

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Studi Literatur

Penelitian mengenai perancangan dan pembangunan alat Rancang Bangun Otomasi Sistem Pengendalian Suhu Ruangan Pada Tanaman Jamur Tiram telah menjadi fokus sejumlah studi sebelumnya. Beberapa kajian literatur digunakan sebagai acuan untuk mengetahui sejauh mana topik ini telah diteliti sebelumnya.

1. Alat Pengukur Suhu Kelembapan Jamur Otomatis Berbasis Arduino Uno (Sutiyono dkk. 2022). Penelitian ini membahas rancang bangun alat pengatur suhu, kelembapan, dan monitoring masa panen pada budidaya jamur tiram berbasis *Arduino Uno*. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan *efisiensi* budidaya jamur dengan menjaga suhu dan kelembapan optimal serta memantau waktu panen secara otomatis. Sistem yang dirancang menggunakan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu, *soil moisture* sensor untuk mengukur kelembapan media tanam, *Real Time Clock (RTC)* sebagai pewaktu digital, serta pompa air otomatis untuk menjaga kelembapan. Data dari sensor diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno dan ditampilkan melalui LCD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem berfungsi dengan baik meskipun terdapat sedikit selisih data pada sensor suhu dan kelembapan dibandingkan alat ukur standar. Sistem ini berhasil menjaga kondisi lingkungan tumbuh jamur tiram dengan efektif, meningkatkan potensi hasil panen, serta mempermudah pengelolaan budidaya bagi petani jamur skala kecil.
2. Kegiatan Diseminasi Sistem Monitoring Pada Tanaman Jamur Merang Berbasis *IoT* (Juwita dan Nurlaelasari 2022). Penelitian ini bertujuan untuk menyebarluaskan penggunaan sistem monitoring berbasis *Internet*

of Things (IoT) pada budidaya jamur merang di Karawang. Faktor utama yang menentukan keberhasilan budidaya jamur merang adalah suhu, kelembapan, cahaya, dan kadar air, yang selama ini masih dikendalikan secara manual. Dengan pendekatan IoT, kondisi lingkungan dapat dipantau dan dikontrol secara otomatis untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko kegagalan panen. Kegiatan diseminasi dilakukan melalui kerja sama dengan kelompok petani lokal dengan metode survei dan sosialisasi. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa petani antusias menerima teknologi ini meskipun tantangan utama adalah biaya instalasi sistem yang cukup tinggi. Solusi yang diusulkan adalah pengembangan sistem IoT dengan biaya lebih ekonomis melalui kolaborasi antara petani dan institusi pendidikan. Secara keseluruhan, program ini meningkatkan pemahaman petani tentang teknologi IoT serta mendukung pengembangan pertanian berbasis teknologi.

3. Implementasi Sistem Penyiraman Otomatis Pada Kumbung sebagai Upaya Peningkatan Hasil Budi Daya Jamur Tiram Desa Menawan (Wibowo dan Rozaq 2023). Penelitian ini mengimplementasikan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT pada kumbung budi daya jamur tiram di Desa Menawan, Kabupaten Kudus, untuk meningkatkan hasil panen dan efisiensi kerja petani. Sistem dirancang menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan, dikendalikan melalui *NodeMCU*, dan dapat dioperasikan secara otomatis maupun manual melalui *smartphone*. Hasil implementasi menunjukkan adanya peningkatan hasil panen sebesar 83% dibandingkan metode penyiraman konvensional, dengan waktu pengujian selama 14 hari pada 15 jamur tiram. Sistem ini terbukti meningkatkan kualitas hasil jamur tiram sekaligus menghemat waktu dan tenaga petani. Namun, tantangan utama adalah keterbatasan akses internet di beberapa lokasi kumbung, yang perlu menjadi perhatian untuk penerapan lebih luas.
4. Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan *Arduino UNO R3* (Riski dkk. 2021). Budidaya jamur tiram

membutuhkan perhatian khusus karena sangat bergantung pada kestabilan suhu dan kelembapan lingkungan. Penelitian ini mengembangkan alat otomatis berbasis Arduino Uno R3 yang mampu memantau dan menjaga suhu serta kelembapan dalam kumbung jamur tiram putih secara stabil. Sistem menggunakan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan, dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino yang terhubung ke kipas dan pompa air. Ketika suhu atau kelembapan menyimpang dari nilai ideal (22–28°C dan 70–90%), sistem akan secara otomatis menyesuaikan kondisi lingkungan. Pengujian menunjukkan seluruh komponen—termasuk kipas, nozzle, pompa, dan LCD—berfungsi baik dalam menjaga kestabilan kondisi ruang budidaya. Alat ini memberikan solusi efektif dan efisien untuk meningkatkan kualitas pertumbuhan jamur tiram secara otomatis dan berkelanjutan.

