

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Kakao

Kakao (*Theobroma cacao L.*) adalah tanaman budidaya yang berasal dari Amerika Selatan dan kini ditanam di berbagai wilayah tropis. Biji yang dihasilkan dari pohon ini diolah menjadi produk yang dikenal sebagai coklat. Tanaman kakao tumbuh secara alami di hutan dengan iklim tropis dan juga dari bibit. Kakao merupakan jenis tanaman yang menyukai naungan, dengan potensi hasil berkisar antara 50 hingga 120 buah per pohon setiap tahun. Biasanya, kakao tumbuh dalam kelompok di sepanjang tepi sungai, di mana akarnya dapat terendam air dalam waktu yang cukup lama setiap tahunnya. Tanaman ini lebih menyukai ketinggian rendah, umumnya di bawah 300 meter di atas permukaan laut, dan tumbuh optimal di daerah dengan curah hujan antara 1.000 hingga 3.000 mm per tahun.

Tanaman kakao ditanam dari bibit yang akan berkecambah dan menghasilkan tanaman berkualitas jika diambil dari pot dalam waktu tidak lebih dari 15 hari. Buah kakao siap dipanen ketika terjadi perubahan warna pada kulitnya yang menandakan kematangan. Proses dari fase pembuahan hingga buah matang memerlukan waktu sekitar 5 bulan. Buah yang sudah matang ditandai dengan perubahan warna kulit dan biji yang terlepas dari daging buah. Jika buah diguncang, biasanya akan terdengar suara dari biji di dalamnya. Pemeliharaan tanaman kakao mencakup berbagai kegiatan seperti pemangkasan, penyiangan, pemupukan, penyiraman, serta pengendalian hama dan penyakit. Tanaman kakao ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Tanaman Kakao
(Sumber Pribadi)

Biji kakao didefinisikan sebagai biji tanaman kakao yang berasal dari biji kakao mulia atau biji kakao lindak yang telah melalui proses pemeraman, pencucian

atau tanpa pencucian, pengeringan dan pembersihan. Menurut SNI 01 – 2323 – 2000 jenis mutu biji kakao dibagi menjadi 3 yaitu sebagai berikut.

1. Bentuk biji : Bulat, lonjong penuh, tebal 1 centimeter, panjang 1,5 centimeter dan lebar 1,5 centimeter warna : cokelat rata dan cerah, bau : khas cokelat, % ka (b/b) maksimal : 8 %, kadar lemak (b/b) min : 55%..
2. Bentuk biji : sedikit berlekuk-lekuk, warna : cokelat rata dan cerah atau cokelat muda, bau : khas cokelat, % ka (b/b) maksimal : 8 %, kadar lemak (b/b) minimal 55%.
3. Bentuk biji : Keriput, warna : cokelat rata dan cerah, bau : khas cokelat, % ka (b/b) maksimal : 8 %, kadar lemak (b/b) minimal 55%.

Menurut (Fauji, 2020) sesuai dengan SNI biji kakao Nomor 2323:2008/Amd 1:2010, ukuran bijinya dinyatakan dengan jumlah biji per 100 gr, biji kakao digolongkan menjadi 5 kriteria ukuran dengan penandaan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Klasifikasi ukuran biji kakao

Ukuran	Jumlah biji per 100 gram
AA	85
A	86-100
B	101-110
C	111-120
S	>120

2.2.Fermentasi Kakao

Fermentasi berasal dari bahasa latin yaitu *fervere* yang artinya merebus, istilah ini sering digunakan oleh ahli mikrobiologi dalam memproduksi suatu produk melalui pengembangbiakan mikroorganisme. Mikroorganisme ini berperan merubah padatan dan cairan menjadi beberapa macam produk. Substrat yang digunakan bisa bermacam-macam yang mampu mendukung pertumbuhan mikroorganisme (Wijaya, 2020).

