

Desain Pengaturan Suhu dan Kelembaban Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Fodder Jagung Dalam Menjaga Ketahanan Pangan Nasional

Susilo^{**1}, Adi Mulyadi², Ratna Mustika Yasi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi, 6841, Indonesia

¹ susilo4017@gmail.com, ² adimulyadi@unibabwi.ac.id, ³ ratna.mustika@unibabwi.ac.id

^{**}Corresponding Author: susilo4017@mail.com



Cite: <https://doi.org/10.63440/jef.v2i1.103>



Read Online

ACCESS

Abstract: This paper discusses the control design of corn fodder. The problem with corn fodder is that temperature and humidity and inappropriate lighting can trigger the growth of mold. The ultraviolet light illumination control system method uses a fuzzy logic method to control ultraviolet light illumination. So, it affects temperature and humidity, as well as growth of corn fodder.

RECOMENDATION



The results of the comparison of the Mamdani fuzzy control system using Matlab and Arduino applications to control corn fodder illumination obtained defuzification values (0.5, 2.5, 6.5). The implementation of the Mamdani fuzzy logic control system affects the light, temperature and humidity, as well as the height and weight of the corn fodder with a definition error of 0.5%. Lighting 5 hours/day on a full spectrum grow light (380nm-730nm) with a light intensity of 2053lux, for 14 days produces a temperature of 27°C and humidity of 93%, fodder height reaches 28cm with a total weight of 124 grams. Meanwhile, the grow light spectrum (450nm-460nm) with a light intensity of 1462.5 lux produces a temperature of 28°C and humidity of 85%, the height of the fodder reaches 26.5cm with a total weight of 120 grams. Optimum lighting results were obtained in 5 hours of light with a full spectrum grow light lamp with a light intensity of 2053lux, for 14 days resulting in a temperature of 27°C and humidity of 93%, the height of the fodder reached 28cm with a total weight of 124 grams. The contribution of fodder research is used as a technological reference for farmers in maintaining national food security.

Keyword: Control Design, Temperature, Humidity, Corn Fodder

Article Info

Received
January 10, 2025

Revised
March 14, 2025

Accepted
May 07, 2025

Published
June 28, 2025



1. PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan isu global yang semakin mendesak, seiring dengan meningkatnya populasi dunia dan perubahan iklim yang berdampak pada produktivitas pertanian dan peternakan [1]. Banyak peternak bekerja sama dengan petani untuk memenuhi kebutuhan pakan, menurut Badan Pusat Statistik BPS kabupaten/kota Provinsi Jawa Timur, kabupaten Banyuwangi pada tahun 2021 luas panen sebesar 89.125,20 Harvested Area (ha), mengalami penurunan pada tahun 2022 luas panen sebesar 77.952,96 Harvested Area (ha), dan produksi padi pada tahun 2021 sebesar 513.490,07 ton, mengalami penurunan produksi padi pada tahun 2022 sebesar 462.584,81 ton [2].

Penurunan luas ladang pertanian disebabkan peralihan fungsi lahan produktif pertanian menjadi lahan industri dan perumahan. Salah satu pakan alternatif ternak adalah fodder jagung. [3]. Semakin tua umur panen fodder jagung, kandungan protein akan menurun, sedangkan kandungan serat kasar meningkat. Fodder jagung dipanen pada umur 14 hari memiliki kandungan bahan kering 86,60%, protein kasar 19,00%, lemak kasar 2,68%, serat kasar 25,10%, abu 3,62%, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 49,81%, dan total digestible nutrient (TDN) 71,87% [4].

Beberapa penelitian fodder jagung dengan penerapan sistem *hydroponics* dan penerapan gelombang elektromagnetik sinar UV [5] [6]. Paparan radiasi UV memiliki efek yang bervariasi tergantung jumlah paparan radiasi. Penggunaan sinar UV dalam *hydroponics* menjadi salah satu strategi untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit tanpa merusak keseimbangan ekosistem secara keseluruhan [7] [8]. Pengaruh lama penyinaran lampu warna putih 42 w selama 10 jam, memberikan hasil tinggi tanaman 44 cm, jumlah daun 20 helai, berat total 34 gram, berat akar 24 gr dan panjang akar tanaman 20 cm [8]. Green fodder *hydroponics* dapat menyediakan pakan ternak di Desa Arjosari, Kecamatan Kalipare, Kabupaten Malang meningkatkan produksi susu dan daging berkualitas tinggi yang berharga bagi industri peternakan [9].

