobi@telkomuniversity.ac.id

3rd Rahmat Awaludin Salam
Prodi S1 Teknik Fisika
Fakultas Teknik Elektro,
Universitas Telkom Bandung,
Indonesia
awaludinsalam@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Brokoli (*Brassica Oleracea L.*) merupakan tanaman yang memiliki banyak keunggulan seperti vitamin yang tinggi serta tanaman pangan yang banyak digemari. Budidaya brokoli memiliki unsur-unsur yang harus diperhatikan yaitu brokoli tumbuh di daerah yang beriklim dingin dengan suhu 15,5°C - 24°C, serta kelembapan pada rentang 80% - 90%, nilai EC larutan nutrisi adalah 2,8 mS/cm – 3,5 mS/cm. Sistem hidroponik dengan metode *Deep Flow Technique* (DFT) digunakan untuk media tanam pembudidayaan brokoli yang memiliki sirkulasi aliran air serta terdapat genangan larutan nutrisi yang tinggi dengan ketinggian 4-5 cm pada talangan dengan kondisi akar tanaman berada di dalam larutan nutrisi, sehingga kebutuhan nutrisi tanaman tercukupi. Sistem kontrol temperatur lingkungan serta sistem kontrol nilai EC menggunakan sistem pengendali Logika Fuzzy. Variabel *input* berupa suhu, kelembapan, nilai EC larutan nutrisi serta ketinggian pada reservoir, sedangkan variabel *output* yaitu kipas, *exhaustan* dan pompa. Tingkat ketelitian sensor suhu 99,7%, sensor kelembapan 99,5%, sensor analog *electrical conductivity* 99,8%, serta sensor ketinggian 99,8%. Kinerja sistem kontrol yang digunakan kontrol meningkatkan nilai EC *setting time* (t_s) 555 detik dan *error steady state* 6,6%, kontrol menurunkan nilai EC larutan nutrisi *settling time* 145 menit dan *error steady state* 3,3%. Tanaman dengan sistem kontrol memiliki berat bunga setelah panen 70g.

Kata kunci— Brokoli, DFT, EC, Fuzzy Logic Kontroller, Suhu dan Kelembapan.

I. PENDAHULUAN

Brokoli atau kol bunga hijau merupakan tanaman sayur *family Brassica Oleracea L.* (jenis kol dengan bunga hijau) [1],[2]. Brokoli memiliki keunggulan, yaitu terdapat vitamin A dan vitamin C cukup tinggi yang bermanfaat bagi tubuh serta brokoli memiliki banyak peminat [3],[4]. Unsur

pertumbuhan budidaya tanaman brokoli yaitu tumbuh di daerah yang beriklim dingin yang memiliki suhu 15,5°C - 24°C, dengan kelembapan optimumnya antara 80% - 90% [4],[5] kesesuaian suhu dan kelembapan sangat mempengaruhi kualitas pertumbuhan brokoli. Pemberian larutan nutrisi atau pupuk untuk pertumbuhan brokoli juga sangat penting dimana larutan nutrisi tersebut berfungsi sebagai unsur hara yang membantu proses pertumbuhan brokoli, dengan ketentuan nilai optimum *Electrical conductivity* (EC) adalah 2,8 mS/cm – 3,5 mS/cm. *Electrical conductivity* atau sering disebut EC berfungsi untuk mengukur jumlah garam yang terlarut dalam larutan. Sehingga dalam larutan tersebut terdapat ion bermuatan positif (*kation*) dan ion bermuatan negatif (*anion*). Interaksi antara ion-ion dalam larutan nutrisi tersebut mengakibatkan adanya konduktivitas listrik sehingga dapat diukur menggunakan alat ukur EC. Satuan dari nilai *electical conductivity* (EC) adalah miliSiemens/centimeter (mS/cm) [6],[7],[8]. Media tanam yang digunakan adalah sistem hidroponik.

