

SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN KONDISI PEMBENIHAN PADA TANAMAN MELON BERBASIS IOT

* Catatan: Sub-judul tidak perlu dimasukkan

line 1: 1st RIZALDY FEBRY
NUGRAHA
line 2: *Program Studi Teknologi
Informasi*
line 3: *Telkom University, Kampus
Surabaya*
line 4: Surabaya, Jawa Timur, Indonesia
line 5:
rizaldyfn@student.telkomuniversity.ac
.id

line 1: 2nd Muhammad Adib Kamali,
S.T.,M.Sc
line 2: *Program Studi Teknologi
Informasi*
line 3: *Telkom University, Kampus
Surabaya*
line 4: Surabaya, Jawa Timur, Indonesia
line 5:
adibmkamali@telkomuniversity.ac.id

line 1: 3rd Dr. Helmy Widyantara,
S.Kom.,M.Eng.
line 2: *Program Studi Teknologi
Informasi*
line 3: *Telkom University, Kampus
Surabaya*
line 4: Surabaya, Jawa Timur, Indonesia
line 5:
helmywidyantara@telkomuniversity.ac.
id

Tanaman melon memiliki nilai ekonomi tinggi dan prospek pasar yang menjanjikan. Berdasarkan data BPS Kota Surabaya, produksi melon meningkat dari 70 kuintal pada 2021 menjadi 230 kuintal pada 2023. Namun, fluktuasi iklim seperti perubahan suhu, kelembaban udara, dan durasi penyinaran matahari berpotensi menghambat pertumbuhan optimal, khususnya pada fase pembenihan. Penelitian ini merancang sistem pendukung keputusan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan logika fuzzy Mamdani untuk mengendalikan lingkungan tumbuh secara otomatis. Sistem memanfaatkan sensor suhu DS18B20 dan sensor kelembaban tanah resistif sebagai input, serta aktuator berupa kipas, pompa air, dan lampu pertumbuhan yang dikendalikan melalui modul relay. Pemantauan dan pengendalian dilakukan dengan mempertimbangkan variabel waktu dan kondisi lingkungan secara real-time. Pengujian selama 30 hari dengan pencatatan setiap 15 menit menunjukkan akurasi sistem mencapai 97,33%, dengan kesalahan 2,67% akibat gangguan koneksi sensor. Logika fuzzy mampu mengatur aktuator secara efektif berdasarkan derajat keanggotaan suhu dan kelembaban. Hasil penelitian menunjukkan sistem ini andal dalam memantau dan mengatur lingkungan pembenihan melon, sehingga berpotensi meningkatkan keberhasilan budidaya secara berkelanjutan.

Kata kunci— Internet of Things, ESP32, Fuzzy Logic, Otomatisasi Pertanian, Monitoring Lingkungan.

I. PENDAHULUAN

Tanaman melon merupakan komoditas hortikultura dengan nilai ekonomi tinggi dan prospek pasar yang menjanjikan. Berdasarkan data BPS Kota Surabaya, produksi melon

meningkat signifikan dari 70 kuintal pada 2021 menjadi 124 kuintal pada 2022, dan mencapai 230 kuintal pada 2023. Peningkatan ini menunjukkan potensi besar pengembangan melon seiring meningkatnya permintaan. Namun, pertumbuhan optimal melon memerlukan suhu 25–30°C, kelembaban 70–80%, dan penyinaran matahari 10–12 jam per hari. Kondisi iklim Surabaya yang fluktuatif, dengan suhu 22,20–30,70°C, kelembaban 64,7–98%, dan durasi penyinaran 3,6–9,1 jam, sering tidak memenuhi syarat tersebut. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendalian lingkungan yang adaptif, khususnya pada fase pembenihan, yang merupakan tahap kritis dalam menentukan keberhasilan budidaya.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem pengendalian lingkungan berbasis Internet of Things (IoT) dan logika fuzzy. Utami, Widyantara, & Kamali (2023) mengembangkan pengaturan intensitas cahaya untuk melon menggunakan LED growth light dan fuzzy Mamdani. Fahrezi et al. (2024) menerapkan kontrol suhu dan kelembaban pada tanaman stroberi dengan aktuator otomatis. Putra & Faiza (2021) mengendalikan suhu dan kelembaban untuk bawang merah menggunakan servo, kipas, dan pemanas yang terhubung dengan aplikasi Blynk. Wiralaksana, Pambudi, & Masfufiah (2023) mengoptimalkan pendinginan untuk tomat dan cabai dengan perangkat peltier berbasis fuzzy. Murtianta, Ronaldo, & Susilo (2022) mengontrol suhu, kelembaban tanah, dan pencahayaan pada selada di greenhouse indoor dengan mode manual dan otomatis. Penelitian-penelitian ini membuktikan efektivitas integrasi IoT dan fuzzy dalam mendukung pertanian presisi.

