



Aplikasi Metode Taguchi untuk mengetahui Kualitas Kopi Sangrai Liberika berdasarkan Parameter Peyangraian

Roni Novison¹, Rianda Dwi Sapta²

¹Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Caltex Riau, email: roni@pcr.ac.id

²Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Caltex Riau, email: roni@pcr.ac.id riandadwisapta@alumni.pcr.ac.id

Abstrak

Sekarang masih terdapat beberapa proses dalam peyangraian kopi yang masih menggunakan cara tradisional menggunakan wajan terbuat dari besi, jadi butuh waktu lama dalam menyangraikannya dan juga kurang efisien karena panas yang dihasilkan kurang merata. Salah satu proses yang dilakukan untuk mempermudah proses peyangraian ini yaitu dengan membuat mesin peyangrai kopi menggunakan heater dan motor bertenaga listrik. Heater ini berfungsi untuk memanaskan ruang peyangraian sehingga panas yang didapat merata diseluruh ruang peyangraian. Juga ditambah pengaturan dalam suhu dan kecepatan motor sehingga cita rasa pada kopi lebih nikmat. Dalam proses peyangraian ini menggunakan metode taguchi agar pengambilan data lebih efisien dengan 9 kali percobaan bervariasi dimana suhu peyangraian sebesar 240°C, 250°C dan 260°C. Waktu sangrai menggunakan 30, 40 dan 50 menit. Kecepatan peyangraian di 20 RPM, 40 RPM dan 60 RPM. Daya listrik yang digunakan dalam proses peyangraian sebesar 296,96 watt, laju perpindahan kalor sebesar 288,96 J/s. Kalor (Q) sebesar 494,016 dan energi 475.200 Joule. Dimana berdasarkan nilai SN ratio variabel 260°C, waktu peyangraian 60 menit dan kecepatan peyangraian 60 RPM menempati peyangraian terbaik pada pengurangan kadar air dan tingkat keasaman (pH).

Kata kunci: Peyangraian kopi, heater, motor DC, Taguchi, SN Ratio

Abstract

Currently there are still several processes in coffee roasting that still use the traditional way of using a pan made of iron, so it took a long time to roast it and is also less efficient because of the uneven heat generated. One of the processes carried out to simplify the roasting process is by making a coffee roaster using a heater and an electric motor. This heater serves to heat the roasting room so that the heat obtained is evenly distributed throughout the roasting room. Also added is the setting in temperature and motor speed so that the taste of the coffee is more delicious. In this roasting process using the taguchi method so that data retrieval is more efficient with 9 variable experiments where the roasting temperature is 240 °C, 250 °C and 260 °C. Roasting time used is 30, 40 and 50 minutes. Roasting speed at 20 RPM, 40 RPM and 60 RPM. The power electricity used in the process of roasting is 296,96 watt, the calorocity rate of the calor 288,96 J/s. heat (Q) 494,016 and energy 475.200 joule. Where based on the variable SN ratio value of 260 °C, the frying time of 60 minutes and the roasting speed of 60 RPM occupy the best roasting at reducing water content and acidity (pH)

Keywords: Roasting Coffee, heater, DC Motor, Taguchi, SN Ratio

Pendahuluan

Sektor pertanian merupakan sektor penting untuk pertumbuhan ekonomi Indonesia. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa populasi tertentu bergantung pada sektor pertanian. Sebagai contoh yaitu pada sektor kopi. Kopi Indonesia adalah kopi yang tumbuh dan diekspor dari Indonesia dengan output sebesar 648 ribu Ton, kedua menyusul Brazil, Vietnam dan Kolombia, peringkat keempat dunia. [1].

