

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penerapan IoT dalam Pertanian

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sektor pertanian telah memberikan dampak positif yang besar, antara lain dalam meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya operasional, dan memperbaiki hasil pertanian. Menurut Ali et al. (2019), IoT memungkinkan petani untuk memantau kondisi lingkungan pertanian secara real-time, sehingga mereka dapat segera merespons perubahan yang terjadi. Penggunaan sensor dan perangkat IoT dalam sektor pertanian memungkinkan pengumpulan data lingkungan yang lebih akurat, yang kemudian dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan cepat. Dengan demikian, teknologi ini mengurangi ketergantungan pada pengamatan manual yang memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan. Selain itu, kemampuan untuk menganalisis data secara langsung memungkinkan petani untuk mengambil tindakan yang lebih cepat dan lebih tepat, khususnya ketika terjadi perubahan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi hasil pertanian (Kushariyadi *et al.*, 2024).

Penerapan IoT Indonesia dalam sektor pertanian mulai semakin meluas, terutama dalam budidaya tanaman hortikultura dan jamur. Penelitian oleh Wahyuni et al. (2020) menunjukkan bahwa teknologi IoT dalam budidaya hortikultura dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan udara, yang berdampak langsung pada pengurangan biaya operasional. Di samping itu, penerapan IoT juga dapat mengurangi kerugian yang timbul akibat fluktuasi kondisi lingkungan, seperti

perubahan suhu atau kelembaban yang dapat merusak hasil pertanian. Dengan menggunakan IoT, petani dapat memperoleh pengendalian yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan yang mempengaruhi tanaman mereka, sehingga hasil pertanian menjadi lebih optimal (Fikri, 2024).

Salah satu contoh implementasi IoT yang cukup menarik adalah dalam budidaya jamur tiram. Menurut Susanto et al. (2019), penggunaan sistem IoT untuk mengatur suhu dan kelembaban di kumbung jamur tiram dapat meningkatkan baik kualitas maupun kuantitas hasil panen. Jamur tiram sangat sensitif terhadap suhu dan kelembaban, sehingga pengendalian yang akurat terhadap kedua faktor ini sangat penting. Dengan sistem IoT, sensor dapat memantau suhu dan kelembaban secara berkelanjutan dan memberikan data *real-time* yang mudah diakses oleh petani. Ketika terjadi perubahan yang tidak diinginkan, sistem dapat memberikan peringatan kepada petani untuk segera melakukan penyesuaian, seperti mengatur ventilasi atau menambah kelembaban. Sistem otomatis ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual, tetapi juga mengurangi risiko ketidakstabilan lingkungan yang dapat merugikan hasil produksi Sandi and Fatma, 2023).

Selain itu, IoT juga memungkinkan petani untuk lebih efisien dalam mengelola input lain seperti air dan nutrisi yang dibutuhkan oleh jamur. Dengan data yang lebih akurat dan terkontrol, penggunaan sumber daya menjadi lebih efisien, sehingga biaya operasional dapat ditekan dan kualitas hasil panen meningkat. Dengan demikian, penerapan IoT dalam budidaya jamur tiram dapat meningkatkan hasil

panen serta menciptakan praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Herlambang *et al.*, 2020).

Secara keseluruhan, teknologi IoT memberikan peluang besar untuk mentransformasi sektor pertanian menjadi lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan. Dengan adanya data yang lebih akurat dan pengelolaan yang lebih cermat, petani dapat mengoptimalkan kegiatan pertanian mereka dan meningkatkan daya saing produk pertanian Indonesia di pasar global. Penerapan IoT di sektor pertanian, terutama dalam budidaya tanaman hortikultura dan jamur, membuka jalan bagi pertanian yang lebih cerdas, berkelanjutan, dan berbasis data(Bafdal and Ardiansah, 2020).