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem IoT yang mampu memantau dan mengontrol parameter lingkungan pembenihan melon secara real-time, mengembangkan pengambilan keputusan

otomatis untuk mengoptimalkan pengelolaan lingkungan, serta menciptakan sistem pemantauan berkelanjutan tanpa intervensi manual. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem IoT yang dapat menyesuaikan suhu, kelembapan, dan pencahayaan secara otomatis; mengimplementasikan logika fuzzy Mamdani untuk pengambilan keputusan berbasis kondisi sensor; dan menyediakan pemantauan berkelanjutan guna meningkatkan efisiensi serta efektivitas pembenihan melon.

II. KAJIAN TEORI

Kajian teori ini membahas konsep dan landasan teoritis yang mendasari penelitian terkait sistem pengambilan keputusan kondisi pembenihan pada tanaman melon berbasis Internet of Things (IoT) dan logika fuzzy Mamdani. Teori-teori yang disajikan mencakup penjelasan mengenai objek penelitian, teknologi yang digunakan, serta metode pengambilan keputusan.

A. Tanaman Melon

Tanaman melon (*Cucumis melo L.*) adalah tanaman buah dari famili *Cucurbitaceae* yang berasal dari kawasan Mediterania dan telah menyebar ke wilayah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia. Pertumbuhan optimal tanaman melon memerlukan suhu 25–30°C, kelembaban udara 70–80%, dan pencahayaan matahari 10–12 jam per hari. Penelitian ini menggunakan varietas Golden Langkawi yang memiliki kualitas buah baik dan potensi hasil tinggi.

B. Media Tanam

Media tanam merupakan faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pada tahap pembenihan melon, media dapat berupa campuran tanah, pupuk, dan sekam, atau media alternatif seperti rockwool. Media yang sesuai akan mendukung perkembangan akar, mempertahankan kelembaban, dan menyediakan aerasi yang baik.

C. Pembenihan Melon

Tahap pembenihan meliputi perendaman benih dalam air hangat 45–50°C yang dicampur bawang merah untuk mengaktifkan sel dorman dan mencegah penyakit. Benih kemudian dipindahkan ke media seperti rockwool hingga muncul daun sejati. Penyiraman awal menggunakan air, kemudian larutan nutrisi AB mix diberikan ketika daun sejati tumbuh. Pembenihan selesai ketika bibit memiliki 3–4 daun sejati, biasanya sekitar 14 hari.

D. Lingkungan Pembenihan

Kondisi lingkungan sangat menentukan keberhasilan pembenihan. Suhu optimal berada pada kisaran 25–30°C, kelembaban udara 70–80%, dan pencahayaan cukup. Kelembaban berlebih dapat memicu penyakit, sedangkan kelembaban rendah menghambat pembungaan. Sistem kontrol lingkungan diperlukan untuk menjaga kondisi optimal secara konsisten.

E. Internet of Things (IoT)

IoT adalah konsep yang menghubungkan berbagai perangkat melalui internet untuk bertukar data secara otomatis, memungkinkan pemantauan dan pengendalian berbasis data secara real-time. Dalam pertanian, IoT digunakan untuk memantau parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan cahaya menggunakan sensor, serta mengendalikan aktuator seperti kipas, pompa, dan lampu secara otomatis.

F. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler dengan prosesor ganda, dilengkapi Wi-Fi dan Bluetooth, serta banyak pin GPIO untuk menghubungkan sensor dan aktuator. ESP32 mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti Arduino IDE dan MicroPython, sehingga fleksibel untuk pengembangan sistem IoT.

G. Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah sensor suhu digital dengan akurasi tinggi yang mampu mengukur suhu pada rentang luas. Sensor ini digunakan untuk memantau suhu media tanam secara presisi, yang menjadi salah satu variabel input utama sistem.

H. Sensor Kelembaban Tanah Resistif

Sensor ini bekerja dengan mengukur resistansi tanah; semakin tinggi kelembaban tanah, semakin rendah nilai resistansi yang terdeteksi. Data kelembaban digunakan sebagai variabel input untuk menentukan kebutuhan penyiraman.

I. Sensor Cahaya BH1750

BH1750 adalah sensor cahaya digital yang mengukur intensitas pencahayaan dalam satuan lux. Sensor ini membantu menentukan kebutuhan lampu tambahan untuk memastikan tanaman mendapatkan pencahayaan yang cukup.

J. Aktuator

Aktuator dalam sistem ini meliputi kipas exhaust untuk mengatur sirkulasi udara, pompa air untuk penyiraman otomatis, serta lampu putih dan lampu tumbuh untuk memenuhi kebutuhan cahaya tanaman. Aktuator dikendalikan melalui modul relay yang terhubung ke ESP32.

K. Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System)

DSS adalah sistem berbasis komputer yang membantu pengambil keputusan dalam memecahkan masalah tidak terstruktur. DSS memanfaatkan data, model, dan algoritma untuk memberikan rekomendasi yang relevan.

L. Logika Fuzzy Mamdani

Logika fuzzy memungkinkan pengolahan data yang tidak pasti atau ambigu. Metode Mamdani melibatkan tiga tahap:

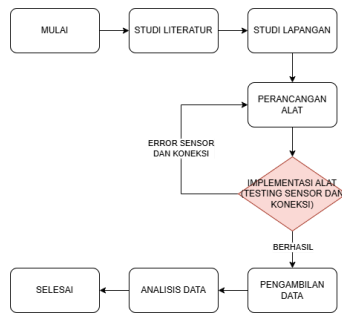
- *Fuzzifikasi*, mengubah data tegas menjadi data fuzzy berdasarkan fungsi keanggotaan.
- *Inferensi*, menerapkan aturan *if-then* untuk menghasilkan output fuzzy.
- *Defuzzifikasi*, mengubah output fuzzy menjadi nilai tegas menggunakan metode seperti *Center of Area*.

Metode ini memungkinkan sistem membuat keputusan yang adaptif, menyerupai pola pikir manusia.

III. METODE

Metodologi penelitian ini menjelaskan rancangan penelitian yang digunakan untuk mengembangkan sistem pengambilan keputusan kondisi perbenihan tanaman melon berbasis Internet of Things (IoT) dan logika fuzzy Mamdani.

A. Prosedur/Langkah-Langkah Penelitian



GAMBAR 1
(Alur Penelitian)

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan secara sistematis, meliputi:

1. Perumusan Masalah – mengidentifikasi permasalahan pembenihan melon akibat keterbatasan pemantauan manual kondisi lingkungan.
2. Studi Literatur – mengumpulkan teori dari jurnal, buku, dan sumber ilmiah terkait IoT, mikrokontroler ESP32, sensor lingkungan, aktuator, dan logika fuzzy Mamdani.
3. Studi Lapangan – melakukan observasi langsung pada lokasi pembenihan melon untuk mengetahui parameter lingkungan aktual, seperti suhu, kelembapan, dan pencahayaan.
4. Perancangan Sistem – meliputi perancangan perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), dan logika fuzzy.
5. Implementasi Sistem – merakit perangkat keras, mengintegrasikan dengan perangkat lunak, serta menguji fungsi tiap komponen.
6. Pengumpulan Data – merekam data sensor secara real-time melalui ESP32 dan aplikasi Blynk.
7. Pengolahan dan Analisis Data – menerapkan logika fuzzy Mamdani untuk mengatur aktuator berdasarkan input suhu dan kelembapan.
8. Pengujian dan Evaluasi – menilai akurasi sistem dengan membandingkan keputusan otomatis dan keputusan manual petani.
9. Kesimpulan dan Saran – merumuskan hasil penelitian dan rekomendasi pengembangan sistem.

B. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama **30 hari** masa pengujian sistem, dengan proses perancangan dan implementasi dilakukan dalam beberapa minggu sebelumnya. Data direkam setiap **15 menit** untuk mendapatkan variasi kondisi lingkungan yang lengkap.

C. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- Data Primer – diperoleh langsung dari hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 dan sensor kelembapan tanah resistif selama pengujian.
- Data Sekunder – meliputi data iklim dan produksi melon dari BPS Kota Surabaya, serta literatur ilmiah terkait teknologi IoT dan logika fuzzy.

D. Cara Perolehan Data

Data diperoleh melalui:

- Pengukuran otomatis dengan sensor yang terhubung ke ESP32, dikirimkan ke aplikasi Blynk untuk pencatatan digital.
- Pencatatan manual melalui tampilan LCD 1602 pada perangkat, menggunakan tombol navigasi

untuk melihat status suhu, kelembapan, dan kondisi aktuator.

E. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah eksperimen rekayasa sistem, yaitu membangun prototipe alat dan menguji performanya dalam kondisi nyata. Sistem dikendalikan menggunakan logika fuzzy Mamdani yang terdiri dari:

- **Fuzzifikasi** – mengubah nilai suhu dan kelembapan menjadi derajat keanggotaan linguistik (dingin, panas, kering, basah).
- **Inferensi** – menerapkan aturan *if-then* untuk menentukan respon aktuator (kipas, pompa, lampu).
- **Defuzzifikasi** – menghasilkan output tegas untuk mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator.

F. Perangkat Penelitian

TABEL 1
(BAHAN PEMBUATAN CONTROLLER)

No	NAMA UNIT	QTY
1	ESP32	1
2	Relay 4 Channel	1
3	DS18B20	1
4	Soil Moisture Sensor	3
5	Switch Button	4
6	LCD 1602	1
7	PCB	1
8	Header male & Female	1
9	Project Box X3	1

TABEL 2
(BAHAN PEMBUATAN RUANG TUMBUHAN)

No	NAMA UNIT	QTY
1	FAN DC 12V	8
2	Lampu netral putih	2
3	Lampu Tumbuh	2
4	Nozzle Sprayer	4
5	Dinamo air	1
6	Selang Air	10M
7	Box Ruang Tumbuh	1
8	Alumunium Foil Seal	1M

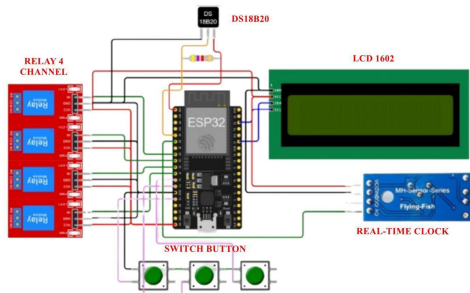
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil implementasi dan pengujian sistem pengambilan keputusan kondisi pembenihan tanaman melon berbasis Internet of Things (IoT) dan logika fuzzy

Mamdani. Hasil disajikan secara deskriptif, dilengkapi tabel, grafik, serta gambar perangkat.

A. Hasil Implementasi Sistem

Sistem yang dirancang terdiri dari perangkat keras (ESP32, sensor suhu DS18B20, sensor kelembaban tanah resistif, kipas, pompa air, lampu putih, dan lampu tumbuh) serta perangkat lunak (program kendali berbasis logika fuzzy Mamdani dan aplikasi Blynk).



GAMBAR 2
(Rancangan Jalur Controller)



GAMBAR 3
(Ruang tumbuh)

Perangkat dilengkapi LCD 1602 dan tiga tombol (START/STOP, NEXT, PREV) untuk pengoperasian manual. Sistem juga terhubung ke aplikasi Blynk untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh.

B. Hasil Pengumpulan Data

Pengujian dilakukan selama **30 hari** dengan interval pencatatan **15 menit**. Data yang dikumpulkan meliputi suhu tanah (°C) dan kelembaban tanah (%). Sistem mencatat perubahan parameter lingkungan dan mengatur aktuator secara otomatis.

