

NARATIVE REVIEW PEMANFAATAN INTERNET-OF-THINGS UNTUK APLIKASI SEED MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM PADA MEDIA TANAMAN HIDROPONIK DI INDONESIA

Syifaul Fuada¹, Endah Setyowati², Dwi Wahyu Riani³, Galuh Inti Aulia⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Sistem Telekomunikasi, Universitas Pendidikan Indonesia

Email: syifaulfuada@upi.edu

ABSTRACT

To date, many hydroponic plants have been managed by the people of Indonesia. The steps for sequentially making hydroponic plants are seeding seeds, transplanting, making hydroponic media, providing hydroponic nutrition, conditioning water pH, and harvesting. One of the important stages of producing good plants is the nursery stage. It requires a system that is connected to Internet-of-Things (IoT) to support this stage. This literature study examines IoT's role in hydroponics, specifically at the nursery stage. The research method used to compile this research is a literature review by searching for relevant scientific articles in the Google Scholar database through several keywords related to the topic: hydroponics, IoT, and microcontrollers (2016-2022 year of publication). Implementation of IoT in hydroponic plants can provide many benefits for farmers, such as making it easier to control the seeding stage to watering. IoT can facilitate maintenance during seed sowing through a microcontroller as the system's brain (either using ESP8266, ESP32, or other variants and Arduino), temperature and humidity sensors, soil pH sensors (e.g., PH-4502c), and Dissolved Solids (TDS) sensor.

Keywords: Nursery, Seeding, Hydroponics, Internet-of-Things, Microcontroller

ABSTRAK

Tanaman hidroponik hingga pada saat ini telah banyak dikelola oleh masyarakat Indonesia. Tahapan membuat tanaman hidroponik secara runut yaitu penyemaian benih, pindah tanam, pembuatan media hidroponik, pemberian nutrisi hidroponik, pengkondisian pH air, dan masa panen. Salah satu tahapan yang penting agar menghasilkan tanaman yang baik adalah tahap persemaian. Diperlukan nya sebuah sistem yang terhubung dengan IoT untuk mendukung tahap tersebut. Tujuan studi literatur ini adalah untuk mengkaji peran IoT untuk hidroponik, lebih khusus pada tahap persemaian. Metode Penelitian yang digunakan untuk menyusun penelitian ini adalah *literature review* dengan mencari artikel ilmiah yang relevan pada *database Google Scholar* melalui beberapa kata kunci yang berkaitan dengan topik: hidroponik, IoT, dan mikrokontroler (Tahun terbit 2016-2022). Pengimplementasian IoT pada tanaman hidroponik mampu memberikan banyak manfaat bagi petani seperti mempermudah dalam mengontrol tahap pembenihan hingga penyiraman. IoT mampu memudahkan perawatan pada masa penyemaian benih melalui mikrokontroler sebagai otak sistem (baik menggunakan ESP8266, ESP32 atau varian lainnya dan Arduino), sensor suhu dan kelembapan, Sensor pH tanah (misalnya PH-4502c), dan Sensor TDS.

Kata Kunci: Pembibitan, Penyemaian, Hidroponik, *Internet of Things*, Mikrokontroler

Riwayat Artikel :

Tanggal diterima : 19-01-2023

Tanggal revisi : 22-01-2023

Tanggal terbit : 23-01-2023

DOI :

<https://doi.org/10.31949/infotech.v9i1.4439>

INFOTECH journal by Informatika UNMA is licensed under CC BY-SA 4.0

Copyright © 2023 By Author



1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hidroponik adalah proses menanam tanaman tanpa menggunakan tanah, akan tetapi dengan air untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya. Tanaman hidroponik membutuhkan lebih sedikit air dari pada tanaman yang ditanam di media tanah. Oleh karena itu, metode ini sangat cocok ditanam di daerah yang persediaan airnya terbatas (Aji et al., 2021). Dari percobaan tentang dua tanaman subur di air tanpa nutrisi dan dengan nutrisi, para peneliti mengetahui bahwa tanaman yang bercampur nutrisi akan tumbuh lebih lebih baik. Hidroponik berkembang di setiap era, dan bahkan hingga saat ini telah banyak dikelola oleh masyarakat Indonesia (Tjahjono et al., 2021).