Salah satu metode sistem hidroponik adalah *Deep Flow Technique* (DFT). DFT menggunakan air sebagai media untuk memberikan nutrisi pada akar tanaman, dengan kondisi akar tanaman selalu terendam larutan nutrisi sedalam 4 – 5 cm [9],[10],[11]. Keuntungan dari sistem DFT adalah tanaman tidak mudah mati karena adanya genangan air yang tinggi, sehingga akar selalu dalam kondisi terendam larutan nutrisi pada saat listrik padam atau pompa tidak dapat menyuplai nutrisi dengan optimal [11]. Penelitian budidaya

tanaman brokoli secara hidroponik dengan metode DFT yang dilakukan oleh Hamid, suryowinoto dkk [2].

Penelitian yang dilakukan adalah rancang bangun pengontrolan nutrisi pada tanaman brokoli hidroponik berbasis *Programmable Logic Kontroller* (PLC). Sistem hidroponik pada penelitian tersebut, menggunakan kultur air seperti sistem *Deep Flow Technique* (DFT) dan *Nutrient Film Technique* (NFT). Penggunaan PLC berfungsi untuk pengendali pompa air dan pompa larutan nutrisi [2]. Dari penelitian tersebut, peneliti akan menggunakan sistem hidroponik DFT untuk budidaya tanaman brokoli, selain itu sistem akan dikembangkan dengan sistem kontrol dan pemantauan temperatur lingkungan, nilai EC larutan nutrisi dan ketinggian larutan nutrisi menggunakan *Fuzzy Logic Kontroller*. Penelitian ini memiliki perbedaan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hamid, suryowinoto dkk [2]. Berdasarkan pembahasan di atas, penelitian berfokus merancang sistem kontrol dan pemantauan kondisi suhu dan kelembapan *greenhouse*, nilai *Electrical Conductivity* (EC) larutan nutrisi dan ketinggian larutan nutrisi pada reservoir sistem hidroponik DFT dengan metode *fuzzy logic kontroller*. Pemberian nutrisi pada penelitian, yaitu pencampuran air dengan pupuk AB mix. Penelitian ini menggunakan sensor untuk mendeteksi perubahan sinyal yang berasal dari besaran fisis menjadi sinyal listrik. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu dan kelembapan, Sensor analog *Electrical Conductivity* (EC) dan sensor ketinggian serta penggunaan ESP32 sebagai *mikrokontroller*. Target dari penelitian ini adalah dapat melihat pengaruh dengan dan tanpa sistem kontrol nilai EC larutan nutrisi pada sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) untuk tanaman brokoli dengan penggunaan logika fuzzy Mamdani.

II. KAJIAN TEORI

A. Brokoli (*Brassica Oleracea L.*)

Brokoli atau kol bunga hijau termasuk famili *Brassica Oleracea L.* Brokoli merupakan salah satu jenis sayuran yang memiliki vitamin A dan C cukup tinggi. Brokoli sangat berguna bagi tubuh yang mampu mengatasi beberapa penyakit antara lain memperkecil risiko terjadinya kanker, membantu melawan anemia [3],[4],[12]. Pembudidayaan tanaman brokoli cocok ditanam di dataran tinggi antara 1000 – 2000 meter dari permukaan laut (mdpl) dengan suhu udara dingin dan lembap. Kisaran suhu lingkungan optimum untuk

budidaya pertumbuhan brokoli adalah 15,5°C - 24°C, serta kelembapan lingkungan antara 80% - 90% [3],[4],[12].

B. Fuzzy Logic Kontroller

Metode Logika fuzzy yang digunakan adalah metode Mamdani berupa himpunan sebuah logika yang memiliki kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Keunggulan dari sistem logika fuzzy adalah dapat mempermudah perancangan sistem dari yang rumit atau kompleks menjadi lebih sederhana, dalam mencapai nilai parameter yang dibutuhkan. Adapun tiga tahapan dalam fuzzy adalah fuzzyfikasi, aturan dasar dan defuzzyfikasi [13],[14],[15].

