

PENGEMBANGAN METODE FERMENTASI BIJI KOPI DENGAN MENGGUNAKAN INKUBATOR TERKONTROL FUZZY LOGIC DAN MONITORING IOT

SUNANDAR DJASBA*, ABDUL WARIS, JUNAEDI MUHIDONG

Keteknikan pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin

sunandartectona27@gmail.com*

Abstract: *The purpose of this study was to determine the quality of coffee bean basket yields with a fuzzy logic controlled incubator. The method in this research is experimentation by packing coffee beans in an incubator using a stirrer and without a stirrer. Fermentation was carried out for 12 hours at 40°C with two repetitions. The amount of fermented coffee was 3.5 kg for each treatment. Stages of hardening: coffee peeling, washing, weighing, and measuring the pH of the air in the stirrer container. After the measurement, the pH of the water was measured, the color test, the water content of the coffee beans, the pH of the coffee powder, and the total acid. The results obtained from this study are in the form of a tool that is tuned using an IoT-based fuzzy logic control system that can perform a temperature control system in the incubator room automatically based on a temperature set point of 40°C, a fan control device that functions to even out the temperature of the incubator room, and the temperature and power parameters used are monitored through the thingspeak application. The rules used to brew coffee beans are quite good based on that there is no overshoot, the steady state error is still in the range of 2-5, the settling time is quite short, stable and the energy used is relatively small during the coffee bean roasting process. Indicators of the quality of coffee beans produced from settlement according to SNI values include the amount of water content of coffee beans using a stirrer, which is 11.04% and without a stirrer, 11.18%, the color of the coffee beans has a chroma/color intensity (L^*) value of 33.02 which is close to the biofermentor's L value of 31.71, the pH of coffee grounds steeping is 4.3 and the total acid steeping powder is 0.53%.*

Keywords: *Fermentation, Fuzzy Logic, Incubator, Coffee Bean Quality*

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui mutu hasil fermentasi biji kopi dengan inkubator terkendali *fuzzy logic*. Metode dalam penelitian ini yaitu experimental dengan melakukan fermentasi biji kopi pada inkubator menggunakan pengaduk dan tanpa pengaduk. Fermentasi dilakukan selama 12 jam pada suhu 40°C dengan pengulangan sebanyak dua kali. Jumlah kopi yang difermentasi sebanyak 3,5 kg setiap perlakuan. Tahapan fermentasi: pengupasan kulit kopi, pencucian, penimbangan, dan pengukuran pH air pada wadah fermentasi. Setelah fermentasi dilakukan pengukuran pH air, pengujian warna, kadar air biji kopi, pH bubuk kopi, dan total asam. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu berupa alat fermentasi menggunakan sistem kontrol *fuzzy logic* berbasis IoT yang dapat melakukan sistem pengontrolan suhu pada ruang inkubator secara otomatis berdasarkan set poin suhu 40°C, alat mengendalikan sebuah kipas yang berfungsi untuk meratakan suhu ruang inkubator, dan parameter suhu dan daya yang digunakan dimonitoring melalui aplikasi *thingspeak*. Kaidah yang digunakan untuk fermentasi biji kopi cukup baik hal ini berdasarkan pada tidak terjadi *overshoot*, *error steady state* masih dalam range 2-5, *settling time* cukup pendek, stabil dan energi yang digunakan relatif kecil selama proses fermentasi biji kopi. Indikator kualitas biji kopi yang dihasilkan dari fermentasi basah sesuai nilai SNI diantaranya jumlah kadar air biji kopi menggunakan pengaduk yaitu 11,04% dan tanpa pengaduk 11,18%, warna biji kopi memiliki nilai chroma/intensitas warna (L^*) yaitu 33,02 yang mendekati nilai L biofermentor yaitu 31,71, pH seduhan bubuk kopi Adalah 4,3 dan total asam seduhan bubuk adalah 0,53%.