Terdapat beberapa tahapan dalam memproduksi tanaman hidroponik, yaitu penyemaian, pencangkakan, pembuatan media hidroponik, pemahaman akan nutrisi hidroponik, pengujian pH air, pengaturan nutrisi tanaman, dan masa menunggu panen. Salah satu tahapan penting dalam produksi tanaman berkualitas adalah pembibitan (Doni & Rahman, 2020). Bibit harus ditanam dan apabila terlalu kecil lalu ditanam langsung, maka mudah hanyut atau hilang (Narasimman et al., 2022). Terdapat beberapa metode pembibitan, diantaranya adalah pembibitan tidak langsung yang dilakukan dengan garukan (Reza et al., 2022). Beberapa metode lain seperti pelonggaran tanah, perendaman, dan lain sebagainya (Rachmawati & Pertanian, 2021).

Pemilihan benih dan metode penaburan merupakan pertimbangan penting dalam proses penaburan. Selain kedua hal tersebut, tiga hal yang perlu diperhatikan adalah 1) pembibitan, 2) media pembibitan dan 3) wadah pembibitan. Syarat media semai yang baik yaitu media tanam yang digunakan harus mampu menahan air, adanya sirkulasi air, memiliki ventilasi (ruang sirkulasi udara) serta bebas dari hama dan penyakit. Selain itu, pembibitan harus dilindungi dari hujan, terutama hujan deras/lebat yang dapat merusak bibit, dimana bibit yang baru muncul/tumbuh akan patah sehingga akan gagal tumbuh (Narasimman et al., 2022). Air hujan yang terendam pada media tanam menyebabkan benih atau bibit membusuk. Solusinya adalah memberi payung pada media tanam bibit. Akan tetapi, pencahayaan juga perlu diperhatikan karena apabila bibit kurang mendapatkan cahaya matahari akan muncul fenomena menguning, yaitu kondisi dimana bibit tidak tumbuh dengan baik, atau tinggi batang menjadi lebih tipis (Irawati et al., 2021).

Proses pembenihan merupakan proses yang kompleks karena pengolahannya lebih memperhatikan beberapa aspek penting, seperti suhu, udara, air dan cahaya, serta akan menyulitkan petani jika dilakukan dengan tangan. Penggunaan *Internet-of-Things* (IoT) merupakan solusi untuk mengatasi hal ini. Konsep IoT dapat membantu petani memantau kondisi *plant* yang terhubung dengan sensor-sensor. IoT merupakan salah satu teknologi yang diciptakan oleh manusia guna

menghubungkan mesin, peralatan listrik, dan objek fisik lainnya melalui koneksi Internet. Komponen dan perangkat ini dapat menerima data dan dikontrol secara operasional menggunakan sensor dan aktuator jaringan (Dwiyatno et al., 2022). Istilah IoT lahir dari kombinasi dari kata *Internet* dan *Things*, yang mengacu pada objek fisik yang terhubung ke jaringan komputer menggunakan protokol Internet. Objek fisik berupa data yang dibaca oleh sensor-sensor yang terpasang, kemudian dikirim melalui internet dan dipresentasikan sebagai informasi yang mudah dikenali oleh *user* (Nalendra dan Mujiono, 2020). Dengan IoT, petani dapat terbantu dalam memonitor kondisi secara jarak jauh, efektif, dan efisien sehingga hasil panen optimal dapat diraih (Wijaya & Rivai, 2018). Proses pemupukan dan penyiraman tanaman secara manual membutuhkan tenaga manusia dan penggunaan pupuk dan sumber air yang tidak efisien, dalam hal ini, IoT juga dapat membantu dalam efisiensi penggunaan pupuk berdasarkan kebutuhan tanaman saja dan mengalirkan air sesuai kapasitas yang diperlukan tanaman.

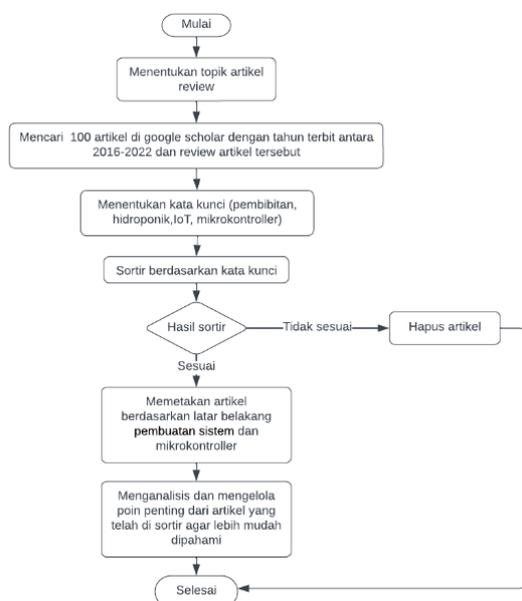
Penerapan IoT dalam bidang *agriculture* mengarahkan pada cara bertani yang lebih pintar berdasarkan peningkatan produktivitas pertanian, kualitas tanaman, hingga hasil panen yang baik. Kini, telah banyak penelitian yang memanfaatkan IoT untuk sektor *agriculture* di Indonesia. Referensi (Harsanto, 2020), menganalisis dari beberapa metadata publikasi ilmiah untuk memberikan gambaran kepada para peneliti dalam pembuatan kebijakan tentang alat berbasis IoT yang kemudian dibuat secara global. Akan tetapi, belum ditemukan kajian komprehensif sejauh mana peran IoT dalam sektor tersebut, padahal sangat penting untuk diketahui *framework* umum, sensor yang digunakan, mekanisme, serta perangkat komunikasi sebagai *backbone* IoT. Maka dari itu, tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengisi *gap* tersebut. Artikel ini akan merangkum dan *me-review* publikasi-publikasi ilmiah yang berkaitan dengan aplikasi IoT untuk *agriculture*, dengan fokus pembahasan pada tanaman hidroponik dan sebatas di Indonesia.

