

## SISTEM SMART PLANT MONITORING PADA HIDROPONIK MELON BERBASIS INTERNET OF THINGS

Tiara Diva Muftashiva<sup>1</sup>, M. Munadi<sup>2</sup>, Ismoyo H<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: [tiaradiva03@gmail.com](mailto:tiaradiva03@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem monitoring berbasis *internet of things* pada budidaya buah melon menggunakan metode hidroponik *dutch bucket* dalam *greenhouse*. Metode *dutch bucket* lebih efisien dalam mengurangi biaya produksi karena aliran air serta nutrisi dapat digunakan berulang-ulang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan *Smart Plant Monitoring System* (SPM) yang terintegrasi dengan teknologi IoT untuk memfasilitasi pemantauan kondisi *greenhouse* secara *real-time* dalam budidaya melon. Metodologinya melibatkan penggabungan beberapa sensor, komputasi, dan perangkat digital yang terhubung ke platform IoT Blynk yang dapat diakses melalui *smartphone*. Sensor yang digunakan berupa sensor pH, TDS, DO, temperatur, dan intensitas cahaya. Sistem ini akan memungkinkan petani untuk memantau kondisi lingkungan dan larutan nutrisi dalam pertumbuhan tanaman melon dari jarak jauh dengan tujuan untuk membantu mengoptimalkan proses produksi serta meminimalisir terjadinya gagal panen. Penelitian ini juga dapat menjadi dasar untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam sistem smart monitoring tanaman.

**Kata kunci:** budidaya melon; *greenhouse*; hidroponik; iot; *smart plant monitoring*

### Abstract

*This research focuses on designing a monitoring system (based on the internet of things) for melon cultivation using the Dutch bucket hydroponic method in a greenhouse. The Dutch Bucket method is more efficient in reducing production costs because the flow of water and nutrients can be used repeatedly. The aim of this research is to develop a Smart Plant Monitoring System (SPM) that is integrated with IoT technology to facilitate real-time monitoring of greenhouse conditions in melon cultivation. The methodology involves combining multiple sensors, computing, and digital devices connected to Blynk's IoT platform that can be accessed via smartphone. The sensors used are pH, TDS, DO, temperature and light intensity sensors. This system will allow farmers to monitor environmental conditions and nutrient solutions in the growth of melon plants remotely to optimize the production process and minimize the occurrence of crop failures. This research can also form the basis of further research and development in smart plant monitoring systems.*

**Keywords:** *greenhouse; hydroponics; iot; melon cultivation; smart plant monitoring*

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang mayoritas penduduknya bekerja di sektor pertanian. Letak geografis Indonesia yang sangat strategis mengakibatkan Indonesia mendapatkan banyak sinar matahari serta curah hujan yang tinggi, selain itu iklim tropis di Indonesia juga turut menyebabkan tanah yang ada di Indonesia sangat subur sehingga cocok digunakan untuk bertani. Sektor pertanian di Indonesia meliputi beberapa subsektor, seperti subsektor tanaman bahan makanan, hortikultura, dan kehutanan.

Subsektor hortikultura memiliki peranan yang sangat penting di tengah kehidupan masyarakat, selain meningkatkan pendapatan negara, tanaman hortikultura adalah penyokong utama vitamin dan mineral yang diperlukan oleh tubuh, seperti vitamin A, C, D, E, dan mineral penting seperti Kalsium, Fosfor, bisa didapatkan dari mengonsumsi sayur-mayur dan buah-buahan [1]. Salah satu tanaman hortikultura yang paling digemari oleh masyarakat Indonesia atau bahkan di seluruh dunia adalah buah melon [2].

Pembudidayaan buah melon dapat dilakukan secara konvensional di lahan terbuka maupun secara hidroponik. Hidroponik merupakan cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, media penggantinya dapat berupa air [3]. Fungsi tanah digantikan oleh air yang mengalir dengan menambah nutrisi dan oksigen pada media hidroponiknya. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam hidroponik adalah metode *Dutch Bucket* [4]. Keunggulan dari penggunaan media tersebut adalah drainase dan penyimpanan nutrisi yang baik serta dapat digunakan berulang-ulang sehingga dapat mengurangi biaya produksi [5].