Kata Kunci: Fermentasi, *Fuzzy Logic*, Inkubator, Kualitas Biji Kopi

A. Pendahuluan

Fermentasi kopi terbagi atas fermentasi kering dan basah, pada tingkat petani fermentasi basah masih menggunakan bak atau kolam. Fermentasi tersebut memerlukan waktu cukup lama, suhu tidak dapat dikendalikan, dan rentan terkontaminasi dengan lingkungan sekitar

sehingga mutu biji kopi yang dihasilkan petani masih kurang baik. Selain itu, mutu biji kopi yang kurang baik akan berpengaruh pada rendahnya harga jual pada biji kopi. Untuk meningkatkan mutu pada biji kopi, diperlukan pengelolaan yang baik pada petani kopi agar menghasilkan biji kopi yang beraroma dan citarasa yang baik (Ramanda et al, 2016). Menurut (Kusmiah dkk 2017), salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan agar biji kopi yang dihasilkan bermutu baik dan konsisten adalah fermentasi biji kopi dalam fermentor terkendali. Dalam fermentor dilengkapi dengan peralatan mekanik dan elektrik, bahkan beberapa diantaranya dilengkapi dengan sistem kontrol yang berguna untuk mengontrol variabel yang berpengaruh terhadap tujuan akhir fermentasi. Variabel yang dimaksud diantaranya pH, suhu, total asam, dan lain-lain.

Penelitian ini tentang pengembangan alat fermentasi menggunakan inkubator, dan menerapkan sistem kontrol *fuzzy logic* dalam mengontrol suhu *infraredlamp* sebagai sumber panas, pengaduk yang berfungsi untuk meratakan suhu pada air fermentasi dan kipas untuk meratakan suhu didalam ruang inkubator. Fermentasi biji kopi dilakukan pada malam hari yang dimonitoring dengan sitem IoT di aplikasi *thingspeak*.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan April hingga Mei 2023. Tempat penelitian dilaksanakan di jalan Al-Kharisma blok Gi/3 dan Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar. Alat fermentasi dengan inkubator terkontrol *fuzzy logic* dibuat dengan menggunakan triplek sebagai dinding bagian luar dan bagian dalam diberikan *Styrofoam* kemudian dibungkus menggunakan *aluminum foil*. Adapun prinsip kerja sistem kontrol *fuzzy logic* yakni untuk mengendalikan sebuah kipas yang berfungsi jika terjadi selisih suhu 1° antara atas dan bawah yang meratakan suhu ruang inkubator, dan kontrol daya yang digunakan untuk *infrared* sebagai sumber panas hingga mencapai SP 40°C, kemudian dimonitoring melalui aplikasi *thingspeak*. Fermentasi dilakukan selama 12 jam pada suhu 40°C dengan pengulangan sebanyak dua kali. Jumlah kopi yang difermentasi sebanyak 3,5 kg setiap perlakuan. Tahapan fermentasi: pengupasan kulit kopi, pencucian, penimbangan, dan pengukuran pH air pada wadah fermentasi. Setelah fermentasi dilakukan pengukuran pH air, pengujian warna, kadar air biji kopi, pH bubuk kopi, dan total asam. Uji kinerja dibagi atas uji kinerja kontrol dan uji kinerja inkubator bertujuan untuk mengetahui apakah kinerja dari sistem yang telah dibuat berjalan sesuai yang diharapkan. Untuk mengukur tingkat keberhasilan digunakan indikator sebagai berikut: Uji Kontrol: a) Setling time cukup pendek; b) *error steady state* dalam range 2-5%; dan c) Suhu stabil, Uji Inkubator Fermentasi. **Pengamatan pH Larutan Fermentasi**, Larutan fermentasi biji kopi diamati perubahan pH setiap dua jam, dimana pengujian dilakukan dengan menggunakan alat PH-009(D)A *pen type pH meter*. Pengamatan dilakukan dengan mencelupkan alat pH meter pada larutan fermentasi kemudian mencatat hasil yang ditampilkan pada layar. **Kadar Lendir**, Analisis berat lendir dilakukan untuk mengetahui jumlah lendir yang berkurang setelah diberikan perlakuan fermentasi. Analisis dilakukan dengan menimbang berat awal biji kopi, kemudian menimbang berat akhir biji kopi setelah proses fermentasi, setelah itu dilakukan perhitungan selisih dari kedua berat biji kopi tersebut, sehingga diperoleh berat lendir yang terlepas selama proses fermentasi. Ditentukan dengan persamaan (Widyotomo et al., 2009):

