

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan perancangan sistem kontrol penyiraman racun hama pada bibit kelapa sawit berbasis *Internet of Things (IoT)*, beberapa penelitian terdahulu dijadikan referensi sebagai dasar pengembangan. Berikut adalah beberapa penelitian yang relevan.

Penelitian pertama oleh (Nabil Azzaky & Anang Widianoro, 2021) berjudul “Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino menggunakan *Internet of Things (IoT)*,” menjelaskan pengembangan sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino yang dapat diakses melalui konektivitas *IoT*. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh terhadap kebutuhan penyiraman tanaman, menggunakan sensor yang mengukur parameter lingkungan seperti kelembaban tanah untuk menentukan kebutuhan air pada tanaman. Dengan memanfaatkan platform *IoT*, alat ini memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengawasi dan menyesuaikan penyiraman tanaman secara lebih efisien.

Penelitian kedua oleh (Novianto, 2021) mengembangkan “Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis *IoT* Menggunakan Metode Fuzzy Logic.” Dalam penelitian ini, metode logika fuzzy diterapkan untuk menyesuaikan volume air berdasarkan data kelembaban dan suhu yang dikumpulkan oleh sensor. Penggunaan metode fuzzy memungkinkan sistem melakukan penyesuaian yang optimal pada intensitas penyiraman, sehingga lebih efisien dalam memenuhi kebutuhan tanaman.

Penelitian ketiga oleh (Aulia Riantizal et al., 2023) berjudul “Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis *IoT* Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” juga merancang sistem penyiraman otomatis menggunakan logika fuzzy untuk mengoptimalkan penggunaan air pada tanaman. Penelitian ini menggunakan beberapa sensor yang terhubung melalui *IoT* untuk membaca parameter seperti kelembaban dan suhu tanah, yang kemudian diproses melalui algoritma fuzzy untuk menentukan durasi penyiraman yang ideal. Sistem ini membantu mengurangi pemborosan air dan menjaga kelembaban tanah sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Ketiga penelitian di atas memberikan dasar yang kuat dalam pengembangan sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT* yang efisien. Mereka memanfaatkan sensor, logika fuzzy, dan teknologi *IoT* untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam mengelola kebutuhan penyiraman tanaman. Penelitian-penelitian ini menjadi acuan penting dalam mengembangkan sistem yang dapat diaplikasikan pada perkebunan kelapa sawit, untuk meningkatkan efektivitas penggunaan air dan mengoptimalkan pertumbuhan tanaman melalui kontrol yang cermat dan terotomatisasi.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Metode/Perangkat yang Digunakan	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian Ini
1	Nabil Azzaky dan Anang Widianoro	ESP8266, sensor DHT22, <i>WiFi</i> , aplikasi Android berbasis <i>IoT</i>	Sistem mampu melakukan penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan suhu di atas 31°C serta dapat dikendalikan secara manual melalui aplikasi Android. Sistem juga mampu memantau suhu dan kelembapan secara real-time.	Penelitian ini menggunakan <i>ESP32</i> dan aplikasi <i>Blynk</i> untuk mengendalikan proses pencampuran serta penyiraman pestisida menggunakan <i>Solenoid Valve</i> , tanpa menggunakan sensor sebagai pengendali utama sistem.
2	Alfian Dwi Novianto, Intan Nur Farida, dan Julian Sahertian	<i>ESP32</i> , sensor kelembapan tanah, sensor DHT, metode Fuzzy Logic, aplikasi <i>Blynk</i>	Sistem mampu menentukan kebutuhan penyiraman tanaman secara otomatis menggunakan metode Fuzzy Logic berdasarkan kondisi suhu dan kelembapan tanah sehingga penyiraman menjadi lebih efisien.	Penelitian ini tidak menggunakan metode Fuzzy Logic maupun sensor kelembapan. Sistem difokuskan pada monitoring dan pengendalian penyiraman pestisida secara manual melalui aplikasi <i>Blynk</i> berbasis <i>IoT</i> .
3	Divo Aulia Riantizal, Lucky Lhaura Van FC, Yogi	ESP8266, sensor kelembapan tanah, aplikasi <i>Blynk</i> ,	Prototipe mampu mendeteksi kelembapan tanah dan melakukan penyiraman otomatis sesuai kebutuhan tanaman. Sistem juga hemat air serta	Penelitian ini tidak menerapkan penyiraman otomatis berdasarkan sensor maupun metode Fuzzy Logic. Sistem dirancang untuk mengontrol proses pencampuran dan penyiraman pestisida

	Yunefri, Yogi Ersan Fadrial, dan Ilmawati	metode Fuzzy Logic	dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh menggunakan aplikasi <i>Blynk</i> .	menggunakan <i>ESP32</i> , <i>Blynk</i> , pompa, dan <i>Solenoid Valve</i> pada bibit kelapa sawit.
--	---	--------------------	---	---

Berdasarkan kajian terhadap beberapa penelitian terdahulu pada Tabel 2.1, diketahui bahwa penelitian-penelitian tersebut telah membahas sistem penyiraman tanaman berbasis *Internet of Things (IoT)*. Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada proses penyiraman menggunakan sensor kelembaban tanah, sensor suhu, serta metode Fuzzy Logic sebagai pengendali otomatis. Selain itu, objek penelitian yang digunakan masih terbatas pada tanaman hortikultura dan belum diterapkan pada sistem penyiraman pestisida di pembibitan kelapa sawit.