5. Optimasi Pertumbuhan Jamur Tiram Melalui Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Teknologi *IoT* (Arsella dkk. 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pertumbuhan jamur tiram dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk memantau dan mengendalikan suhu serta kelembapan dalam kumbung jamur. Sistem yang dikembangkan terdiri dari sensor DHT22, mikrokontroler ESP8266, serta perangkat pengendali suhu dan kelembapan yang terintegrasi dengan platform monitoring berbasis internet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kondisi lingkungan dalam kisaran optimal, yaitu suhu antara 25–30°C dan kelembapan 70–90%, yang berdampak positif terhadap kualitas dan kuantitas pertumbuhan jamur tiram. Dengan penerapan teknologi ini, budidaya jamur tiram menjadi lebih efisien, terukur, dan berpotensi meningkatkan produktivitas secara signifikan.

1.2. Dasar Teori

1.2.1. Budidaya Jamur Tiram

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu jenis jamur konsumsi yang cukup populer di Indonesia karena memiliki kandungan gizi yang tinggi serta nilai jual yang relatif stabil di pasaran. Keberhasilan dalam budidaya jamur tiram sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, khususnya suhu, kelembapan udara, dan sirkulasi udara dalam ruang tumbuh. Ketidakteraturan atau ketidaksesuaian parameter-parameter lingkungan tersebut dapat menghambat pertumbuhan miselium maupun pembentukan tubuh buah. Secara umum, suhu optimal untuk menunjang pertumbuhan jamur tiram berkisar antara 22°C hingga 28°C, dengan kelembapan udara yang juga harus dijaga dalam rentang tertentu agar jamur dapat tumbuh secara maksimal, sedangkan kelembapan ideal adalah 70–90% (Riski dkk. 2021).

1.2.2. Sensor Suhu (Temperature Sensor)

Sensor suhu merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengukur tingkat panas atau dingin pada suatu objek atau lingkungan. Dalam konteks pertanian dan budidaya, termasuk budidaya jamur, sensor suhu berperan penting dalam menjaga kestabilan suhu agar tetap berada dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan organisme. Salah satu jenis sensor yang umum digunakan dalam sistem berbasis mikrokontroler adalah DHT11 atau DHT22. Sensor ini mampu memberikan pembacaan suhu secara digital dan real-time, serta mudah diintegrasikan ke dalam sistem otomatisasi untuk pemantauan dan pengendalian lingkungan secara berkelanjutan (Riski dkk. 2021).

1.2.3. Sensor Kelembaban (*Humidity Sensor*)

Sensor kelembaban merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat uap air yang terkandung di dalam udara atau media tanam. Dalam budidaya jamur, kelembaban yang tinggi memegang peranan penting dalam menunjang proses pembentukan tubuh buah serta mencegah terjadinya kekeringan pada media tumbuh. Kelembaban udara yang tidak sesuai dapat berdampak langsung terhadap penurunan produktivitas jamur. Salah satu sensor yang umum digunakan dalam sistem otomasi adalah DHT11 maupun DHT22, yang mampu mengukur kelembaban dan suhu secara bersamaan. Sensor kelembaban bekerja dengan mendeteksi kadar air (kelembaban) di udara menggunakan bahan yang perubahan sifat listriknya dipengaruhi oleh uap air. Kemampuan ini menjadikan sensor tersebut sangat praktis dan efisien dalam mendukung sistem pengendalian lingkungan berbasis mikrokontroler.

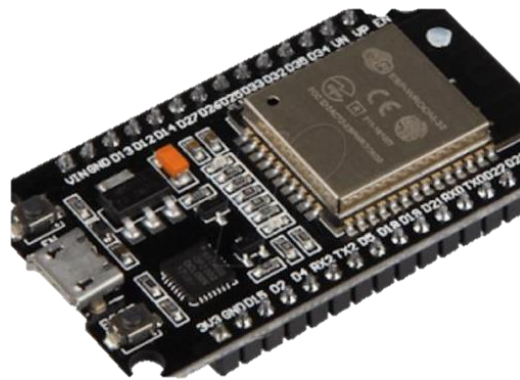
1.2.4. Internet of Things (IoT) dalam Pertanian

Penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* telah menjadi salah satu inovasi yang berkembang pesat dalam modernisasi sektor pertanian dan budidaya, termasuk pada sistem pengelolaan ruang tumbuh (*kumbung*) jamur. Melalui integrasi IoT, pemantauan kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban dapat dilakukan secara *real-time* dan jarak jauh menggunakan perangkat *smartphone*. Selain itu, pengendalian terhadap perangkat-perangkat seperti pemanas dan mesin kabut dapat dilakukan secara otomatis maupun manual melalui aplikasi berbasis *cloud*, seperti *Blynk* atau *Ubidots*. Teknologi ini memungkinkan efisiensi pengelolaan budidaya serta meningkatkan akurasi dan responsivitas dalam menjaga kondisi lingkungan tetap ideal.