$$Kl = \frac{M_i - M_t}{M_i} \times 100$$

Pengeringan, Pengeringan biji kopi setelah difermentasi dilakukan pengeringan dengan cara konvensional yaitu dijemur dibawah panas matahari hingga kadar air biji kopi (12 %). Pengeringan biji kopi yang difermentasi dengan inkubator dengan pengaduk, inkubator tanpa pengaduk dan cara konvensional dilakukan pada waktu dan lama yang sama. **Uji Kadar Air**, Kadar air biji kopi ditentukan dengan menggunakan metode gravimetri, pengeringan oven yang terkontrol pada suhu 105 °C, dan perhitungannya dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (SNI, 2008)

$$Ka = \frac{W_i - W_t}{W_i} \times 100\%$$

Uji warna biji kopi, Pengujian warna biji kopi hasil sangrai menggunakan colorimeter. Biji kopi yang telah disangrai dimasukkan di dalam wadah kemudian ditambahkan colorimeter pada biji kopi sehingga akan terbaca komponen warna $L^*a^*b^*$. Perubahan warna yang terjadi dihitung menggunakan metode *Commision Internationale de l'Eclairage* [CIE $L^*a^*b^*$] dengan rumus:

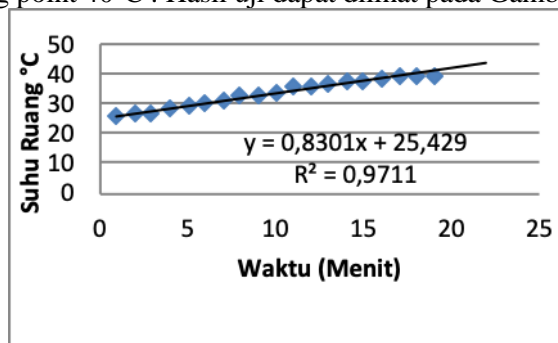
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Penyangraian Biji Kopi, Penyangraian biji kopi dilakukan dengan menggunakan alat penyangrai kopi tipe Lab, dimana suhu sangrai yang digunakan yaitu 200 °C selama 20 menit, hingga menghasilkan warna coklat kehitaman. Penggilingan biji kopi yang telah disangrai kemudian digiling untuk menghasilkan bubuk kopi yang kemudian akan dilakukan uji kualitas produk. (Alif Gita Arumasari.,2021), **Pengujian pH bubuk kopi,** Menurut Day dan Underwood (2002), pH didefinisikan sebagai logaritma aktivitas ion hidrogen (H⁺) yang terlarut. Pengujian pH larutan dilakukan dengan menggunakan alat PH-009(I)A pen type pH meter. **Alat :** Gelas ukur, Pengaduk, Timbangan, pH meter, **Bahan :** Bubuk Kopi, Akuades, **Cara kerja:** 1) Melakukan kalibrasi alat menggunakan bubuk kalibrasi; 2) Melarutkan 9 gr bubuk kopi dengan air 200ml; 3) Mencilupan elektroda pada larutan kopi dengan kedalaman sekitar 5 cm hingga alat menunjukkan ph yang tetap; 4) Mencatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter. **Analisis Total Asam Titrasi metode acidialkalimetri (Fardiaz,1992).** Total asam tertitrasi (TAT) merupakan salah satu indikator terjadinya fermentasi yang dinyatakan dalam persen asam laktat (Fauzi, 2012). **Alat :** Labu takar, Gelas Ukur , Batang pengaduk, Timbangan, Saringan. **Bahan :** Kopi bubuk, Aquades, Fenolplatein, NaOH. Titrasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH 0,1N sampai timbul menjadi warna merah muda. perhitungan total asam dapat digunakan rumus seperti dibawah ini:

$$\text{Total Asam} = \frac{MI_{NaOH} \times N_{NaOH} \times BM \times FP}{gr \text{ Sampel} \times 1000} \times 100\%$$

