

## KENDALI SUPLAI NUTRISI DAN CAHAYA PADA HIDROPONIK TANAMAN SAWI PAKCOY DENGAN SISTEM NFT

### CONTROL OF LIGHT AND NUTRITION SUPPLY IN THE HYDROPONICS OF MUSTARD PAKCOY PLANTS WITH THE NFT SYSTEM

Bagus Hadi Saputra<sup>1</sup>, Mochtar Yahya<sup>2</sup>, Danang Erwanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Kediri, Kota Kediri

<sup>1</sup>[daigosaputra21@gmail.com](mailto:daigosaputra21@gmail.com), <sup>2</sup>[mochtaryahya@uniska-kediri.ac.id](mailto:mochtaryahya@uniska-kediri.ac.id), <sup>3</sup>[danangerwanto@uniska-kediri.ac.id](mailto:danangerwanto@uniska-kediri.ac.id)

#### Abstrak

Hidroponik merupakan salah satu teknik menanam tanaman dalam skala besar tanpa menggunakan lahan yang luas dan cocok untuk diterapkan pada daerah dengan lahan terbatas. Keterbatasan sistem hidroponik adalah membutuhkan lingkungan yang terkontrol, terutama untuk pemantauan derajat keasaman air, tingkat kepekatan nutrisi air untuk menghindari kualitas tanaman dan perlunya kontrol cahaya yang diterima oleh tanaman untuk melakukan fotosintesis. Penelitian ini berupa penelitian eksperimental untuk mengendalikan suplai nutrisi dan pencahayaan tanaman sawi pada hidroponik dengan sistem NFT (*nutrient film technique*) yang konsep kerjanya mengalirkan air ke akar sawi pakcoy dengan aliran kecil. Hasil penelitian diperoleh nilai pH stabil pada *range* 5,5-7 dan ketika intensitas cahaya kurang dari 3000 *Lux* maka lampu LED akan menyala. Selama tanam hingga panen rata-rata *error* sensor pH sebesar 4,88%, Sensor TDS sebesar 3,99% dan sensor BH1750 sebesar 6,78%. Hasil panen dengan alat otomatisasi sangat berpengaruh terhadap tinggi, jumlah dan lebar daun sawi pakcoy dengan rata-rata jumlah daun 2.5 lebih banyak dan 0.86 lebih lebar dari sistem suplai nutrisi dan pencahayaan manual.

**Kata kunci :** pakcoy, nutrisi, cahaya, hidroponik, NFT, IoT

#### Abstract

Hydroponics is a technique of growing crops on a large scale without using a large area of land and is suitable for application in areas with limited land. The limitation of the hydroponic system is that it requires a controlled environment, especially for monitoring the degree of acidity of the water, the concentration of water nutrients to avoid plant quality and the need to control the light received by plants to carry out photosynthesis. This research is in the form of experimental research to control the supply of nutrients and lighting of mustard greens in hydroponics with the NFT system (*nutrient film technique*), whose working concept is to drain water to the mustard roots of pakcoy with a small flow. The results showed that the pH value is stable in the range 5.5-7 and when the light intensity is less than 3000 *Lux*, the LED light will light up. During planting to harvest the average pH sensor error is 4.88%, the TDS sensor is 3.99% and the BH1750 sensor is 6.78%. Yields with automation have a significant effect on the height, number and width of pakcoy mustard leaves with an average number of leaves 2.5 more and 0.86 wider than the nutrient supply system and manual lighting.

**Keywords:** pakcoy, nutrition, radiancy, NFT, IoT

#### 1. PENDAHULUAN

Semakin tahun kondisi lahan di Indonesia semakin berkurang, sementara kebutuhan pangan semakin tahun meningkat. Bahkan sentra pertanian sudah banyak dialih fungsikan menjadi pemukiman bahkan menjadi sentra industri. Sehingga sistem hidroponik yang paling tepat di sektor

pertanian [1]. Hidroponik tidak memerlukan lahan yang sangat luas dan juga bisa diterapkan di perkotaan. Hidroponik dengan sistem NFT (*nutrient film technique*) banyak digunakan karena lebih mudah mengontrol kadar nutrisi.