Pembudidayaan melon secara hidroponik di dalam *greenhouse* dapat menghasilkan kualitas melon yang lebih baik dibandingkan dengan pembudidayaan konvensional di lahan terbuka [6] dikarenakan serangan hama dapat lebih mudah dikendalikan, juga kebutuhan-kebutuhan yang dibutuhkan oleh tanaman melon dalam proses pertumbuhannya bisa lebih mudah dikontrol di dalam *greenhouse* [7]. Kebutuhan dalam proses pertumbuhan melon mencakup beberapa hal seperti, pengecekan nutrisi, pH, suhu air, kelembapan, suhu lingkungan, serta intensitas cahaya [8]. Pengontrolan kebutuhan tersebut

kebanyakan masih dilakukan secara manual yang menghabiskan banyak waktu dan tenaga. Padahal di era revolusi industri 4.0 seperti sekarang konsep integrasi teknologi canggih seperti AI, *Internet of Things* (IOT), dan teknologi robot lain sudah banyak diterapkan dengan tujuan untuk mempermudah seluruh pekerjaan dan urusan manusia [9].

Maka dari itu, dalam penelitian ini penulis akan membuat sebuah sistem monitoring kondisi *greenhouse* hidroponik buah melon yang dapat diintegrasikan dengan teknologi IoT menggunakan gabungan beberapa sensor, komputasi, serta beberapa perangkat digital yang terhubung satu sama lain, dan nantinya dapat terhubung ke sebuah aplikasi blynk yang dapat diakses secara *real-time* melalui *smartphone* android maupun IOS.

Dengan harapan hasil perancangan ini dapat lebih memudahkan petani melon dalam membudidayakan buah melon karena bisa memantau lahan dan keadaan tanaman melon dari rumah atau lokasi manapun melalui *smartphone* pribadi sehingga kerugian-kerugian akibat gagal panen atau tanaman melon yang mati dapat diminimalisir dan proses produksi tanaman melon dapat berlangsung secara lebih optimal [10].

## 2. Material dan Metode Penelitian

### 2.1 Alat dan Bahan

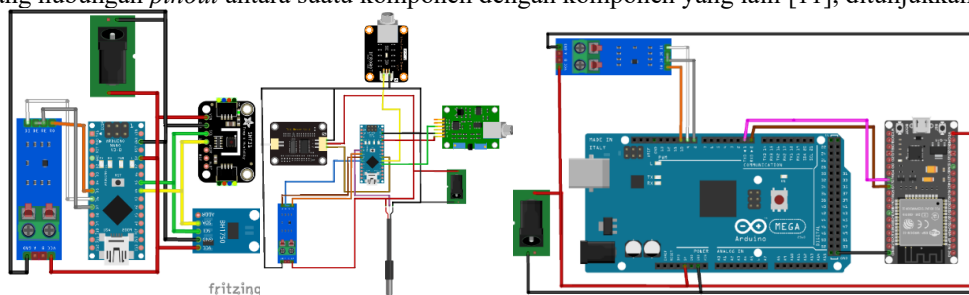
Pada proses perancangan sistem ini diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Alat dan bahan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Alat dan Bahan

Alat	Bahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>• AC DC <i>Power Supply</i></li> <li>• Laptop</li> <li>• <i>Smartphone</i> (Android/IOS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino Nano</li> <li>• Arduino Mega 2560</li> <li>• Sensor PH4502-C</li> <li>• Sensor TDS</li> <li>• Sensor DS18B20</li> <li>• DF Robot Dissolved Oxygen Sensor</li> <li>• Sensor SHT31</li> <li>• Sensor BH1750</li> <li>• RS485</li> <li>• ESP8266</li> </ul>