2.2 Sistem Pemantauan Kumbung Jamur Tiram

Pemantauan dalam budidaya jamur tiram sering kali masih dilakukan secara manual, yang dapat menimbulkan berbagai kendala dalam pengelolaan dan pengawasan kondisi lingkungan kumbung jamur. Pengawasan manual yang bergantung pada pengamatan fisik ini biasanya tidak dapat memberikan ketepatan yang konsisten, serta membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar dari petani. Selain itu, pemantauan secara manual juga cenderung lebih rentan terhadap kelalaian atau kesalahan manusia, yang dapat berdampak negatif terhadap hasil panen. Faktor-faktor penting seperti suhu dan kelembaban yang harus dijaga dalam kisaran yang tepat bagi pertumbuhan jamur tiram sering kali terabaikan atau tidak terpantau secara menyeluruh. Hal ini sangat merugikan karena ketidakstabilan suhu atau kelembaban

yang tidak sesuai dengan kebutuhan jamur dapat menyebabkan penurunan kualitas, atau bahkan kegagalan panen. Oleh karena itu, penerapan sistem pemantauan otomatis berbasis sensor semakin dianggap sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi dan ketepatan dalam budidaya jamur tiram (Istiana, 2022).

Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem pemantauan otomatis berbasis sensor dapat secara signifikan meningkatkan pengelolaan kumbung jamur tiram. Salah satu penelitian yang relevan, mengungkapkan bahwa penerapan sistem pemantauan otomatis dapat membantu menjaga suhu dan kelembaban dalam kisaran optimal yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur. Sistem ini bekerja dengan memantau secara *real-time* kondisi lingkungan di dalam kumbung dan secara otomatis menyesuaikan pengaturan suhu dan kelembaban agar tetap berada dalam tingkat yang ideal bagi pertumbuhan jamur tiram. Dengan demikian, kualitas dan kuantitas hasil panen dapat ditingkatkan secara signifikan karena faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan jamur dapat dikendalikan dengan lebih akurat dan efisien. Teknologi ini memberikan keuntungan besar dalam hal konsistensi dan presisi, yang sangat sulit dicapai dengan metode pemantauan manual (Farizal and Nurfiana, 2023).

Selain itu, menunjukkan bahwa penggunaan teknologi otomatisasi berbasis sensor memungkinkan respons yang lebih cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan yang dapat memengaruhi pertumbuhan jamur. Dalam sistem otomatis ini, sensor dapat mendeteksi perubahan suhu, kelembaban, atau faktor lingkungan lainnya secara langsung, dan memberi sinyal atau mengaktifkan tindakan korektif bila kondisi

yang terdeteksi tidak sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Keunggulan utama dari sistem otomatis ini adalah kemampuannya untuk memberikan respons cepat terhadap perubahan yang mendadak, yang sangat penting mengingat jamur tiram sangat sensitif terhadap fluktuasi suhu atau kelembaban. Sebagai contoh, apabila suhu udara di dalam kumbung mengalami peningkatan yang tajam, sistem otomatis akan segera menyesuaikan pengaturan ventilasi atau suhu untuk menghindari gangguan pada pertumbuhan jamur. Respons cepat seperti ini sangat sulit dicapai dengan pengawasan manual yang membutuhkan waktu lebih lama untuk mendeteksi perubahan dan mengambil tindakan (Cahyadi, 2021).

Sistem pemantauan otomatis berbasis sensor ini juga dapat mengurangi intervensi manusia dalam proses pengelolaan kumbung jamur. Pengawasan manual yang bergantung pada tenaga kerja manusia sering kali terhambat oleh faktor kelelahan, kelalaian, atau kurangnya waktu untuk melakukan pemantauan secara terus-menerus. Sistem otomatisasi mengurangi ketergantungan pada faktor manusia dan memungkinkan pengawasan yang lebih berkelanjutan dan konsisten tanpa gangguan. Dengan mengurangi keterlibatan manusia dalam pengelolaan kumbung, kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pemantauan atau pengaturan kondisi lingkungan juga dapat diminimalkan. Selain itu, dengan berkurangnya keterlibatan manusia dalam tugas-tugas pemantauan rutin, petani dapat mengalokasikan waktu dan tenaga mereka untuk kegiatan lain yang lebih produktif, seperti perencanaan dan pengembangan usaha budidaya jamur tiram mereka (Putri *et al.*, 2023).