Pada dasarnya hanya ada tiga jenis biji kopi yang ditanam di Indonesia yaitu Arabica, Robusta dan Liberica. Namun pada topik pembahasan kali ini saya akan membahas tentang kopi liberika, khususnya di daerah Meranti, Riau. Menurut informasi dari pengurus Rangsang Meranti Al Amin, Persatuan Komunitas Kopi Liberika (LMPK), Perkebunan Kopi Liberica di Desa Brapat, Jeddah saat ini luasnya mencapai 775 hektar, dan anggota organisasi tersebut terdiri dari beberapa desa. di subarea Rangsang Pesisir dengan luas 100.000 hektar [1]. Kopi Liberika asli meranti ini banyak diminati oleh luar negeri khususnya malaysia. Pasar Malaysia menguasai hingga 90% kopi Liberika Meranti, sementara hanya 10% yang menembus pasar lokal. Pada tahun 2016, volume ekspor kopi Liberika Meranti ke Malaysia sebesar 71 ton dalam bentuk kacang hijau atau setara dengan 800 ton buah segar. [2].

Setiap biji kopi ini mempunyai cita rasa yang berbeda. Faktor yang mempengaruhi cita rasa kopi yaitu pada varietas biji kopi, wilayah penanaman kopi, proses panen, fermentasi dan penyangraian. Penelitian akan membahas tentang penyangraian. Penyangraian adalah salah satu tahap penting dalam pengolahan kopi. Cita rasa kopi berperan besar dalam proses penyangraian. Faktor yang mempengaruhi mutu penyangraian kopi antara lain jenis kopi (kopi liberika Meranti, Riau), skill operator, kecepatan penyangraian biji kopi pada ruang penyangraian, suhu ruang penyangrai, dan sumber panas/api yang digunakan [7].

Kebanyakan pada daerah khususnya meranti masih banyak menggunakan tungku api sebagai sumber pemanas sehingga hasil penyangraian kurang merata. Oleh sebab itu pada penelitian ini menggunakan sumber pemanas dan pengatur kecepatan yang menggunakan listrik sehingga proses penyangraian lebih merata dan efisien. Disertai dengan bahan stainless steel 304 yang sudah lulus standar food grade sehingga proses penyangraian lebih merata dan efisien.

Pada proses penyangraian biji kopi ini pastinya memiliki beberapa pengujian untuk mengetahui kualitas sangrai yang dihasilkan pada biji kopi dengan parameter yang telah ditentukan. Hal ini akan banyak biaya jika hasil pengujian tidak sesuai dengan diekspetasikan. Maka digunakanlah metode Taguchi untuk menekan biaya yang dibutuhkan untuk percobaan.

1. Landasan Teori

1.1 Penelitian terdahulu

Pada penelitian [1] Metode yang digunakan yaitu menggunakan mesin penyangrai kopi berbentuk silinder dengan kapasitas 5kg yang menggunakan rantai untuk mentransfer tenaga dari motor ke ruang penyangrai. Pada Mesin penyangrai Kopi ini menggunakan motor DC 0,09 hp dengan kecepatan 180 Rpm, mampu menyangrai kopi pada suhu 200°C.

Pada penelitian [2] alat pemanggang biji kopi yang terbuat dari pelat baja tahan karat sebagai bahan utama digunakan sebagai penggorengan. Wadah penggorengan berbentuk silinder. Mesin blender kopi ini terbuat dari spiral stainless steel dan terletak di tengah-tengah silinder Sebagai sumber pemanas, dan juga menggunakan tungku gas dan diletakkan di bagian bawah silinder. Pada pengujian pertama Volume material 20 kg, waktu tempuh 70 menit, dan kapasitas 17,14 kg/jam. Pada pengujian kedua dengan bahan yang sama 20kg membutuhkan

waktu 50 menit dengan kapasitas 24kg/jam. Pada pengujian ketiga memiliki kapasitas terbesar yaitu 28.97kg/jam dengan jumlah bahan pengujian 16.9kg membutuhkan waktu 35 menit.

