

RANCANG BANGUN PENGGUNAAN SENSOR THERMOCOUPLE PADA ALAT PENYANGRAI BIJI COKLAT SECARA OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

Barmawi¹, Azhar², Muhammad Kamal³

^{1,2,3} Prodi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: barmawim8@gmail.com¹, azhar@pnl.ac.id², muhammadkamal@pnl.ac.id³

ABSTRAK

Proses penyangraian bertujuan untuk membentuk aroma dan citarasa khas coklat dari biji kakao dengan cara dipanaskan. Permasalahan yang dihadapi dalam proses penyangraian biji coklat adalah masih banyak menggunakan proses manual, ada yang menggunakan penggorengan dan diaduk dengan bantuan manusia dan ada yang cara mengaduknya menggunakan mesin diesel, tapi tetap saja kurang efektif untuk menunggu kakao agar tidak gosong. Oleh sebab itu dibuatlah sebuah rancang bangun penggunaan thermocouple pada penyangrai biji kakao secara otomatis berbasis arduino uno. Pembuatan rancang bangun ini terdiri dari arduino uno atmega 328 sebagai mikrocontroller, motor power window, motor dc dan heater sebagai aktuator serta sensor thermocouple sebagai umpan balik. Perancangan ini menggunakan lcd yang sebagai penampil suhu. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan berulang selama 40 menit pada setpoint 120°C. Didapatkan suhu pembacaan pada alat 119,45 - 119,87. Kadar air untuk kakao sebelum penyangraian berkisar antara 7.1 - 7,5%. Sedangkan setelah penyangraian berkisar antar 2.3 - 2.6. Hasil error paling besar yaitu 0,075 % pada suhu 100,75°C. Serta paling kecil 0,025 % pada suhu 120,38 °C.

Kata-kata kunci: *Thermocouple, Penyangraian, biji kakao.*

I. PENDAHULUAN

Thermocouple adalah sensor yang mengukur suhu dan mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik. Prinsip kerja Thermocouple cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Thermocouple hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Thermocouple akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas.[1]

Proses penyangraian bertujuan untuk membentuk aroma dan citarasa khas coklat dari biji coklat dengan perlakuan panas. Biji coklat yang telah difermentasi dan dikeringkan dengan baik mengandung cukup banyak senyawa calon pembentuk citarasa dan aroma khas coklat antara lain asam amino dan gula reduksi. Jika dipanaskan pada suhu dan waktu yang cukup, keduanya akan bereaksi membentuk senyawa Maillard. Sedangkan senyawa gula non-reduksi akan terhidrolisa oleh air membentuk senyawa gula reduksi dan kemudian akan melanjutkan reaksi Maillard. Proses sangrai dilakukan pada mesin sangrai tipe silinder dengan bahan bakar gas. Kapasitas 10 sampai 40 kg per batch. Suhu ruang sangrai dapat diatur antara 190 C-250 C, namun suhu sangrai yang umum untuk biji kakao adalah antara 110 C – 120 C. Waktu sangrai berkisar 10 sampai 35 menit tergantung pada jumlah biji coklat yang disangrai dan kadar airnya. Mesin sangrai dilengkapi dengan pendingin tipe bak dengan sistem hisapan udara menggunakan kipas sentrifugal. Waktu

pendinginan optimum berkisar antara 8-10 menit dan sudah cukup untuk mencegah biji coklat menjadi gosong (over roasted). Melalui proses fermentasi dan pengeringan yang tepat, biji kakao mengandung cukup banyak senyawa calon pembentuk cita rasa dan aroma khas cokelat antara lain asam amino dan gula reduksi. Selama proses sangria, keduanya akan bereaksi membentuk senyawa Maillard. Susut sangrai berkaitan erat dengan adanya penguapan air dan pirolisis bahan-bahan organik. Nilai susut organik sering digunakan sebagai ukuran untuk mengetahui lamanya penyangraian disamping juga mempertimbangkan kadar air 19 awalnya. Biji yang terbentuk relative bulat, pada suhu dan lama penyangraian yang sama akan lebih cepat mengalami perubahan dari pada yang terbentuk hemielipsoidal. Biji berukuran lebih kecil juga akan lebih cepat berubah warna dari pada yang berukuran lebih besar. Jika penyangraian biji-biji yang lebih kecil dicampur dengan biji yang berukuran besar, maka biji yang lebih kecil akan tersangrai lebih gelap warnanya.[2]

Permasalahan yang dihadapi dalam proses penyangraian biji coklat adalah masih banyak menggunakan proses manual, ada yang menggunakan penggorengan dan diaduk dengan bantuan manusia dan ada yang cara mengaduknya menggunakan mesin diesel, tapi tetap saja kurang efektif untuk menunggu kakao agar tidak gosong. Serta mesin sangrai kakao yang ada di pasaran saat ini tergolong mahal dan memiliki ukuran yang besar sehingga alat sangria biji

coklat tersebut hanya cocok untuk konsumen tingkat besar atau kalangan perusahaan besar.[3]