1.2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini berupa kajian pustaka yang diperoleh dari artikel ilmiah berkaitan dengan topik yang diangkat, yakni berkaitan dengan hidroponik dan pembibitan menggunakan teknologi IoT. Adapun *scope* literatur yang dikaji adalah bersumber dari negara Indonesia. Pencarian dilakukan pada *Google Scholar* (Gambar 1).

Terdapat tujuh langkah membuat *resume* paper berdasarkan (Crisnapati et al., 2017). Peneliti mengadopsi langkah tersebut yang diilustrasikan pada Gambar 1, yaitu dimulai dari menentukan topik artikel yang akan dikaji. Selanjutnya menentukan jumlah artikel yang akan dikoleksi dengan kata kunci nantinya, disini ditentukan sebanyak 100 artikel dengan tahun terbit antara 2016 hingga 2022. Langkah selanjutnya adalah menentukan kata kunci pencarian yakni pembibitan, hidroponik, IoT, dan

mikrokontroler. Hasil dari 100 (seratus) buah artikel kemudian disortir berdasarkan kata kunci sehingga didapatkan beberapa artikel yang sesuai dan tidak sesuai dengan kata kunci. Artikel yang sesuai selanjutnya akan dipetakan berdasarkan latar belakang pembuatan sistem dan penggunaan mikrokontroler sekaligus dianalisis dan dikelola poin penting dari artikel tersebut agar mudah dipahami. Sedangkan literatur yang tidak sesuai akan dihapus dan tidak akan digunakan sebagai hasil review pada artikel ini.



Gambar 1. Flowchart pencarian literatur

2. PEMBAHASAN

2.1. Hidroponik dan Peran IoT didalamnya

Dalam sektor pertanian terdapat beragam metode dengan masing-masing kelebihan dan kekurangannya. Salah satu metode pertanian yang saat ini banyak digunakan adalah sistem hidroponik yang tercetus karena kondisi banyaknya alih fungsi lahan pertanian. Terdapat berbagai jenis penanaman hidroponik yaitu *Nutrient Film Technique* (NFT), *Drip Irrigation*, *Deep Flow Technique* (DFT), dan masih banyak lagi (Doni & Rahman, 2020). Dalam hidroponik, media tanam merupakan hal yang paling penting karena media tanam harus mampu menampung unsur hara yang akan diserap oleh tanaman. Diantara sekian banyak media tanam yang umum digunakan untuk hidroponik, salah satunya adalah *rockwool*. (Komaludin, 2018).

Hidroponik pada dasarnya dilakukan pada lahan yang terbatas, karena merupakan salah satu konsep *urban farming*, yaitu teknik pertanian yang menggunakan air sebagai media tanam sebagai pengganti tanah; atau dengan kata lain, hidroponik adalah cara bercocok tanam dengan menggunakan media yang mengandung larutan nutrisi, Media hidroponik dianggap lebih ramah dibandingkan dengan cara tradisional (menggunakan tanah) karena tidak menurunkan kualitas tanah dan tidak

menciptakan limbah yang merusak lingkungan sekitar (Julian, 2022). Dalam hidroponik, terdapat beberapa parameter penting yang harus diperhatikan, salah satunya adalah tingkat keasaman atau pH, karena mempengaruhi kemampuan tanaman untuk mengikat unsur hara yang melewati akar tanaman. Dengan rasional tersebut, pH tanah harus tetap dipertahankan antara 5,5 dan 6,5. Apabila pH turun, dapat ditambahkan air melalui cara manual (disiram) atau otomatis (Komaludin, 2018).