Selama fermentasi, biji kakao yang dikeluarkan dari buahnya dikelilingi oleh *pulp* (daging buah) yang kaya gula dan mematikan biji kakao. Mikroorganisme yang ada di lingkungan, seperti ragi dan bakteri, mulai berkembang biak dan memecah gula menjadi alkohol dan asam. Proses ini tidak hanya mengurangi kepahitan biji kakao tetapi juga meningkatkan aroma dan rasa. Misalnya, bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus* dan *Pediococcus* berperan penting dalam fermentasi dengan menghasilkan asam laktat, yang membantu mengatur pH dan menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan mikroba yang menguntungkan. Fermentasi kakao secara manual dapat dilihat pada gambar 2.2.



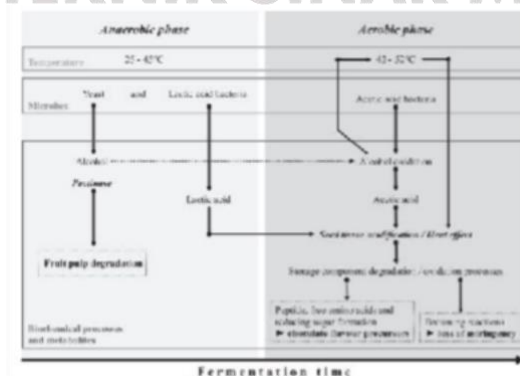
Gambar 2. 2 Fermentasi kakao
(Sumber pribadi)

2.2.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan fermentasi

Terdapat beberapa kondisi yang harus diperhatikan agar fermentasi berjalan dengan optimal dan menghasilkan produk berkualitas, jika faktor-faktor ini tidak dikontrol dengan baik, fermentasi bisa gagal atau menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan harapan. Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, pH, lingkungan dan komposisi media, kelarutan dalam O_2 , kelarutan dalam CO_2 , sistem operasi (seperti *batch*, *fed-batch*, dan sebagainya), pemberian makanan dengan prekursor, serta pencampuran dan proses pengadukan selama fermentasi (Wijaya, 2020).

2.2.2. Mekanisme proses fermentasi

Pada proses fermentasi kakao bermanfaat untuk menghancurkan lapisan pulpa dan kotiledon. Menurut (Wijaya, 2020) terdapat dua fase fermentasi biji kakao yang dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Fase fermentasi pada biji kakao
Sumber (Wijaya, 2020)

Fase pertama fermentasi dalam kondisi anaerob diawali dengan tumbuhnya mikroorganisme yaitu ragi. Ragi selanjutnya tumbuh di sekeliling pulpa biji kakao. Proses biokimia yang terjadi pada ragi selama fermentasi berlangsung dengan cepat, mengakibatkan konsumsi gula sederhana dan menghasilkan etanol serta karbondioksida. Pada hari kedua, pulpa mulai terurai berkat aktivitas ragi pektinolitik. Selanjutnya, fase kondensasi oksidatif terjadi, di mana bakteri asam laktat mulai memproduksi asam laktat. Jumlah bakteri asam laktat meningkat seiring berkurangnya jumlah pulpa yang terkonversi menjadi alkohol, sementara konsentrasi ragi menurun.

Fase kedua berlangsung dalam kondisi aerobik, di mana bakteri asam asetat aktif mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat, yang mengakibatkan penghentian aktivitas bakteri asam laktat. Peningkatan aerasi menyebabkan nilai pH pulp kakao meningkat (3,5-5,0) dan suhu massa kakao naik sekitar 45°C pada tahap akhir fermentasi. Pada proses fermentasi membutuhkan waktu 5-6 hari dengan melewati dua tahapan fermentasi yaitu berupa proses anaerob dan proses aerob hingga mencapai suhu maksimal sebesar 50°C. Tahapan anaerob berlangsung selama 2 hari dengan cara fermentasi tanpa udara yang dimana kotak fermentasi dibiarkan tertutup. Meskipun tidak ada udara yang masuk, pada bagian bawah kotak fermentasi terdapat lubang- lubang yang berfungsi untuk mengeluarkan air dari dalam kotak agar tidak menjadi jamur. Pada proses aerob selama 3 hari dengan menggunakan udara dilakukan proses pengadukan 1 kali dalam sehari yang ditandai dengan suhu yang meningkat jauh. Pada kakao yang dinyatakan berhasil dalam proses fermentasi ditandai dengan aroma khas seperti aroma tape, sedangkan pada fermentasi yang gagal beraroma apek.