II. TINJAUAN PUSTAKA

Ciri coklat matang ketika disangrai yaitu, berat kakao mengalami penurunan sebesar 2% dari berat coklat yang belum disangrai, memiliki aroma coklat yang kuat, terjadinya perubahan warna yang terjadi pada biji coklat dari warna coklat sampai coklat kehitaman dan pada kulit biji coklat (kulit ari) pecah menandakan biji coklat telah matang sehingga dapat dilakukan proses selanjutnya.[4]

A. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi pin Mode(), digitalwrite(), dan digitalRead(). Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 KOhm.[4]



Gbr. 1 Arduino Uno

B. Sensor Termocouple

Thermocouple adalah sensor yang mengukur suhu dan mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik. Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas.



Gbr. 2 Sensor Termocouple

C. Motor DC Power Window

Motor penggerak regulator berputar searah jarum jam atau arah sebaliknya menggerakkan regulator jendela untuk dirubah menjadi gerak naik turun. Jenis motor yang digunakan pada sistem power window adalah motor DC. Motor listrik menggunakan energi listrik dan energi magnet untuk menghasilkan energi mekanis. Operasi motor tergantung pada interaksi dua medan magnet. Secara sederhana dikatakan bahwa motor listrik bekerja dengan prinsip bahwa dua medan magnet dapat dibuat berinteraksi untuk menghasilkan gerakan. Tujuan motor adalah untuk menghasilkan gaya yang menggerakkan (torsi). Bentuk fisik pada 12V DC Motor Power Window dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gbr. 3 Motor DC Power Window

D. Motor DC

Motor Listrik DC atau *DC Motor* adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor DC yang akan digunakan adalah motor DC yang sudah tertanam gearbox dimana berguna untuk memperbesar torsi dan mengurangi kecepatan sehingga menghasilkan tenaga putar yang lebih besar.



Gbr. 4 Motor DC

E. Blower Pemanas

Blower pemanas adalah alat yang digunakan untuk meniup udara ke tempat tertentu atau kearah tertentu. Mesin umumnya menggunakan gaya sentrifugal untuk mendorong udara ke depan. Udara ini dapat diarahkan ke mesin tempat kipas blower terpasang

atau menjauh darinya.Kipas itu sebenarnya memiliki selubung pada kelilingnya,yang mengarahkan udara.



Gbr. 5 Blower Pemanas

F. Grain Moisture Meter

Moisture meter adalah sebuah alat uji digital yang berfungsi untuk mengukur kandungan kadar air atau tingkat kekeringan suatu bahan atau benda. Moisture meter banyak juga disebut dengan tester kadar air. Alat ini juga dapat menghitung kelembaban dalam segala kondisi, baik terhampar, maupun dalam keadaan tersimpan disuatu tempat tertentu.



Gbr. 6 Grain Moisture Meter

G. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 adalah jenis media tampilan atau Display dari bahan cairan kristal sebagai penampil utama.LCD 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dengan tiap baris menampilkan 16 karakter.Pada Arduino untuk mengendalikan LCD Karakter 16x2 untuk librarynya secara default sudah ada librarynya yaitu LiquidCrystal.h. LCD ada bermacam-macam ukuran 8x1, 16x1, 16x2, 16x4, 20x4. Untuk mengendalikan atau mengontrol macam-macam LCD Karakter di atas dapat menggunakan Tutorial ini, perbedaannya hanya pada inisialisasi jumlah kolom dan baris.[5]

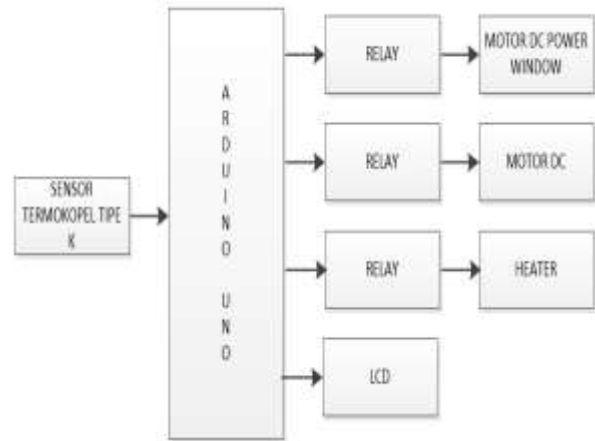


Gbr. 7 LCD (Liquid Crystal Display)