1.3. Perangkat Keras Yang Digunakan

1.3.1. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul *WiFi* dan *Bluetooth* terintegrasi, yang menjadikannya sangat cocok untuk aplikasi berbasis *Internet of Things (IoT)*. ESP32 memiliki performa yang lebih tinggi dibandingkan pendahulunya, ESP8266, karena menggunakan *prosesor dual-core 32-bit Xtensa LX6* dengan kecepatan hingga 240 MHz.



Gambar 2. 1 Modul ESP32

Mikrokontroler ini juga mendukung berbagai antarmuka seperti *ADC*, *DAC*, *SPI*, *I2C*, *UART*, dan *PWM*, serta dilengkapi dengan memori flash hingga 4MB. Kelebihan utama dari ESP32 adalah kemampuannya untuk mengelola banyak sensor dan aktuator secara bersamaan dalam proyek otomasi dan monitoring jarak jauh. ESP32 juga kompatibel dengan *Arduino IDE*, sehingga mudah diprogram oleh pemula maupun profesional. Berikut bentuk fisik ESP32 seperti pada Gambar 2.1.

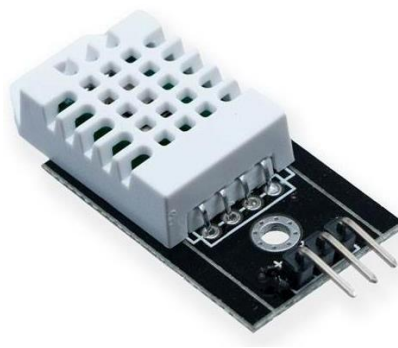
Berikut adalah spesifikasi utama ESP32:

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32

KATEGORI	SPESIFIKASI
Mikrokontroler	Xtensa® Dual-Core 32-bit LX6
Kecepatan Prosesor	Hingga 240 MHz
Memori Flash	4 MB
GPIO	Hingga 34 pin
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Bluetooth	v4.2 BR/EDR dan BLE
Tegangan Operasi	3.3 V
Antarmuka Komunikasi	UART, SPI, I2C, PWM, ADC

1.3.2. Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara secara bersamaan. DHT22 memiliki akurasi dan jangkauan pengukuran yang lebih baik dibandingkan sensor sejenis seperti DHT11. Sensor ini mampu membaca suhu dalam kisaran -40 hingga 80°C dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan antara 0–100% RH dengan akurasi $\pm 2\text{--}5\%$.

**Gambar 2. 2 Sensor DHT22**

Sensor ini bekerja dengan prinsip resistansi kapasitif untuk kelembapan dan termistor untuk suhu. Hasil pengukuran ditransmisikan dalam bentuk sinyal digital, sehingga tidak memerlukan konversi analog-ke-digital. DHT22 sangat cocok untuk sistem monitoring otomatis seperti

pengendalian suhu dan kelembapan dalam ruang budidaya jamur. Berikut bentuk fisik sensor DHT22 pada Gambar 2.2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor DHT22

KATEGORI	SPESIFIKASI
Tegangan Operasi	3.3 V – 6.0 V
Output Data	Digital
Rentang Suhu	-40°C sampai +80°C
Akurasi Suhu	±0.5°C
Rentang Kelembapan	0% – 100% RH
Akirasi Kelembapan	±2% – 5% RH
Frekuensi Sampling	0.5 Hz (1 data per 2 detik)

1.3.3. Mesin Kabut

Mesin kabut (*misting system*) digunakan sebagai aktuator dalam sistem penyemprotan otomatis untuk menjaga kelembapan udara di ruang budidaya jamur tiram. Mesin ini bekerja dengan menghasilkan kabut air halus yang tersebar di lingkungan kumbung dan akan diaktifkan secara otomatis berdasarkan data pembacaan dari sensor suhu dan kelembapan. Ketika kondisi lingkungan menunjukkan bahwa kelembapan berada di bawah ambang batas optimal, sistem akan mengaktifkan mesin kabut guna meningkatkan kelembapan udara secara efisien dan merata.