C. Hasil dan Pembahasan

Uji Pemanas. Uji pemanas (uji tanpa kontrol) dilakukan untuk mengetahui apakah sumber panas yang digunakan (*infrared*) dapat menaikkan suhu yang akan diterapkan pada inkubator melebihi setting point 40 °C . Hasil uji dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Pada Gambar 4.1 diatas dapat dilihat kenaikan suhu 41,50 °C melebihi setting point yang akan diterapkan 40 °C.kenaikan suhu menunjukkan R^2 0,993 mendekati 1 sehingga bisa dikatakan linear dan gain 0,76 .sehingga sistem ini membutuhkan sistem control *fuzzy logic* untuk menerapkan suhu di 40 °C selama proses fermentasi biji kopi.

Kadar Air. Uji kadar air yang dilakukan pada biji kopi yang telah dikeringkan selama 5 hari secara dengan menjemur dibawah panas matahari, hasil uji rata-rata kadar air dengan 3 kali pengulangan yaitu dengan fermentasi tanpa pengaduk 11,18% , dan fermentasi menggunakan pengaduk 11,04% dari kedua perlakuan dapat dilihat perbedaan kadar air dimana selisih fermentasi menggunakan pengaduk dan tanpa pengaduk 0,14%. Berdasarkan hasil pengamatan fermentasi menggunakan pengaduk membutuhkan waktu yang lebih rendah untuk mencapai kadar air SNI.

Uji Warna. Pengujian warna dilakukan dengan alat *colorimeter*, dimana yang diamati adalah nilai $L^* a^* b^*$ dari biji kopi, sedangkan nilai L^* yang menunjukkan tingkat kecerahan warna yang dilakukan setelah biji kopi dikeringkan secara konvensional dan hasil uji warna $L^* = \text{Chroma} / \text{intensitas warna}$ setelah fermentasi menggunakan inkubator lebih rendah dibandingkan secara konvensional sesuai dengan penelitian (Nurhaya,2021) dimana uji warna fermentasi menggunakan pengaduk nilai $L^* 33,02$ mendekati Nilai biofermentor yaitu $L^* 31,71$.

Biji Kopi sangria. Penyangraian biji kopi dilakukan dengan menggunakan alat penyangrai kopi tipe rotari, golongan penyangraian yang *diterapkan Medium roast* dimana suhu sangrai yang digunakan yaitu 200°C waktu proses penyangraian dilakukan selama 20 menit, hingga menghasilkan warna coklat kehitaman.

pH Bubuk kopi. Berdasarkan pengujian pH yang dilakukan setelah kopi dihaluskan, hasil pengamatan menunjukkan nilai pH 4,7 tanpa pengaduk dan pH 4,3 dengan menggunakan pengaduk. Nilai pH yang diperoleh ini terbentuk dari kandungan asam yang terdapat pada biji kopi yang salah satunya adalah asam laktat, sebagai salah satu indikator berhasilnya proses fermentasi. Hal ini sesuai dengan (Widyotomo et al., 2009) yang menyatakan bahwa nilai pH biji kopi dipengaruhi oleh kandungan asam biji kopi seperti asam format, asam asetat, asam oksalat, asam sitrat, asam laktat, asam malat dan asam quinat, asam ini yang berperan dalam pembentukan citarasa asam pada kopi.