Implementasi sistem *hydroponics* cerdas digunakan untuk memproduksi pakan ternak dengan metode perancangan perangkat ESP32, HC-SR04, DS3231 RTC, layar display 16x2, relay, motor pompa 5v dengan aplikasi monitoring Thinger.io menghasilkan sistem penyiraman tanaman otomatis yang membuat tanaman mendapat asupan air yang cukup sehingga dapat tumbuh mencapai 23 cm. Selain itu, sistem ini dapat dipantau melalui smartphone pada aplikasi Thinger.io [10]. Penelitian fodder jagung *hydroponics* menggunakan pendekatan logika fuzzy digunakan dalam pengambilan keputusan yang lebih fleksibel dan adaptif dalam kondisi yang tidak pasti [11]. Parameter yang mempengaruhi pembuatan fodder jagung dapat diolah untuk menghasilkan sistem penyinaran yang efektif menggunakan metode sistem inferensi fuzzy Mamdani. [12] [13].

Namun, penerapan teknologi sistem hidroponik dengan sinar UV dalam pertanian memiliki tantangan dalam memproduksi pakan ternak. Selain, itu pemahaman mengenai durasi paparan yang optimal, pengaruh jangka panjang terhadap tanaman, dan tumbuhnya jamur yang dipengaruhi oleh suhu, kelembaban dan cahaya yang kurang optimal [14] [15] [16]. [17].

Selanjutnya penerapan metode fodder jagung yang menggunakan sistem *hydroponics* masih menyebabkan tubuhnya jamur yang diakibatkan suhu, kelembaban dan intensitas cahaya yang tidak maksimal. Penerapan metode *fuzzy logic* pada *hydroponics fodder* jagung untuk pengendalian suhu dan kelembaban serta *monitoring* daring secara *real-time*. Hasil

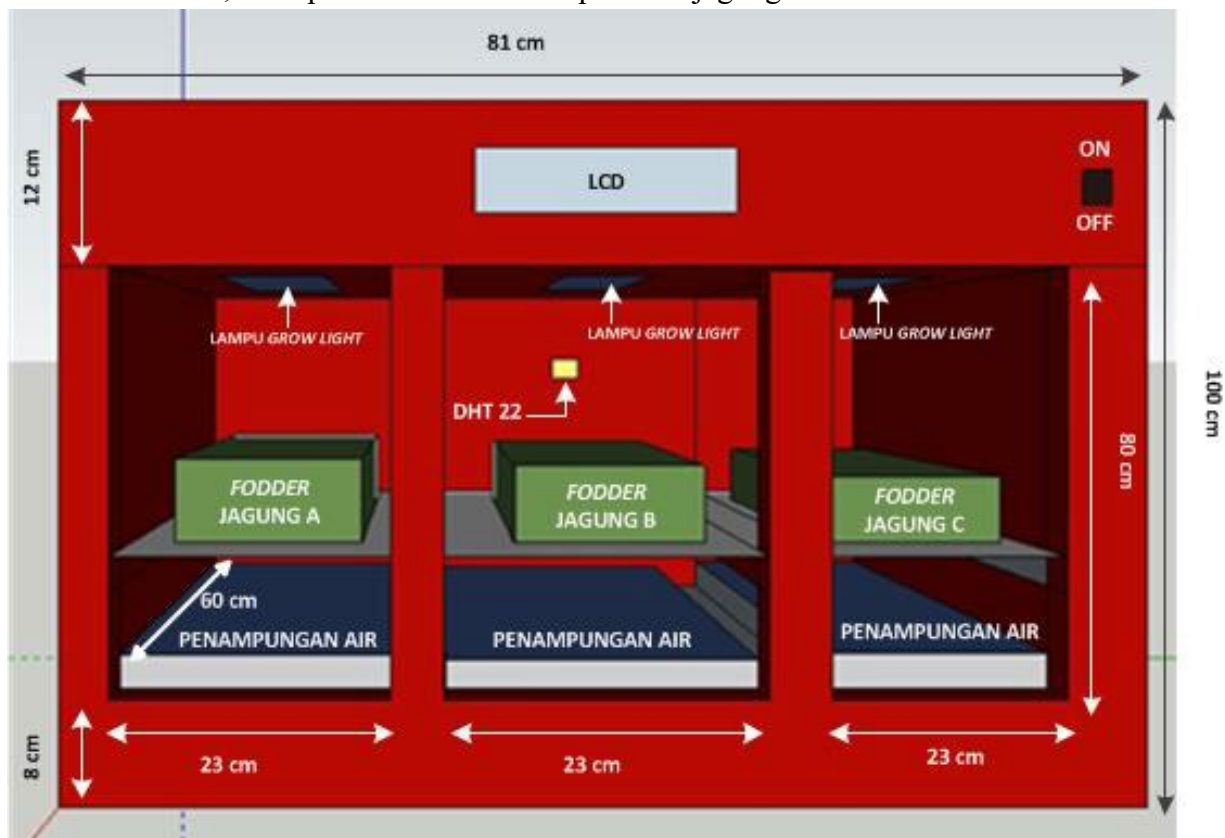
pengendalian menggunakan *fuzzy logic* hanya fokus pada suhu dan kelembaban. Namun, teknologi sistem pengendalian menggunakan variasi penyinaran lampu UV terhadap pertumbuhan fodder belum diterapkan.