Created_at	Suhu Tanah	Kelembaban Tanah	Output Kipas	Label Kipas	Output Pompa	Label Pompa
2025-01-04	32.1	45.3	71.74	Cepat	88.25	Tinggi

00:00:54						
2025-01-04 06:30:54	28.5	36.5	71.02	Cepat	85.93	Tinggi
2025-01-11 17:00:54	27.7	64.3	0	Pelan	0	Rendah
2025-01-13 13:15:54	27.5	56.9	0	Pelan	0	Rendah
2025-02-02 22:15:54	29.3	59.9	0	Pelan	0	Rendah

C. Analisis Hasil

1. Respon Sistem terhadap Suhu dan Kelembapan

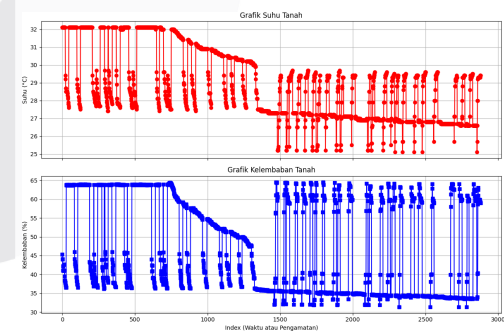
- Pada kondisi suhu tinggi ($>28^{\circ}\text{C}$) dan kelembapan rendah ($<50\%$), sistem mengaktifkan kipas dan pompa dengan intensitas tinggi.
- Pada kondisi mendekati optimal (suhu $25\text{--}28^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $60\text{--}70\%$), sistem mematikan aktuator untuk menghemat energi.
- Pada kelembapan tinggi ($>70\%$), pompa tidak diaktifkan walaupun suhu panas, untuk mencegah kelebihan air.

2. Akurasi Sistem

Dari total data, sistem mencatat akurasi **97,33%**, dengan error **2,67%** disebabkan gangguan komunikasi sensor. Error umumnya berupa pembacaan ekstrem (-127°C atau 0% kelembapan).

3. Hubungan Variable

Grafik hubungan suhu dan kelembapan terhadap output aktuator menunjukkan pola konsisten: semakin tinggi suhu dan semakin rendah kelembapan, semakin tinggi intensitas kipas dan pompa yang diaktifkan.



GAMBAR 4
(Perubahan suhu selama 30 hari)

D. Interpretasi dan Generalisasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi IoT dengan logika fuzzy Mamdani efektif untuk mengendalikan lingkungan pembenihan melon secara otomatis. Keputusan yang dihasilkan sistem sesuai dengan pola pikir manusia dalam pengambilan keputusan berbasis kondisi aktual. Sistem ini dapat digeneralisasikan untuk:

- Pembenihan tanaman hortikultura lain dengan kebutuhan lingkungan mirip melon.

- Skala lebih besar di greenhouse komersial dengan penyesuaian kapasitas aktuator.
- Integrasi dengan sistem prediksi cuaca untuk kontrol lebih adaptif.

E. Potensi Pengembangan Penelitian

Beberapa pengembangan yang dapat dilakukan:

1. Integrasi AI – menambahkan *machine learning* untuk mempelajari pola kebutuhan tanaman dari data historis.
2. Sistem Energi Mandiri – menggunakan panel surya untuk suplai energi agar sistem lebih ramah lingkungan.
3. Sensor Tambahan – menambah sensor pH tanah dan intensitas cahaya untuk kontrol nutrisi dan pencahayaan yang lebih presisi.
4. Kontrol Jarak Jauh Multi-Lokasi – menghubungkan beberapa ruang tumbuh ke satu dashboard monitoring terpusat.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pengambilan keputusan kondisi perbenihan tanaman melon berbasis Internet of Things (IoT) dengan mikrokontroler ESP32 dan logika fuzzy Mamdani. Sistem mampu memantau dan mengendalikan suhu, kelembapan tanah, serta pencahayaan secara otomatis menggunakan sensor DS18B20, sensor kelembapan tanah resistif, dan aktuator berupa kipas, pompa air, serta lampu yang dikendalikan melalui modul relay.

Pengujian selama 30 hari dengan pencatatan data setiap 15 menit menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi sebesar 97,33%, dengan kesalahan 2,67% yang sebagian besar disebabkan oleh gangguan koneksi sensor. Logika fuzzy Mamdani terbukti efektif dalam mengatur aktuator berdasarkan derajat keanggotaan suhu dan kelembapan, sehingga mampu menjaga kondisi lingkungan mendekati optimal untuk fase pembenihan melon.