C. Disain Greenhouse dan modul sistem Hidroponik



Gambar 2. 1 Desain Greenhouse

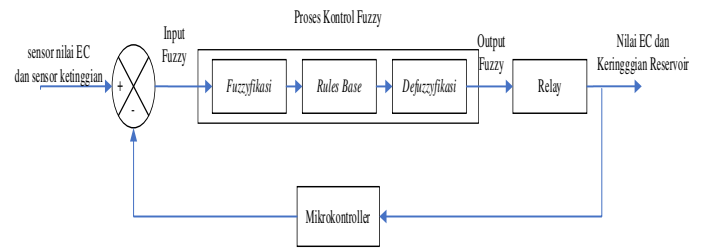
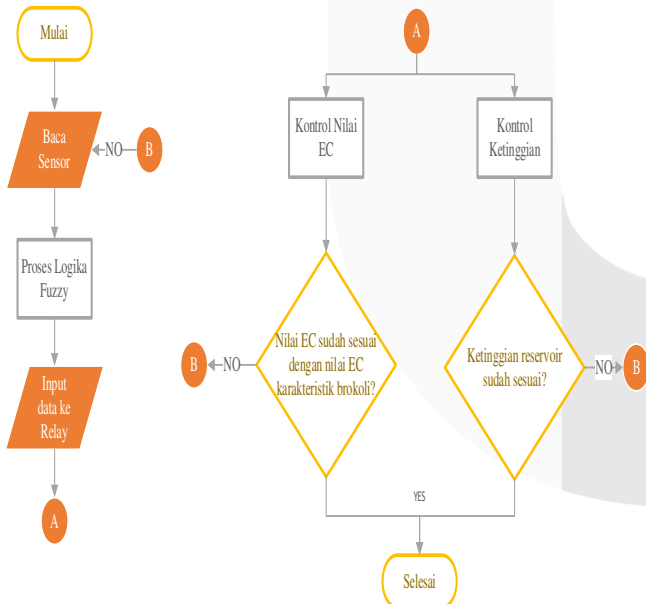
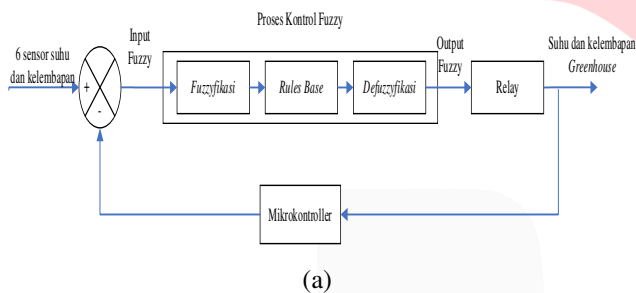
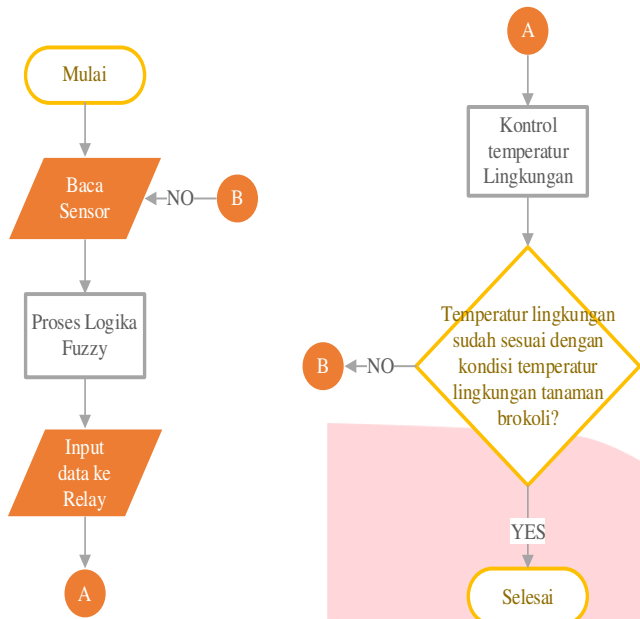
Gambar 2.1 merupakan desain *greenhouse* yang memiliki panjang 3 meter, tinggi 3 meter dan lebar 2 meter. *Greenhouse* memiliki spesifikasi dinding yang terbuat dari paranet, atap terbuat dari atap plastik bening serta kerangka dari besi siku. *Greenhouse* yang di bangun hanya satu *greenhouse*, sehingga sistem kontrol nilai EC larutan nutrisi dan tanpa sistem kontrol nilai EC larutan nutrisi pada budidaya brokoli memiliki sistem kontrol suhu dan kelembapan *greenhouse* yang sama.