Penelitian ini menawarkan pendekatan yang berbeda dengan merancang sistem penyiraman pestisida berbasis *ESP32* dan aplikasi *Blynk* yang dikendalikan secara jarak jauh tanpa menggunakan sensor maupun metode Fuzzy Logic. Sistem memanfaatkan *Solenoid Valve A* dan *Solenoid Valve B* sebagai pengatur aliran cairan, sedangkan pompa air bekerja secara otomatis melalui mekanisme automatic flow switch saat katup solenoid terbuka. Dengan pendekatan tersebut, sistem diharapkan mampu memberikan proses penyiraman yang lebih sederhana, efektif, serta meningkatkan efisiensi tenaga kerja pada pembibitan kelapa sawit

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Produksi Bibit Sawit di Provinsi Riau*

Menurut website dari PT Perkebunan Nusantara V (Humas PTPN V, 2022), PT tersebut berhasil melepas 1,4 juta bibit sawit unggul bersertifikat hingga akhir 2021. Program penjualan bibit ini mendapat respons positif dari petani, dengan 4.167 petani, baik swadaya maupun yang tergabung dalam koperasi unit desa (KUD), memborong seluruh bibit tersebut. Sebagian besar pembelian dilakukan melalui aplikasi Sawit Rakyat Online, yang dikembangkan oleh tim IT PTPN V, sementara sisanya dilakukan dengan mengunjungi langsung sentra pembibitan. Pada 2022, PTPN V kembali membuka penjualan bibit sawit unggul sebanyak 600 ribu bibit.

Bibit yang dijual terdiri dari tiga varietas unggul, yakni PPKS 50, PPKS 50 NG, dengan rata-rata produktivitas di atas 30 ton per hektare per tahun. Harga bibit dibanderol sebesar Rp44.000 per bibit dan tersedia di enam sentra pembibitan PTPN V di Riau, antara lain di Air Molek, Tandun, Sei Rokan, Dumai, Lubuk Dalam, dan Tanah Putih. Keberadaan aplikasi Sawit Rakyat Online mempermudah petani untuk mengakses dan membeli bibit unggul secara langsung dan online, menghindari peredaran bibit palsu yang sering menyesatkan petani.

Program penjualan bibit unggul ini mendapat apresiasi dari Menteri BUMN, Erick Thohir, yang menganggap kebijakan PTPN V luar biasa, mengingat banyak perusahaan lain yang justru mengontrol distribusi bibit sawit unggul. PTPN V juga berhasil mengatasi masalah bibit palsu dengan menjual benih yang legal dan bersertifikat, memastikan petani mendapatkan bibit yang berkualitas untuk peremajaan sawit mereka. Dengan ini, PTPN V berkontribusi signifikan dalam meningkatkan produktivitas dan ekonomi petani sawit di Riau dan provinsi sekitarnya.



Gambar 2.1 Produksi bibit sawit di provinsi riau

2.2.2 Unit Kontrol Berbasis IoT

Unit kontrol berbasis *Internet of Things (IoT)* dalam sistem penyiraman pestisida pada bibit kelapa sawit berfungsi untuk mengelola penyiraman sesuai kebutuhan. Alat ini hanya akan digunakan saat diperlukan dan dikendalikan secara manual oleh petani melalui aplikasi berbasis web atau mobile. Mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi digunakan sebagai pusat pengendali untuk mengatur aliran pestisida dan menghubungkan sistem dengan modul *IoT* seperti ESP8266 atau *ESP32*, yang memungkinkan pengoperasian alat melalui koneksi internet. Sistem ini tetap efisien dalam penggunaan pestisida dengan memberikan kontrol yang fleksibel, sehingga petani dapat menghindari pemborosan dan memastikan penyiraman sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan alat ini juga membantu menurunkan biaya operasional dan mendukung pengelolaan pertanian yang efisien (PT. Karya Solusi Unggul, 2020).

2.2.3 Sprinkler Garden Spray

Sprinkler adalah alat penyiram tanaman yang mengeluarkan air secara merata ke area yang lebih luas. Sprinkler bekerja dengan cara mengubah aliran air menjadi semprotan, yang dibagikan dalam pola tertentu, baik itu berbentuk lingkaran, jari-jari, atau bentuk lainnya. Pada dasarnya, sprinkler adalah jenis aktuator mekanik yang mengubah tekanan air atau cairan menjadi semprotan atau kabut. Dalam sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT*, sprinkler diaktifkan oleh sinyal yang diterima dari mikrokontroler atau sistem kendali, yang memutuskan kapan dan seberapa banyak air atau cairan yang perlu disemprotkan berdasarkan data yang diperoleh dari sensor kelembaban tanah atau kondisi lainnya.

