

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fermentasi adalah salah satu tahap penting dalam pengolahan biji kakao. Proses fermentasi mengubah biji kakao segar menjadi biji kakao yang siap untuk dikeringkan dan selanjutnya diolah menjadi produk cokelat (Juanda, Hartuti, and Mujiburrahmad 2023). Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam proses fermentasi kakao adalah kadar oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). *Monitoring* O_2 (oksigen) dan CO_2 (karbon dioksida) selama proses fermentasi kakao sangat penting karena keduanya memainkan peran yang krusial dalam menghasilkan kualitas biji kakao yang baik. Fermentasi yang baik membutuhkan keberadaan oksigen pada awalnya untuk memicu pertumbuhan mikroorganisme yang melakukan fermentasi, tetapi kemudian menghasilkan CO_2 saat mikroorganisme tersebut menguraikan gula dalam biji kakao (Hartuti 2020).

Fermentasi adalah tahap krusial dalam menentukan kualitas biji kakao, karena proses ini secara signifikan mempengaruhi komposisi dan karakteristik biji. Selama fermentasi, senyawa-senyawa dalam biji kakao mengalami perubahan yang dapat mempengaruhi tekstur, warna, cita rasa, kandungan air, aroma, dan penampilan biji. Perubahan ini sangat penting untuk meningkatkan mutu biji kakao serta nilai jualnya. Namun, penting untuk melakukan proses fermentasi dengan benar, jika fermentasi dilakukan secara tidak tepat atau biji kakao tidak difermentasi dengan baik, hasilnya bisa berupa biji yang berwarna ungu atau

keabu-abuan dengan tekstur padat dan keras. Kondisi ini tidak hanya mengurangi kualitas biji kakao, tetapi juga dapat berdampak negatif pada rasa dan aroma produk akhir. Oleh karena itu, pemantauan yang cermat dan teknik fermentasi yang tepat sangat penting untuk memastikan hasil akhir yang berkualitas tinggi. Pemantauan secara teratur dapat membantu dalam menentukan waktu yang tepat untuk menghentikan proses fermentasi dan melanjutkan tahap pengolahan selanjutnya. Biji kakao yang matang dengan fermentasi yang optimal akan menghasilkan kualitas biji yang baik. Sehingga dengan memantau O_2 dan CO_2 selama fermentasi kakao, dapat mengoptimalkan proses fermentasi, mengendalikan suhu, dan memastikan biji kakao mencapai kematangan yang tepat. Hal ini berdampak langsung pada kualitas akhir biji kakao dan produk-produk yang dihasilkan dari biji tersebut (Sri 2020).

Di beberapa daerah, petani kakao yang lebih tradisional mungkin tidak melakukan pemantauan khusus terhadap kadar O_2 dan CO_2 selama fermentasi dikarenakan praktik dan teknologi yang digunakan oleh petani kakao dapat bervariasi secara signifikan di berbagai daerah dan tingkat pengembangan. Oleh karena itu, tidak semua petani kakao melakukan monitoring O_2 dan CO_2 secara konsisten dan hanya berfokus pada proses pengadukannya saja (Purwatiningsih 2021).

Telah dilakukan penelitian untuk membandingkan kualitas dan harga biji kakao yang melalui proses fermentasi dan non-fermentasi. Biji kakao yang diolah dengan fermentasi menghasilkan rendemen (jumlah biji) 120 biji per seratus gram sedangkan biji kakao yang tidak difermentasi menghasilkan 118 persen gram,

warna biji kakao yang difermentasi menjadi coklat kehitaman sedangkan yang tidak difermentasi berwarna coklat muda, aroma biji kakao yang diolah dengan fermentasi memiliki aroma khas coklat sedangkan yang tidak difermentasi tidak memiliki aroma khas seperti coklat, *slaty* (biji ungu) biji kakao yang difermentasi maksimal 3-5%, sedangkan yang tidak difermentasi tidak menghasilkan *slaty* (biji ungu) *slaty* terjadi karena proses fermentasi kurang dari tiga hari, biji kakao yang difermentasi secara bentuk memiliki tekstur yang berongga sedangkan yang tidak difermentasi bertekstur padat, tingkat kadar air biji kakao yang difermentasi 7% dan yang tidak difermentasi 7,5% serta harga biji kakao yang difermentasi sebesar Rp 19.500/kg sedangkan yang tidak difermentasi Rp 17.000/kg (Yudari and Yusuf 2019).

Proses fermentasi biji kakao harus dilakukan dengan cermat karena merupakan tahap yang paling menentukan kualitas akhir biji kakao. Selama fermentasi, suhu cenderung meningkat, yang diawali oleh aktivitas mikroba yang mengubah gula menjadi alkohol melalui reaksi eksotermis. Kenaikan suhu ini juga dipengaruhi oleh bakteri tertentu yang menghasilkan CO₂ dalam jumlah signifikan. Bakteri ini berperan penting dalam proses oksidasi etanol menjadi asam asetat, dan kemudian mengoksidasi asam asetat lebih lanjut menjadi CO₂ dan air. Proses ini tidak hanya meningkatkan suhu tetapi juga kadar air dalam biji kakao. Selain itu, CO₂ yang dihasilkan selama proses oksidasi memanfaatkan O₂, berkontribusi pada perubahan kimiawi yang esensial dalam fermentasi. Oleh karena itu, kontrol yang tepat selama fermentasi sangat penting untuk mengoptimalkan kualitas biji kakao dan memastikan hasil akhir yang sesuai dengan standar industri (Sari 2022).

Teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan secara jarak jauh dan *real-time* terhadap variabel yang sedang diamati, sehingga mempermudah analisis untuk mendeteksi perubahan kondisi. Dalam sistem ini, kualitas udara dipantau secara langsung dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke jaringan IoT, khususnya untuk mengukur kadar gas CO di lingkungan tertutup melalui sensor gas. Penelitian ini menunjukkan bahwa sensor tipe MQ, yang digunakan dalam sistem ini, efektif dalam mendeteksi konsentrasi gas CO dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dengan kemampuan untuk memberikan data secara real-time, teknologi IoT membantu dalam memantau dan menganalisis kualitas udara secara efisien, sehingga memudahkan deteksi awal terhadap potensi masalah kualitas udara (Putro et al. 2023).

Terdapat banyak jenis sensor gas oksigen, salah satu contohnya adalah Sensor gas oksigen ME2-O2 yang dipasangkan dengan modul *Grove* analog. Sensor ini dirancang untuk mengukur konsentrasi oksigen di udara bebas. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari sensor ME2-O2 dan mencatat nilai ADC serta persentase kadar oksigen yang ditampilkan pada serial monitor Arduino IDE. Tegangan yang terukur kemudian dibandingkan dengan nilai yang diukur menggunakan multimeter untuk memastikan akurasi. Mikrokontroler melakukan pembacaan data kadar gas oksigen secara kontinu. Uji coba dilakukan di berbagai kondisi, termasuk di luar ruangan dengan udara normal (tanpa asap) dan di dalam ruangan yang terpapar asap akibat api. Dengan metode ini, keakuratan sensor dalam berbagai kondisi lingkungan dapat teruji, memastikan fungsionalitas

dan ketepatan pengukuran kadar oksigen dalam situasi nyata (Sandi, Sudjadi, and Darjat 2018).

telah dilakukan penelitian untuk membuat prototipe pengukuran emisi karbon dioksida dalam tanah menggunakan sensor MG 811. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengembangkan sistem untuk mengetahui konsentrasi emisi karbon dioksida di dalam tanah. Langkah awal yang akan dilakukan adalah karakterisasi respon MG 811 terhadap karbon dioksida untuk mengetahui bagaimana karakteristik tegangan keluaran sensor untuk konsentrasi karbon dioksida yang lebih tinggi. Bahan pendeteksi MG 811 bereaksi dengan karbon dioksida akan menghasilkan ggl (gaya gerak listrik). Langkah selanjutnya adalah merancang ruang untuk menempatkan sampel tanah yang akan diisi karbon dioksida. Variasi ketebalan tanah akan digunakan untuk melihat pengaruhnya terhadap tegangan keluaran MG 811. Konsentrasi karbon dioksida terukur yang dikonversi dari tegangan keluaran MG 811 oleh mikrokontroler akan ditampilkan pada LCD (Aziz et al. 2019).

Dilihat dari beberapa penelitian terdahulu, maka diperlukan alat yang dapat memantau kadar O_2 dan CO_2 serta pengaduk otomatis pada proses fermentasi kakao. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat “Rancang Bangun *Monitoring* Kadar O_2 dan CO_2 dengan Pengaduk Pada Proses Fermentasi Kakao berbasis IoT”. Pembuatan sebuah *monitoring* kadar O_2 dan CO_2 menggunakan Gravity: I2C Oxygen/ O_2 sensor dan sensor CO_2 MG-811 dengan pengaduk yang dapat dihidupkan atau dimatikan melalui jarak jauh. Mikrokontroler yang digunakan adalah Mikrokontroler NodeMCU ESP 32. Sehingga pada penelitian ini

diharapkan dapat membantu petani kakao dalam proses fermentasi biji kakao. Terutama untuk efisiensi waktu fermentasi, petani kakao juga dapat lebih menghemat tenaga karena proses fermentasi yang dilakukan lebih praktis meskipun dengan peningkatan kuota produksi serta dapat meningkatkan mutu dan kualitas biji kakao.

1.2 Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Belum adanya alat pemantauan oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) pada proses fermentasi kakao.
2. Belum adanya cara untuk menerima data pemantauan oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) melalui jarak jauh.
3. Belum adanya cara untuk menyalakan atau mematikan pengaduk dalam proses fermentasi kakao melalui aplikasi jarak jauh.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini batasan masalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP 32.
2. Sensor yang digunakan adalah DFRobot *Gravity: I2C Oxygen/ O_2 Sensor* dan Sensor CO_2 MG-811
3. Mengetahui kinerja sensor O_2 dan sensor CO_2 dalam proses fermentasi biji kakao.
4. *Monitoring* O_2 dan CO_2 hanya sebatas pengiriman data hasil *monitoring* melalui *Smartphone* dengan menggunakan aplikasi Blynk.
5. Menghidupkan atau mematikan pengaduk melalui aplikasi jarak jauh.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja sensor oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) pada kotak fermentasi kakao?
2. Bagaimana cara membuat pengaduk otomatis dalam proses fermentasi kakao?
3. Bagaimana pengujian sistem dari data pemantauan oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) melalui jarak jauh?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Membuat sistem monitoring kadar gas oksigen dan gas karbon dioksida menggunakan sensor Gravity: Oxygen sensor dan CO_2 gas sensor MG-811 pada proses fermentasi biji kakao.
2. Membuat pengaduk otomatis yang memanfaatkan motor DC.
3. Memperoleh data hasil *monitoring* dan sistem yang dapat diaplikasikan secara jarak jauh.

1.6 Manfaat Penelitian

Besar harapan agar penelitian ini dapat memiliki manfaat sebagai sarana dalam melaksanakan penelitian pada bidang monitoring dan controlling serta untuk menginspirasi dan pengembangan teknologi untuk mendukung peningkatan mutu dan kualitas dari sumber daya alam Indonesia. Dan juga untuk mencari bahan referensi atau bahan referensi untuk penelitian selanjutnya dalam bidang penelitian yang sama.