Gambar 2. 2 Desain Modul Hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT)

Gambar 2.2 merupakan desain dari modul hidroponik DFT. Desain modul hidroponik DFT memiliki panjang 90 cm, tinggi 120 cm dan lebar 24 cm. Pembuatan modul hidroponik DFT yang harus terpenuhi adalah *bed* (talangan), tangki larutan nutrisi dan pompa disertai selang distribusi. Sistem dibuat seperti tangga di mana tinggi antar anak tangga 31 cm, panjang 30 cm dan lebar 24 cm. Setiap anak tangga terdapat dua buah *bed* (talangan) yang disusun secara paralel dengan jarak 13 cm. Modul hidroponik DFT memiliki spesifikasi *bed* (talangan) terbuat dari botol bekas dengan panjang 35 cm dan tinggi 8 cm. Talangan akan diberi lubang sebanyak dua buah dengan jarak antara lubang 15 cm. Lubang tersebut berisi *netpot* serta *rockwool* untuk media tanam. Reservoir larutan nutrisi terbuat dari ember dengan tinggi 35 cm di mana diameter bagian atas 34 cm dan diameter bagian alas 27 cm.

III. METODE



(b)

Gambar 3. 1 Diagram Alir dan Diagram Blok fuzzy (a) sistem kontrol suhu dan kelembapan; (b) sistem kontrol nilai EC larutan nutrisi

Gambar a merupakan diagram blok dari sistem logika fuzzy Mamdani, kontrol suhu dan kelembapan di mana *input* berupa enam sensor suhu dan kelembapan yang kemudian akan dirata-ratakan menjadi nilai suhu dan kelembapan untuk variabel *input* pada sistem logika fuzzy yang mengatur keluaran dari aktuator menggunakan relay. Gambar b merupakan diagram blok dari sistem logika fuzzy Mamdani kontrol nilai EC larutan nutrisi dengan masukan berupa nilai EC dan ketinggian yang akan mengatur keluaran aktuator menggunakan relay. Terdapat Sembilan aturan dasar fuzzy pada setiap sistem kontrol. Variabel linguistik untuk sistem kontrol suhu yaitu dingin, normal suhu, dan panas sedangkan variabel linguistik untuk kelembapan yaitu kering, normal kelembapan dan kering. Sistem kontrol pada nilai *electrical conductivity* memiliki variabel linguistik yaitu kurang, normal, lebih serta variabel linguistik ketinggian yaitu rendah, sedang dan tinggi.

Tabel 3. 1 Fungsi Keanggotaan Fuzzy suhu dan kelembapan

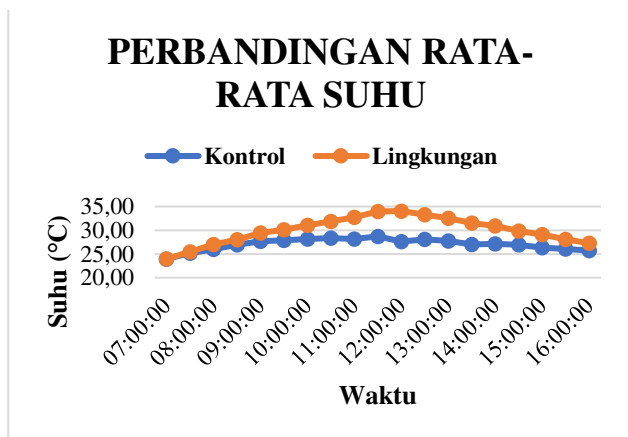
Sensor	Suhu (°C)			Kelembapan (%)		
	Dingin	Normal Suhu	Panas	Kering	Normal Kelembapan	Basah
Nilai	0-16	15,5-25	≥24	0-82	80-90	88-100