Dengan keunggulan yang telah disebutkan, terdapat tantangan dalam budidaya hidroponik, yaitu sulit untuk diproses karena banyak hal yang harus diperhatikan. Selain parameter pH, parameter penting lainnya yaitu kadar air, oksigen, nutrisi, kelembaban, dan suhu. Variabel-variabel tersebut dapat mempengaruhi kualitas tanaman yang ditanam secara hidroponik (Asmana et al., 2017). Pengendalian nutrisi, suhu, volume air, pH dan kelembaban menjadi sangat penting, dimana proses ini dilakukan secara manual atau konvensional (Doni & Rahman, 2020).

Pembibitan adalah salah satu langkah penting dalam proses penanaman hidroponik. Menabur dalam sistem hidroponik adalah suatu proses dimana bibit tanaman ditempatkan pada media tanam yang dalam wujud potongan *rockwool*. Media berbentuk kubus, dan benih tanaman ditempatkan di dalamnya (Priyadi & Putri, 2022). Menabur dalam penanaman hidroponik membutuhkan waktu antara 0 – 4 hari. Setelah memotong *rockwool* menjadi bagian-bagian kecil dan memasukkan benih ke dalamnya, *rockwool* diletakkan di atas nampan dan dilakukan penyemprotan dengan menggunakan air secukupnya selama dua kali sehari, yaitu pagi dan sore hari. Nampan yang berisi *rockwool*, harus disimpan di tempat yang dapat menjamin kelembabannya serta harus teduh dari terik sinar matahari langsung agar tidak kering. Setelah muncul daun pada bibit tanaman, langkah berikutnya yaitu dilakukan proses penaburan (Izzuddin, 2016). Proses ini dilakukan dengan memindahkan *rockwool* ke pot yang telah disiapkan. Kemudian bibit yang telah berdaun tersebut ditanam kembali dan diletakkan di tempat yang terkena sinar matahari (Heleni et al., 2022). Setelah benih memiliki kira-kira empat daun, tanaman dapat dipindahkan ke fasilitas hidroponik dimana tanaman hidroponik dapat dikembangkan melalui pemberian nutrisi dengan konsentrasi tertentu dan diberi kebutuhan pupuk secukupnya (Tallei et al., 2017). Proses penyemaian ini harus dilakukan dengan baik dan hati-hati karena merupakan langkah awal menuju suksesnya penanaman hidroponik.

Budidaya pertanian hidroponik akan lebih maksimal fungsinya apabila dimonitor secara simultan, mulai dari pengecekan tingkat pH dalam air yang mengalir, suhu, kelembaban, dan aspek-aspek lain. Hal ini dapat berdampak pada capaian optimum dari tumbuh kembang tanaman pada media hidroponik. Kompleksitas proses budidaya hidroponik dapat dipermudah dengan bantuan teknologi IoT, yang mana telah banyak dilakukan

oleh akademisi di Indonesia. Penerapan sistem IoT pada unit hidroponik dapat memberikan fungsi otomatis dan mengurangi intervensi secara manual sehingga memudahkan petani untuk memantaunya dengan cara lebih efisien dan lebih efektif sehingga berimplikasi pada adanya peningkatan produktivitas dan hasil tanaman hidroponik tersebut juga akan lebih berkualitas (Ciptadi & Hardyanto, 2018). Pada bab selanjutnya, akan dikaji sejauh mana peranan IoT dalam mendukung pertanian hidroponik di Indonesia.

2.2. Peran IoT dalam Proses Pembibitan pada Hidroponik

Di era Industri 4.0, IoT telah berkembang sangat pesat di beragam sektor, dan salah satu dari sekian banyak *concern* dan potensial adalah sektor pertanian, yang mana selanjutnya populer dengan istilah *smart farming* (Sumarudin et al., 2019). Budidaya tanaman hidroponik berbantuan IoT juga termasuk dalam klasifikasi sebagai *smart farming*. Pada bagian ini, dikaji beberapa penelitian tentang penerapan IoT khusus untuk penyemaian bibit.

Tabel 1 merupakan *resume* beberapa penelitian dengan beragam latar belakang pengembangan sistem hidroponik. Dari 100 (seratus) buah artikel, hanya didapatkan tiga buah saja yang terfokus pada proses pembibitan. Mikrokontroler yang umum digunakan adalah menggunakan Aduino UNO dan NodeMCU 8266 sebagai modul WiFi agar perangkat dapat tertaut dengan gawai, sehingga pengguna mampu memonitor kondisi tanaman secara jarak jauh. Adapun sensor yang umum digunakan adalah untuk mengukur kadar suhu dan kelembapan, pH menggunakan dan kadar konsentrasi pada objek padat, dalam hal ini adalah tanah.