### 2.2 Wiring Diagram

Agar lebih mudah dalam memahami alur dan skema dari proses jalannya aliran arus listrik maka dibentuklah sebuah diagram elektronika dalam bentuk *wiring diagram* dengan tujuan ketika terjadi error atau gangguan yang berhubungan dengan rangkaian elektriknya maka dengan cepat dapat diketahui bagian mana yang mengalami error. *Wiring diagram* mencakup tentang hubungan *pinout* antara suatu komponen dengan komponen yang lain [11], ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** *Wiring diagram*

### 2.3 Metode Pengujian Kalibrasi dan Validasi

Pada penelitian ini pengujian kalibrasi dilakukan untuk sensor pH saja sedangkan sensor lain langsung ke proses validasi. Sensor pH belum memiliki *library* untuk dapat membaca kadar pH sehingga disesuaikan dengan alat ukur yang digunakan yakni pH meter.

Prosedur pengujian kalibrasi untuk sensor pH diuraikan sebagai berikut :

1. Siapkan seluruh komponen berupa sensor PH4502-C dan pH meter, serta 5 sampel air.
2. Sambungkan Arduino nano dengan sensor PH4502-C dan *upload* program pembacaan voltase sensor pada Arduino IDE.
3. Catat data voltase yang tampil pada serial monitor, lakukan pada kelima sampel air.
4. Buat grafik regresi linear pada *software* Microsoft Excel untuk mendapatkan persamaan.
5. Masukkan persamaan tersebut ke dalam program Arduino IDE dan sensor PH4502-C sudah dapat digunakan.

Setelah melakukan kalibrasi, untuk melihat apakah hasil pembacaan sensor sudah sesuai dengan alat ukur maka dilakukan proses validasi.

Prosedur pengujian validasi untuk sensor diuraikan sebagai berikut :

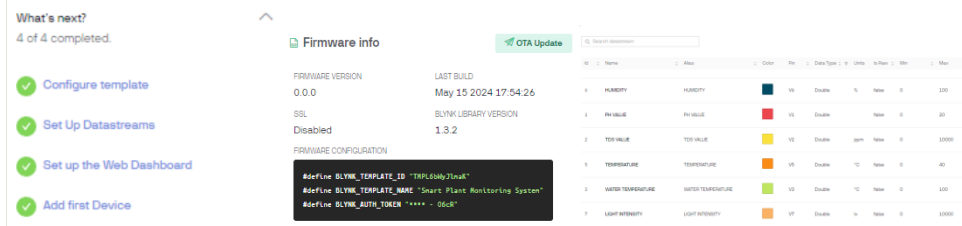
1. Letakkan sensor berdampingan dengan alat ukur.
2. Amati hasil pembacaan sensor dan alat ukur, serta catat hasilnya.
3. Bandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan alat ukur.
4. Hitung *error* dari hasil perbandingan.
5. Hitung rata-rata *error* dari beberapa sampel hasil pengukuran.

## 2.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak meliputi metode dalam menghubungkan antara seluruh komponen dengan aplikasi Blynk dan *Google Spreadsheet*.

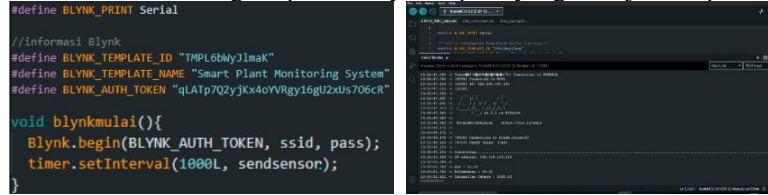
### a. Blynk

Pada proses menghubungkan aplikasi Blynk dengan sistem diawali dengan proses pembuatan *template* sistem, pembuatan *datastreams* dan penambahan *device* yang akan digunakan pada web *Blynk console* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses pada web *Blynk console*