Tabel 3.2 Fungsi Keanggotaan Fuzzy Nilai EC

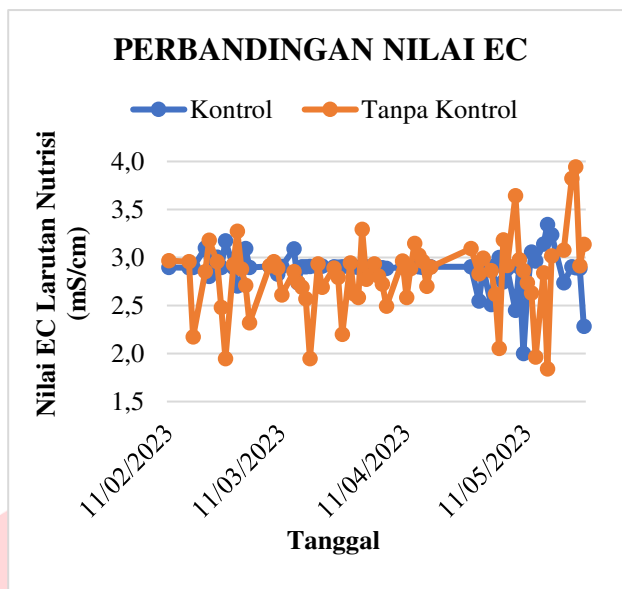
Sensor	Nilai EC (mS/cm)			Ketinggian (cm)		
	kurang	Normal EC	Lebih	Rendah	Sedang	Tinggi
Nilai	0-2,85	2,8-3,0	≥2,97	0-7	6-15	14-30

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

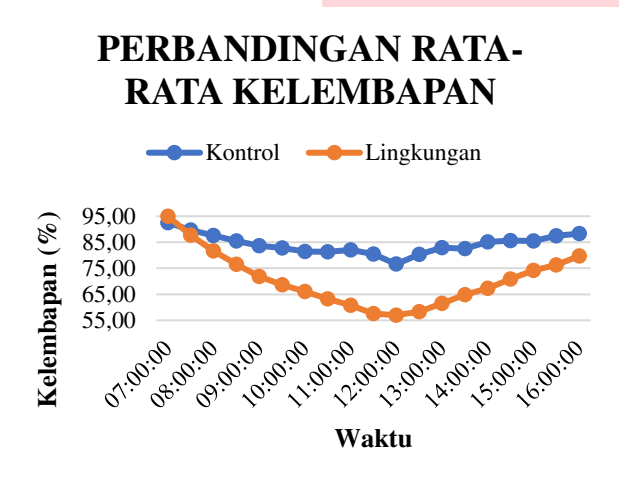
A. Perbandingan Sistem Kontrol



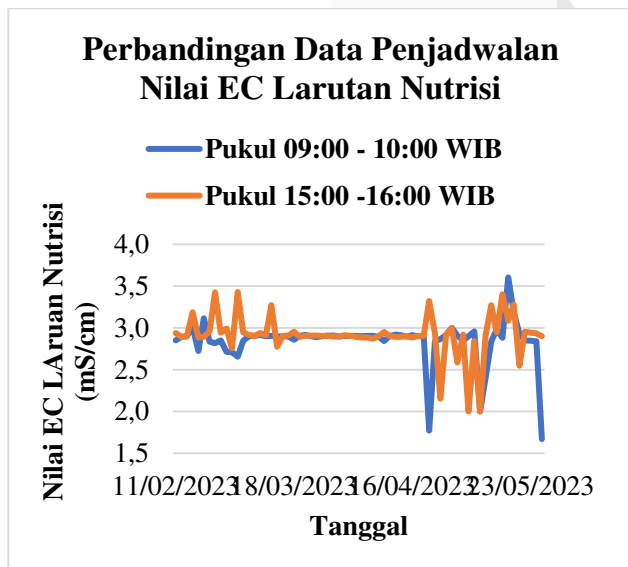
Gambar 4.1 Perbandingan Suhu menggunakan Kontrol dengan Lingkungan



