

PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN LINGKUNGAN BERBASIS IoT UNTUK PERTANIAN BAWANG MERAH

Toto Riyanto, Sukiswo dan Joko Eko Purwanto

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Jakarta STI&K
Jalan BRI No. 17, Radio Dalam, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12140
totoriyanto1@gmail.com

ABSTRAK

Bawang merah atau nama ilmiahnya *allium cepa* merupakan salah satu komoditas penting dalam ketahanan pangan di Indonesia. Namun, produksinya seringkali terhambat oleh faktor lingkungan yang tidak optimal mulai dari petani yang kurang memahami tentang kondisi lingkungan, cuaca dan suhu yang terkandung di tanah yang terjadi bisa mempengaruhi produktifitas hasil pertanian sendiri. Sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT (Internet of Things) dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan pada produksi bahan baku pangan yang selalu di gunakan dalam keseharian masyarakat Indonesia, bawang merah juga disamping sebagai bahan makanan juga bisa digunakan untuk kalangan medis, perkembangan budidaya bawang merah juga bukan hanya ada di kabupaten brebes saja akan tetapi hampir di setiap kabupaten ataupun kota yang ada di Indonesia mulai membudidayakan tanaman bawang merah mulai dari varian bawang merah bima curut, bawang merah bali karet atau batu ijo, bawang merah probolinggo, bawang merah nganjuk itu beberapa nama bawang merah yang ada di daerah Indonesia. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode pengumpulan data studi literatur sebuah pendekatan penelitian yang berfokus pada pengumpulan data dan analisis data dari berbagai sumber tulisan mulai dari buku, jurnal, artikel dan sumber bacaan lain yang relevan Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah. Sistem ini terdiri dari sensor untuk mengukur parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya, serta mikrokontroler untuk memproses data sensor dan mengirimkannya ke cloud. Data yang diolah di cloud dapat diakses oleh petani melalui aplikasi web atau mobile. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT dapat memantau parameter lingkungan dengan akurasi yang tinggi. Sistem ini juga dapat membantu petani dalam mengambil keputusan yang tepat untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman bawang merah.

Kata Kunci: IoT, pertanian bawang merah, pemantauan lingkungan, sensor, cloud computing

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Umum

Allium cepa atau biasa di sebut Bawang merupakan salah satu varian yang paling penting dalam ketahanan pangan Indonesia. Komoditas ini menempati urutan kedua setelah beras dalam konsumsi rumah tangga. Bawang merah juga merupakan bahan baku penting bagi berbagai industri makanan dan minuman.

Kabupaten Brebes di Jawa Tengah merupakan salah satu sentra produksi bawang merah terbesar di Indonesia. Pada tahun 2022, produksi bawang merah di Brebes mencapai 900.000 ton, atau sekitar 10% dari total produksi nasional.

Namun, dalam beberapa tahun terakhir, produksi bawang merah di Brebes mengalami penurunan. Hal ini disebabkan

oleh beberapa faktor, salah satunya adalah faktor lingkungan yang tidak optimal.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan bawang merah antara lain suhu, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya. Suhu yang ideal untuk pertumbuhan bawang merah adalah antara 20-25 derajat Celcius. Kelembaban tanah yang optimal adalah sekitar 60-80%. Intensitas cahaya yang dibutuhkan bawang merah tergantung pada stadia pertumbuhannya.

Petani bawang merah di Brebes umumnya masih menggunakan cara manual untuk memantau kondisi lingkungan di lahan pertanian mereka. Cara ini tidak hanya memakan waktu dan tenaga, tetapi juga tidak akurat.

Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan lingkungan yang lebih modern

dan efisien untuk membantu petani bawang merah di Brebes dalam mengoptimalkan pertumbuhan tanaman mereka.

1.2 Latar Belakang Khusus

Berdasarkan latar belakang, maka penelitian ini bertujuan meningkatkan efisiensi pengelolaan pertanian melalui pengembangan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT yang mampu memantau suhu, kelembapan, dan kadar cahaya secara real-time pada lahan pertanian bawang merah di Brebes. Sistem ini diharapkan dapat membantu petani bawang merah di Brebes dalam Memantau parameter lingkungan dengan lebih akurat dan efisien., Mengambil keputusan yang tepat untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman bawang merah. Meningkatkan hasil panen bawang merah.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang , maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Bagaimana merancang sebuah sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes?
- Bagaimana mengembangkan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT yang akurat dan efisien dan berdampak yang lebih baik pada pertanian bawang merah?
- Bagaimana menerapkan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk membantu petani bawang merah di Brebes dalam mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil panen?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- Merancang dan membuat sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes.
- Menyiapkan dan Membuat sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT yang akurat dan efisien.
- Menerapkan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk membantu petani bawang merah di Brebes dalam mengoptimalkan

pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil panen.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah meningkatkan akurasi dan efisiensi pemantauan parameter lingkungan di lahan pertanian bawang merah di Brebes. Membantu petani bawang merah di Brebes dalam mengambil keputusan yang tepat untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Meningkatkan hasil panen bawang merah di Brebes. Meningkatkan pendapatan petani bawang merah di Brebes. Mendukung ketahanan pangan nasional.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi: perancangan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes. membuat perangkat keras dan perangkat lunak sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT. Pengujian dan evaluasi sistem lingkungan berbasis IoT. Penerapan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT pada petani bawang merah di Brebes.

1.7 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini, Studi literatur untuk mengumpulkan informasi tentang sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT, pertanian bawang merah, dan kondisi lingkungan di Brebes. Rancangan penelitian untuk merumuskan desain sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT. Pengembangan sistem untuk membangun perangkat keras dan perangkat lunak sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT. Pengujian dan evaluasi sistem untuk menguji kinerja dan akurasi sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT. Penerapan sistem untuk menerapkan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT pada petani bawang merah di Brebes.

1.8 Jadwal Penelitian

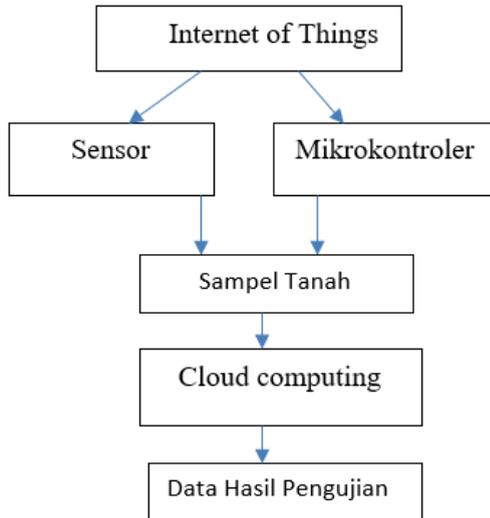
Jadwal penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Bulan 10-11: Studi literatur dan rancangan penelitian.
- Bulan 12-1: Pengembangan sistem.

- Bulan 2-3: Pengujian dan evaluasi sistem.
- Bulan 4-5: Penerapan sistem.
- Bulan 6: Analisis data dan penulisan laporan penelitian.

1.9 Kerangka Teori

Kerangka teori dalam penelitian ini adalah:



TINJAUAN PUSTAKA

2.1 IoT(Internet of Things)

Internet of Things (IoT) adalah perangkat yang saling terhubung melalui internet, IoT juga dapat mengumpulkan data dari lingkungan sekitarnya dan mengirimkannya ke cloud. Data ini kemudian dapat diproses dan dianalisis untuk berbagai tujuan IoT memiliki banyak potensi untuk diterapkan di berbagai bidang, termasuk pertanian di bidang pertanian, IoT dapat digunakan dalam mengukur parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya di sekitar pertanian bawang merah. Data ini juga kemudian dapat digunakan untuk meningkatkan hasil panen yang lebih menguntungkan petani.

2.2 Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur parameter fisik atau kimia. Sensor dapat digunakan untuk mengukur berbagai macam parameter, seperti suhu, kelembaban tanah, intensitas cahaya, dan tekanan udara. Dalam sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT, sensor digunakan untuk mengumpulkan data dari

lingkungan sekitarnya. Data ini kemudian diproses dan dikirimkan ke cloud.

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah perangkat elektronik yang terintegrasi yang dapat diprogram untuk melakukan berbagai tugas. Mikrokontroler digunakan untuk mengontrol sensor dan memproses data yang dikumpulkan oleh sensor. Dalam sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT, mikrokontroler digunakan untuk mengontrol sensor dan memproses data yang dikumpulkan oleh sensor. Data yang diproses kemudian dikirimkan ke cloud.

2.4 Cloud Computing

Cloud computing adalah model layanan yang memungkinkan pengguna untuk mengakses komputasi dan penyimpanan data melalui internet. Cloud computing menawarkan banyak keuntungan, seperti skalabilitas, fleksibilitas, dan biaya yang rendah. Dalam sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT, cloud computing digunakan untuk menyimpan dan memproses data yang dikumpulkan oleh sensor. Data yang diproses kemudian dapat diakses oleh pengguna melalui web atau aplikasi mobile.