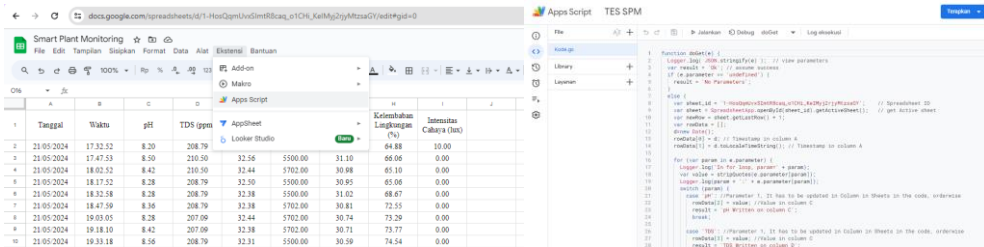
Setelah berhasil, maka didapat token yang akan dimasukkan pada program Arduino IDE, lakukan upload program dan setelah itu sistem akan berhasil terkoneksi dengan aplikasi Blynk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengintegrasian antara aplikasi Blynk dan Arduino IDE

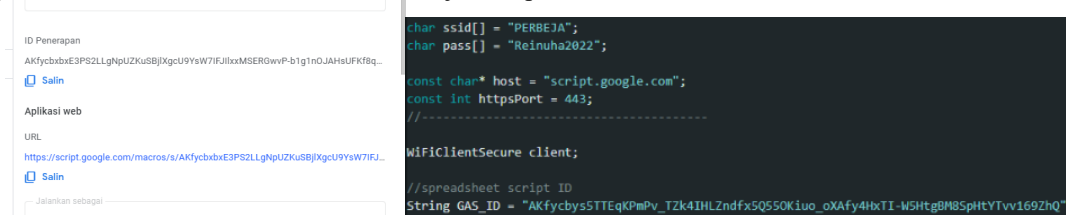
### b. Google Spreadsheet

Pada proses menghubungkan *Google Spreadsheet* dengan sistem diawali dengan proses pembuatan *Google Spreadsheet* dan pembuatan program menggunakan ekstensi *Google App Script* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembuatan program *Google App Script*

Setelah berhasil membuat program pada *Google App Script*, maka akan mendapatkan ID untuk dimasukkan ke dalam program pada Arduino IDE seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

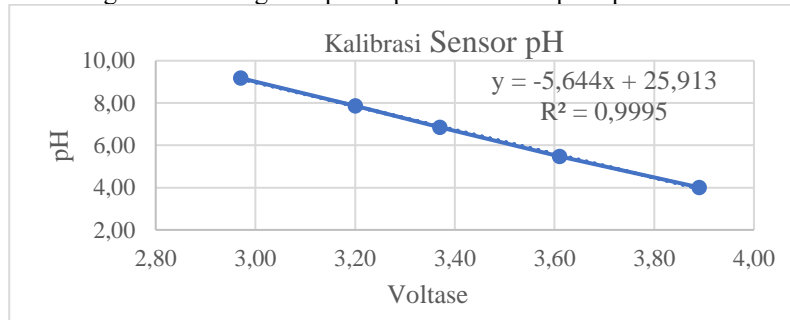


Gambar 5. Pengintegrasian *Google Spreadsheet* dengan Arduino IDE

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Kalibrasi dan validasi

Kalibrasi dilakukan untuk mendapatkan pembacaan yang sesuai. Pada penelitian ini kalibrasi dilakukan pada sensor pH. Hasil dari kalibrasi ini akan digunakan sebagai dasar dari pembuatan program pembacaan kadar pH. Sensor pH yang digunakan pada penelitian ini adalah PH4502-C. Berdasarkan langkah kalibrasi yang ada pada poin sebelumnya, kalibrasi diawali dengan mencatat hasil dari pembacaan kadar pH pada 5 sampel air. Selanjutnya, program pada Arduino IDE membaca output dari sensor PH4502-C berupa tegangan yang kemudian dibaca oleh Arduino Nano pada *analog input*. Setelah mendapatkan hasil pengukuran, langkah selanjutnya yaitu membuat persamaan regresi linear. Tujuan dari dibuatnya persamaan regresi linear ini yaitu untuk mengetahui rumus yang sesuai untuk melakukan perhitungan kadar pH. Persamaan regresi linear dapat diketahui dengan membuat grafik pada aplikasi excel seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik regresi sensor pH

Setelah melakukan proses kalibrasi, dilanjut dengan melakukan proses validasi untuk mengetahui tingkat keakuratan dari masing-masing sensor. Berikut merupakan beberapa hasil validasi dari sensor yang digunakan.