Keuntungan lain dari sistem otomatis berbasis sensor adalah kemampuannya

untuk terintegrasi dengan teknologi lain, seperti sistem irigasi otomatis dan kontrol ventilasi. Dalam budidaya jamur tiram, kelembaban udara dan suhu adalah dua faktor lingkungan yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan yang optimal. Jika kelembaban udara terdeteksi menurun, misalnya, sistem irigasi otomatis dapat diaktifkan untuk menambah kelembaban, sementara pengaturan ventilasi dapat disesuaikan untuk menjaga suhu tetap stabil. Integrasi teknologi semacam ini memungkinkan pengelolaan lingkungan yang lebih holistik dan efisien, di mana semua aspek yang memengaruhi pertumbuhan jamur dapat diatur secara otomatis dan terkoordinasi. Sistem seperti ini tidak hanya membantu petani dalam menjaga kualitas lingkungan yang optimal, tetapi juga mengurangi pemborosan sumber daya, seperti energi dan air, karena semuanya diatur dengan presisi berdasarkan kebutuhan riil. Penerapan teknologi otomatisasi dalam budidaya jamur tiram tidak hanya membawa manfaat dalam hal efisiensi dan peningkatan hasil panen, tetapi juga mendukung keberlanjutan dalam praktik pertanian. Dengan pengelolaan sumber daya yang lebih efisien dan terkontrol, penggunaan energi, air, dan bahan lainnya dapat dioptimalkan(Intyas, Putritamara and Haryati, 2022). Hal ini tentunya berkontribusi pada pengurangan pemborosan dan dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, dengan hasil panen yang lebih konsisten dan berkualitas tinggi, Teknologi ini juga memberikan peluang bagi petani untuk lebih berfokus pada aspek strategis dan perencanaan jangka panjang, karena mereka dapat mengandalkan sistem otomatis untuk menangani masalah operasional sehari-hari (Ayu and Supartoko, 2020).

Secara keseluruhan, penerapan sistem pemantauan otomatis berbasis sensor

dalam budidaya jamur tiram memiliki potensi besar untuk merubah cara pengelolaan kumbung jamur. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga mendukung keberlanjutan, kualitas, dan konsistensi hasil panen. Dengan kemampuan untuk mengelola faktor-faktor lingkungan secara akurat dan responsif, teknologi otomatisasi ini memungkinkan petani untuk memaksimalkan potensi pertanian mereka. Oleh karena itu, penerapan teknologi ini akan berperan penting dalam meningkatkan produktivitas dan daya saing industri budidaya jamur tiram di Indonesia. Dengan demikian, teknologi berbasis sensor ini bukan hanya sebuah solusi teknis, tetapi juga langkah maju menuju pertanian yang lebih modern, efisien, dan berbasis data, yang dapat menjawab tantangan dalam meningkatkan ketahanan pangan dan kesejahteraan petani di masa depan (Intyas, Putritamara and Haryati, 2022).



Gambar 2.1 Jamur Tiram

2.3 Teknologi sensor suhu dan kelembaban serta cara kerjanya

Teknologi sensor suhu dan kelembaban serta cara kerjanya memainkan peran penting dalam sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT), terutama dalam aplikasi yang membutuhkan pengaturan lingkungan, seperti pada budidaya jamur tiram. Dalam proses budidaya jamur tiram, pengendalian suhu dan kelembaban yang

tepat sangat vital untuk pertumbuhan optimal jamur. Oleh karena itu, perangkat yang dapat memonitor kedua parameter tersebut secara akurat dan terus-menerus sangat diperlukan. Sensor suhu dan kelembaban dirancang untuk memberikan data yang dapat diandalkan dengan tingkat akurasi yang tinggi, memungkinkan pengumpulan informasi yang konsisten untuk analisis lebih lanjut dan pengendalian otomatis. Berbagai jenis sensor digunakan tergantung pada kebutuhan dan kompleksitas aplikasi. Misalnya, DHT11 dan DHT22 banyak digunakan dalam aplikasi sederhana, mengukur suhu dan kelembaban secara bersamaan. Walaupun akurasinya tidak setinggi sensor lainnya, kedua sensor ini lebih terjangkau dan mudah digunakan, menjadikannya pilihan ideal untuk proyek kecil atau prototipe. Namun, untuk aplikasi yang memerlukan pengukuran yang lebih tepat, SHT3x menjadi pilihan lebih baik. Sensor ini menawarkan akurasi tinggi, stabilitas yang lebih baik, dan kemampuan untuk bertahan lama, membuatnya cocok untuk aplikasi industri atau penggunaan yang lebih intensif(Dr. Sahrullah, 2024).