Gambar 2. 3 Mesin Kabut

Mesin kabut yang digunakan dalam sistem ini umumnya bekerja pada tegangan 12 hingga 24 volt dan memiliki kapasitas semprot yang sesuai untuk kebutuhan ruang budidaya jamur berskala kecil. Perangkat ini sangat ideal untuk sistem otomatis karena dapat dikendalikan dengan mudah menggunakan mikrokontroler dan modul relay atau driver transistor. Selain bentuknya yang ringkas, mesin kabut ini juga memiliki konsumsi daya yang rendah, sehingga efisien untuk penggunaan jangka panjang. Mesin ini dapat dihubungkan langsung ke sumber air melalui selang dan nozzle untuk menghasilkan semprotan kabut halus yang tersebar merata di area budidaya. Gambar 2.3 menunjukkan bentuk fisik dari perangkat mesin kabut yang digunakan dalam sistem.

1.3.4. Pemanas

Pemanas berperan sebagai salah satu komponen aktuator dalam sistem pengendalian suhu otomatis pada budidaya jamur tiram. Fungsinya adalah untuk menaikkan suhu ruangan ketika sensor mendeteksi bahwa suhu lingkungan berada di bawah ambang batas optimal, yaitu kurang dari 24°C. Pengoperasian pemanas dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 melalui modul relay, yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Aktivasi dan *deaktivasi* pemanas berlangsung secara otomatis berdasarkan data suhu yang dikirimkan oleh sensor DHT22, sehingga sistem mampu menjaga kestabilan suhu secara mandiri tanpa memerlukan intervensi manual.



Gambar 2. 4 Pemanas

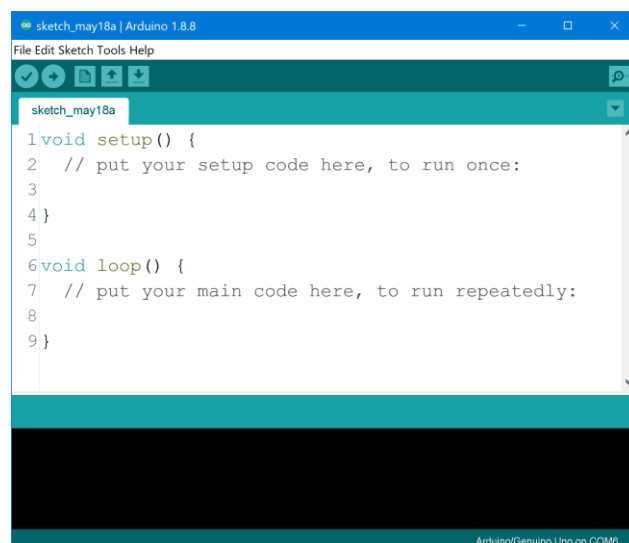
Jenis pemanas yang digunakan dalam sistem ini merupakan pemanas listrik berbasis elemen kawat nikelin, yang dikenal aman dan stabil untuk digunakan dalam ruang tertutup seperti kumbung jamur. Elemen pemanas ini bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi panas secara konduktif, dan memiliki keunggulan dalam efisiensi serta ketahanannya terhadap penggunaan jangka panjang. Dengan integrasi pemanas ke dalam sistem otomatisasi, suhu lingkungan dapat dipertahankan dalam kisaran ideal untuk pertumbuhan jamur tiram, tanpa memerlukan pengaturan manual secara terus-menerus. Hal ini mendukung peningkatan produktivitas serta konsistensi dalam kualitas hasil budidaya.

1.4. Perangkat Lunak Yang Digunakan

Perangkat lunak, atau *software*, merupakan sekumpulan data digital yang disimpan dan diatur oleh sistem komputer. Ia terdiri atas program atau serangkaian instruksi yang dirancang untuk menjalankan tugas tertentu. *Software* berfungsi untuk menginterpretasikan perintah dari pengguna dan menyampaikannya kepada perangkat keras agar dapat dieksekusi. Dengan demikian, perangkat lunak bertindak sebagai penghubung antara pengguna dan *hardware*, mengelola interaksi serta memastikan komponen fisik komputer bekerja sesuai arahan yang diberikan.

1.4.1. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan platform pemrograman *open-source* yang digunakan untuk menulis, mengunggah, dan menguji program ke berbagai jenis mikrokontroler seperti Arduino Uno, ESP8266, dan ESP32. Perangkat lunak ini menyediakan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, baik oleh pemula maupun pengguna tingkat lanjut. Arduino IDE mendukung berbagai pustaka (*library*) yang memudahkan dalam menghubungkan dan mengatur sensor serta aktuator dalam sistem otomasi.