Pada riset (Wulandari et al., 2021) tidak melibatkan konektivitas internet dalam usulan sistemnya. Mereka mengembangkan sistem *Computer Numerical Control* (CNC) sebagai alat alternatif penyemaian benih selada Sensor ultrasonic digunakan sebagai detektor keberadaan wadah. Hasil kajian literatur menunjukkan pada penelitian dengan tema IoT yang berfokus pada proses pembibitan masih banyak belum dilakukan di Indonesia, hal ini memberikan gambaran kepada peneliti lain tentang peluang area riset di topik ini.

Tabel 1. Literatur pemanfaatan IoT untuk proses pembenihan/pembibitan pada media tanam hidroponik

No	Penelitian	Judul Penelitian	Latar Belakang Pembuatan Sistem	Mikrokontroler	Sensor
1	(Hirawan & Hermanda, 2019)	Pengembangan sistem pemantauan pengelolaan benih tanaman hutan berbasis IoT dan smart energy	Kesulitan dalam penyiraman benih dan pengaturan suhu tidak teratur	Raspberry PI 3 B	DHT22, soil humidity, pH soil
2	(Wulandari et al., 2021)	Sistem penyemaian otomatis menggunakan teknik computer numerical control pada budidaya selada	Proses penaburan membutuhkan waktu yang lama untuk menghasilkan benih tabur dengan jumlah benih yang banyak dan kedalaman benih seragam.	Aduino Mega 2560	Ultrasonik
3	(Pramartaningthyas, et al, 2022)	Analisis kinerja sistem kontrol pH dan TDS terlarut berdasarkan IoT dalam sistem hidroponik DFT	Keterbatasan lahan pertanian, sedikitnya pengetahuan petani tentang cara bercocok tanam yang lebih baik, penggunaan pupuk yang tidak seimbang, bibit yang kurang berkualitas, produksi yang kurang baik	Arduino Uno + ESP8266	TDS, pH-4502C

2.3. Penelitian Penerapan IoT untuk Hidroponik di Indonesia (2016 - 2022)

Dari 100 (seratus) buah artikel yang diperoleh, didapatkan 3 (tiga) buah artikel yang berfokus pada pembenihan dalam sistem hidroponik, sementara sisanya membahas hal yang lebih umum. Adapun sisa 97 (sembilan puluh tujuh) buah artikel setelah diperiksa didapatkan 11 (sebelas) buah referensi yang sesuai dengan bidang IoT untuk hidroponik. Dengan kata kunci yang telah dijelaskan pada bagian Metode, ternyata didapatkan beragam referensi tentang aplikasi IoT pada bidang *agriculture* secara umum, seperti tanaman padi, tanaman jagung, lidah buaya, sistem irigasi, dan hal-hal lain yang tidak berkaitan dengan topik tanaman hidroponik. Hal lain yang menjadi pertimbangan *sorting* referensi adalah kaitannya dengan IoT, dimana usulan sistem

otomatis pada literatur yang didapatkan (tidak melibatkan IoT) telah di-*drop* dari *bank* kajian di paper ini sehingga didapatkan hanya 11 (sebelas) artikel saja. Pada bagian ini dijabarkan hasil kajian kesebelas paper tersebut mengenai latar belakang masalah tentang isu penelitiannya dan cara kerja usulan sistem.

1. Referensi (Afandi et al., 2022) melakukan penelitian sistem monitoring untuk tanaman sayuran muda yang memerlukan kesesuaian tingkat kelembaban dan intensitas cahaya agar dapat tumbuh kembang dengan baik. Sistem monitoring menggunakan sensor kelembaban tanah (YL-69), sensor intensitas cahaya (BH1750), sensor suhu (RTC DS3231) dan dua buah relay. Sistem mampu membaca parameter kelembaban dan menyesuaikan terik sinar