Sensor-sensor ini bekerja dengan cara mengubah perubahan fisik seperti suhu dan kelembaban menjadi sinyal listrik yang kemudian diproses oleh mikrokontroler. Pada sensor suhu, banyak yang menggunakan termistor, yaitu bahan semikonduktor yang resistansinya berubah sesuai suhu. Mikrokontroler membaca perubahan resistansi ini dan mengubahnya menjadi data suhu dalam derajat Celsius. Sensor suhu digital seperti DHT22 menggunakan elemen semikonduktor untuk menghasilkan tegangan yang berbanding langsung dengan suhu yang terdeteksi dan mengonversinya menjadi data digital.

Untuk pengukuran kelembaban, prinsip yang digunakan bisa berbasis kapasitansi atau resistansi. Sensor berbasis kapasitansi memanfaatkan material dielektrik yang sifatnya berubah ketika menyerap uap air. Perubahan sifat ini menyebabkan perubahan kapasitansi, yang kemudian diubah menjadi data kelembaban dalam bentuk persen. Di sisi lain, sensor berbasis resistansi mengukur perubahan resistansi material yang dipengaruhi oleh kelembaban udara. Sensor kapasitansi umumnya lebih stabil dan akurat untuk penggunaan jangka panjang dibandingkan sensor resistif, meskipun sensor resistif lebih murah.

Pada budidaya jamur tiram, suhu dan kelembaban yang tidak sesuai dapat menghambat pertumbuhannya atau merusak kualitas hasil panen. Jamur tiram membutuhkan kelembaban tinggi (sekitar 80-95%) dan suhu yang sejuk (antara 20-28°C) untuk tumbuh dengan baik. Dengan memasang sensor suhu dan kelembaban yang terhubung dengan sistem IoT, kondisi lingkungan di kumbung jamur dapat dipantau secara real-time. Sistem ini memungkinkan petani untuk segera mengambil langkah yang diperlukan jika terjadi perubahan kondisi yang tidak diinginkan, seperti menyalakan humidifier saat kelembaban menurun atau mengatur ventilasi saat suhu terlalu tinggi. Hal ini memastikan kondisi yang optimal untuk pertumbuhan jamur tiram, meningkatkan kualitas hasil panen, dan mengurangi risiko kerugian akibat lingkungan yang tidak sesuai(St. Nurul Hidayah, 2024).

Data yang dikumpulkan oleh sensor kemudian dikirimkan ke sistem IoT untuk diproses lebih lanjut. Sistem ini biasanya dilengkapi dengan modul komunikasi seperti Wi-Fi untuk mengirimkan data ke platform cloud, yang dapat diakses petani

melalui perangkat seperti ponsel atau komputer. Pemantauan yang dilakukan secara otomatis dan real-time ini memungkinkan pengendalian kondisi lingkungan jarak jauh. Apabila suhu atau kelembaban keluar dari batas yang ditentukan, sistem dapat memberikan notifikasi atau bahkan mengambil tindakan otomatis seperti menyalakan kipas, pemanas, atau humidifier untuk menyesuaikan kondisi. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga menjamin kondisi optimal bagi pertumbuhan jamur tiram, yang pada akhirnya berkontribusi pada hasil panen yang lebih baik dan mengurangi potensi kerugian.

Teknologi sensor suhu dan kelembaban yang semakin canggih, sistem pemantauan berbasis IoT menjadi solusi yang sangat efektif dan efisien dalam mendukung berbagai aplikasi, termasuk dalam budidaya jamur tiram. Teknologi ini memberikan pemantauan yang akurat, respon yang cepat terhadap perubahan kondisi, serta integrasi dengan sistem otomasi, yang menjadikannya sebagai inovasi yang sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas.

2.4 Blynk

Dalam penelitian berjudul "Desain Sistem Monitoring Kumbung Jamur Tiram dengan Integrasi Sensor Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis IoT", platform Blynk dimanfaatkan sebagai media untuk memantau dan mengendalikan sistem secara jarak jauh melalui koneksi Wi-Fi dengan mikrokontroler ESP32. Aplikasi ini digunakan untuk menampilkan data suhu dan kelembaban secara langsung dari sensor yang dipasang di dalam kumbung jamur, serta untuk mengontrol alat-alat seperti kipas dan

pemanas secara otomatis maupun manual melalui smartphone. Blynk menyediakan antarmuka visual berupa *widget* seperti *Button*, *Gauge*, dan *Display* yang memudahkan pengguna dalam memantau kondisi lingkungan dan melakukan penyesuaian bila diperlukan. Sistem ini juga dapat diatur untuk memberikan respon otomatis berdasarkan batas suhu atau kelembaban yang telah ditentukan, sehingga lingkungan tumbuh jamur tetap optimal tanpa perlu pemantauan terus-menerus. Dengan kata lain, penggunaan Blynk dalam sistem ini menunjukkan bagaimana teknologi IoT mampu mendukung efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan kumbung jamur tiram secara real-time dan berbasis data.(Harahap and Su'aidy, 2024).