Gambar 4.4 Perbandingan Nilai EC



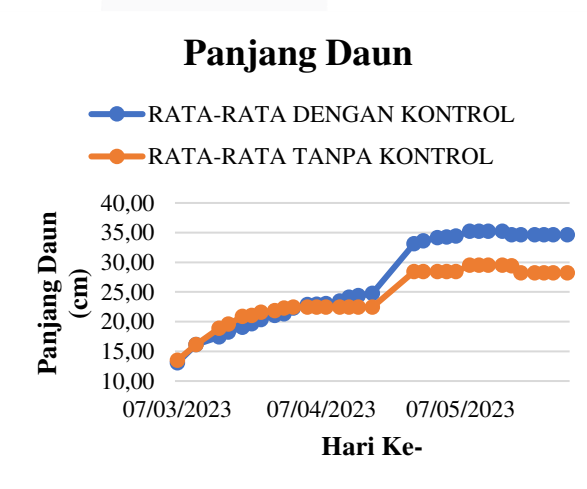
Gambar 4.2 Perbandingan Rata-Rata Kelembapan



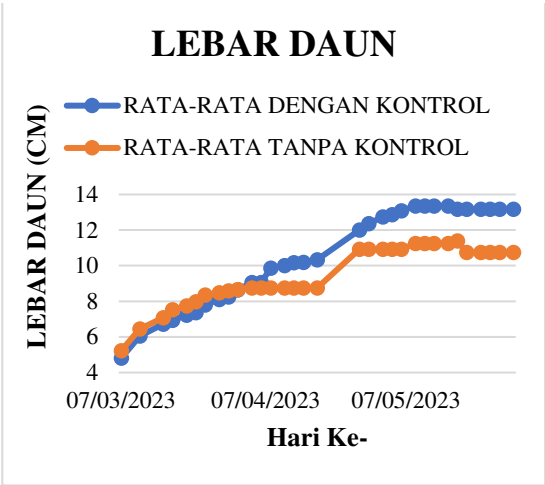
Gambar 4.3 Perbandingan Data Penjadwalan Nilai EC Larutan Nutrisi

B. Perbandingan Pertumbuhan Tanaman

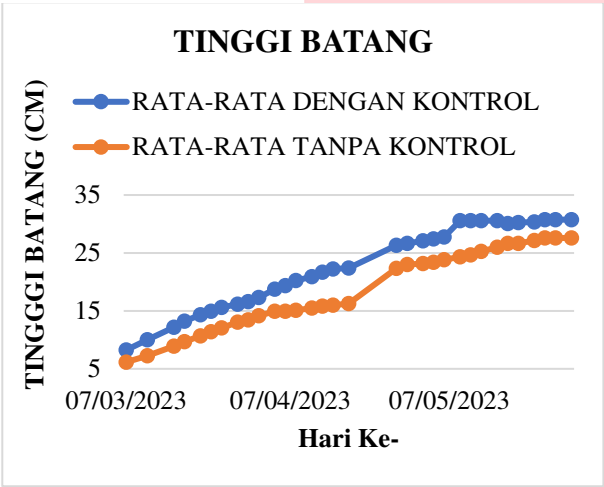
Perbandingan pertumbuhan tanaman brokoli dimulai dari pemindahan tanaman ke sistem hidroponik DFT. Parameter pengukuran seperti Panjang daun, lebar daun, tinggi batang serta jumlah daun. Pengambilan data dilakukan lebih kurang empat bulan.