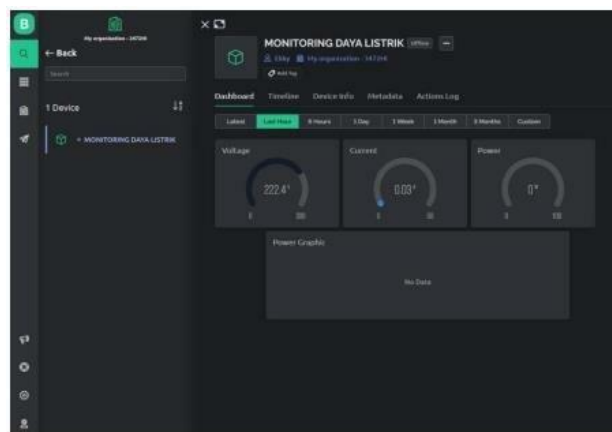


Gambar 2. 5 Arduino IDE

Dalam konteks proyek ini, Arduino IDE digunakan untuk memprogram ESP32 agar dapat membaca data dari sensor DHT22 serta mengendalikan mesin kabut sesuai kondisi suhu dan kelembapan yang terdeteksi. Bahasa pemrograman yang digunakan berbasis C/C++, dengan sintaks yang relatif mudah dipahami. Proses pemrograman dilakukan melalui koneksi *USB* ke komputer, dan setelah kode berhasil diunggah, ESP32 akan menjalankan perintah secara mandiri.

1.4.2. Blynk

Blynk adalah *platform IoT (Internet of Things)* berbasis *cloud* yang memungkinkan pengguna untuk memonitor dan mengontrol perangkat keras secara real-time melalui aplikasi *smartphone*. Dengan *Blynk*, pengguna dapat membuat antarmuka grafis seperti tombol, slider, grafik data, dan indikator suhu tanpa perlu menulis kode antarmuka secara manual. Sistem ini sangat cocok untuk proyek-proyek automasi karena menyediakan konektivitas yang efisien antara perangkat dan pengguna melalui jaringan internet.



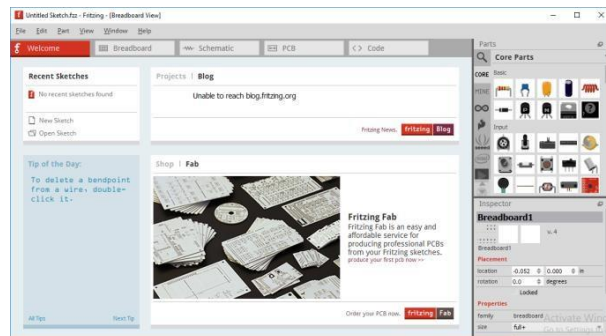
Gambar 2. 6 Blynk

Dalam penelitian ini, *Blynk* digunakan untuk menampilkan data suhu dan kelembapan dari sensor *DHT22* serta mengontrol mesin kabut secara jarak jauh menggunakan *smartphone*. Aplikasi *Blynk* mendukung integrasi dengan *ESP32* melalui pustaka *Blynk* yang ditanam dalam program *Arduino IDE*. Dengan fitur ini, pengguna dapat melakukan monitoring dan pengendalian kapan saja dan di mana saja, selama perangkat terhubung dengan internet.

1.4.3. Fritzing

Fritzing merupakan aplikasi *open-source* yang digunakan untuk membuat desain skematik elektronik dan tata letak papan rangkaian (*breadboard*). Perangkat lunak ini memudahkan pengguna dalam memvisualisasikan dan

mendokumentasikan sistem elektronik secara grafis, sehingga cocok digunakan dalam perancangan prototipe proyek berbasis mikrokontroler. Fritzing menyediakan pustaka komponen yang luas, seperti sensor, mikrokontroler, dan aktuator yang dapat disusun menyerupai rangkaian fisik.



Gambar 2. 7 fritzing

Dalam proyek ini, Fritzing digunakan untuk merancang diagram rangkaian sistem yang menghubungkan ESP32, sensor DHT22, dan mesin kabut. Visualisasi ini membantu dalam proses perakitan dan juga berguna sebagai dokumentasi teknis. Diagram yang dihasilkan memudahkan siapa saja untuk memahami alur koneksi antar komponen, serta meminimalkan kesalahan saat implementasi perangkat keras.