2.5 Sistem Monitoring Kumbung Jamur Tiram Berbasis IoT

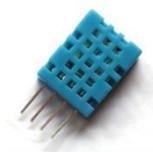
2.5.1 ESP 32



Gambar 2.2 ESP 32

ESP32 merupakan mikrokontroler canggih yang memiliki fitur Wi-Fi dan Bluetooth, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang membutuhkan konektivitas nirkabel. ESP32 dapat mengirimkan data sensor secara *real-time* ke *cloud* atau sistem lain, memungkinkan pengelolaan dan pemantauan jarak jauh, yang sangat mendukung penerapan IoT dalam desain sistem pemantauan lingkungan seperti pada kumbung jamur tiram.

2.5.2 Sensor Suhu dan Kelembaban



Gambar 2.3 Sensor Suhu dan Kelembaban

Sensor suhu dan kelembaban adalah perangkat yang berfungsi untuk mengukur kondisi suhu dan kelembaban udara dalam lingkungan tertentu. Pada aplikasi IoT untuk pemantauan kumbung jamur tiram, sensor ini memainkan peran penting dalam menjaga kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan jamur. Sensor suhu mengukur temperatur udara, sementara sensor kelembaban mengidentifikasi tingkat kelembaban yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan yang baik. Data yang dikumpulkan dari sensor-sensor ini dikirimkan ke sistem berbasis IoT yang memungkinkan pemantauan kondisi kumbung secara real-time, sehingga mempermudah pengelolaan dan penyesuaian lingkungan sesuai dengan kebutuhan jamur tiram.

2.5.3 LCD I2C 16x2 Yellow Green Screen



Gambar 2.4 LCD I2C 16x2 Yellow Green Screen

LCD 1602 adalah modul dot matrix untuk menampilkan teks dan simbol. LCD ini memiliki beberapa posisi karakter, masing-masing dengan dot matrix 5x7 atau 5x11, yang menampilkan satu karakter per posisi. Jarak antar karakter dan baris memastikan keterbacaan, tetapi membatasi tampilan grafis, mengacu pada format tampilan 16x2, yang menampilkan dua baris yang masing-masing berisi 16 karakter. Sebagian besar LCD karakter menggunakan pengontrol HD44780, yang memungkinkan prinsip kontrol yang serupa dan penerapan program kontrol yang mudah di berbagai modul.

2.5.4 Kipas Angin

Kipas angin memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kondisi lingkungan di dalam kumbung jamur tiram. Salah satu faktor utama dalam budidaya jamur tiram adalah suhu dan kelembaban yang stabil ,20-28°C dengan 80-95%.

2.2.5 Relay 2 Channel



Gambar 2.5 Relay 2 Channel

Relay 2 Channel adalah modul yang terdiri dari dua relay independen dalam satu unit, masing-masing berfungsi sebagai saklar elektromekanis yang dikendalikan secara elektronik. Setiap "channel" (saluran) pada relay ini dapat mengontrol

perangkat atau sirkuit listrik terpisah, memungkinkan pengguna untuk menghidupkan/mematikan dua beban (misalnya lampu, motor, atau alat elektronik) secara bersamaan atau bergantian.

2.2.6 Terminal listrik 1 lubang



Gambar 2.6 Terminal listrik 1 lubang

Terminal Listrik 1 Lubang (single-hole terminal) adalah komponen listrik yang menyediakan satu titik sambung untuk menghubungkan kabel atau konduktor ke perangkat atau rangkaian listrik, seperti saklar, lampu, atau stop kontak. Dibuat dari bahan penghantar listrik (misalnya tembaga) dengan desain lubang tunggal yang dipasangi sekrup atau penjepit untuk mengamankan kabel secara kokoh. Komponen ini ideal untuk aplikasi praktis yang hanya membutuhkan satu jalur sambungan, seperti proyek elektronik dasar atau instalasi rumah tangga sederhana.