- matahari dan kondisi sistem dapat dipantau melalui *platform* Antares.
2. Referensi (Perteka et al., 2020), mengusulkan sistem IoT agar mampu melakukan otomatisasi dalam memberikan nutrisi pada tanaman. Sistem berbasis *cloud firebase database*.
 3. Referensi (Wibowo et al., 2022), melakukan riset tentang pembuatan sistem NFT sebagai pengontrol nutrisi tanaman kangkung pada medium hidroponik. Metode regresi linier diterapkan untuk mengecek nutrisi tanaman secara otomatis berbasis internet. Antarmuka monitoring berbasis aplikasi Blynk sehingga kondisi tanaman kangkung dapat dikontrol dengan baik.
 4. Referensi (Kartosugondo et al., 2018), berfokus pada bagian pengecekan kualitas air untuk tanaman hidroponik secara berkala. Sistem ini diperuntukkan kepada penanam hidroponik dalam membantu mengurangi tingkat kegagalan panen akibat kualitas air yang buruk dan tidak terkontrol.
 5. Referensi (Setiawan et al., 2019) mengembangkan sistem monitoring dan kontrol untuk sistem hidroponik, yang tersusun atas Arduino UNO, sensor suhu IC LM35, sensor pH dan sensor konduktivitas listrik untuk mengukur besarnya debit. Aplikasi monitoring dan kontrol dibangun menggunakan App Inventor. Sistem ini dijalankan melalui *web server ThingSpeak* dan terhubung dengan aplikasi yang dikembangkan.
 6. Referensi (Makruf, 2019) melakukan penelitian tentang pemeliharaan tanaman hidroponik secara otomatis untuk mereduksi upaya pemeliharaan secara manual yang dianggap kurang efisien. Sistem monitoring berbasis Wemos D1 Mini sebagai pengolah data dari sensor yang telah terintegrasi sebelumnya dan mengirimkan data secara *real-time* ke *Firebase database*. Sensor pada sistem ini yaitu sensor kekeruhan air dan sensor DHT11 sebagai sensor suhu pada tanaman. Sistem mereka telah didemonstrasikan dan berhasil dalam mengukur suhu dan kekeruhan air yang bercampur nutrisi.
 7. Referensi (Pamungkas & Rahardjo, 2021) melakukan penelitian sistem monitoring tanaman hidroponik dengan menggunakan tiga parameter penting, yakni unsur hara terlarut, pH air, dan suhu air. Sensor pada sistem mereka melibatkan sensor TDS, sensor pH dan sensor suhu DS18B20 yang diproses menggunakan Arduino Mega 2560. Data dikirim ke *database* via NodeMCU ESP8266.
 8. Referensi (Irawati et al. 2021) melakukan penelitian tentang koordinasi tanaman hidroponik dengan bantuan teknologi IoT menggunakan metode penanaman hidroponik berbasis NodeMCU. Sistem yang diusulkan mampu memantau kualitas air dan nutrisi pada tanaman hidroponik sesuai kebutuhan pengguna menggunakan Blynk. Sistem ini terdiri atas berbagai sensor yang digunakan untuk merekam data yang dibutuhkan dari lokasi yang diusulkan.
 9. Referensi (Aji et al., 2021) mengusulkan sistem monitoring dan kontrol sirkulasi air untuk memudahkan para penggiat hidroponik dalam memonitor dan mengontrol hidroponik.
 10. Referensi (Ciptadi & Hardyanto, 2018) melakukan penelitian tentang pembanga sistem IoT untuk hidroponik. Mereka menggunakan dua buah sensor yang terhubung langsung dengan mikrokontroler yaitu sensor DHT11 yang berfungsi sebagai sensor suhu dan kelembaban dan sensor YF-S201 yang berfungsi sebagai sensor intensitas nutrisi.
 11. Referensi (Megantoro et al., 2022) mengembangkan sistem IoT berbasis mikrokontroler ESP32 untuk melakukan *monitoring* keadaan air, nutrisi, dan kondisi suhu pada media tanaman hidroponik dengan sensor-sensor sesuai dengan fungsinya.

3. KESIMPULAN

Hidroponik merupakan metode pertanian yang menawarkan kelebihan seperti efisiensi penggunaan lahan sehingga merupakan sebuah solusi untuk melakukan penanaman pada lahan hijau yang terbatas. Kelebihan lainnya adalah tanaman yang tumbuh pada media hidroponik lebih cepat pertumbuhannya, lebih higienis, dan efisien dalam penggunaan pupuk dan air, mengurangi serangan hama, serta mampu menghasilkan hasil panen yang lebih baik. Akan tetapi kelemahannya adalah tingkat perawatan alat yang rumit dan teknologi yang minim. Meninjau kekurangan tersebut, tercipta beragam inovasi yang berbasis IoT oleh para akademisi di Indonesia untuk mengatasinya. Dengan demikian, proses bertani menggunakan media hidroponik menjadi lebih mudah, tertama dalam mengkondisikan atau memonitor konsentrasi nutrisi terlarut, suhu, kandungan oksigen terlarut, pH, dan kecukupan sinar matahari.

Berdasarkan hasil kajian, IoT telah banyak memberikan benefit untuk aplikasi hidroponik, diantaranya dapat mempermudah petani untuk mengelola dari benih, pengairan, hingga penyemaian melalui internet. Perawatan hidroponik yang awalnya sulit dilakukan jika menggunakan metode konvensional, menjadi lebih mudah dengan sistem otomatis dan terkondisikan secara jarak jauh melalui konsep IoT. Adapun sensor yang umum digunakan untuk aplikasi hidroponik adalah sesuai kebutuhan tanaman hidroponik itu sendiri, yaitu sensor suhu, sensor pH, sensor TDS. Hal yang membedakan antara sistem usulan berbagai akademisi adalah

terletak pada penggunaan Mikrokontroler, protokol yang digunakan, dan antarmuka.