Sistem ini dinilai andal, efisien, dan berpotensi diaplikasikan pada pembenihan tanaman hortikultura lainnya. Dengan pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan sensor dan integrasi energi terbarukan, sistem dapat mendukung budidaya pertanian secara presisi dan berkelanjutan.

REFERENSI

Direkomendasikan menggunakan *reference management tools (mendeley)*, format style menggunakan IEEE. Contoh penulisan referensi IEEE Style:

Print References

- Agarwal, T. (2019, August 26). *DHT22(AM2302) : Pin Diagram, Circuit, Specifications & Its Applications*. ElProCus - Electronic Projects for Engineering Students. <https://www.elprocus.com/dht22-pin-diagram-circuit- and-its-applications/>
- Agarwal, T. (2020, May 22). *BH1750 Ambient Light Sensor - Specifications & Applications*. ElProCus - Electronic Projects for Engineering

Students.

<https://www.elprocus.com/bh1750-specifications-and-applications/>

Agarwal, T. (2024, January 17). *ESP32 Development Board : Pinout, Interfacing & Its Applications*. ElProCus - Electronic Projects for Engineering Students. <https://www.elprocus.com/esp32-development-board/>

Fahrezi, S., Rusman, Yuwono, Y. C. H., Satriyo, Saufa, N. R. (2024). RANCANG BANGUN OTOMASI GREENHOUSE TANAMAN STRAWBERRY MENGGUNAKAN PELTIER BERBASIS INTERNET OF THINKS. *Kohesi: Jurnal*

Multidisiplin Saintek, 4(5).

<https://ejournal.warunayama.org/index.php/kohesi/article/view/5715/5278>

Morchid, A., Alami, R. E., Raezah, A. A., & Sabbar, Y. (2023b). Applications of internet of things (IoT) and sensors technology to increase food security and agricultural Sustainability: Benefits and challenges. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(3), 102509. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102509>

Murtianta, B., Ronaldo, S. D., & Susilo, D. (2022). Perancangan Prototype Smart Indoor Greenhouse IoT untuk Membantu Permasalahan Budidaya Tanaman Selada di Kota Kupang. *Techné Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(2), 297–310. <https://doi.org/10.31358/techn.v21i2.331>

Prinasti, U. A. (2024, January 7). GREENHOUSE KP2M HASILKAN MELON

PREMIUM RAMAH LINGKUNGAN. Kementerian Pertanian RI. https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/btip/article/download/3693/3792/642_7

Supriyanta, B., Mangaras, & Widowati, I. (2022). *BUDIDAYA MELON HIDROPONIK DENGAN SMART FARMING*. LPPM UPN Veteran Yogyakarta. <http://eprints.upnyk.ac.id/32893/>

Susilo, N. S. H., Jannah, N. Z., Udiyanto, N. P., Agustriyana, N. L., & Nurchajat, N. (2020). BUDIDAYA MELON GOLDEN SISTEM PENYIRAMAN OTOMATIS BERBASIS POLYBAG DI DESA BANJARAGUNG KEC. RENGEL KAB. TUBAN. *Jurnal Pengabdian Polinema Kepada Masyarakat*, 7(1), 9. <https://doi.org/10.33795/jppkm.v7i1.23>

Surabaya, B. P. S. K. (2024, February 28). *Kota Surabaya Dalam Angka 2024*. Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. <https://surabayakota.bps.go.id/id/publication/2>

[024/02/28/38c76de6074bcea6951be69e/kota-surabaya-dalam-angka-2024.html](https://doi.org/10.1109/IC3E52387.2023.10240228/38c76de6074bcea6951be69e/kota-surabaya-dalam-angka-2024.html)

Utami, C. T., Widyantara, H., & Kamali, M. A. Light Intensity Control and Greenhouse Monitoring System for Melon Cultivation. (2023, October 18). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/10420388>

Wiralaksana, P. I., Pambudi, W. S., & Masfufiah, I. (2023). Sistem kendali dan monitoring penyiram tanaman cabai menggunakan metode fuzzy dengan aplikasi Telegram. *BEES Bulletin of Electrical and Electronics Engineering*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.47065/bees.v4i1.4274>