Pada penelitian yang telah dilakukan [3] metode penelitiannya menggunakan 100 gram biji kopi yang telah dikeringkan diTempatkan di loyang. Pemanggangan selama 12 menit dengan perubahan suhu 160, 180, 200 dan 220°C. Ukur suhu permukaan dan suhu material setiap 2 menit. Selain itu, dapatkan sampel untuk setiap interval waktu. Kadar air diukur dengan analisis gravimetri, yaitu kopi disangrai 5 gram pada suhu 105°C selama 24 jam. Gunakan penganalisis tekstur umum untuk uji kekerasan dan colorimeter untuk uji warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pemanggangan berpengaruh terhadap perubahan kinerja mekanik kopi. Temperatur pemanggangan terkecil adalah 180°C, dan pemanggangan pada 200°C selama 12 Menit diketahui pemanggangan yang terbaik.

Pada penelitian yang dilakukan [4] faktor yang mempengaruhi dari karakteristik aroma kopi adalah suhu, waktu, kadar air dan putaran.

1.2 Motor induksi

Motor DC merupakan motor yang menghasilkan tegangan DC untuk bekerja. Seperti namanya motor DC atau motor DC menghasilkan arus searah dan secara tidak langsung / searah satu arah. Motor DC digunakan dalam aplikasi khusus yang memerlukan torsi awal tinggi atau akselerasi konstan dalam kisaran kecepatan yang lebih besar. Prinsip kerja motor AC.

1.3 Prinsip kerja motor DC

Prinsipnya penggunaan motor DC menggunakan elektromagnetik untuk digerakkan, saat aliran dialirkan ke arah kumparan, permukaan kumparan utara akan bergerak menuju kutub selatan magnet, dan kumparan selatan akan bergerak menuju kutub utara. Saat kedua kutub kumparan saling bertemu terjadi tarikan timbal balik, Ini akan menyebabkan kumparan berhenti bergerak

1.4 Heater

Pemanasan listrik biasanya Ini banyak digunakan pada zaman sekarang, Baik di rumah maupun di peralatan didunia perindustrian. Bentuk dan jenis elemen pemanas listrik berbeda-beda sesuai dengan fungsinya, lokasi pemasangan dan media yang akan dihubungkan.

1.5 Coupling

Kopling digunakan untuk menyambungkan dua buah poros pada kedua ujungnya sehingga mengirimkan tenaga pada yang bersifat mekanis. Kopling juga tidak memungkinkan terpisahnya antara dua poros ketika bekerja, namun sekarang torsinya dibatasi, sehingga ketika batas torsi terlewat, mereka dapat tergelincir atau putus.

1.6 Glasswool

Glasswool adalah bahan insulasi panas yang terbuat dari fiber glass, yang dapat memiliki tekstur wool / wool setelah melalui proses tertentu.

1.7 Thermokopel

Termokopel adalah salah satu sensor suhu paling banyak digunakan, biasanya dipakai pada banyak rangkaian atau alat listrik dan elektronik berhubungan pada suhu. Keunggulan yang membuat termokopel banyak digunakan adalah responsnya cepat pada perubahan suhu dengan rentang suhu pengoperasian yang luas dari -200°C sampai 2000°C dengan respon yang

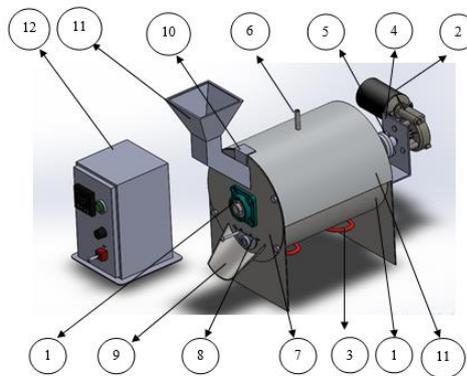
cepat dan kisaran temperatur yang beragam, termokopel memiliki ketahanan pada guncangan / getaran sehingga mudah digunakan.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Perancangan mesin Penyangrai Kopi