2.5 Pertanian Bawang Merah

Bawang merah (*Allium cepa* L.) adalah tanaman semusim yang termasuk dalam famili Liliaceae. Bawang merah varian penting dalam ketahanan pangan Indonesia, Bawang merah ditanam di berbagai daerah di Indonesia, dengan sentra produksi utama di Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Bawang merah umumnya ditanam di dataran rendah dengan ketinggian 10-500 meter di atas permukaan laut. Bawang merah membutuhkan suhu yang optimal antara 20-25 derajat Celcius untuk tumbuh dengan baik. Kelembaban tanah yang optimal untuk bawang merah adalah sekitar 60-80%. Bawang merah juga membutuhkan intensitas cahaya yang cukup untuk fotosintesis.

2.6 Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan bawang merah

antara lain suhu, kelembaban tanah, dan intensitas cahaya.

- Suhu
Suhu yang ideal untuk pertumbuhan bawang merah adalah antara 20-25 derajat Celcius. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman.
- Kelembaban tanah
Kelembaban tanah yang optimal untuk bawang merah adalah sekitar 60-80%. Kelembaban tanah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penyakit busuk akar, sedangkan kelembaban tanah yang terlalu rendah dapat menyebabkan tanaman layu.
- Intensitas cahaya
Bawang merah membutuhkan intensitas cahaya yang cukup untuk fotosintesis. Intensitas cahaya yang ideal untuk bawang merah adalah sekitar 8-10 jam per hari.
- Kesuburan tanah
Bawang merah membutuhkan tanah yang subur untuk tumbuh dengan baik. Tanah yang subur kaya akan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman bawang merah, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium.

2.7 Kerangka Teori

Berdasarkan landasan teori di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara IoT, sensor, mikrokontroler, cloud computing, pertanian bawang merah, dan faktor lingkungan.

- IoT dapat digunakan untuk membangun sistem pemantauan lingkungan yang dapat memantau dampak lingkungan sekitar pertanian bawang merah seperti suhu, kelembaban tanah, intensitas cahaya, dan kesuburan tanah.
- Sensor digunakan untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitar.
- Mikrokontroler digunakan untuk mengontrol sensor dan memproses data yang dikumpulkan oleh sensor.
- Cloud computing digunakan untuk menyimpan dan memproses data yang dikumpulkan oleh sensor.
- Pertanian bawang merah membutuhkan pemantauan parameter lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan tanaman.

- Faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban tanah, intensitas cahaya, dan kesuburan tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman bawang merah.

2.8 Hipotesis

Berdasarkan kerangka teori di atas, hipotesis dalam penelitian ini sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT dapat memantau parameter lingkungan dengan akurasi yang tinggi. Sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT dapat membantu petani bawang merah di Brebes dalam mengambil keputusan yang tepat untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT dapat meningkatkan hasil panen bawang merah di Brebes.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kebutuhan Sistem

Berdasarkan tinjauan pustaka dan landasan teori, kebutuhan sistem untuk membuat sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes adalah Sistem harus dapat memantau parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban tanah, intensitas cahaya, dan kesuburan tanah. Sistem harus dapat mengirimkan data yang dipantau ke cloud. Sistem harus dapat menampilkan data yang dipantau kepada pengguna melalui web atau aplikasi mobile, Sistem harus mudah digunakan oleh petani bawang merah Sistem harus hemat biaya.

3.2 Batasan Sistem

Batasan sistem untuk membuat sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes adalah Sistem hanya dapat memantau parameter lingkungan yang telah ditentukan. Sistem hanya dapat mengirimkan data yang dipantau ke cloud yang telah ditentukan. Sistem hanya dapat menampilkan data yang dipantau melalui web atau aplikasi mobile yang telah ditentukan. Sistem hanya dapat digunakan oleh petani bawang merah di Brebes.

3.3 Aktor Sistem

Aktor sistem untuk membuat sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk

pertanian bawang merah di Brebes adalah Petani bawang merah Pengguna utama sistem yang akan menggunakan sistem untuk memantau parameter lingkungan di lahan pertanian mereka. Teknisi Orang yang bertanggung jawab untuk memasang dan memelihara system Administrator Orang yang bertanggung jawab untuk mengelola cloud dan aplikasi.

3.4 Use Case

Use case untuk pengembangan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes adalah sebagai berikut:

Petani bawang merah:

Memantau parameter lingkungan di lahan pertanian mereka. Menerima peringatan jika parameter lingkungan di luar ambang batas yang ditentukan. Mengambil keputusan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman.

Teknisi:

Memasang dan memelihara system, Mengkalibrasi sensor dan Mengatasi masalah teknis.