PUSTAKA

- Afandi, M. A., Fadhlani, F., Artha Rochmanto, R., & Widyantara, H. (2022). Perangkat Budidaya Microgreen berbasis IoT. *Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung*, 10(3), 581–595. <http://dx.doi.org/10.26760/elkomika.v10i3.581>
- Aji, D. K. P., Nurhasan, U., Arianto, R., & Triswidananta, O. D. (2021). Smart ecosystem for hydroponic land in the hydroponic farmers group guided by CSR PT. Otsuka Indonesia as an improved quality and quantity of harvest results. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1073(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1073/1/012030>
- Asmana, M. S., Abdullah, S. H., & Putra, G. M. D. (2017). Analisis keseragaman aspek fertisasi pada desain sistem hidroponik dengan perlakuan kemiringan talang. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5(1), 303-315.
- Ciptadi, P. W., & Hardyanto, R. H. (2018). Penerapan teknologi IoT pada tanaman hidroponik menggunakan arduino dan blynk android. *Jurnal Dinamika Informatika*, 7(2), 29-40.
- Crisnapati, P. N., Wardana, I. N. K., Aryanto, I. K. A. A., & Hermawan, A. (2017, August). Hommons: Hydroponic management and monitoring system for an IOT based NFT farm using web technology. In *2017 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)* (pp. 1-6). IEEE.
- Dewi, L. J. E., Seputra, K. A., & Wijaya, I. N. S. W. (2022). Pengembangan Aplikasi Mobile Sistem Informasi Produk Pertanian Kabupaten Buleleng. *SINTECH (Science and Information Technology) Journal*, 5(1), 66–74. <https://doi.org/10.31598/sintechjournal.v5i1.999>
- Doni, R., & Rahman, M. (2020). Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 4(2), 516-522.
- Dwiyatno, S., Krisnaningsih, E., & Hidayat, D. R. (2022). Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis IoT. *Jurnal PROSISKO*, 9(1), 38–43.
- Harsanto, B. (2020). Inovasi Internet of Things pada Sektor Pertanian: Pendekatan Analisis Scientometrics. *Informatika Pertanian*, 29(2), 111-122.
- Heleni, S., Syafira, A., Ritonga, A., Aprillia, D., Nurlita, E., Andriyanti, I., ... & Sania, S. M. (2022). Pemberdayaan Masyarakat Desa Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan Melalui Teknik Hidroponik. *KALANDRA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(5), 105-113.
- Hidayat, T. (2017). IoT Smart Agriculture on ZigBee: A Systematic Review. *InComTech : Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, 8(1), Art. 1. <https://doi.org/10.22441/incomtech.v8i1.2146>
- Hirawan, D., & Hermanda, D. (2019). Pembangunan Sistem Monitoring Pengelolaan Benih Tanaman Hutan Berbasis IoT dan Smart Energy. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 8(2), 120–128.
- Irawati, I., Irmawati, D., Permana, M. G. A., & Amri, M. R. (2021). Internet Of Things (IoT) In Water Quality Monitoring Systems And Nutrition In Hydroponic Plants. *Eduvest-Journal Of Universal Studies*, 1(8), 676-684.
- Izzuddin, A. (2016). Wirausaha santri berbasis budidaya tanaman hidroponik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat/DIMAS*, 12(2), 351-366.
- Julian, F. F. (2022). *Smart Urban Farming Berbasis IoT(IoT)*. <https://library.universitaspertamina.ac.id/xm/doi/handle/123456789/6025>
- Kartosugondo, M., Leliana, F., & Yolanda, A. (2018). Smart Hydro System Sebagai Solusi Otomasi Pemeliharaan Pertanian Hidroponik. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Komaludin, D. (2018). Penerapan Teknologi Internet of Thing (IoT) pada bisnis budidaya tanaman Hidroponik sebagai langkah efisiensi biaya perawatan. *Prosiding FRIMA (Festival Riset Ilmiah Manajemen dan Akuntansi)*, (1), 682-690.
- Makruf, M. (2019). Implementasi Wireless Sensor Network (WSN) untuk Monitoring Smart Farming Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 Mini. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 2(2), 95-102.
- Megantoro, P., Prastio, R. P., Kusuma, H. F. A., Abror, A., Vigneshwaran, P., Priambodo, D. F., & Alif, D. S. (2022). Instrumentation system for data acquisition and monitoring of hydroponic farming using ESP32 via Google Firebase. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 27(1), 52-61.
- Nalendra, A. K., & Mujiono, M. (2020). Perancangan IoT (Internet of Things) Pada Sistem Irigasi Tanaman Cabai. *Generation Journal*, 4(2), 61-68.
- Narasimman, D. S., Reddy, M. A., Bhargav, P. S., Mahathi, T., Reddy, S. M., & Vijyalaxmi, K. (2022b). IoT Based Smart Agriculture And Automatic Seed Sowing Robot.