Bercocok tanam dengan sistem hidroponik mempunyai tingkat kesulitan yang berbeda didalam proses pengolahannya. Banyak hal yang perlu diperhatikan dalam bercocok tanam dengan sistem hidroponik seperti: larutan pH, larutan nutrisi, debit aliran air dan lain sebagainya. Keterlambatan pemberian nutrisi atau kelebihan nutrisi akan mempengaruhi pertumbuhan sawi pakcoy. Kendala lain biasanya yang sering dijumpai adalah cuaca kurang mendukung, seperti musim hujan. Kondisi tersebut mengakibatkan sawi tidak mengalami proses fotosintesis dengan sempurna karena kurangnya sinar matahari.

Penelitian mengenai kendali nutrisi maupun pencahayaan pada tanaman hidroponik telah dilakukan agar menghasilkan pertumbuhan sayuran yang baik dan maksimal [2][3][4][5][6][7]. Indikator sawi Pakcoy kekurangan nutrisi dilihat dari sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) dan Sensor pH air. Sawi membutuhkan rentang panjang gelombang 400-520 nm sinar biru dan 610-720 panjang gelombang sinar merah [2]. Sedangkan untuk nutrisi sawi pakcoy di minggu pertama sebesar 500 ppm (*parts per million*) minggu kedua perlu penambahan 200 ppm begipun seterusnya sampai masa panen [3].

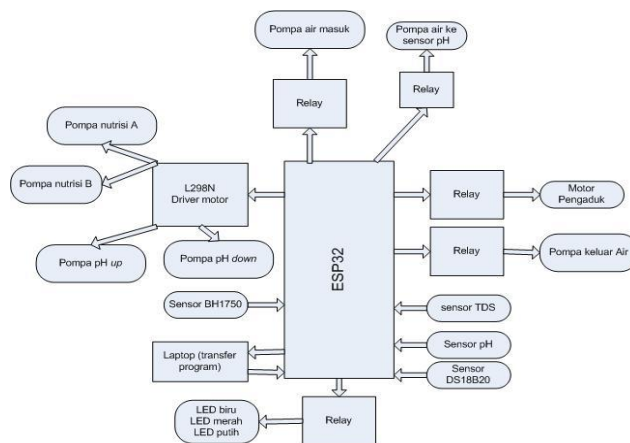
Dalam penelitian ini merancang sistem otomatisasi pemberian nutrisi, menstabilkan pH dan nutrisi sesuai dengan kebutuhan pakcoy dan pengoptimalan penyinaran cahaya ke sawi pakcoy di hidroponik dengan sistem NFT dan dapat dimonitoring secara jarak jauh menggunakan IoT (*Internet of Things*) dengan memanfaatkan modul ESP32 Dev kit 1. ESP32 merupakan suksesor atau penerus dari ESP8266 yang memiliki banyak fitur tambahan dan keunggulan dibandingkan ESP8266. Pada ESP32 terdapat inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat, GPIO yang lebih banyak dan dukungan terhadap Bluetooth 4.2 serta konsumsi daya yang rendah [8][9]. Dari penelitian tersebut diharapkan sawi pakcoy yang ditanam pada hidroponik NFT mendapatkan nutrisi dan cahaya yang sesuai dengan kebutuhannya sehingga meningkatkan kualitas Sawi Pakcoy di waktu panen.

## 2. METODOLOGI

Pakchoy (*Brassica rapa L.*) adalah jenis sawi sayur-sayuran termasuk dalam keluarga *Brassicaceae*. Sawi Pakcoy adalah sawi sayuran yang sangat diperlukan oleh manusia guna memenuhi kebutuhan hidupnya. Pakchoy memiliki kandungan gizi yang terdiri dari vitamin dan mineral sangat berguna untuk mempertahankan kesehatan dan mencegah penyakit [10].