2.3.Sensor suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dengan ketelitian 9-12 bit dan rentang suhu -55°C hingga 125°C. Sensor ini memiliki kode unik 64-bit yang disematkan pada masing-masing *chip*. Dengan kode unik ini, sensor DS18B20 dapat digunakan dalam jumlah besar hanya melalui satu kabel saja. Sensor suhu mengubah informasi suhu menjadi sinyal keluaran yang tersedia. Terdapat 3 warna kabel *output* pada sensor DS18B20 yaitu merah untuk kabel VCC, kuning untuk data, dan hitam untuk GND. Ketiga kabel tersebut nantinya akan dipasangkan pada masing-masing keterangan pada papan Arduino uno. Sensor suhu DS18B20 tertera pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Sensor suhu DS18B20
(Sumber pribadi)

Feature:

- *Length of Cable : 1m*
- *Size of Stainless steel sheath: 6*50mm*
- *Power supply range: 3.0V to 5.5V*
- *Operating temperature range: -55C to +125C (-67F to +257F)*
- *Storage temperature range: -55C to +125C (-67F to +257F)*
- *Accuracy over the range of -10C to +85C: 0.5C.*
- *Output leads: Red (VCC), Yellow (DATA), Black (GND)*
- *waterproof*

2.4. Monitor Liquid Crystal Display

Dikutip dari (Bali, 2021) LCD adalah suatu *display* dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matriks. Kemampuan LCD tidak hanya menampilkan angka, tetapi juga huruf, kata, dan semua sarana simbol dengan lebih bagus dan serbaguna daripada penampilan-penampilan yang menggunakan *seven segment* LED. Modul LCD mempunyai *basic interfaces* cukup baik yang sesuai dengan sistem mikrokontroler AVR maupun Arduino. Salah satu variasi bentuk dan ukuran yang tersedia dan dipergunakan pada peralatan ini adalah 16x2 karakter (panjang 16, baris 2, karakter 32) dan 16 pin. Akses pin yang tersedia mempunyai 8 jalur hubungan data, 3 jalur hubungan kontrol, dan 3 jalur catu daya. LCD yang digunakan pada rancangan kali ini dapat dilihat pada gambar 2.5 .



Gambar 2. 5 LCD
(Sumber pribadi)

Dilihat pada Gambar 2. 5 diatas, maka dapat diketahui bahwa :

1. Pin Vdd dihubungkan dengan tegangan positif catu daya, sedangkan Vss pada 0 volt atau *ground*. Meskipun demikian, data menentukan catu 5Vdc (hanya beberapa mA), menyediakan 6V dan 4,5V yang keduanya bekerja dengan baik, bahkan 3V cukup untuk beberapa modul.
2. Pin kontrol Vcc yang digunakan untuk mengatur kontras display. Idealnya pin ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa diubah untuk memungkinkan pengaturan tingkatan kontras display sesuai kebutuhan.
3. *Register Select* (RS), masukan yang pertama dari 3 *command control input*. Dengan membuat RS menjadi *high*, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.
4. *Read/Write* (R/W). Cara memfungsikan perintah *Write* adalah R/W *low* atau menulis karakter ke modul. R/W *high* untuk membaca data karakter atau informasi status registernya.
5. *Enable* (E). Input ini digunakan untuk transfer aktual perintah- perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke *display*, data ditransfer hanya pada perpindahan *high/low*. Namun, ketika membaca dari *display*, data akan menjadi lebih cepat tersedia setelah perpindahan dari *low* ke *high* dan tetap tersedia hingga sinyal *low* kembali.
6. 8 jalur data (D0-D7) di mana data dapat ditransfer ke dan dari *display*.
7. A (+) mempunyai level DC +5V dan berfungsi sebagai LED *backlight* +, sedangkan pin 16 atau K (-) memiliki level 0V dan berfungsi sebagai LED *backlight*.