Pada penelitian ini desain pengaturan suhu dan kelembaban diusulkan untuk meningkatkan pertumbuhan fodder jagung. Desain terdiri dari box panel yang dilengkapi sensor suhu dan kelembaban, dan sistem kontrol digunakan sebagai kontrol ruangan berdasarkan suhu dan kelembaban yang dipengaruhi oleh penyinaran sinar ultraviolet. Sehingga penerapan desain dan kontrol mempengaruhi suhu, dan kelembaban pada pertumbuhan terhadap fodder jagung. Hal ini digunakan untuk mengurangi hama jamur dan menjaga suhu serta kelembaban sesuai dengan kondisi di lapangan.

Tujuan desain pengaturan suhu, kelembaban pada fodder jagung dengan penyinaran sinar ultra violet guna mempercepat pertumbuhan tanaman, sterilisasi lingkungan pertumbuhan, dan pengendalian hama pada mikroorganisme berbahaya dalam mengatasi ketahanan pangan nasional. Kontribusi penelitian fodder digunakan sebagai acuan teknologi bagi petani dalam menjaga ketahanan pangan nasional.

2. METODE

Desain kontrol dirancang untuk mengendalikan suhu dan kelembaban hidroponik berdasarkan sinar lampu ultraviolet. sistem kontrol penyinaran sinar ultraviolet menggunakan metode *fuzzy logic* untuk kontrol penyinaran lampu ultraviolet. Sehingga mempengaruhi suhu, dan kelembaban, serta pertumbuhan terhadap fodder jagung.



Gambar 1. Desain Penelitian Kontrol Fodder Jagung

Input terdiri dari modul RTC, sensor DHT22 dan Logika *fuzzy* Mamdani. diproses menggunakan mikrokontroler Arduino Mega. Modul RTC digunakan dalam sistem penyinaran menggunakan metode logika *fuzzy* Mamdani dengan variabel *input* (waktu) dan

variabel *output* (penyinaran). Proses logika *fuzzy* yang pertama adalah *Fuzzyfikasi* yaitu klasifikasi *input* pada penelitian ini himpunan *fuzzy* beserta domain dibagi menjadi 3 yaitu, *minimum* (17-19), *medium* (18-21), *maximum* (20-24). Kedua, *inferensi* atau basis pengetahuan (*rule*) *if then*. Pada penelitian ini menggunakan 3 rule. Ketiga *defuzzyfikasi* yaitu klasifikasi *output* himpunan *fuzzy* beserta domain dibagi menjadi 3 yaitu, *slow* (0-1), *average* (1-4), *fast* (4-9). Kemudian fungsi logika *fuzzy* digunakan untuk menyalakan lampu *grow light* dengan menggunakan *relay* dan pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT22. Hasil pembacaan ditampilkan pada layar lcd 16x2.

3. HASIL

Desain kontrol fodder jagung menggunakan box kayu triplek yang dijelaskan pada gambar 1 dan 2. Box kontrol penyinaran fodder terdiri dari sebuah box kayu dengan ukuran panjang 80cm, lebar 60 cm, dan tinggi 100cm, yang dilengkapi dengan pompa 12V, lampu *grow light*, sensor DHT22, power supply 5V dan 19V dan rangkaian Arduino Mega. Dimulai dari menghubungkan power supply 5V pada rangkaian Arduino Mega, 19V pada pompa dan output seperti lampu *grow light*, pompa 19V yang dikontrol melalui relay.