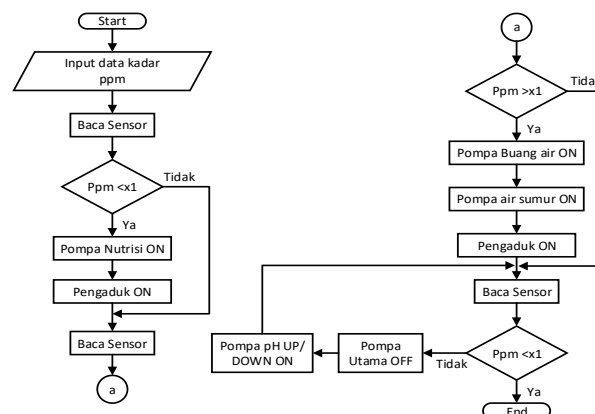
Metode penelitian dalam penelitian ini adalah *experimental research* atau penelitian eksperimen merupakan metode sistematis untuk membangun hubungan yang memiliki unsur sebab akibat. Pakcoy hidroponik adalah salah satu sayuran hidroponik yang membutuhkan nutrisi berupa pupuk A dan B yang sering di sebut nutrisi A, B atau AB *mix*. Sawi membutuhkan rentang panjang gelombang 400-520 nm sinar biru dan 610-720 panjang gelombang sinar merah [3]. Intensitas cahaya mempengaruhi pertumbuhan sawi pada hidroponik menggunakan LED biru dan merah untuk lampu dengan intensitas cahaya sebesar  $\pm 3.290$  Lux [11]. Kombinasi warna LED yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3:1:1 untuk jumlah led merah, biru dan putih. IoT merupakan teknologi yang memungkinkan obyek disekitar manusia dapat saling terkoneksi antara satu dengan lain (baik secara fisik maupun *virtual*) untuk mengirimkan informasi dan bertukar informasi secara terus-menerus dengan memanfaatkan koneksi internet [12]. Peran IoT dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui kondisi derajat keasaman media tanam dan intensitas cahaya secara *realtime* serta mengatur nilai pH media tanam.

Gambar 1 adalah diagram blok dari penelitian penulis yang menggunakan mikrokontroler ESP32 Dev kit 1. Cara kerja dari diagram blok yang disajikan oleh Gambar 1 antara lain pompa suplai nutrisi menggunakan *Submersible Water Pump* akan menyala ketika sensor TDS membaca nilai nutrisi yang tidak sesuai dengan kebutuhan nutrisi. TDS sendiri merupakan kadar konsentrasi objek solid yang terlarut dalam air [13]. Sensor TDS yang digunakan menggunakan prinsip kerja dua elektroda yang terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas listrik dari cairan sampel. Sifat elektrolit atau kandungan partikel ion dari suatu cairan akan mempengaruhi hasil pengukuran konduktivitas listrik pada sensor TDS [14]. setelah itu sensor pH membaca derajat keasaman atau kebasaaan didalam tandon, Ketika nilai keasaman dan kebasaaan tidak sesuai dengan kebutuhan sayuran pakcoy maka pompa pH akan hidup.



Gambar 1. Diagram Blok

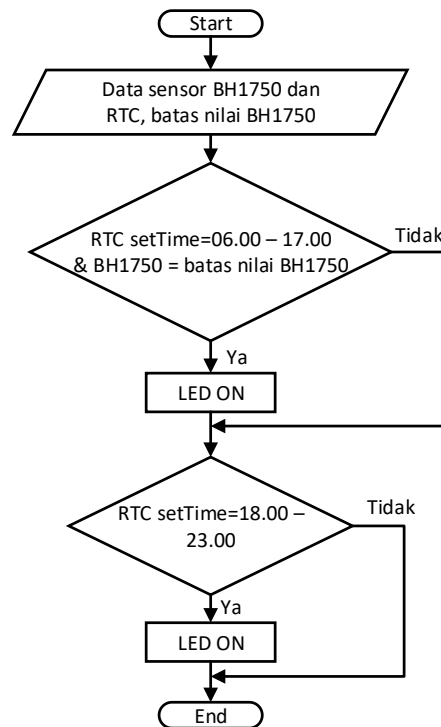
Sensor BH1750 adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah nilai intensitas cahaya [15] sekitar sensor dalam satuan *lux* [16]. Sensor BH1750 digunakan untuk masukan ESP32 dalam mengendalikan relai untuk menyalakan lampu biru, merah dan putih. Ketika mendung dan cahaya untuk pakcoy kurang dari 3000 lux maka relai lampu menyala, selain itu LED menyala ketika pukul 18.00 WIB sampai 23.00 WIB. Pompa pengaduk digunakan setelah proses pencampuran nutrisi atau pH yang berfungsi untuk mempercepat tercampurnya dan pembacaan sensor selanjutnya maksimal pembacaannya.