2.5.5 Heater



Gambar 2.7 Heater

Heater merupakan perangkat yang digunakan untuk memanaskan suatu benda, cairan, atau ruang dengan cara meningkatkan suhunya. Alat ini dapat beroperasi menggunakan sumber energi seperti listrik, gas, atau tenaga surya, sesuai dengan kebutuhan. Heater banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, industri, maupun sistem otomatisasi seperti pengatur suhu pada rumah kaca, inkubator, atau kumbung jamur.

2.5.6 Kipas Angin



Gambar 2.8 Kipas Angin

Dalam sistem monitoring kumbung jamur tiram berbasis IoT, kipas angin berperan sebagai alat untuk mengatur sirkulasi udara guna menjaga kestabilan suhu dan kelembaban di dalam ruangan. Dengan dukungan sensor suhu dan kelembaban, kipas dapat menyala secara otomatis saat nilai parameter lingkungan melebihi batas yang telah ditentukan. Fungsi ini membantu menurunkan suhu berlebih, mengurangi kelembaban yang terlalu tinggi, serta mencegah akumulasi gas seperti CO₂ yang dapat menghambat pertumbuhan jamur. Otomatisasi kipas angin ini mendukung terciptanya lingkungan tumbuh yang optimal, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi kebutuhan pemantauan manual oleh petani.

2.7 Konsep dan Aplikasi IoT dalam Monitoring Pertanian



Gambar 2.9 Penerapan IoT dalam Pemantauan Lingkungan Pertanian

IoT (*Internet of Things*) adalah teknologi yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung melalui internet untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis. Dalam dunia pertanian, IoT menjadi solusi efektif untuk memantau kondisi

lingkungan, yang berkontribusi pada peningkatan hasil panen, efisiensi operasional, dan keberlanjutan. Teknologi ini memanfaatkan sensor pintar untuk mengukur parameter penting seperti suhu, kelembaban, pH tanah, dan kualitas udara. Data yang dihasilkan dikirim secara *real-time* ke sistem cloud untuk analisis, memudahkan petani membuat keputusan yang lebih akurat dan tepat waktu. Misalnya, dalam budidaya jamur tiram, IoT membantu menjaga suhu dan kelembaban optimal dengan mengintegrasikan sensor yang dapat mengaktifkan perangkat otomatis seperti kipas atau humidifier saat diperlukan. Selain itu, teknologi ini digunakan dalam irigasi pintar untuk memonitor kelembaban tanah, memastikan penggunaan air lebih efisien. IoT juga mendukung pemantauan kesehatan tanaman, analisis kualitas tanah, dan pengelolaan energi, menciptakan ekosistem pertanian yang lebih responsif, hemat biaya, dan ramah lingkungan. Dengan kemampuan ini, IoT mengubah sektor pertanian menjadi lebih modern dan produktif,

2.7 Arduino IDE



Gambar 2.10 Software Arduino

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi berbasis mikrokontroler, seperti pada sistem *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan kumbung jamur tiram.

Dalam konteks ini, Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengunggah program (sketch) yang menghubungkan sensor suhu dan kelembaban udara dengan board Arduino. Dengan menggunakan bahasa pemrograman C/C++, pengguna dapat menulis kode untuk mengontrol sensor, membaca data lingkungan, dan mengirim informasi tersebut ke platform IoT untuk pemantauan jarak jauh.

Proses pengembangan dimulai dengan penulisan program yang mengontrol sensor untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam kumbang jamur. Setelah program ditulis, pengguna dapat memverifikasi kode untuk memastikan tidak ada kesalahan sintaksis. Arduino IDE kemudian memungkinkan pengunggahan kode ke board Arduino menggunakan port USB, sehingga board dapat mulai berfungsi sesuai dengan program yang telah dibuat. Selain itu, IDE juga dilengkapi dengan fitur *serial monitor* yang memungkinkan pengguna memantau hasil pembacaan sensor secara real-time, memudahkan debugging, dan pengaturan lebih lanjut.