Sprinkler dapat dibedakan berdasarkan cara distribusinya (misalnya, putar atau tetap), kemampuan untuk menyesuaikan pola semprotan, serta jarak semprotan yang dapat dicapai. Pada sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT*, sprinkler dapat dikendalikan secara jarak jauh, memungkinkan pengaturan waktu, durasi, dan pola semprotan sesuai dengan kebutuhan bibit kelapa sawit atau tanaman lain yang diawasi (LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT INSTITUT TEKNOLOGI KALIMANTAN, 2023).



Gambar 2.2 Sprinkler Garden Spray

2.2.4 Tangki

Tangki penyimpanan pestisida adalah komponen penting dalam sistem penyiraman pestisida berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk pengendalian hama pada bibit kelapa sawit. Tangki ini berfungsi untuk menampung pestisida yang akan disemprotkan, memastikan distribusi yang tepat dan efisien, serta mengatur aliran pestisida ke sistem penyiraman yang dikendalikan oleh pompa. Bahan tangki harus tahan terhadap bahan kimia, seperti plastik HDPE atau stainless steel, untuk menghindari kerusakan. Dalam sistem *IoT*, tangki dilengkapi dengan sensor untuk memantau volume, suhu, dan tekanan pestisida secara realtime, yang memungkinkan operator untuk mengontrolnya melalui aplikasi berbasis *IoT*. Sistem ini membantu mencegah penggunaan pestisida yang tidak tepat dengan memberikan peringatan ketika volume menurun atau suhu terlalu tinggi. Keamanan juga menjadi prioritas, dengan penyegelan yang rapat dan prosedur pembuangan limbah yang tepat untuk menghindari dampak negatif terhadap lingkungan. Secara keseluruhan, tangki penyimpanan ini tidak hanya menyimpan pestisida dengan aman, tetapi juga memungkinkan pengelolaan yang lebih efisien dan mendukung pertanian yang lebih ramah lingkungan dan produktif.



Gambar 2.3 Tangki

2.2.5 Hewan kelapa sawit

Hama kelapa sawit adalah hama yang sering menyerang bibit kelapa sawit muda. Hama ini bertelur pada batang bibit, dan larva yang menetas akan menggali dan memakan jaringan batang, menghambat aliran air dan nutrisi. Akibatnya, bibit menjadi lemah dan bisa mati jika tidak segera ditangani. Gejala serangan meliputi lubang kecil di batang dan layu pada tanaman. Pengendalian dapat dilakukan dengan insektisida dan pemantauan rutin, serta pemusnahan bibit yang terinfeksi. Tanpa penanganan yang tepat, serangan kumbang tersebut dapat menyebabkan kerugian besar pada kebun kelapa sawit (ditjenbun, 2020)



Gambar 2.4 hama kelapa sawit

2.2.6 Pompa Air

Pompa air merupakan komponen yang berfungsi untuk mengalirkan dan memberikan tekanan pada campuran air dan pestisida agar dapat disalurkan menuju pipa dan *Nozzle* penyemprot. Pompa ini digunakan untuk memastikan cairan dapat menjangkau seluruh area pembibitan kelapa sawit secara merata. Pompa air dilengkapi dengan fitur automatic flow switch yang memungkinkan pompa bekerja secara otomatis saat *Solenoid Valve* dibuka dan berhenti ketika aliran ditutup. Dengan fitur tersebut, sistem penyiraman menjadi lebih efisien karena pompa dapat beroperasi tanpa perlu dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler.



Gambar 2.5 Pompa Air

2.2.7 Pipa

Pipa dan selang dalam sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT* berfungsi mengalirkan pestisida dari tangki ke aktuator penyemprot seperti *Nozzle* atau sprinkler. Pipa yang tahan korosi mengalirkan cairan utama, sementara selang fleksibel digunakan di area yang membutuhkan mobilitas untuk penyiraman akurat. Pemilihan material dan ukuran memengaruhi tekanan, volume aliran, dan ketahanan terhadap pestisida. Sistem yang dirancang baik menjaga tekanan, mencegah kebocoran, dan memastikan distribusi pestisida merata serta efisien dengan dukungan pompa otomatis dan aktuator.



Gambar 2.6 Pipa

2.2.8 Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). *Relay* menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.



Gambar 2.7 Solenoid Valve

2.2.9 *Solenoid Valve 12 DC*

Solenoid Valve merupakan katup elektromagnetik yang berfungsi untuk mengatur aliran cairan secara otomatis dengan memanfaatkan medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan (solenoid). Ketika kumparan diberi tegangan listrik, katup akan terbuka sehingga cairan dapat mengalir, sedangkan ketika tegangan dihentikan, katup akan kembali menutup dan menghentikan aliran cairan. Penggunaan *Solenoid Valve* memungkinkan proses pengaturan aliran cairan dilakukan secara otomatis, cepat, dan akurat, sehingga banyak digunakan pada sistem kontrol fluida seperti penyiraman, irigasi, dan otomasi industri.



Gambar 2.8 *Solenoid Valve 12 DC*