Gambar 2. Flowchart Pemberian Nutrisi

Pada *flowchart* sistem pemberian nutrisi yang ditunjukkan Gambar 2, pengguna meng-input kadar nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi setiap minggunya ditandai dengan huruf x1, x2

yang tertera didalam *flowchart*. Selanjutnya, sensor TDS membaca kadar nutrisi yang ada didalam tandon. Jika nutrisi pada minggu pertama kurang dari 450 ppm maka pompa nutrisi hidup untuk mengisi ke tandon air. Begitu juga untuk pompa air jika kadar nutrisi lebih 600 ppm maka pompa air keluar dan masuk hidup. Sedangkan untuk pembacaan sensor pH, Ketika sensor tidak membaca 5.5 sampai 7 pH maka pompa pH akan menyesuaikan agar pH sesuai dengan kebutuhan sawi pakcoy.



Gambar 3. *Flowchart* Penyinaran Sawi Pakcoy

*Flowchart* penyinaran cahaya yang ditunjukkan Gambar 3, agar sayuran tetap menerima cahaya pada saat cuaca ekstrim. Sensor BH1750 membaca cahaya yang diterima oleh sawi, Ketika cahaya menunjukkan batas nilai BH1750 dan modul RTC menunjukkan pukul 06.00 sampai 17.00 maka LED akan menyinari sawi pakcoy mulai pukul 18.00 WIB sampai 23.00 WIB untuk sayuran dapat melakukan fotosintesis.

### 3. PEMBAHASAN

Dari perancangan serta pengujian alat diperoleh hasil berupa sistem pemberian nutrisi, pH dan kontrol cahaya, serta data-data pembacaan sensor dalam hidroponik. Kontrol *output* nutrisi, pH dengan aktuatur motor DC yang menggunakan *driver* L298N dengan PWM di-*setting* ke 115.

#### 3.1 Implementasi Sensor

Implementasi sensor ini dilakukan dengan memasang sensor pada sistem kemudian diuji pembacaannya sehingga diketahui seberapa akurat pembacaan sensor yang dipakai. Tabel 1 adalah tabel pembacaan sensor beserta nilai *error*-nya

Tabel 1 Pembacaan Sensor pH dan alat ukur pH meter

| No | Hari ke | Nilai pH meter | Nilai sensor pH | Error |
|----|---------|----------------|-----------------|-------|
|----|---------|----------------|-----------------|-------|

|                  |    |     |      |              |
|------------------|----|-----|------|--------------|
| 1                | 3  | 6,0 | 6,0  | 0%           |
| 2                | 7  | 6,8 | 6,7  | 1,47%        |
| 3                | 10 | 6,5 | 6,72 | 3,38%        |
| 4                | 13 | 6,7 | 6,72 | 0,29%        |
| 5                | 16 | 6,3 | 6,41 | 1,75%        |
| 6                | 20 | 6,0 | 6,67 | 11,20%       |
| 7                | 22 | 5,7 | 6,50 | 14,04%       |
| 8                | 25 | 6,2 | 6,55 | 5,60%        |
| 9                | 28 | 6,2 | 5,80 | 6,45%        |
| 10               | 30 | 6,3 | 6,01 | 4,60%        |
| <b>Rata-rata</b> |    |     |      | <b>4,88%</b> |

Tabel 1 menunjukkan rata-rata nilai *error* sebesar 4,88% dan nilai *error* terbesar pada hari ke 22 dengan *error* 14,04% dan nilai *error* terkecil pada hari ke 3 dengan *error* 0%. Dapat disimpulkan sensor pH mengalami *error* pembacaan naik turun dari 0% hingga 14%. Sensor pH tersebut bisa diimplementasikan dikarenakan memiliki nilai rata-rata *error* 4,88%.