Perancangan merupakan tahap awal dari suatu proses pembuatan dan pengerjaan alat atau mesin guna mempermudah atau memperlancar proses pembuatannya. Begitu juga dalam proses pengerjaan mesin penyangrai kopi ini, perancangan menjadi bagian utama yang sangat menentukan hasil jadi keseluruhan alat ini. Perancangan dan pembuatan sistem ini meliputi :

- a) perancangan mesin penyangrai kopi
- b) perancangan ruang penyangraian

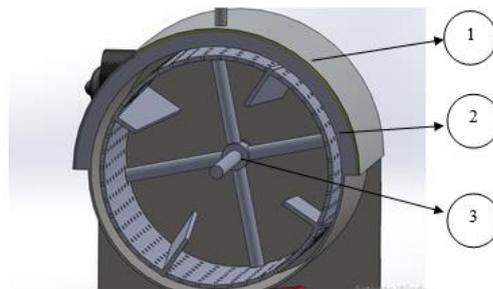


Gambar 3. 1 Desain Mesin Penyangrai Kopi

Keterangan :

1. Ruang penyangraian biji kopi
2. Motor DC
3. Heater
4. Dudukan motor DC
5. *Coupling*
6. Corong keluaran asap
7. Body depan ruang mesin penyangraian
8. Pintu keluaran biji kopi
9. Jalur keluaran biji kopi
10. Tutup Hopper
11. Hopper
12. Box panel control
13. Insulator (glasswool)

Perancangan desain pada mesin penyangrai kopi dalam proyek akhir ini memiliki rangka yang dibuat dari Stainless Steel 304 yang sudah food grade dengan tebal 2mm sepanjang 25cm yang digunakan sebagai Body dari ruang penyangraian. Mesin ini mempunyai dimensi keseluruhan dengan panjang 35cm, lebar 24cm dan tinggi 53cm. Untuk lapisan pelindung dari ruang penyangraian terdiri dari 3 lapisan. Pada lapisan luar menggunakan plat alumunium dengan ketebalan 1mm sebagai pelapis Glasswool. pada lapisan tengah terdapat glasswool dengan ketebalan 68.91mm yang mengelingi seluruh dinding ruang penyangraian. Kemudian pada lapisan ke tiga terdapat tabung penyangrai sepanjang 25 cm dengan lebar 20cm dimana tempat biji kopi disangrai di dalamnya.



Gambar 3. 2 Desain Ruang Peyangrai Kopi

Keterangan :

1. Lapisan Alumunium
2. Glasswool
3. Poros penggerak tabung penyangraian

Pada bagian terluar terdapat lapisan plat alumunium dengan tebal 1mm untuk melapisi Glasswool agar tertutup rapat. Pada bagian kedua terdapat glasswool yang berfungsi untuk menahan panas pada ruang penyangraian agar berkurangnya Heat loss. Bagian ruang penyangraian kopi ini memiliki panjang 25 cm dan lebar 20 cm. pada mesin penyangrai ini terdapat 2 buah heater yang berfungsi untuk memanaskan ruang penyangraian pada suhu yang sudah diatur. Lalu pada tabung penyangraian dimana proses penyangraian berlangsung dengan cara berputarnya tabung penyangrai pada kecepatan yang sudah diatur. Fungsi dari lubang kecil berdiameter 3 mm yang terdapat pada tabung penyangrai yaitu agar asap pada ruang penyangraian keluar melalui corong keluaran asap. Dan juga terdapat poros penggerak tabung penyangraian yang menggerakkan tabung penyangrai.