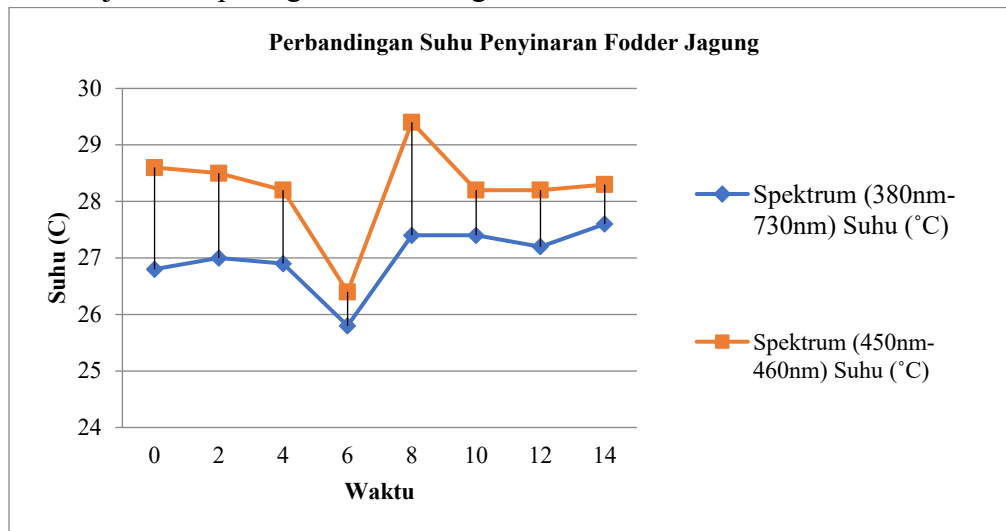
Gambar 2. Desain Fodder Jagung

Kontrol dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Mega untuk menyalakan dua jenis lampu ultraviolet. Jenis lampu yaitu dengan panjang gelombang spektrum masing-masing 380-730nm dan 450-460nm. Hal ini digunakan perbandingan suhu dan kelembaban ruangan hidroponik pada saat pengukuran. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT22 yang ditampilkan pada LCD 16x2 menggunakan mikrokontroler arduino Mega. Sehingga pada penelitian ini didapat data yang dijelaskan pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Suhu Penyinaran Fodder Jagung

No	Suhu (°C)		Waktu/Hari							
			0	2	4	6	8	10	12	14
1	Spektrum	(380-730nm)	26.8	27.1	26.9	25.8	27.4	27.4	27.2	27.6
2	Spektrum	(450-460nm)	26.8	28.5	28.2	26.4	29.4	28.2	28.2	28.3

Hasil pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT22 yang ditampilkan pada LCD 16x2 menggunakan mikrokontroler arduino Mega. Sehingga pada penelitian ini didapat data dijelaskan pada gambar 3 sebagai berikut.



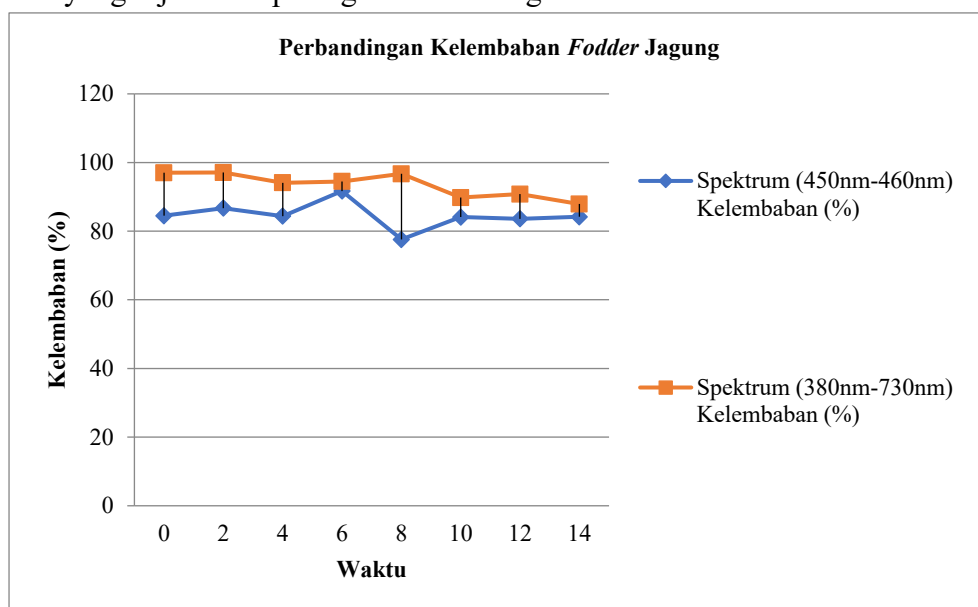
Gambar 3. Suhu *Fodder Jagung*

Selanjutnya, data kelembaban fodder jagung dijelaskan pada tabel 2. Kelembaban fodder jagung dipengaruhi oleh sinar lampu UV yang menggunakan spektrum 730nm dan 460nm dengan waktu pengujian selama 14 hari.