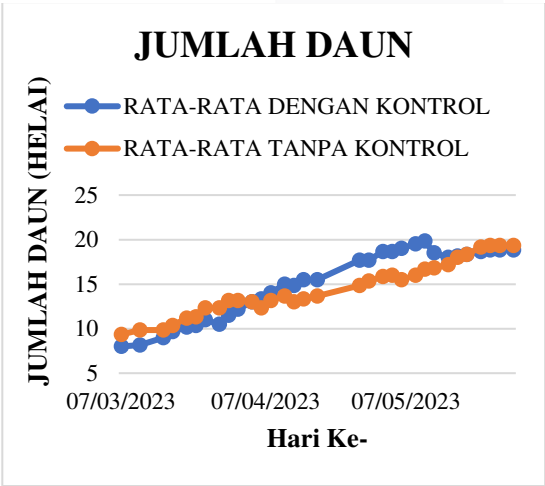
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. 5 Perbandingan Tanaman Menggunakan kontrol Dan Tanpa Kontrol Nilai EC larutan Nutrisi (a) Panjang daun; (b) Lebar daun; (c) Tinggi Batang; (d) Jumlah Daun



(a)



(b)

Gambar 4.6 Pertumbuhan Awal Bunga setelah tanam (a) Tanaman dengan Kontrol (minggu ke-15); (b) tanaman tanpa kontrol (minggu ke-16)





Gambar 4.7 Tampilan Bunga masa Panen serta bobot bunga

Gambar 4.6 merupakan perbandingan pertumbuhan bunga yang terjadi pada minggu ke-16 setelah tanam untuk sistem dengan menggunakan kontrol EC larutan nutrisi dan tanpa menggunakan kontrol EC larutan nutrisi. Terdapat perbedaan di antara tanaman dengan pengendali dan tanpa pengendali EC larutan nutrisi di mana pertumbuhan dengan menggunakan pengendali lebih cepat berbunga dari pada tanpa menggunakan pengendali. Pertumbuhan awal bunga pada tanaman sistem menggunakan kontrol nilai EC larutan nutrisi yaitu pada minggu ke-15 setelah tanam dengan bobot bunga 70g, sedangkan tanpa kontrol minggu ke 16 setelah tanam dapat dilihat pada gambar 4.7.

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian dari rancang bangun sistem pemantauan dan pengendali suhu dan kelembapan serta nilai EC larutan nutrisi pada tanaman brokoli dengan sistem hidroponik DFT didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan sistem kontrol suhu dan kelembapan pada *greenhouse* pada budidaya brokoli telah berfungsi sesuai aturan dasar logika fuzzy yang diberikan. Sistem kontrol suhu pada *greenhouse* tidak memenuhi syarat karakteristik budidaya tanaman brokoli yaitu 15,5°C sampai 25 °C tetapi sistem kontrol suhu dapat mengatur suhu tetap berada pada rentang suhu 24°C sampai 28°C. sistem kontrol kelembapan pada *greenhouse* berhasil mengatur kelembapan pada rentang 80% sampai 90% dan sesuai dengan karakteristik budidaya tanaman brokoli.
2. Penerapan sistem kontrol nilai EC larutan nutrisi pada reservoir budidaya brokoli telah berfungsi sesuai aturan dasar logika fuzzy yang diberikan. Sistem kontrol nilai EC larutan nutrisi pada reservoir larutan nutrisi berhasil mengatur nilai EC tetap berada pada nilai EC 2,8 mS/cm sampai 3,5 mS/cm
3. Penggunaan sistem kontrol nilai EC larutan nutrisi pada reservoir sistem hidroponik DFT dalam budidaya brokoli dapat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman brokoli.

REFERENSI

- [1] S. Sembiring and A. Karo-karo, "Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea* var. *Brotytis* L.) terhadap

Pemberian Pupuk Organik Padat dan Jarak Tanam," vol. 01, no. 01, pp. 23–36, 2017.