2.1.1 Perhitungan Torsi pada Motor

Pada perhitungan awal maka direncanakan perhitungan torsi dan putaran mesin pada mesin penyangrai biji kopi liberika :

Diketahui :

$$F = 16 \text{ kg} \quad L = 6 \text{ cm}$$

Ditanya:

$$T = ?$$

$$\text{Dijawab : } T = F \times L$$

$$T = 16 \text{ kg} \times 6 \text{ cm}$$

Maka didapatkan torsi yaitu sebesar 96 kg.cm

$$\text{Maka diubah ke N.m dengan cara : } \frac{96 \text{ kg.cm}}{100}$$

$$= 0,96 \text{ kg.m} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,4143 \text{ N.m}$$

2.1.2 Perhitungan Daya dan Pemilihan Motor

Penulis merancang kecepatan putar mesin penyangrai kopi sebesar 60 rpm. Maka untuk mengetahui besar nilai torsi motor DC yang digunakan yaitu :

$$\omega = 60 \text{ (rpm)} = 6,2831 \text{ rad/s}$$

$$T = 96 \text{ (kg.cm)} = 9,4143 \text{ N.m}$$

Setelah diketahui nilai T dan ω maka dicari nilai P (Daya motor) :

$$P = ?$$

$$P = T \cdot \omega$$

$$P = 9,4143 \text{ N.m} \times 6,2831 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$P = 9,4143 \text{ N.m} \times 6,2831 = \frac{59,13 \text{ watt}}{750 \text{ watt/hp}}$$

$$= 0,07 \text{ HP}$$

Jika efisiensi transmisi yang dibutuhkan sebesar 88% maka daya yang dibutuhkan pada mesin penyangrai adalah :

$$P = \left(\frac{88}{100}\right) 59,13 \text{ Watt} = 52,03 \text{ Watt}$$

Jika efisiensi Motor DC sudah didapatkan maka selanjutnya pemilihan motor DC yang sesuai pada karakter mesin.

2.1.3 Pemilihan Motor DC

Jika putaran mesin yang diinginkan sebesar 60 rpm dan tenaga yang dibutuhkan sebesar 0,08 hp. Maka spesifikasi motor DC Wiper yang dipilih adalah 0,09 hp, tenaga 24 volt, dan kecepatan 180 rpm.

Spesifikasi	
Size Motor	Diameter 60 mm
Voltage	24 V
Output Power	70 W / 0,09 HP
No load speed	180 Rpm
No load current	$\leq 1.5 \text{ A}$
Nominal Torque	$\leq 4.0 \text{ Nm}$

Tabel 3. 1 Spesifikasi Motor DC

Jika kecepatan yang dibutuhkan adalah 60 RPM dan kecepatan motor sebesar 180 rpm maka rasio reduksi $60/180 = 0.33333333$ dibulatkan menjadi $0.3 = 3/10$ atau 1: 3, maka kecepatan motor :

$$n \text{ (terpasang)} = 180 \text{ rpm} \times \left(\frac{1}{3}\right) = 60 \text{ rpm}$$

2.1.4 Perhitungan Perpindahan Kalor Konduksi pada Ruang Penyangrai

Material	Temperature °C	Thermal Conductivity W / (m.K)	Temperature °F	Thermal Conductivity Btu / (hr.ft.°F)
	35	14.0	95	8.08
SS ANSI 304	100	15.0	212	8.69
	900	28.0	1652	16.2

Gambar 3.3 Thermal Conductivity Of Metal And Alloy (neutrium net)

Pada tabel tersebut tidak terdapat *Thermal Conductivity* pada suhu 260°C. Maka dilakukan interpolasi :

$$\frac{900 - 100}{200 - 100} = \frac{28.0 - 15.0}{k - 15.0}$$

$$\frac{200}{100} = \frac{13}{k - 15.0}$$

$$200 k - 3000 = 1300$$

$$200 k = 1300 + 3000$$

$$k = 21.5 \text{ w/m.K}$$

Maka didapat nilai thermal konduktivitas dari SS ANSI 304 pada suhu 260°C yaitu 21,5 W/m.K. Setelah didapat nilainya, maka dapat dihitung ketebalan minimum bahan isolasi dan rugi energi panas per satuan panjang pipa.