Tabel 2. Kelembaban Penyinaran Fodder Jagung

No	Kelembaban (%)	Waktu/Hari							
		0	2	4	6	8	10	12	14
1	Spektrum (380-730nm)	97	97.1	94.1	94.5	96.7	89.8	90.8	87.9
2	Spektrum (450-460nm)	84.5	86.7	84.4	91.7	77.6	84.1	83.6	84.2

Hasil pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT22 yang ditampilkan pada LCD 16x2 menggunakan mikrokontroler arduino Mega. Sehingga pada penelitian ini didapat data yang dijelaskan pada gambar 4 sebagai berikut.

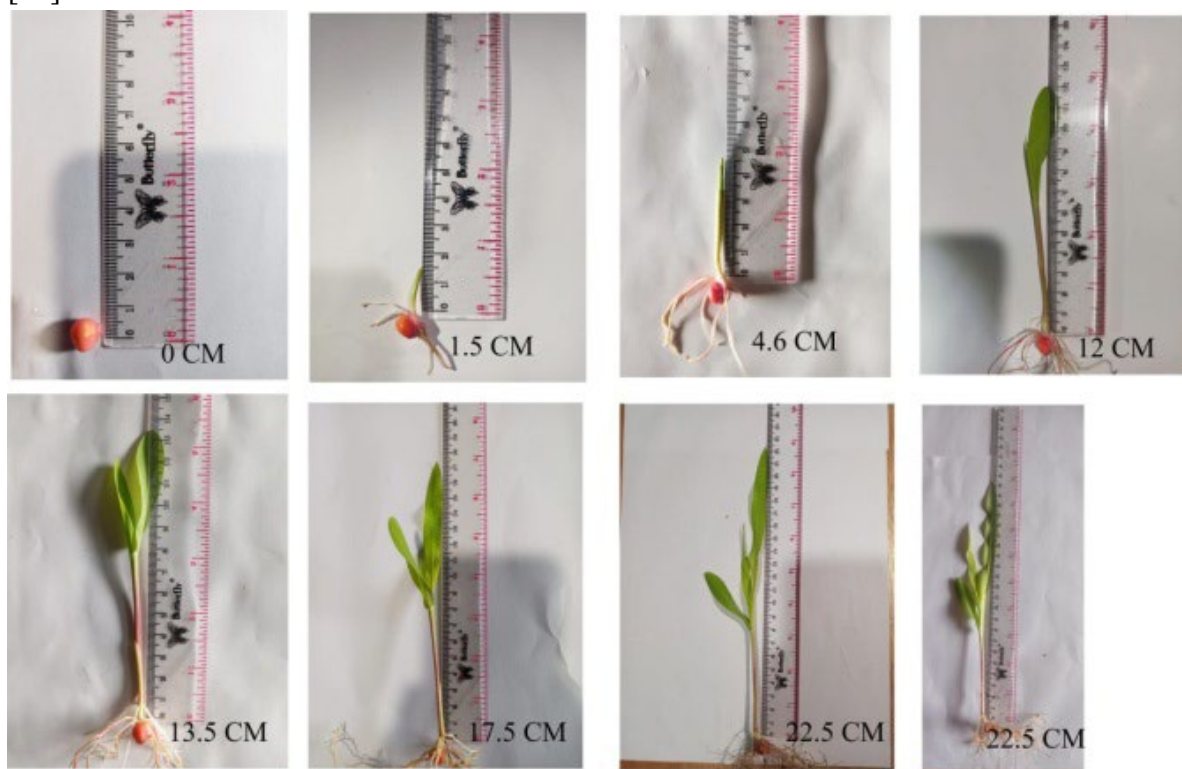


Gambar 4. Kelembaban *Fodder Jagung*

4. PEMBAHASAN

Perbandingan hasil pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan 2 jenis lampu grow light dengan full spektrum 380-730nm dan grow light spektrum 450-460nm menghasilkan nilai suhu dan kelembaban berbeda yang dijelaskan pada gambar 3 dan 4. Nilai rata-rata suhu dari lampu grow light dengan full spektrum 380-730nm (27°C) dan nilai rata-rata suhu menggunakan lampu grow light spektrum 450-460nm (28°C). Kelembaban nilai rata-rata dari lampu grow light dengan full spektrum 380-730nm (93%) dan nilai rata-rata kelembaban menggunakan lampu grow light spektrum 450-460nm (85%).

Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan tinggi fodder jagung disebabkan oleh nilai panjang gelombang (spektrum) cahaya dan suhu ruangan. Perbandingan nilai suhu dipengaruhi oleh Panjang gelombang cahaya berkorelasi terbalik dengan energinya. Oleh karena itu, semakin kecil panjang gelombangnya, semakin banyak energi yang dimilikinya [17]. Panjang gelombang yang kecil pada penyinaran dengan sepektrum 450-460nm, menghasilkan suhu 28°C , lebih besar dari sepektrum 380-730nm yang menghasilkan suhu 27°C . Suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, pada umumnya tumbuhan memiliki suhu optimum antara $10-38^{\circ}\text{C}$ adapun tumbuhan tidak akan bertahan pada suhu dibawah 0°C dan di atas 40°C . [18]. Untuk suhu ideal pada tanaman jagung yaitu $23-27^{\circ}\text{C}$ [19].



Gambar 5. Pertumbuhan Fodder Jagung

Perbandingan tinggi fodder jagung dipengaruhi lama waktu penyinaran yang dijelaskan pada tabel 1 dan grafik 1. Waktu penyinaran per hari dilakukan selama 1 jam, 3 jam, dan 5 jam. Faktor yang mempengaruhi pada tinggi fodder jagung adalah intensitas cahaya dengan nilai 2053 lux selama 5 jam dan suhu 28°C serta kelembaban 88% mencapai tinggi fodder 28cm. Sedangkan lama waktu penyinaran 1 jam dan 3 jam memperlambat tinggi pertumbuhan fodder, dimana penyinaran 1 jam dengan nilai 1668.5 lux mencapai tinggi 22.5 cm dan penyinaran 3 jam dengan nilai 2006.3 lux mencapai tinggi fodder 25.4 cm.

Pengaruh kelembaban terhadap pertumbuhan tinggi fodder jagung disebabkan oleh kandungan uap air dan suhu ruangan. Semakin rendah suhu ruangan, maka nilai kelembaban ruangan semakin tinggi. Sedangkan semakin tinggi suhu ruangan, maka nilai kelembaban ruangan semakin turun. Kelembapan udara relatif atau nisbi merupakan perbandingan jumlah uap air di dalam udara (kelembapan mutlak) dengan jumlah uap air maksimum yang terkandung dalam udara tersebut. Pada suhu yang sama, kelembapan udara relatif dinyatakan dalam persen (%). Persentase kelembapan udara berkisar antara 89–90,2% dan suhu selama percobaan berkisar antara 23,1–27,7°C. Kelembaban dan suhu tersebut sudah memenuhi syarat pertumbuhan tanaman jagung yaitu kelembaban berkisar antara 80–90% [20].

Pengaruh perbedaan tinggi fodder dipengaruhi oleh jenis lampu dan lama waktu penyinaran yang dijelaskan pada tabel 2 dan grafik 2. Lampu grow light full Spektrum, memiliki rentang gelombang sekitar 380 nm hingga 730 nm, termasuk spektrum ultraviolet dan inframerah, digunakan pada tanaman vertikal sehingga dapat tumbuh dengan baik sepanjang tahun tanpa terbatas oleh perubahan musim, ruangan, dan paparan sinar matahari alami [21]. Hal ini dibuktikan pada tinggi tanaman dengan penyinaran 5 jam dan tinggi fodder mencapai 28cm. Sedangkan penelitian pengujian pengaruh intensitas cahaya terhadap tanaman jagung dalam ruangan menggunakan lampu led biru dengan intensitas cahaya 1127 lux, lama penyinaran 12 jam/hari (18:00 – 06:00) selama 53 hari. Mendapatkan nilai rata-rata tinggi tanaman pada penyinaran 1127 lux mencapai tinggi 44,3 cm. [22].

Pengaruh perbedaan tinggi fodder dipengaruhi oleh jenis lampu dan lama waktu penyinaran. Lampu grow light dengan rentang panjang gelombang 450–460nm. Digunakan untuk tanaman dalam fase pertumbuhan vegetatif seperti bibit tanaman dan pucuk muda cenderung merespons positif terhadap sinar biru untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman [21]. Hal ini dibuktikan dengan tinggi tanaman dengan penyinaran 5 jam tinggi fodder mencapai 26.5cm. Sedangkan penelitian pengujian pengaruh intensitas cahaya terhadap tanaman jagung dalam ruangan menggunakan lampu led biru dengan intensitas cahaya 178 lux, lama penyinaran 12 jam/hari (18:00–06:00) selama 53 hari. Mendapatkan nilai rata-rata tinggi tanaman pada penyinaran 178 lux mencapai tinggi 34 cm. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan Intensitas cahaya berbanding lurus dengan pertumbuhan tanaman, semakin tinggi intensitas yang diterima oleh tanaman maka pertumbuhan tanaman jagung akan lebih baik [22].