Pada perancangan kali ini digunakan LCD dengan modul I2C. I2C LCD adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa

informasi data antara I2C dan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C *bus* dapat dioperasikan sebagai piranti *slave*. *Master* adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C *Bus* dengan membentuk sinyal *start*, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal *stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati oleh *master* (Hestylesta, 2009). Untuk gambar I2C dapat dilihat pada gambar 2. 6.



Gambar 2. 6 Modul I2C pada LCD
(Sumber pribadi)

Spesifikasi:

- LCD Karakter 1602 dengan I2C modul untuk Arduino
- Jenis LCM: Karakter
- Menampilkan 2 baris X 16-karakter.
- Tegangan: 5V DC.
- Dimensi modul: 80mm x 35mm x 11mm.
- luas area: 64,5mm x 16mm
- Fitur IIC / I2C 4 kabel

2.5.Resistor

Resistor adalah komponen yang berfungsi sebagai pembatas arus. Pada rancangan sistem kali ini digunakan jenis *fixed* resistor film karbon. Resistor ini dibuat dari karbon dan dilapisi dengan bahan film yang berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh dari luar. Nilai resistansi sudah tertulis pada badan resistor dengan menggunakan kode warna. Pada rangkaian ini digunakan resistor dengan nilai 4,7 k Ω . Resistor ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Resistor film karbon
(Sumber pribadi)

2.6.Kabel Jumper

Kabel jumper adalah suatu istilah kabel yang berdiameter kecil yang di dalam dunia elektronika digunakan untuk menghubungkan dua titik atau lebih dan juga untuk menghubungkan dua komponen elektronika. Kabel jumper mempunyai pin konektor disetiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Terdapat warna-warni pada kabelnya yang cocok untuk dipakai sebagai pembeda antara jalur yang satu dengan jalur lainnya. Gambar 2. 8 merupakan kabel jumper.



Gambar 2. 8 Kabel jumper
(Sumber pribadi)

2.7.Termometer Raksa

Mengutip dari (Kinkin Suartini, 2010) kata termometer berasal dari bahasa Latin, yaitu *thermo* yang berarti panas dan *meter* yang berarti untuk mengukur. Termometer adalah alat untuk mengukur panas atau suhu. Termometer bekerja dengan memanfaatkan termometrik dari zat. Termometrik dari zat adalah perubahan sifat zat karena adanya perubahan suhu dari zat tersebut. Pada

termometer air raksa, menggunakan cairan raksa yang ditempatkan dalam tabung kaca sebagai termometriknya.

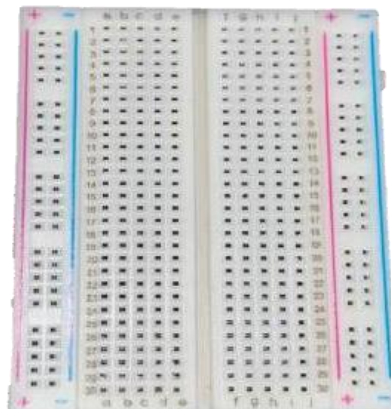
Termometer raksa bekerja dengan menggunakan katup yang terletak di leher tabung dekat bohlam. Ketika suhu meningkat, raksa terdorong ke atas melalui katup akibat pemuaian. Sebaliknya, saat suhu menurun, raksa terjebak di katup dan tidak dapat kembali ke bohlam, sehingga raksa tetap berada di dalam tabung. Hal ini memungkinkan pembaca untuk melihat suhu maksimum yang tercatat dalam periode tertentu. Untuk mengembalikan termometer ke kondisi semula, perlu dilakukan ayunan yang cukup kuat. Gambar 2.9 menunjukkan gambar termometer raksa.