##### a. Sensor pH

Pada pengujian ini digunakan alat ukur pH meter sebagai pembanding hasil yang dibaca oleh sensor PH4502-C dan didapat hasil rata-rata error sebesar 0,26% seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil validasi sensor pH

Pengujian ke-	Waktu	pH meter	Sensor PH4502-C	Error Relatif (%)	Rata-rata error relatif (%)
1	11:47:53	3,97	4	0,76	0,26
2	11:57:01	5,41	5,41	0,00	
3	12:00:36	6,85	6,87	0,29	
4	12:05:50	7,88	7,86	0,25	
5	12:10:05	9,18	9,18	0,00	

##### b. Sensor TDS

Pada pengujian ini digunakan alat ukur TDS meter sebagai pembanding hasil yang dibaca oleh sensor TDS dan didapat hasil rata-rata error sebesar 1,36% seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil validasi sensor TDS

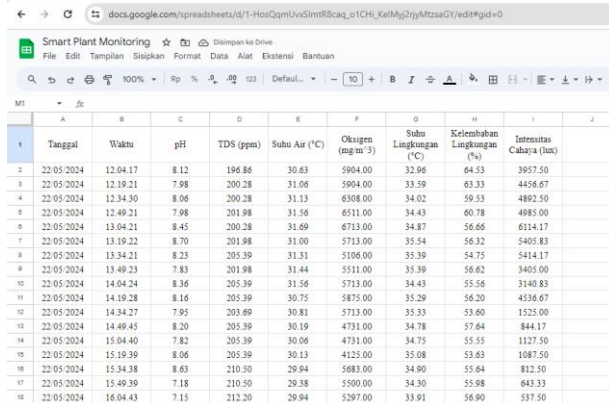
Pengujian ke-	Waktu	TDS Meter (ppm)	TDS Sensor (ppm)	Error Relatif (%)	Rata-rata error relatif (%)
1	12:04:01	500	498	0,40	1,36
2	12:21:01	108	111	2,78	
3	12:32:01	1067	1068	0,09	
4	12:47:01	237	243	2,53	
5	13:15:02	712	719	0,98	

#### 3.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Hasil perancangan perangkat lunak meliputi hasil monitoring pada aplikasi Blynk dan hasil monitoring pada Google Spreadsheet.