III. METODOLOGI

A. Skema Diagram Rangkaian

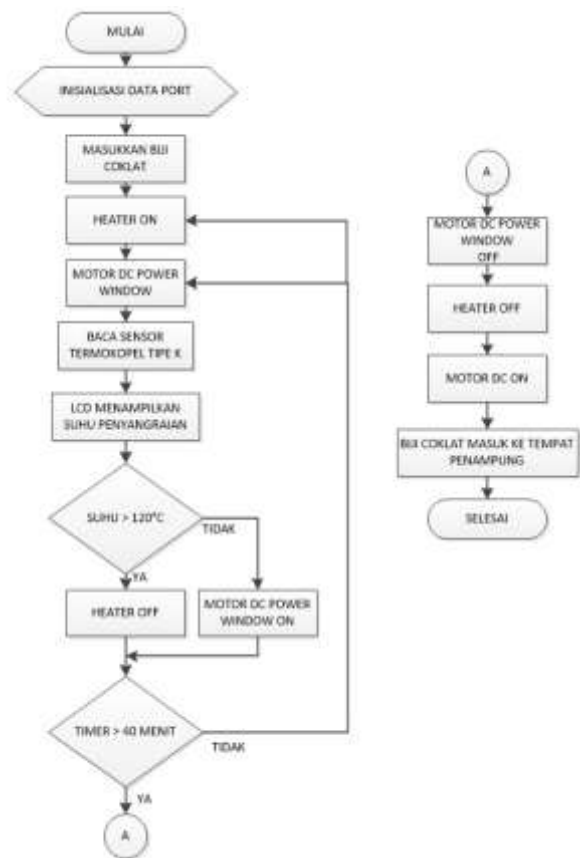
Alat pengawetan santan ini memiliki beberapa perangkat keras. Skema diagram rangkaian pengawetan santan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gbr. 8 Skema Diagram Rangkaian

B. Flowchart Sistem

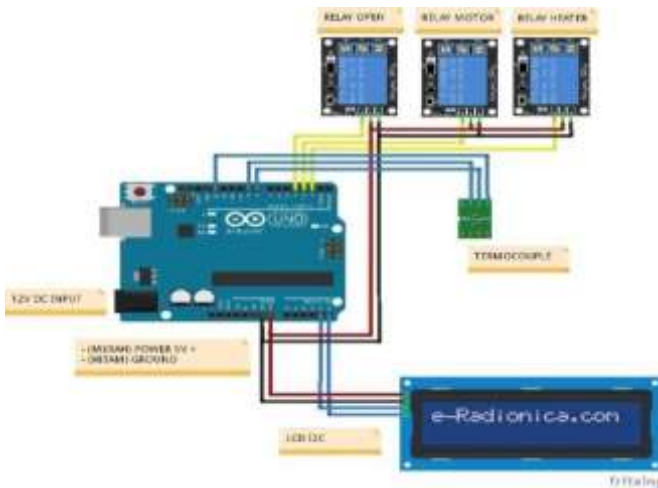
Cara kerja alat dapat dijelaskan melalui sebuah gambar yang disebut diagram alir atau flowchart. Flowchart rancang bangun prototipe pengawetan santan dengan metode pasteurisasi berbasis arduino uno.



Gbr. 9 Flowchart Sistem

C. Perancangan Circuit Diagram

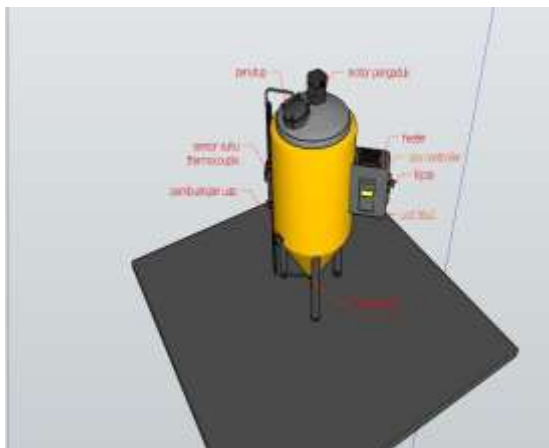
Pada Gambar 11 adalah rangkaian circuit diagram yang akan dipasang pada rancang bangun mesin penyangrai biji coklat.



Gbr. 10 Perancangan Circuit Diagram

D. Perancangan Mekanik

Konstruksi mekanik harus diperhatikan mulai dari pemilihan bahan yang akan dijadikan dalam pembuatan alat hingga tata letak komponen pada alat agar sistem kontrol alat dapat berjalan dengan baik. Perancangan bentuk alat dapat dilihat pada gambar 12.



Gbr. 11 Perancangan Mekanik

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Motor DC Power Window pada Pengaduk

Pengujian Motor dc pada pengaduk yang telah di program dengan menggunakan arduino sebagai mikrocontroller, maka di peroleh hasil seperti pada tabel I.