Gambar 2. 9 Termometer
(Sumber pribadi)

2.8.Breadboard

Menurut (T, 2020) *breadboard* adalah papan yang digunakan untuk menempatkan dan menyusun piranti atau komponen-komponen elektronika menjadi rangkaian elektronika tanpa penyolderan. Papan rangkaian ini dibuat dari plastik dan di dalamnya terdapat konektor-konektor yang dapat menjepit kaki-kaki piranti atau komponen maupun ujung-ujung kabel. Di sisi kiri dan kanan terdapat dua jalur konektor yang berfungsi sebagai terminal positif (+) dan negatif (-) dari catu daya. Sementara itu, konektor-konektor pada jalur yang diberi label a-b-c-d-e dan f-g-h-i-j terpisah oleh spasi, yang dirancang untuk menampung perangkat IC (*Integrated Circuit*) atau komponen dengan kemasan *Dual-In-Line Package* (DIP). Struktur *breadboard* dengan koneksi internalnya ditunjukkan pada Gambar 2. 10.



Gambar 2. 10 Breadboard
Sumber pribadi

2.9. Kotak Fermentasi

Kotak fermentasi yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari bahan kayu yang disambung menggunakan paku. Terdapat satu sekat yang berfungsi sebagai pembatas apabila hanya satu ruang saja yang digunakan. Pada bagian bawah dan dinding kotak dilengkapi dengan lubang untuk mengeluarkan air yang terkandung pada biji kakao selama proses fermentasi berlangsung. Pada saat proses fermentasi berlangsung, kotak akan ditutup menggunakan daun pisang dan karung goni dibagian atasnya. Kotak fermentasi yang digunakan pada gambar 2. 11.

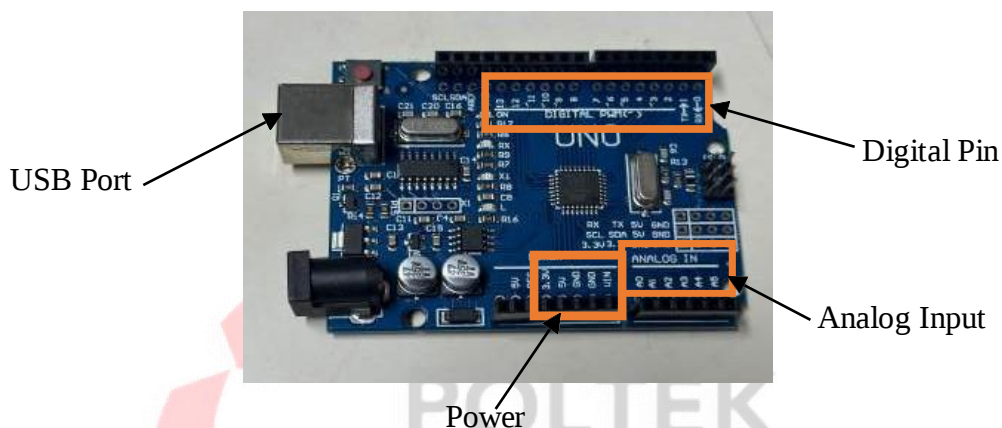


Gambar 2. 11 Kotak fermentasi
(Sumber pribadi)

2.10. Arduino Uno

Arduino uno adalah salah satu papan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Arduino.cc. Arduino dapat dikoneksikan ke komputer dengan kabel USB dan diprogram dengan menggunakan *software* Arduino (IDE) yang mendukung bahasa

pemrograman C dan C++ ataupun dengan *software* lain seperti *Scratch for Arduino* atau *Common-Coding* yang menggunakan bahasa pemrograman berbasis *block* atau gambar (Elisabeth Pratidhina, Heru Kuswanto, 2021). Arduino uno terdiri dari beberapa bagian, antara lain dapat dilihat pada gambar 2. 12.