Total Asam. Kopi memiliki rasa asam yang khas, dimana rasa asam tersebut dapat dideteksi pada saat kopi telah dieduh, rasa asam tersebut berasal dari kandungan asam yang terdapat pada kopi, yakni kelompok asam karboksilat diantaranya asam format, asetat, oksalat, sitrat, laktat, malat, dan asam quinat. Keasaman adalah karakteristik yang dapat menentukan tingkat kecerahan biji kopi. Biji kopi dapat dikatakan baik jika tingkat keasamannya rendah, karena jika keasaman kopi terlalu tinggi membuat cita rasa kopi menjadi tidak nikmat (Anggara and Marini, 2011). Semakin lama proses fermentasi pada biji kopi, akan menyebabkan pati pada kopi terdegradasi menjadi glukosa, kemudian glukosa bereaksi dengan asam amino dan membentuk melanidin yang merupakan komponen utama dalam proses pencoklatan yang terjadi saat penyangraian. Semakin lama fermentasi maka kopi seduh akan terasa lebih nikmat (Wilujeng and Wikandari, 2013). Berdasarkan hasil pengujian total asam pada biji kopi hasil fermentasi menggunakan inkubator terkontrol *fuzzy logic* diperoleh total asam fermentasi tanpa pengaduk 0,43% sedangkan fermentasi menggunakan pengaduk 0,53%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan inkubator kendali *fuzzy logic* total asam tertitrasi lebih tinggi, sehingga nilai pH dari kopi semakin rendah, menurut (Kasim et al., 2020) Nilai total asam tertitrasi memiliki korelasi terhadap nilai pH biji kopi, semakin tinggi nilai total asam, maka nilai pH akan semakin rendah.

D. Penutup

Berdasarkan penelitian yang dilakukan hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu berupa alat fermentasi menggunakan sistem kontrol *fuzzy logic* berbasis IoT yang dapat melakukan sistem pengontrolan suhu pada ruang inkubator secara otomatis berdasarkan set poin yang ditentukan. Hasil fermentasi biji kopi menggunakan inkubator terkontrol *fuzzy logic* mendekati mutu hasil fermentasi biofermentor, dan sesuai nilai SNI.

Daftar Pustaka

- Alif Gita Arumasari, Rayessa S, Siti R, Wulandari S. 2021. Analisis Roasting Pada Biji Kopi. Institut Sains dan Teknologi AL-Kama. Kebun Jeruk, Jakarta Barat, DKI Jakarta, Indonesia
- Anggara, A. and Marini, S. 2011 Kopi Si Hitam Menguntungkan Budi Daya dan Pemasaran. Yogyakarta: Cahaya Atma Pustaka.
- Day, R. A. dan Underwood, A. L. 2002. *Analisa Kimia Kuantitatif, Edisi Keenam*, Alih Bahasa oleh Dr. Ir. Iis Sopyan, M. Eng. : Penerbit Erlangga Jakarta

- Fauzi, Muhammad .2008. *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Biji Kopi Luwak (Civet Coffe)* .Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
- Kasim, S. et al. 2020 ‘Penurunan Kadar Asam dalam Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dari Desa Rantebua Kabupaten Toraja Utara dengan Teknik Pemanasan’, KOVALEN: Jurnal Riset Kimia, 6(2), pp. 118–125. doi: 10.22487/kovalen.2020.v6.i2.15133.
- Kusmiah N, Abdul Waris dan Ishak Manggarabani 2017. *Perancangan Prototipe Fermentor Kopi Berbasis Fuzzy Logic Digital*. Program Studi Agribisnis, Fakultas Ilmu Pertanian, Universitas Al Asyriah Mandar, Polewali Mamasa, Sulawesi
- Ramanda, E., Hasyim, A. I., Lestari, D. A. H.2016. *Analisis Daya Saing dan Mutu Kopi di Kecamatan Sumberjaya Kabupaten Lampung Barat*. JIIA, 4 (3): 253–261
- Widyotomo, Sukrisno, S. Mulato, H. K. Purwadaria dan A. M. Syarief. 2009. Karakteristik Proses Dekafeinasi Kopi Robusta dan Reaktor Kolom Tunggal dengan Pelarut Etil Asetat. Available from: <http://www.isjd.pdii.lipi.go.id>.
- Wilujeng, A. A. T. and Wikandari, P. R. (2013) ‘Pengaruh lama fermentasi kopi arabika (*coffea arabica*) dengan bakteri asam laktat *lactobacillus plantarum* b1765 terhadap mutu produk’, UNESA Journal of Chemistry, 2(3), pp. 1–10.