3.6.5 Ketebalan Minimum Bahan Isolasi

Pada perhitungan ini didapat bahwa suhu panas pada ruang penyangraian sebesar 260°C. dialirkan kelapisan luar ruang penyangraian. Pada ruang penyangraian yang digunakan mempunyai diameter dalam 198 mm dan diameter luar 200 mm dengan tebal dinding 2 mm. Dengan modulus elastisas ($K_{\text{ruang penyangraian}} = 21,5 \text{ W/m.K}$) mempunyai isolasi penahan panas berbahan Glasswool. Bahan insulasi dilapisi dengan plat aluminium tipis dengan emisivitas $\epsilon = 0,20$, dan ketebalan lapisan insulasi adalah (lapisan insulasi = 0,04 W / m.K). Suhu di lingkungan penyangraian adalah 27°C. Diasumsikan bahwa suhu permukaan bagian Suhu di dalam pipa sama dengan suhu steam dan koefisien konveksi dinding luar baja tahan karat adalah 6 W / m. K. Maka dapat disederhanakan sebagai berikut :

$$T_{\text{Lingkungan}} = 27 + 273 = 300^{\circ}\text{K}$$

$$T_{\text{Aluminium}} = 50^{\circ}\text{C} + 273 = 323^{\circ}\text{K}$$

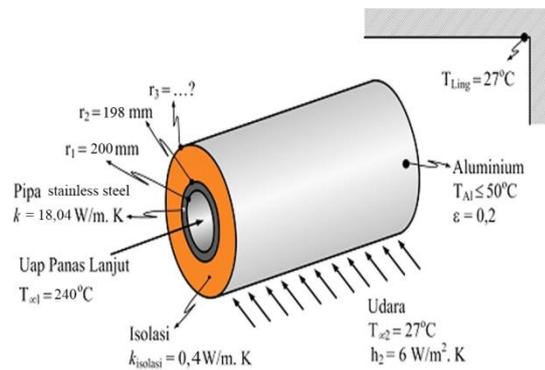
$$T^{\infty 1} = 220^{\circ}\text{C} + 273 = 493^{\circ}\text{K}$$

$$T^{\infty 2} = 27^{\circ}\text{C} + 273 = 300^{\circ}\text{K}$$

$$h^2 = 6 \text{ W/m}^2.\text{K}$$

$$k_{\text{ruang peyangrai}} = 21.5 \text{ W/m.K}$$

$$k_{\text{isolasi}} = 0,04 \text{ W/m.}$$



Gambar 3. 4 Skematik ruang penyangrai

Berdasarkan Gambar 3. 4 maka dapat ditentukan persamaan keseimbangan energy pada bagian sisi luar plat aluminium:

$$q_{konduksi} = q_{konveksi} + q_{radiasi} \dots \quad (a)$$

dimana :

$$q_{konduksi} = \frac{T_{\infty 1} - T_{Al}}{R_{pipa} + R_{isolasi}}$$

$$= \dots (b)$$

$$\frac{T_{\infty 1} - T_{Al}}{\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi K_{pipa}} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_1}\right)}{2\pi K_{isolasi}}}$$

$$q_{konveksi} = h_2 A_{s, Al} (T_{Al} - T_{\infty 2}) = h_2 \times 2\pi r_3 (T_{Al} - T_{\infty 2}) \dots (c)$$

$$q_{radiasi} = A_{s, Al} \times \varepsilon \sigma (T_{Al}^4 - T_{\infty 2}^4) = 2\pi r_3 \times \varepsilon \sigma (T_{Al}^4 - T_{\infty 2}^4) \dots (d)$$