Gambar 2. 12 Papan Arduino Uno
(Sumber pribadi)

Berdasarkan Gambar 2. 12 diatas, maka berikut dibawah ini penjelasan terkait bagian-bagian Arduino Uno.

1. *Ground pins* (GND)

Pin GND pada papan Arduino berfungsi sebagai jalur referensi nol volt yang menjadi dasar pengukuran tegangan. Tanpa koneksi ke GND, rangkaian tidak memiliki titik acuan untuk menentukan besar tegangan secara akurat. Karena tegangan merupakan selisih antara dua titik, maka semua pengukuran harus merujuk pada titik yang sama agar konsisten. Dengan menghubungkan semua komponen ke pin GND, seluruh sistem elektronik dapat bekerja secara sinkron karena memiliki referensi tegangan yang seragam.

2. Sumber Tenaga Arduino

Agar Arduino dapat berfungsi dengan baik, papan ini membutuhkan pasokan daya listrik. Energi tersebut bisa diberikan melalui sambungan kabel USB ke komputer, yang sekaligus mentransfer data dan daya. Alternatif lainnya, kita bisa menggunakan adaptor melalui jack DC dengan tegangan antara 7 hingga 12 volt. Untuk metode ini, pin Vin pada Arduino berperan sebagai jalur masuk tegangan eksternal. Namun, sangat penting untuk memastikan bahwa jalur ground (GND) dari sumber daya eksternal juga terkoneksi dengan GND Arduino agar sistem dapat bekerja secara stabil dan tidak terjadi ketidaksesuaian tegangan.

3. Digital Pin

Papan Arduino Uno memiliki total 14 pin digital yang ditandai dengan angka 0 hingga 13. Pin-pin ini bekerja secara biner, artinya hanya dapat berada dalam dua kondisi: *LOW* (0) atau *HIGH* (1). Setiap pin digital bisa dikonfigurasi sebagai input maupun output. Jika berfungsi sebagai *input*, Arduino akan mengenali tegangan di bawah 0,8 volt sebagai sinyal *LOW* dan tegangan di atas 2 volt sebagai sinyal *HIGH*. Sebaliknya, ketika diatur sebagai output, kondisi *LOW* akan menghasilkan tegangan 0 volt dari pin tersebut, sedangkan kondisi *HIGH* akan mengeluarkan tegangan sebesar Vcc, yaitu sekitar 5 volt pada papan Arduino Uno.

4. Pin Analog

Arduino Uno dilengkapi dengan 6 pin analog yang diberi nama A0 hingga A5. Pin-pin ini dirancang khusus untuk membaca sinyal dalam bentuk tegangan, bukan untuk mengirimkan data. Tidak seperti pin digital yang hanya mengenali dua kondisi, pin analog mampu mendeteksi variasi tegangan dalam rentang 0 hingga 5 volt. Ketika tegangan masuk ke salah satu pin ini, sistem ADC (*Analog to Digital Converter*) pada Arduino akan mengkonversinya menjadi nilai digital agar bisa diproses oleh perangkat lunak. Hal ini memungkinkan pembacaan data yang lebih detail, misalnya dari sensor yang menghasilkan sinyal bertingkat. Spesifikasi:

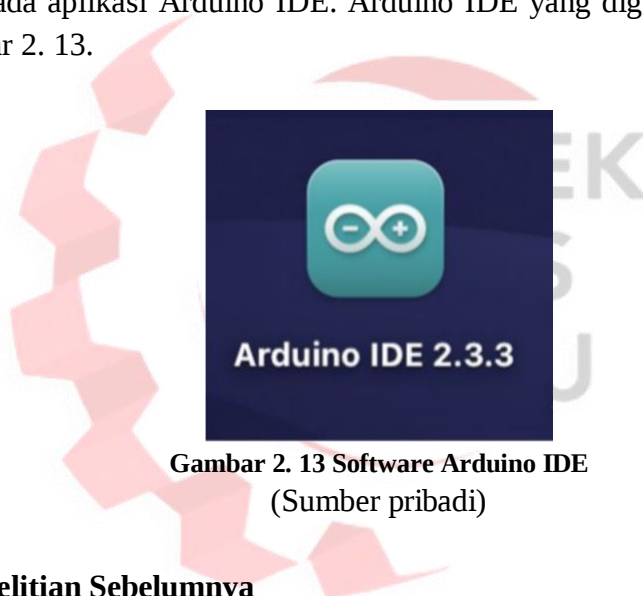
- Mikrokontroler : ATmega328
- Tegangan Operasi : 5 V
- Tegangan Input : 7 – 12V
- Digital I/O : 14 pin
- PWM : 6 channel
- Analog Input : 6 channel
- Memori : 32KB Flash PEROM (0,5 KB digunakan oleh *bootloader*), 2KB SRAM dan 1KB EEPROM
- Frekuensi Clock : 16 MH

2.11. Arduino IDE

Arduino adalah *software open source* yang memudahkan untuk menulis kode program dan mengunggah ke *board* Arduino. *Software* Arduino dapat berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. *Software* ini ditulis dalam bentuk Java dan berbasis *processing*, *avr-gcc*, dan perangkat lunak *open source* lainnya. *Software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang memudahkan dalam mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan *source* program, kompilasi, *upload* hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial. Arduino dapat dijalankan di komputer dengan berbagai macam *platform* karena didukung atau berbasis Java. *Source* program yang dibuat

untuk aplikasi mikrokontroler adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan *assembly* (Romadhon, n.d.).

Di samping IDE Arduino sebagai jantungnya, *bootloader* adalah jantung dari Arduino lainnya yang berupa program kecil yang dieksekusi sesaat setelah mikrokontroler diberi catu daya. *Bootloader* ini berfungsi sebagai pemonitor aktifitas yang diinginkan oleh Arduino. Jika IDE hendak mengupload program baru, *bootloader* seketika menghentikan eksekusi program berganti menerima data program untuk selanjutnya diprogramkan dalam memori program mikrokontroler. Pada penggunaan kali ini, hasil pembacaan di tampilkan langsung di layar LCD, tidak mencantumkan terkait hasil pembacaan yang muncul pada serial monitor dan disimpan pada aplikasi Arduino IDE. Arduino IDE yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2. 13.



Gambar 2. 13 Software Arduino IDE
(Sumber pribadi)

2.12. Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 2 Penelitian Sebelumnya

No	Judul jurnal, Nama peneliti, Tahun	Permasalahan	Hasil
1.	Pemantauan suhu dan pH serta pengadukan otomatis pada fermentasi biji kakao melalui aplikasi <i>Blynk</i> , Mutia Tsani Az Zahra, Ferry Satria, 2023.	Proses fermentasi menjadi rumit karena petani harus memantau dan mengaduk biji kakao secara rutin selama empat hingga enam hari. terdapat kekurangan seperti kurangnya parameter pada sistem, tidak terdapat fitur pemantauan jarak jauh, dan tidak terdapat fitur kendali.	Diusulkan perbaikan sistem yang mampu mendeteksi perubahan parameter nilai suhu dan pH pada tumpukan biji kakao selama proses fermentasi melalui aplikasi <i>Bylnk</i> (Az Zahra & Satria, 2023).