Keunggulan utama penggunaan Arduino IDE adalah kemudahan penggunaan dan kompatibilitasnya dengan berbagai jenis board dan sensor, membuatnya sangat cocok untuk proyek IoT skala kecil, seperti pemantauan kumbang jamur. Arduino IDE juga mendukung berbagai platform IoT, memungkinkan data dari sensor untuk dikirim ke aplikasi seperti *ThingSpeak* atau *Blynk*, sehingga petani atau pengelola kumbang jamur dapat memantau kondisi lingkungan dari jarak jauh. Dengan antarmuka yang sederhana dan dukungan dari komunitas yang besar, Arduino IDE menjadi pilihan yang efektif untuk mengembangkan sistem yang efisien dan dapat diandalkan dalam aplikasi pertanian berbasis teknologi.

5.8 Kajian Pustaka

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait Terdahulu

NO	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Agus Setiawan, Rina Widiastuti	Pengembangan Sistem Monitoring Berbasis IoT untuk Kumbung Jamur Tiram	Sistem yang dirancang dapat memonitor kondisi suhu dan kelembaban secara real-time, memberikan kontrol lebih baik terhadap lingkungan tumbuh jamur dan efisiensi operasional yang lebih tinggi.
2.	Muhammad Iqbal, Diana Putri	Penerapan IoT dalam Pengawasan Lingkungan Kumbung Jamur Tiram untuk Meningkatkan Kinerja Pertanian	Menggunakan sistem IoT untuk pemantauan lingkungan di kumbung jamur tiram terbukti mengurangi pemborosan energi dan meningkatkan hasil panen.
3.	Dedi Haryadi, Taufik Rahman	Efektivitas Sistem Pemantauan Lingkungan Berbasis IoT pada Budidaya Jamur Tiram	Sistem berbasis IoT memberikan manfaat nyata dengan meningkatkan pengendalian suhu dan kelembaban, yang berimbas pada peningkatan hasil produksi jamur.
4.	Rudianto S, Silvia Aulia	Perancangan Sistem Irigasi dan Monitoring Lingkungan Otomatis untuk Jamur Tiram	Penelitian ini berhasil merancang sistem yang memantau kelembaban tanah dan suhu udara untuk

		dengan IoT	mendukung pertumbuhan jamur tiram dengan otomatisasi irigasi yang efisien.
5.	Hendri Yanto, Erika Sari	Desain Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban untuk Kumbung Jamur Tiram dengan Teknologi IoT	Penelitian ini menunjukkan bagaimana sensor suhu dan kelembaban yang terhubung dengan IoT dapat membantu pengelolaan suhu dan kelembaban di kumbung jamur secara lebih optimal.
6.	Rizki Iskandar, Fitria Hadi	Pemanfaatan IoT untuk Pemantauan Lingkungan Kumbung Jamur Tiram	Teknologi IoT yang digunakan dalam penelitian ini berhasil meningkatkan kualitas hasil panen jamur tiram dengan pengaturan lingkungan.
7.	Firdaus Mahendra, Andri Nugraha	Pemantauan Suhu dan Kelembaban Kumbung Jamur Tiram dengan Teknologi IoT	Penggunaan sensor suhu dan kelembaban yang terhubung ke jaringan IoT memungkinkan pemantauan kondisi kumbung secara otomatis, sehingga mengurangi risiko kerugian akibat kondisi yang tidak ideal.
8.	Arief Naufal, Linda Mulyani	Penerapan IoT dalam Pemantauan Suhu dan	Sistem monitoring IoT berhasil menjaga suhu dan

		Kelembaban Kumbung Jamur Tiram	kelembaban di dalam kumbung secara otomatis, menghasilkan pertumbuhan jamur yang lebih baik dan lebih efisien.
9.	Arya Pratama, Desi Aulia	Desain Sistem Monitoring Kumbung Jamur Tiram dengan IoT	Sistem yang dikembangkan mampu memantau suhu dan kelembaban udara di kumbung secara real-time, meningkatkan kualitas jamur tiram yang dihasilkan dengan pengendalian yang lebih presisi.
10.	Ahmad Yulianto, Maria Sari	Analisis Efektivitas IoT dalam Pemantauan Kumbung Jamur Tiram	Penelitian ini mengungkapkan bahwa pemantauan berbasis IoT meningkatkan pengelolaan lingkungan kumbung secara efisien dan memberikan hasil panen yang lebih optimal dengan mengatur suhu dan kelembaban dengan lebih presisi.