Tabel 2 Pembacaan Sensor TDS dan alat ukur TDS Meter

| No               | Hari ke | Nilai TDS meter | Nilai sensor TDS | Error        |
|------------------|---------|-----------------|------------------|--------------|
| 1                | 3       | 551             | 523              | 5,08%        |
| 2                | 7       | 560             | 536              | 4,29%        |
| 3                | 10      | 728             | 695              | 4,53%        |
| 4                | 13      | 680             | 673              | 1,02%        |
| 5                | 16      | 951             | 987              | 3,79%        |
| 6                | 20      | 916             | 981              | 7,09%        |
| 7                | 22      | 1110            | 1175             | 5,85%        |
| 8                | 25      | 1120            | 1162             | 3,75%        |
| 9                | 28      | 1110            | 1043             | 2,97%        |
| 10               | 30      | 1130            | 1113             | 1,50%        |
| <b>Rata-rata</b> |         |                 |                  | <b>3,99%</b> |

Tabel 2 menunjukkan nilai *error* terbesar pada hari ke 20 dengan *error* 7,09% dan nilai *error* terkecil pada hari ke 13 dengan *error* 1,02%. Rata-rata *error* sensor TDS rancangan sebesar 3,99%, sehingga sensor rancangan ini mampu diimplementasikan ke hidroponik.

Tabel 3 Pembacaan Sensor BH1750 dan alat ukur Lux Meter

| No | Hari ke | Nilai lux meter | Nilai sensor BH1750 | Error  |
|----|---------|-----------------|---------------------|--------|
| 1  | 3       | 5963            | 6085                | 2,04%  |
| 2  | 7       | 5092            | 4669                | 8,31%  |
| 3  | 10      | 618             | 528                 | 1,46%  |
| 4  | 13      | 1095            | 984                 | 10,14% |
| 5  | 16      | 1420            | 1215                | 14,44% |
| 6  | 20      | 3736            | 3946                | 5,62%  |
| 7  | 22      | 1589            | 1429                | 10,07% |
| 8  | 25      | 80              | 84                  | 5,00%  |

|                  |    |      |      |              |
|------------------|----|------|------|--------------|
| 9                | 28 | 3531 | 3634 | 2,92%        |
| 10               | 30 | 3520 | 3818 | 8,47%        |
| <b>Rata-rata</b> |    |      |      | <b>6,78%</b> |

Tabel 3 menunjukkan nilai *error* terbesar 14,44% dan nilai *error* terkecil 1,46%. Sensor BH1750 digunakan ketika pembacaan kurang dari 3000 *lux* maka LED akan menyala dan LED akan menyala pada pukul 19.00 hingga pukul 23.00 untuk mempercepat pertumbuhan sayuran. Dapat disimpulkan sensor BH1750 mempunyai tingkat kepekaan yang baik dikarenakan mempunyai nilai maksimal *error* dengan alat ukur pembanding sebesar 14,44% dan memiliki rata-rata *error* sebesar 6,78% dengan pembanding atau alat ukur *luxmeter*.

### 3.2 Pertumbuhan Sawi Pakcoy

Parameter yang digunakan untuk menguji pertumbuhan sawi pakcoy adalah lebar daun, jumlah helai daun dan tinggi tanaman. Pengambilan data pertumbuhan dilakukan 3 hari sekali untuk mengetahui pertumbuhannya dan untuk lebar daun diukur dari daun yang paling besar di setiap sayuran seperti yang ditunjukkan Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan lebar daun sawi pakcoy

| No | Hari ke | Rata-rata lebar daun           |                               | Selisih |
|----|---------|--------------------------------|-------------------------------|---------|
|    |         | Hidroponik dengan alat kendali | Hidroponik tanpa alat kendali |         |
| 1  | 3       | 2,25                           | 2,19                          | 0,06    |
| 2  | 7       | 3,33                           | 2,98                          | 0,35    |
| 3  | 10      | 4,48                           | 4,1                           | 0,38    |
| 4  | 13      | 5,61                           | 5,51                          | 0,1     |
| 5  | 16      | 6,59                           | 6,46                          | 0,13    |
| 6  | 20      | 7,49                           | 7,33                          | 0,16    |
| 7  | 22      | 8,44                           | 7,8                           | 0,64    |
| 8  | 25      | 8,79                           | 8,09                          | 0,7     |
| 9  | 28      | 9,13                           | 8,27                          | 0,86    |
| 10 | 30      | 9,29                           | 8,46                          | 0,83    |