No	Judul jurnal, Nama peneliti, Tahun	Permasalahan	Hasil
2.	Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Menggunakan Sensor DS18B20 dan Pengaduk Otomatis Pada Fermentasi Kakao, Maulana Fahar Maheswari, Sri Purwiyanti, S. Sumadi, Emir Nasrullah, 2023.	Pentingnya suhu yang pas dan waktu pengadukan yang tepat untuk memastikan fermentasi berlangsung secara merata.	Dibuat sebuah alat yang dapat mengukur dan mencatat serta juga melakukan pengadukan secara otomatis pada proses fermentasi kakao menggunakan sensor DS18B20 sebagai pengukur suhu, MicroSD dan <i>thingspeak</i> sebagai pencatat data dan juga relay sebagai kontrol otomatis pengadukan fermentasi kakao. Dari hasil pemantauan fermentasi yang dilakukan selama 5 hari diketahui bahwa suhu selama proses fermentasi antara 29,2°C sampai dengan 42,8°C dengan error pembacaan sensor sebesar 0.4% (Maulana Fahar Maheswara, 2023).

No	Judul jurnal, Nama peneliti, Tahun	Permasalahan	Hasil
3.	Perancangan Sistem Monitoring Jarak Jauh Berbasis <i>Internet of Things</i> pada Biji Kakao, Aditya Ari Pradana, dan Arnisa Stefanie, 2023.	Rendahnya kualitas biji kakao di Indonesia yang disebabkan oleh proses pengolahannya yang kurang optimal.	Penggunaan teknologi IoT untuk transmisi data dari mikrokontroler ke aplikasi telah berhasil dengan tingkat akurasi baik dari setiap data yang dikirimkan. Aplikasi ini juga menyediakan informasi penting bagi pengguna agar lebih mudah memahami produk dan proses dari biji kakao (Ari Pradana & Stefanie, 2023).
4.	Sistem Pengendali Suhu Pada Kotak Fermentasi Biji Kakao Berbasis Mikrokontroler, Rischita dan Rizanda, 2016.	Rendahnya kualitas biji kakao yang diekspor oleh Indonesia akibat dari proses fermentasi yang masih tradisional.	Dirancang sebuah sistem pengendali suhu pada kotak fermentasi biji kakao sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas biji kakao dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 dan RTC DS1307 serta relay sebagai saklar elektronik untuk menjalankan motor DC yang dikopel dengan pengaduk yang datanya akan ditampilkan pada LCD 16x2. Penyimpangan rata-rata sensor suhu DS18B20 setelah

No	Judul jurnal, Nama peneliti, Tahun	Permasalahan	Hasil
			dilakukan pengujian tiga kali pada kedua sensor yaitu 0,509 °C dan 0,507 °C. Dari pengujian keseluruhan dapat diketahui bahwa <i>error steady state</i> rata-rata sebesar 0,18 %. Fermentasi dilakukan selama lima hari dengan hasil meningkatnya kandungan lemak dan antioksidan serta menurunnya kadar air selama proses fermentasi.
5.	Rancang Alat Praktikum Untuk Mengukur Suhu Menggunakan Sensor Ds18b20 Berbasis Arduino Uno, Abila Salsabila (1), Ridha Amalila Choir (2), Siti Ike Nur Jannah T (3), Moza Oriana Rahmadinanti (4), Hanim Istifadah (5), Maryani (6), Alex Harijanto (7	Perancangan alat peraga ini digunakan untuk mengetahui kelayakan dan kelebihan dari penggunaan sensor DS18B20 dalam mendeteksi dan mengukur besar suhu. Serta untuk memenuhi ketersediaan alat praktikum atau alat peraga untuk mengukur suhu.	Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada sampel air panas dan air dingin sensor mampu mendeteksi suhu dari suhu paling tinggi hingga suhu paling rendah dengan waktu tertentu, sedangkan pada sampel air biasa hasil suhu tersebut sudah sesuai pada suhu rata-rata.