Temuan penelitian yaitu suhu dan kelembaban berdasarkan dua jenis lampu memberikan pengaruh terhadap tinggi fodder jagung. Selain itu, suhu dan kelembaban dipengaruhi oleh lama waktu penyinaran dan jenis lampu grow light spektrum 450–460nm dengan tinggi fodder jagung 26.5cm dan waktu penyinaran 5 jam. Dampak penelitian fodder jagung dengan desain hidroponik dan kontrol suhu serta kelembaban digunakan sebagai acuan teknologi bagi petani dalam menjaga ketahanan pangan nasional.

5. KESIMPULAN

Desain kontrol alat pertumbuhan fodder jagung dengan penyinaran sinar ultraviolet terhadap pertumbuhan fodder jagung dengan metode logika fuzzy Mamdani menggunakan aplikasi matlab dan arduino terhadap kontrol penyinaran fodder jagung diperoleh nilai yang mendekati hasil defuzifikasi yaitu 0.5, 2.5, 6.5. Penerapan sistem kontrol logika fuzzy Mamdani mempengaruhi terhadap penyinaran, suhu dan kelembaban, serta tinggi dan berat fodder jagung dengan error nilai defuzifikasi 0.5%. Penyinaran lampu grow light full

spektrum (380nm-730nm) dengan intensitas cahaya 2053lux, lama penyinaran 5 jam setiap hari selama 14 hari menghasilkan suhu 27°C dan kelembaban 93% tinggi fodder mencapai 28cm dengan berat total 124 gr. Sedangkan lampu grow light spektrum (450nm-460nm) dengan intensitas cahaya 1462.5 lux menghasilkan suhu 28°C dan kelembaban 85% tinggi fodder mencapai 26.5cm dengan berat total 120 gr.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi yang telah memberikan fasilitas dalam menyelesaikan proyek skripsi. Proyek ini merupakan syarat untuk memenuhi penyelesaian program sarjana teknik elektro (S-1) di Universitas PGRI Banyuwangi.

REFERENSI

- [1] V. V Rumawas, H. Nayoan, and N. Kumayas, "Peran Pemerintah Dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan di Kabupaten Minahasa Selatan (Studi Dinas Ketahanan Pangan Minahasa Selatan)," *Governance*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2021. [online] Available <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/governance/article/view/33652>
- [2] jatim.bps.go.id, "Luas Panen, Produktivitas, dan Produksi Padi Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur, 2021 dan 2022," <https://www.bps.go.id/id>
- [3] Redaksi, "Mengenal Fodder Jagung Pakan Telur Ayam Bahagia," 2024, www.elurayambahagia.com
- [4] A. Heriyanti, M. H. Septian, and D. Suhendra, "Perbedaan Umur Panen Terhadap Kandungan Protein Kasar dan Lemak Kasar Fodder Jagung dengan Sistem Hidroponik," *ilmu Peternak.*, vol. 7, no. 2, pp. 82–90, 2023. [Online] Available <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/22841/>
- [5] N. C. Widodo, A. Aziz, Z. A. Munawaroh, and H. Anzhari, "Tinjauan Analisis Manfaat dan Dampak Sinar UV-C dalam Bidang Pangan dan Pertanian," *Jupiter Publ. Ilmu Keteknikan Ind. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 2, no. 6, pp. 43–50, 2024, doi: <https://doi.org/10.61132/jupiter.v2i6.611>
- [6] B. Reddy and M. Harani, "Hydroponics: A Sustainable Way of Green Fodder Production," 2023. [Online]. Available: <https://epubs.icar.org.in/index.php/IndFarm/article/view/130176>
- [7] A. S. Ningrum, "Analisis Penggunaan Sinar Ultraviolet (UV) Pada Tanaman Hidroponik," *Ilm. wahana Pendidik.*, vol. 10, no. 23, pp. 1274–1279, 2024. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/11272>
- [8] S. Aulia, A. Ansar, and G. M. D. Putra, "Pengaruh Intensitas Cahaya Lampu Dan Lama Penyinaran Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomea Reptans Poir*) Pada Sistem Hidroponik Indoor," *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 7, no. 1, pp. 43–51, 2019, doi: <https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i1.100>
- [9] N. Hamidi, I. Wijatmiko, Sugiarto, F. Usman, and T. Utomo, "Implementasi Teknologi Green Fodder Sebagai Sumber Pakan Hijauan Yang Berkelanjutan Di Desa Arjosari, Kecamatan Kalipare, Kab. Malang," *TEKAD Tek. Mengabdi*, vol. 3, no. 1, pp. 54–60, 2024, doi: <https://doi.org/10.21776/ub.tekad.2024.03.1.10>