Tabel 4 menunjukan bahwa alat yang dirancang menghasilkan perbedaan hasil dengan alat konvensional dengan perbedaan terbesar 0.86 lebih lebar dari alat konvensional. Dan dapat disimpulkan alat yang dirancang tersebut bisa membuat sayuran tumbuh dengan besar dan lebar.

Tabel 5 Perbandingan Rata-rata Jumlah Daun

| No | Hari ke | Rata-rata jumlah daun          |                               | Selisih |
|----|---------|--------------------------------|-------------------------------|---------|
|    |         | Hidroponik dengan alat kendali | Hidroponik tanpa alat kendali |         |
| 1  | 3       | 5,8                            | 5,8                           | 0       |
| 2  | 7       | 6,9                            | 6,5                           | 0,4     |
| 3  | 10      | 7,5                            | 7,2                           | 0,3     |
| 4  | 13      | 8,4                            | 7,4                           | 1       |
| 5  | 16      | 8,8                            | 8,1                           | 0,7     |
| 6  | 20      | 9,3                            | 8,2                           | 1,1     |
| 7  | 22      | 10,3                           | 9,3                           | 1       |
| 8  | 25      | 11,9                           | 10,6                          | 1,3     |

|    |    |      |      |     |
|----|----|------|------|-----|
| 9  | 28 | 13,1 | 11,4 | 1,7 |
| 10 | 30 | 14,3 | 11,8 | 2,5 |

Tabel 5 menunjukkan bahwa alat yang dirancang menghasilkan perbedaan hasil dengan alat konvensional dengan perbedaan terbesar 2,5. Sehingga dapat dianalisa bahwa sayuran menjadi lebih banyak daunnya menandakan sayuran tersebut lebih subur dari alat konvensional.

Tabel 6 Perbandingan Rata-rata Tinggi Tanaman

| No | Hari ke | Rata-rata tinggi tanaman       |                               | Selisih |
|----|---------|--------------------------------|-------------------------------|---------|
|    |         | Hidroponik dengan alat kendali | Hidroponik tanpa alat kendali |         |
| 1  | 3       | 3,48                           | 3,47                          | 0,01    |
| 2  | 7       | 6,57                           | 5,15                          | 1,42    |
| 3  | 10      | 9,08                           | 6,73                          | 2,35    |
| 4  | 13      | 11,21                          | 9,38                          | 1,83    |
| 5  | 16      | 12,69                          | 11,69                         | 1       |
| 6  | 20      | 13,31                          | 12,89                         | 0,42    |
| 7  | 22      | 15,06                          | 14,19                         | 0,87    |
| 8  | 25      | 16,74                          | 15,3                          | 1,46    |
| 9  | 28      | 17,23                          | 16,47                         | 0,76    |
| 10 | 30      | 18,41                          | 16,81                         | 1,6     |

Tabel 6 menunjukkan bahwa alat yang dirancang menghasilkan perbedaan hasil dengan alat konvensional dengan perbedaan terbesar 2,35. Dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan sawi pakcoy dengan alat menghasilkan kualitas yang lebih baik dari pada sistem konvensional.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian kendali suplai nutrisi dan cahaya pada hidroponik tanaman sawi pakcoy dengan sistem NFT diperoleh hasil ketika cuaca mendung atau sinar matahari yang diterima oleh sayuran pakcoy kurang dari 3000 *lux* maka LED menyala untuk proses fotosintesis.