##### a. Google Spreadsheet

Hasil monitoring pada Google Spreadsheet meliputi informasi berupa tanggal, waktu, temperatur, kelembapan, intensitas cahaya, pH, TDS, temperatur air, dan kadar oksigen terlarut. Informasi tersebut disajikan dalam bentuk tabel setiap 15 menit sekali seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Tanggal	Waktu	pH	TDS (ppm)	Suhu Air (°C)	Oksigen (mg m <sup>-3</sup> )	Suhu Lingkungan (°C)	Kelembaban Lingkungan (%)	Intensitas Cahaya (lux)	
2	22.05.2024	12.04.17	8.12	196.86	30.63	5904.00	32.96	64.53	3957.50	
3	22.05.2024	12.19.21	7.98	200.28	31.06	5904.00	33.59	63.33	4456.67	
4	22.05.2024	12.34.30	8.06	200.28	31.13	6308.00	34.02	59.53	4892.50	
5	22.05.2024	12.49.21	7.98	201.98	31.56	6511.00	34.43	60.78	4985.00	
6	22.05.2024	13.04.21	8.45	200.28	31.69	6713.00	34.87	58.66	6114.17	
7	22.05.2024	13.19.22	8.70	201.98	31.00	5713.00	35.54	56.32	5405.83	
8	22.05.2024	13.34.21	8.23	205.39	31.31	5106.00	35.39	54.75	5414.17	
9	22.05.2024	13.49.23	7.83	201.98	31.44	5511.00	35.39	56.62	3405.00	
10	22.05.2024	14.04.24	8.36	205.39	31.56	5713.00	34.43	55.56	3140.83	
11	22.05.2024	14.19.28	8.16	205.39	30.75	5875.00	35.29	56.20	4536.67	
12	22.05.2024	14.34.27	7.95	203.69	30.81	5713.00	35.33	53.60	1525.00	
13	22.05.2024	14.49.45	8.20	205.39	30.19	4731.00	34.78	57.64	844.17	
14	22.05.2024	15.04.40	7.82	205.39	30.06	4731.00	34.75	55.55	1127.50	
15	22.05.2024	15.19.39	8.06	205.39	30.13	4125.00	35.08	53.60	1087.50	
16	22.05.2024	15.34.38	8.63	210.50	29.94	5883.00	34.90	55.64	812.50	
17	22.05.2024	15.49.39	7.18	210.50	29.38	5500.00	34.30	55.98	643.33	
18	22.05.2024	16.04.43	7.15	212.20	29.94	5287.00	33.91	56.90	537.50	

Gambar 7. Hasil monitoring pada Google Spreadsheet

b. Blynk

Hasil monitoring pada aplikasi Blynk meliputi informasi terkait keadaan pada lingkungan greenhouse dan kondisi pada larutan nutrisi. Pada lingkungan *greenhouse*, informasi yang didapat berupa temperatur, kelembapan, serta intensitas cahaya. Sedangkan pada larutan nutrisi, informasi yang didapat berupa kadar pH, TDS, temperatur air, dan kadar oksigen terlarut. Selain itu, informasi tersebut juga disajikan dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil monitoring pada aplikasi Blynk

3.3 Hasil Perancangan Perangkat Keras

Hasil perancangan perangkat keras meliputi komponen elektronika berupa *panel box* berukuran 30 x 40 x 18 cm yang berisikan mikrokontroler, *transceiver*, *power supply*, serta beberapa sensor terkait sistem *smart plant monitoring* ini. Selain itu, seluruh komponen diujikan pada sebuah model *greenhouse* berbentuk balok dengan ukuran 1,5 x 3,7 m. Di dalam *greenhouse* tersebut terdapat 5 buah ember berukuran 27 x 19 x 22 cm dan pipa paralon berukuran ½ inch serta ember berukuran 25 liter dan 10 liter sebagai penampungan larutan nutrisi. Larutan nutrisi yang digunakan berupa ab mix [12] yang akan dialirkan ke tanaman melon dan sisa larutan dialirkan kembali ke ember penampungan secara berulang-ulang. Komponen elektronika dari sistem ditunjukkan pada Gambar 9 dan model *greenhouse* ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 9. Komponen elektronika sistem