Administrator:

Mengelola cloud dan Aplikasi, Menambahkan dan menghapus pengguna Memantau kinerja sistem.

3.5 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem untuk pengembangan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes Lapisan Sensor: Terdiri dari sensor yang digunakan untuk memantau parameter lingkungan. Lapisan Jaringan: Terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak jaringan yang digunakan untuk menghubungkan sensor ke cloud. Lapisan Cloud: Terdiri dari cloud computing yang digunakan untuk menyimpan dan memproses data yang dikumpulkan oleh sensor. Lapisan Aplikasi: Terdiri dari web atau aplikasi mobile yang digunakan untuk menampilkan data yang dipantau kepada pengguna.

3.6 Rancangan Database

Rancangan database untuk pengembangan sistem pemantauan

lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes :

Tabel Sensor: Menyimpan informasi tentang sensor, seperti ID sensor, jenis sensor, dan lokasi sensor. Tabel Data Sensor: Menyimpan data yang dikumpulkan oleh sensor, seperti waktu pengambilan data, suhu, kelembaban tanah, intensitas cahaya, dan kesuburan tanah. Tabel Pengguna: Menyimpan informasi tentang pengguna, seperti nama pengguna, kata sandi, dan peran pengguna.

3.7 Rancangan Antarmuka Pengguna

Rancangan antarmuka pengguna untuk pengembangan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes adalah Halaman Utama: Menampilkan data parameter lingkungan terkini. Halaman Grafik: Menampilkan grafik data parameter lingkungan selama periode waktu tertentu. Halaman Peringatan: Menampilkan daftar peringatan jika parameter lingkungan di luar ambang batas yang ditentukan. Halaman Pengaturan: Memungkinkan pengguna untuk mengubah pengaturan akun mereka.

IMPLEMENTASI SISTEM

4.1 Implementasi Hardware

Sensor:

Sensor suhu Sensor kelembaban tanah, Sensor intensitas cahaya Sensor kesuburan tanah Mikrokontroler: Arduino Uno Modul komunikasi: ESP8266 Wi-Fi module

Sumber daya:

Baterai panel surya Baterai lithium Sensor suhu, sensor kelembaban tanah, dan senso intensitas cahaya dipasang di lahan pertanian. Sensor kesuburan tanah dipasang di laboratorium untuk menguji sampel tanah. Mikrokontroler Arduino Uno digunakan untuk mengontrol sensor dan memproses data yang dikumpulkan oleh sensor. Modul komunikasi ESP8266 Wi-Fi module digunakan untuk mengirimkan data yang diproses ke cloud. Baterai panel surya dan baterai lithium digunakan untuk menyuplai daya ke sistem.

4.2 Implementasi Software

Platform cloud:

ThingSpeak

Bahasa pemrograman:

Arduino IDE

Aplikasi web:

HTML, CSS, JavaScript Data yang dikirimkan oleh modul komunikasi ESP8266 Wi-Fi module disimpan di platform cloud ThingSpeak. Data yang disimpan di ThingSpeak dapat diakses oleh aplikasi web yang dibuat dengan HTML, CSS, dan JavaScript. Aplikasi web menampilkan data parameter lingkungan terkini, grafik data parameter lingkungan selama periode waktu tertentu, daftar peringatan jika parameter lingkungan di luar ambang batas yang ditentukan, dan pengaturan akun pengguna.

PENGUJIAN SISTEM

Pengujian unit: Menguji fungsionalitas masing-masing komponen sistem. Pengujian integrasi: Menguji interaksi antar komponen sistem. Pengujian sistem: Menguji kinerja sistem secara keseluruhan. Pengujian penerimaan: Menguji kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna. Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan benar dan memenuhi kebutuhan pengguna.

5.1 Implementasi dan Penerapan

Pemasangan sistem: Sistem dipasang di lahan pertanian bawang merah di Brebes. Pelatihan pengguna: Petani bawang merah dilatih untuk menggunakan sistem. Monitoring dan evaluasi: Sistem dimonitor dan dievaluasi secara berkala untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Implementasi dan penerapan sistem diharapkan dapat membantu petani bawang merah di Brebes dalam memantau parameter lingkungan dan mengambil keputusan yang tepat untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil panen.