Tabel I
Pengujian Motor DC Power Window Pada Pengaduk

NO	Tegangan	Kondisi	Kecepatan
1	12 V	Alat tidak terisi biji kakao	89 Rpm
2	12 V	Alat terisi biji kakao	50 Rpm

Dari tabel I kita dapat menganalisa bahwa putaran motor power window pada pengaduk pada

kondisi alat tidak terisi biji kakao yaitu 89 rpm, sedangkan pada saat alat terisi biji kakao kecepatan motor menjadi 50 rpm.

B. Pengukuran Sensor Thermocouple

Pengukuran sensor Thermocouple dalam melakukan pengujian secara berulang, maka didapatkan hasil seperti yang terdapat pada tabel II.

Tabel II
Pengujian Sensor thermocouple

No	Sensor Thermocouple °C	Thermometer °C	Selisih	Error %
1	63,45	60,3	3,15	0,049
2	80,15	86,1	6,05	0,075
3	100,75	108,4	7,65	0,075
4	110,27	117,8	7,53	0,068
5	120,38	123,5	3,12	0,025

Dari tabel 2 kita dapat menganalisa bahwa pengujian sensor thermocouple di lakukan sebanyak 5 kali, dimana pengukuran terendah dilakukan pada suhu 63,45°C dengan pembacaan pada thermometer 60,3°C. Sedangkan pengukuran tertinggi pada suhu 120,38°C dengan pembacaan pada thermometer sebesar 123,5°C.

Adapun selisih error pada pengujian thermocouple dengan pengukuran thermometer didapatkan hasil error paling besar yaitu 0.075 % pada suhu 100,75°C. Serta paling kecil 0,025 % pada pada suhu 120,38 °C.

C. Pengujian Proses Keseluruhan

Pengujian proses keseluruhan dalam melakukan pengujian secara berulang, maka didapat kan hasil seperti yang terdapat pada tabel 3.

Tabel III
Pengujian Proses Keseluruhan

No	Waktu (menit)	Suhu (setpoint)	Suhu Terbaca	Kadar Air	
				Sebelum	Sesudah
1	40	120	119,87	7,5	2,4
2	40	120	119,56	7,1	2,5
3	40	120	119,76	7,3	2,3
4	40	120	119,45	7,2	2,6
5	40	120	119,60	7,3	2,5

Dari tabel 3 pada proses keseluruhan dimana dilakukan pengujian berulang pada waktu dan setpoint yang sama yaitu 40 menit dan 120°C. Didapatkan suhu pembacaan pada alat berkisar pada suhu 119,45 - 119,87.

Pada pengujian keseluruhan kadar air sebelum penyagraian berkisar 7,1 - 7,5. Sedangkan setelah dilakukan penyagraian berkisar antar 2,3.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran, pengujian dan analisa dari alat yang telah dibuat yaitu “Rancang Bangun Prototipe Pengawetan Santan Dengan Metode Pasteurisasi Berbasis Arduino Uno”, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari pengujian yang telah dilakukan berulang dengan selama 40 menit pada setpointn 120°C. Didapatkan suhu pembacaan pada alat berkisar pada suhu 119,45°C - 119,87°C.
2. Kadar air untuk kakao sebelum dilakukan penyangraian berkisar antara 7.1 - 7.5%. Sedangkan setelah dilakukan penyangraian kadar air pada coklat berkisar antar 2.3 - 2.6.
3. Dari hasil pengujian didapatkan nilai error pada pengujian sensor thermocouple dengan pengukuran termometer didapatkan hasil error paling besar yaitu 0,075 % pada suhu 100,75°C. Serta paling kecil 0,025 % pada pada suhu 120.38 °C.

REFERENSI.

- [1] ASKINDO. 1999. **Musyawahar Nasional ke III Asosiasi Kakao Indonesia**. Dewan Pengurus Pusat Asosiasi Kakao Indonesia. Jakarta. 5 April 1999.
- [2] Badan Agribisnis. 1998. **Standart Operating Procedure (SOP) for Cocoa Bean at Down Stream Activities**. Departemen Pertanian. Jakarta.
- [3] F.G. Winarno. 2001. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- [4] Kusuma , W., Abdullah, K. Syarif, M.A. 1992. **Sifat Fisik Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi**. Institut Pertanian Bogor.
- [5] Mulato, S. 1997. **Hasil Kunjungan dan Kursus di Industri Mesin Pembuatan Coklat Jerman**. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- [6] Mulato, S. 2002. **Perancangan dan Pengujian Mesin Sangrai Biji Kopi Tipe Silinder**. Pelita Perkebunan Vol. 18; No. 1. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.