- [2] A. Hamid, A. Suryowinoto, and Afandi, "Rancang Bangun Pengontrol Nutrisi Pada Tanaman Brokoli Hidroponik Berbasis PLC." pp. 279–284, 2016.
- [3] Hafifah, "Karakteristik Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Brokoli (*Brassica oleraceae* L . var . *italica* Plenck) yang Diberikan Characteristics of Plant Growth and Resullts of Broccoli," *J. Agrium* 13(1), vol. 13, no. 1, pp. 1–7, 2016.
- [4] M. P. Astutik, "Uji Daya Hasil Beberapa Genotipe Brokoli (*Brassica Oleracea* Var. *Italica* L.) Di Dataran Tinggi," pp. 1–39, 2018.
- [5] Setiawati, Murtiningsih, Sopha, and Handayani, "Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Sayuran," *Balai Penelit. Sayuran*, pp. 1–143, 2007.
- [6] J. Febriana, "Sistem Kontrol Dan Monitoring Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) Menggunakan Logika Fuzzy," *Tekno. dan Sist. Komput.*, vol. 8, no. 6, pp. 1–77, 2020.
- [7] R. N. Sesanti, "Pengaruh Electrical Conductivity (EC) Larutan Nutrisi Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.)," *Pros. Semin. Nas. Pengembangan Teknologi Pertan.*, vol. 7, pp. 206–211, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.polinela.ac.id/index.php/PROSIDING>
- [8] D. Muhammad, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Kepekatan Larutan Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik Berbasis Mikrokontroler," pp. 2–9, 2016.
- [9] A. Rafi, A. Tahtawi, R. Kurniawan, and R. Kurniawan, "Kendali pH untuk sistem IoT hidroponik deep flow technique berbasis fuzzy logic controller PH control for deep flow technique hydroponic IoT systems based on fuzzy logic," *Tekno. dan Sist. Komput. Komput.*, vol. 8, no. July, pp. 323–329, 2020, doi: 10.14710/jtsiskom.2020.13822.
- [10] A. D. Purwanto and F. Supegina, "Sistem Kontrol Dan Monitor Suplai Nutrisi Hidroponik Sistem Deep Flow Technique (DFT) Berbasis Arduino NodeMCU Dan Aplikasi Android," *Tekno. Elektro*, vol. 10, no. 3, pp. 152–158, 2019.
- [11] Eleazar Reymond Gea, "Sistem Pengontrolan PH Nutrisi Otomatis Pada Rangkaian Hidroponik Deep Flow Technique (DFT)," pp. 1–60, 2019, [Online]. Available: <https://www.usu.ac.id/id/fakultas.html>
- [12] Isnaeni, "Pengaruh Variasi Jumlah Brokoli (*Brassica Oleracea* L. Var. *Italica*) Dengan Penambahan Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*) Pada Jus Sebagai Minuman Fungsional Terhadap Sifat Fisik, Sifat Organoleptik, Aktivitas Antioksidan, Dan Kadar Serat Pangan," *J. Kesehat.*, vol. 6, no. 6, pp. 9–33, 2012, [Online]. Available: <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/1134/4/4>. Chapter 2.pdf

- [13] M. Sihombing and E. Manik, "Penerapan fuzzy mamdani dengan particle swarm optimization (PSO) pada penilaian kinerja dosen (Studi Kasus STMIK Kaputama)," *Acad. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 51–56, 2019, [Online]. Available: ejournal-medan.uph.edu/index.php/isd/article/view/317
- [14] G. G. Heliadi, M. R. Kirom, and A. Suhendi, "Monitoring dan Kontrol Nutrisi pada Sistem Hidroponik Nft Berbasis Konduktivitas Elektrik," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 885–893, 2018.
- [15] I. W. R. Ardana and I. P. Sutawinaya, "Pemodelan Sistem Kontroler Logika Fuzzy Pada Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Menggunakan Perangkat Lunak Matlab / Simulink," *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–5, 2017, doi: 10.31940/matrix.v7i1.504.