- [10] A. Prasetyo, R. Ramadani, M. Y. R, and R. M. Yasi, "Implementasi Sistem Hidroponik Cerdas Pakan Ternak Jagung Menggunakan Esp32," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 1, pp. 25–31, 2023, doi: <https://doi.org/10.14710/transmisi.25.1.25-31>
- [11] M. M. A. Bimo Pradipto Asmorojati, Naufal Akmal Oesman, Rania Aisyka Rabihatul Hayah, Nadea Salsabilla, "Penerapan Nilai-Nilai Penalaran Silogisme Dalam Case Fuzzy Logics," *cakrawala Ilm.*, vol. 3, no. 11, pp. 37–48, 2024, [Online]. Available: <https://bajangjournal.com/index.php/JCI/article/view/8159>
- [12] Putra and F. S. Wirandha, "Pembuatan Peta Lokasi Alternatif Peternakan Ayam Broiler Kabupaten Muara Enim Dengan Menggunakan Logika Fuzzy," *Ilm. Tek. dan sains*, vol. 2, no. 1, pp. 14–19, 2024, doi: <https://doi.org/10.62278/jits.v2i1.35>
- [13] M. M. Fajar, "Pengembangan Greenhouse Fodder Jagung Hidroponik Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy (KLF) Sebagai Pengendali Suhu dan Kelembaban Terintegrasi dengan Sistem Internet of Things," 2020. [Online] Available <https://elektro.studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/article/view/1281>
- [14] E. TOMPO, "Produksi Bahan Kering Dan Bahan Organik Fodder Jagung Dari Media Hidroponik Dengan Penambahan Nutrisi Yang Berbeda," p. 28, 2017.
- [15] S. Widiastuti, N. A. P. Nugraha, and T.P Rahayu, "Hydertetoyer sebagai Pengganti Lahan Hijauan Pakan Ternak Konvensional," *Pros. Semin.*, pp. 24–25, 2021. <https://jnp.fapet.unsoed.ac.id/index.php/psv/article/view/1175>
- [16] A. J. Assayaf, M. Rialdy, and G. Ramadan, "Smart System Akuaponik Untuk Pembuatan Fodder Dari Biji Jagung," 2021. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/31755>
- [17] T. B. Yulianto, A. J. Taufiq, and A. Suyadi, "Rancang Bangun Pengaturan Intensitas Sinar Uv (Ultraviolet) Dengan Mikrokontroler PIC Untuk Tanaman," *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 54–70, 2019, doi: <https://doi.org/10.30595/jrre.v1i1.4929>
- [18] A. M. Riski Firmansyah, *Mudah dan Aktif Belajar Biologi*. 2009.
- [19] S. Isnaeni and S. Nurhidayah, "Respon Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays L.*) Terhadap Pemberian Pupuk Guano Kelelawar Dan Pupuk Guano Walet," *J. Agroteknologi*, vol. 11, no. 1, pp. 33–38, 2020, doi: <https://doi.org/10.24014/ja.v11i1.9276>
- [20] A. Wahyudin, Y. Y. Yuwariah, F. Y. Wicaksono, and R. A. G. Bajri, "Respons Jagung (*Zea mays l.*) akibat jarak tanam pada sistem tanam legowo (2:1) dan berbagai dosis pupuk nitrogen pada tanah inceptisol Jatinangor," *Kultivasi*, vol. 16, no. 3, pp. 507–513, 2018, doi: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.14390>
- [21] D. Kusuma, "Analisis Intensitas Cahaya Growlight Terhadap Tanaman Pada Produk Smart Vertical Indoor Garden," *IMDeC (Industrial Mech. Des. Conf.)*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2023. <https://publikasi.atmi.ac.id/index.php/imdecatmi/article/view/255>
- [22] R. S. Nababan, Suwandi, and I. W. Fathona, "Testing the Effect of Light Intensity on the Growth of Corn Plants in the Room," *E-proceeding Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 5809–5816, 2018. doi: <https://doi.org/10.29103/agrium.v20i1.10800>