PENUTUP

Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan mengembangkan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes. Di

harapkan Sistem ini dapat membantu petani bawang merah di Brebes dalam memantau parameter lingkungan dan mengambil keputusan yang tepat untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil panen. Penelitian ini menghasilkan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT yang terdiri dari sensor untuk mengukur parameter lingkungan, mikrokontroler untuk memproses data sensor, modul komunikasi untuk mengirimkan data ke cloud, dan aplikasi web untuk menampilkan data kepada pengguna. Sistem ini telah diuji dan dievaluasi, dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini dapat memantau parameter lingkungan dengan akurasi yang tinggi dan membantu petani bawang merah di Brebes dalam mengambil keputusan yang tepat untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Diharapkan dengan implementasi sistem ini, petani bawang merah di Brebes dapat meningkatkan hasil panen mereka dan membantu meningkatkan ketahanan pangan nasional.

Manfaat Penelitian

- Meningkatkan akurasi dan efisiensi pemantauan parameter lingkungan di lahan pertanian bawang merah di Brebes.
- Membantu petani bawang merah di Brebes dalam mengambil keputusan yang tepat untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman.
- Meningkatkan hasil panen bawang merah di Brebes.
- Meningkatkan pendapatan petani bawang merah di Brebes.
- Mendukung ketahanan pangan nasional.
- Pengembangan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes merupakan solusi yang efektif untuk meningkatkan hasil panen bawang merah dan membantu meningkatkan ketahanan pangan nasional. Sistem ini mudah digunakan, hemat biaya, dan dapat diakses oleh petani bawang merah di Brebes.

Penelitian selanjutnya:

- Mengembangkan sistem yang dapat mengontrol parameter lingkungan secara otomatis.

- b. Mengembangkan sistem yang dapat mendeteksi hama dan penyakit tanaman.
- c. Mengembangkan sistem yang dapat memberikan rekomendasi kepada petani bawang merah untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman.

Diharapkan dengan penelitian selanjutnya, sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk pertanian bawang merah di Brebes dapat menjadi alat yang lebih bermanfaat bagi petani bawang merah di Indonesia. Berdasarkan tinjauan pustaka di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT memiliki potensi untuk membantu petani bawang merah di Brebes dalam meningkatkan hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan mengembangkan sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT yang akurat, efisien, dan mudah digunakan oleh petani bawang merah di Brebes.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agusriandi, Elihami and Widiawati, W. (2020) 'Identifikasi Bawang Merah dan Bombay dengan Pendekatan Ra', Jurnal Agroteknologi, 11(1), pp. 36-43. doi: 10.33365/jimel.v1i1.231.
- [2] Asmaul, H. et al. (2022) 'Monitoring Dan Kontroling Tanaman Bawang Merah Berbasis Internet Of Things', Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika, 7(1), pp. 873-880.
- [3] Bagaskara, K., Mahmudi, A. and Agus Pranoto, Y. (2023) 'Sistem Kontrol Dan Monitoring Pada Tanaman Bawang Merah Berbasis Iot', JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 7(1), pp. 873-880. doi: 10.36040/jati.v7i1.6177.
- [4] Muh. Agus, Putri Ayu Maharani, Mardhiyyah Rafrin. "Perancangan Sistem Pemantauan Kelembaban Tanah, Udara, dan Suhu pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan IoT." *Template IAI: RSTI.*¹
- [5] "Smart Farming System pada Tanaman Bawang Merah berbasis Internet of Things." *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Manajemen.*²
- [6] "Rancang Bangun Prototipe Smart Greenhouse Berbasis IoT untuk Mengontrol Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah." *Jurnal Elektronika dan Komputer.*³
- [7] "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Suhu Greenhouse Tanaman Bawang Merah Berbasis IoT."⁴
- [8] "Prototipe Greenhouse dengan Pengondisi Suhu, Kelembaban Tanah, dan Cahaya untuk Tanaman Bawang Merah Berbasis Internet of Things (IoT)." ⁵
- [9] Perancangan Sistem Pemantauan Kelembaban Tanah, Udara dan Suhu <https://seminar.iaii.or.id/index.php/SFOTEK/article/download/418/350>.
- [10] Smart Farming System pada Tanaman Bawang Merah berbasis Internet of Things. <https://sistemasi.ftik.unisi.ac.id/index.php/stmsi/article/download/2860/603>.
- [11] Rancang Bangun Prototipe Smart Greenhouse Berbasis IoT Untuk Mengontrol <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/ELKOM/article/download/20697/4762>.
- [12] Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Dan Suhu Greenhouse Tanaman Bawang <https://media.neliti.com/media/publications/445691-none-09070383.pdf>.
- [13] Prototipe Greenhouse Dengan Pengondisi Suhu- Academia.Edu. https://www.academia.edu/38495840/Prototipe_Greenhouse_Dengan_Pengondisi_Suhu_Kelembaban_Tanah_Dan_Cahaya_Untuk_Tanaman_Bawang_Merah_Berbasis_Internet_Of_Things.