Selama tanam hingga panen rata-rata *error* sensor pH sebesar 4,88%, Sensor TDS sebesar 3,99% dan sensor BH1750 sebesar 6,78%. Hasil panen sawi pakcoy pada hidroponik dengan alat otomatisasi sangat berpengaruh terhadap tinggi, jumlah dan lebar daun sawi pakcoy dengan rata-rata jumlah daun 2,5 lebih banyak dan 0,86 lebih lebar dari sistem suplai nutrisi dan pencahayaan manual.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. Sudarmo, "Pemanfaatan pertanian secara hidroponik untuk mengatasi keterbatasan lahan pertanian di Daerah Perkotaan," in *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Terbuka*, 2018, hal. 1–8.
- [2] L. Promratrak, "The effect of using LED lighting in the growth of crops hydroponics," *Int. J. Smart Grid Clean Energy*, vol. 6, no. 2, hal. 133–140, 2017.
- [3] E. Astuti, I. N. G. Wardana, S. Sonief, dan S. Sarosa, "PEMODELAN PEMILIHAN ARTIFICIAL LIGHT HIDROPONIK TERBAIK MENGGUNAKAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE," *SENTIA 2020*, vol. 12, no. 1, 2020.
- [4] H. R. Fajrin, H. A. Nugroho, dan I. Soesanti, "Ekstraksi Ciri Berbasis Wavelet Dan Glem

- Untuk Deteksi Dini Kanker Payudara Pada Citra Mammogram,” *Pros. SNST Fak. Tek.*, vol. 1, no. 1, 2015.
- [5] N. T. C. Sulistiyo, D. Erwanto, dan A. D. Rosanti, “Alat Pengendali Derajat pH Pada Sistem Hidroponik Tanaman Pakcoy Berbasis Arduino Uno,” *Multitek Indones*, vol. 13, no. 1, hal. 46–65, 2019.
- [6] D. Eridani, O. Wardhani, dan E. D. Widiyanto, “Designing and implementing the arduino-based nutrition feeding automation system of a prototype scaled nutrient film technique (NFT) hydroponics using total dissolved solids (TDS) sensor,” in *2017 4th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, 2017, hal. 170–175.
- [7] S. Aulia, A. Ansar, G. M. D. Putra, dan others, “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, hal. 43–51, 2019.
- [8] Y. Amri dan M. A. Setiawan, “Improving Smart Home Concept with the Internet of Things Concept Using RaspberryPi and NodeMCU,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 325, no. 1, hal. 12021.
- [9] A. Rustandi, “Monitoring Arus Dan Daya Listrik Dengan Sistem Notifikasi Dari Smartphone Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things (Iot),” Universitas Komputer Indonesia, 2020.
- [10] N. S. Damayanti, D. W. Widjajanto, dan S. Sutarno, “Pertumbuhan dan produksi tanaman sawi Pakcoy (*Brassica rapa* l.) akibat dibudidayakan pada berbagai media tanam dan dosis pupuk organik,” *J. Agro Complex*, vol. 3, no. 3, hal. 142–150, 2019.
- [11] P. A. Nugraha, E. Rosdiana, dan A. Qurthobi, “Analisis Pengaruh Intensitas Dan Pola Pencahayaan Led (light Emitting Diode) Berwarna Putih Pada Pertumbuhan Tanaman Pakchoi (*brassica Rapa* L) Di Dalam Ruang,” *eProceedings Eng.*, vol. 7, no. 1, 2020.
- [12] D. Erwanto, T. Sugiarto, dan others, “Sistem Pemantauan Arus Dan Tegangan Panel Surya Berbasis Internet of Things,” *MULTITEK Indones.*, vol. 14, no. 1, hal. 1–12, 2020.
- [13] D. Firmansyah, I. Lammada, dan others, “IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC PUMP CONTROL ON SEA WATER DESTILATION SYSTEM,” *Electro Luceat*, vol. 6, no. 2, hal. 299–307, 2020.
- [14] R. P. Wirman, I. Wardhana, dan V. A. Isnaini, “Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air,” *J. Fis.*, vol. 9, no. 1, hal. 37–46, 2019.
- [15] I. MARTINI, “APLIKASI MONITORING CUACA JARAK JAUH MENGGUNAKAN INTERNET OF THING BERBASIS WEB,” Politeknik Negeri Sriwijaya, 2019.
- [16] D. Pratama, “Sistem Monitoring Panel Surya Secara Realtime Berbasis Arduino Uno,” *MSI Trans. Educ.*, vol. 2, no. 1, hal. 19–32, 2021.