Substitusikan persamaan (b), (c) dan (d) ke persamaan (a), maka :

$$\frac{T_{\infty 1} - T_{Al}}{\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi K_{pipa}} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_1}\right)}{2\pi K_{isolasi}}}$$

$$= h_2 2\pi r_3 (T_{Al} - T_{\infty 2}) + 2\pi r_3 \times \varepsilon \sigma (T_{Al}^4 - T_{\infty 2}^4)$$

atau

$$\frac{2\pi (T_{\infty 1} - T_{Al})}{\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi K_{pipa}} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_1}\right)}{2\pi K_{isolasi}}}$$

$$= 2\pi r_3 \times [h_2 \times (T_{Al} - T_{\infty 2}) + \varepsilon \sigma (T_{Al}^4 - T_{\infty 2}^4)]$$

dan

$$\frac{2\pi (493 - 323)}{\frac{\ln\left(\frac{0,2}{0,198}\right)}{21,5} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{0,2}\right)}{0,04}}$$

$$= 2\pi r_3 \times [h_2 \times (T_{Al} - T_{\infty 2}) + \varepsilon \sigma (T_{Al}^4 - T_{\infty 2}^4)] + 0,2 \times 5,67 \times 10^{-8} (323^4 - 304^4)$$

atau

$$1.067,6 - 28,11462152 = 866,64 r_3 (5,5711 \times 10^{-4} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{0,18}\right)}{0,1})$$

Persamaan masalah tersebut dapat diselesaikan dengan proses trial and error, batas kesalahan maksimum 10-5, diperoleh hasil: $r_3 = 0,26589$ m, dan tebal lapisan isolasi adalah:

$$f_{isolasi} = r_3 \times r_2 = 0,26589 \times 0,2 = 0,06891 \text{ m} = 68,91 \text{ mm}$$

Jadi konduktivitas termal dapat ditentukan dengan rumus berikut (b):

$q_{konduksi}$

$$\frac{2\pi (493 - 323)}{\frac{\ln\left(\frac{0,2}{0,198}\right)}{2\pi \times 21,5} + \frac{\ln\left(\frac{0,265893}{0,2}\right)}{2\pi \times 0,04}}$$

$$= 147,7178291 \text{ W/m}$$

• Daya Listrik

Untuk mencari Daya listrik maka diketahui:

- $m = 1$ kg biji kopi liberika
- Kalor jenis biji kopi (c) = 1929 J/kg.°C
- $t = 50$ menit = 1500 s
- $T_1 = 28$ °C
- $T_2 = 260$ °C

Maka :

$$P \times t = m \times c \times \Delta T$$

$$P \times 1500 \text{ s} = 1 \times 1929 \text{ J/kg.}^\circ\text{C} \times (260^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C})$$

$$P \times 1500 \text{ s} = 1929 \text{ J/kg.}^\circ\text{C} \times 232^\circ\text{C}$$

$$P = 1,28 \times 232^\circ\text{C}$$

$$P = 296,96 \text{ watt}$$

• Laju perpindahan kalor

Diketahui :

- Thermal conductivity SS ANSI 304 di 260°C = 21,5 W/m.K
- $P = 35$ cm = 350 mm
- $L = 20$ cm = 200 mm
- Suhu yang diinginkan = 260°C = 493,15 W/m.K

- Suhu Minimal = $28^{\circ}\text{C} = 301,15^{\circ}\text{K}$
- Massa ruang penyangraian = 5 kg
- Kalor jenis SS ANSI 304 = $0,5146 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$

Maka :

$$H = h \times A \times \Delta T$$

$$H = 21,5 \text{ W/m.K} \times (350\text{mm} \times 200\text{mm}) \times (493,15 - 301,15^{\circ}\text{K})$$

$$H = 21,5 \text{ W/m.K} \times 0,07 \text{ m}^2 \times 192^{\circ}\text{K}$$

$$H = 288,96 \text{ J/s}$$

- Kalor (Q)

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q = 5 \text{ kg} \times 0,5146 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}\text{C} \times 192^{\circ}\text{K}$$

$$Q = 494,016 \text{ Joule}$$

- Energi (E)

Diketahui :