Gambar 10. Model greenhouse



#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini memiliki kesimpulan bahwa sistem *Smart Plant Monitoring* (SPM) berbasis *Internet of Things* telah berhasil dirancang. Telah dilakukan juga kalibrasi serta validasi untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor dengan perbandingan alat ukur, dan hasil rata-rata error yang didapat dari seluruh sensor besarnya < 3%. Data hasil pembacaan sensor berhasil diintegrasikan terhadap platform Blynk dan Google *spreadsheet* melalui koneksi internet. Pemantauan dapat dimonitor secara *real-time* dengan update data pada Google *spreadsheet* dilakukan setiap 15 menit. Rekaman data tersebut dapat digunakan untuk memantau keadaan pertumbuhan tanaman melon pada *greenhouse*.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kathi S, Laza H, Singh S, Thompson L, Li W, Simpson C. A decade of improving nutritional quality of horticultural crops agronomically (2012–2022): A systematic literature review. *Science of the Total Environment* [Internet]. 2024;911(November 2023):168665. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168665>
- [2] Weng J, Li P, Rehman A, Wang L, Gao X, Niu Q. Physiological response and evaluation of melon (*Cucumis melo* L.) germplasm resources under high temperature and humidity stress at seedling stage. *Scientia Horticulturae* [Internet]. 2021;288(February):110317. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110317>
- [3] Jan S, Rashid Z, Ahngar TA, Iqbal S, Naikoo MA, Majeed S, et al. Hydroponics: A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2020;9 No. 8(Suppl):1779–87.
- [4] Rahmawati A, Dailami M, Supriatin FE. The Performance of Water Quality in Tilapia Pond Using Dutch Bucket and Deep Flow Technique. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. 2021;25(1):885–97.
- [5] Bhat A, Paradkar V, Hasan M. Growing Beyond Ground: Unravelling the potential of Dutch Bucket Hydroponics. *The Science World*. 2023;3(10):2689–92.
- [6] Macwan J, Pandya D, Pandya H, Mankad A. REVIEW ON SOILLESS METHOD OF CULTIVATION: HYDROPONICS. *International Journal of Recent Scientific Research*. 2020;11(01):37122–7.
- [7] Badji A, Benseddik A, Bensaha H, Boukhelifa A, Hasrane I. Design, technology, and management of greenhouse: A review. *Journal of Cleaner Production* [Internet]. 2022;373(August):133753. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133753>
- [8] Erniati E, Suhardiyanto H, Hasbullah R, Supriyanto S. Artificial Neural Networks to Predict Melon (*cucumis melo* L.) Production in Tropical Greenhouse, Indonesia. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 2023;11(2):193–204.
- [9] Zhang M, Han Y, Li D, Xu S, Huang Y. Smart Horticulture as an Emerging Interdisciplinary Field Combining Novel Solutions: Past Development, Current Challenges, and Future Perspectives. *Horticultural Plant Journal* [Internet]. 2023; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2023.03.015>
- [10] Rajak P, Ganguly A, Adhikary S, Bhattacharya S. Internet of Things and smart sensors in agriculture: Scopes and challenges. *Journal of Agriculture and Food Research* [Internet]. 2023;14(September):100776. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100776>
- [11] Muhsin NMB, Alhashimi MTM. Review on Electrical Wiring (Types, Sizes, and Installation). *Journal of Instrumentation Technology and Innovations* [Internet]. 2019;9(3):31–40. Available from: <https://engineeringjournals.stmjournals.in/index.php/JoITI/article/view/3615>
- [12] Supriyanta B, Kodong FR, Widowati I, Siswanto FA. Quality Improvement of Fruit Melon Varieties (*Cucumis Melo* L.) With Ab Mix Nutrition Formulation. *RSF Conference Series: Engineering and Technology*. 2021;1(1):486–93.
- [13] da Silva, J. M., Silva, B. do N., Barrera, G. A. I., Arruda, R. da S., Fontes, P. C. R., & Pereira, P. R. G. (2019). Shoot nutrient contents and vegetative melon plants growth at different pH levels of the nutrient solution. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(9), 674–678. <https://doi.org/10.9755/EJFA.2019.V31.I9.2002>.
- [14] Navarro E, Costa N, Pereira A. A systematic review of iot solutions for smart farming. *Sensors (Switzerland)*. 2020;20(15):1–29.
- [15] Santosh DT, Gaikwad D. Advances in Hydroponic Systems: Types and Management. *Centre for Smart Agriculture*. 2023;(April):16–28.
- [16] Supriyanta B, Florestiyanto MY, Widowati I. Enhanced Melon Cultivation: An Application of Hydroponic Nutrient Formulation for Superior Yield and Quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023;1242(1).
- [17] Vidhya R, Valarmathi K. Automatic Monitoring of Hydroponics System Using IoT. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. 2020;35(June):641–8.