- Journal of Engineering Sciences*, 13(7), 513–548.
- Pamungkas, L., Rahardjo, P., & Agung, I. G. A. P. R. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring pada Hidroponik NFT (Nurtient Film Tehcnique) Berbasis IoT. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 8(2).
- Perteka, P. D. B., Piarsa, I. N., & Wibawa, K. S. (2020). Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 8(3), 198–210. <https://doi.org/10.24843/JIM.2020.v08.i03.p05>
- Pramartaningthyas, E. K., Ma'shumah, S., & Faud, M. I. (2022). Analisis Performa Sistem Kendali pH dan TDS Terlarut Berbasis Internet of Things Pada Sistem Hidroponik DFT. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 5(1), 1-9.
- Rachmawati, R. R., & Pertanian, P. S. E. (2021). Smart Farming 4.0 untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, dan Modern. *Forum Penelitian Agro Ekonomi; Vol 38, No 2 (2020): Forum Penelitian Agro Ekonomi;* 137-155. <https://doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.137-155>
- Rasywir, E., Sinaga, R., & Pratama, Y. (2020). Evaluasi Pembangunan Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode Deep Neural Network (DNN). *Jurnal Media Informatika*, 4(4), 1206–1215. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i4.2518>
- Reza, A. W., Saymatul Jannat, K., Islam, M. S., & Das Barman, S. (2022). Smart Pre-Seeding Decision Support System for Agriculture. *Journal of Information Systems and Telecommunication (JIST)*, 2(38), 102. <https://doi.org/10.52547/jist.15698.10.38.102>
- Priyadi, B., & Putri, R. I. (2022). Rancang Bangun Sistem Pembenuhan Otomatis Pada Tanaman Sawi Hidroponik. *Jurnal Elkolind: Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, 9(3), 212-217.
- Setiawan, Y., Tanudjaja, H., & Octaviani, S. (2019). Penggunaan IoT (IoT) untuk Pemantauan dan Pengendalian Sistem Hidroponik, TESLA: Jurnal Teknik Elektro. *Jurnal Teknik Elektro*, 20(2), 175–182. <https://doi.org/10.24912/tesla.v20i2.2994>
- Sujadi, H., & Nurhidayat, Y. (2019). Smart GreenHouse Monitoring System Based On IoT. *J-ENSITEC*, 6(01), Art. 01. <https://doi.org/10.31949/j-ensitec.v6i01.2020>
- Sumarudin, A., Putra, W. P., Ismantohadi, E., Supardi, S., & Qomarrudin, M. (2019). Sistem Monitoring Tanaman Hortikultura Pertanian Di Kabupaten Indramayu Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi dan Informasi*, 9(1), 45–54. <https://doi.org/10.34010/jati.v9i1.1447>
- Tallei, T. E., Rumengan, I. F., & Adam, A. A. (2017). Hidroponik untuk pemula. *Manado: LPPM Unsrat*.
- Tjahjono, B., Karsono, K., & Meria, L. (2021). Development of Precision Farming Hydroponic Model Based On Internet of Things Using Arduino. *International Journal of Science, Technology & Management*, 2(6), 1946-1955.
- Wahyudi, D. A., Wibowo, S. A., & P, R. P. (2021). Rancang Bangun Sistem Padi Aquaponic Berbasis IoT(IoT). *Jurnal MahasiswaTeknik Informatika*, 5(1). <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3271>
- Wibowo, N. S., Azizah, M., Wiryawan, I. G., & Rosdiana, E. (2022). Desain Sistem Informasi Monitoring Nutrisi Tanaman Hidroponik Kangkung dengan Menggunakan Metode Regresi Linear. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(1), 51–58. <https://doi.org/10.25047/jii.v22i1.3115>
- Wijaya, A., & Rivai, M. (2018). Monitoring dan Kontrol Sistem irigasi Berbasis IoT Menggunakan Banana PI. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), A288–A292. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.31113>
- Wulandari, W., & Rifaldi, T. (2021). Sistem Penyemaian Otomatis menggunakan Teknik Computer Numerical Control Pada Budidaya Tanaman Selada. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 9(2), 112-121.