- $V = 24 \text{ volt}$
- $I = 13,2 \text{ A}$
- $t = 50 \text{ menit} = 1500\text{s}$

maka :

$$W = V \times I \times t$$

$$W = 475.200 \text{ joule}$$

2.1.5 Menentukan optimasi terbaik pada proses penyangraian kopi menggunakan metode Taguchi

Pada proses penyangraian terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kualitas pada kopi. Salah satunya yaitu suhu, waktu penyangraian dan kecepatan penyangraian. Untuk parameter yang dicari pada proses penyangraian yaitu kadar air pada biji kopi. Maka dari itu digunakanlah metode taguchi ini untuk mengetahui optimasi terbaik pada proses penyangraian pada mesin penyangraian tersebut. Maka proses awal yang dilakukan yaitu menentukan faktor - faktor pada proses penyangraian sebagai berikut :

Menentukan jumlah level setiap parameter

1. Suhu penyangraian : 240, 250 dan 260°C .
2. Kecepatan penyangraian : 20, 40 dan 60 RPM
3. Waktu penyangraian : 30, 40 dan 50 menit

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang hasil biji kopi yang disangrai dari mesin penyangrai biji kopi liberikayang telah dibuat. Hasil yang akan dilihat berupa suhu, waktu dan kecepatan penyangraian yang tepat pada mesin penyangrai biji kopi. Pada gambar diibawah ini merupakan hasil dari pembuatan mesin penyangrai biji kopi berbasis tenaga Heater.



Gambar 4. 1 Mesin Penyangrai Biji Kopi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Bukhori Thomas Edvan (2017) dimana dilakukan proses penyangraian biji kopi dengan variasi 3 suhu yaitu 190°C, 200°C dan 210°C. Waktu penyangraian yang digunakan yaitu 10 menit, 16 menit dan 22 menit disimpulkan bahwa suhu penyangraian 190°C dalam waktu 10 menit merupakan hasil terbaik dari penyangraian biji kopi. Maka berdasarkan hasil analisa tersebut penulis mencari karakteristik pada mesin penyangrai biji kopi yang telah dibuat. Maka dilakukan percobaan pertama seperti terlihat pada Gambar 4. 2 :



Gambar 4. 2 Hasil Percobaan Pertama

Seperti pada Gambar 4. 2 Proses penyangraian yang telah dilakukan yaitu pada suhu 220°C dengan waktu 12 menit. Namun pada mesin yang telah dibuat menghasilkan karakter kopi yang masih mentah sehingga kopi tidak termasuk dalam karakteristik yang diinginkan yaitu pada dark roast. Maka dilakukan percobaan kedua dengan suhu 220°C dalam waktu 30 menit dan menghasilkan biji kopi seperti pada Gambar 4. 3 :



Gambar 4. 3 Hasil Percobaan Kedua

Seperti pada Gambar 4. 3 Biji kopi liberika yang telah disangrai menghasilkan biji kopi berkarakter *light roast* dan masih jauh untuk mendapatkan dark roast sehingga penyangraian pada suhu 220°C dalam waktu 30 menit dinyatakan masih belum memenuhi karakteristik pada mesin penyangrai biji kopi. sehingga dinaikkan suhu dan waktu penyangraian pada 250°C dan waktu 50 menit sehingga menghasilkan biji kopi yang diinginkan seperti pada Gambar 4. 4 :



Gambar 4. 4 Hasil Percobaan Ketiga

Maka setelah didapatkan hasil yang sesuai dengan karakteristik mesin penyangrai biji kopi yang telah dibuat yaitu suhu 250°C dalam waktu 50 menit dengan putaran 40 RPM merupakan parameter terbaik untuk mesin ini. Maka pada percobaan berikutnya dilakukan dengan mendekati range yaitu pada suhu 240°C, 250°C, 260°C. Kecepatan penyangraian 20 RPM, 40 RPM, 60 RPM dan waktu penyangraian 30, 40 dan 50 menit.

3. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Aplikasi Metode Taguchi Untuk Mengetahui Kualitas Kopi Sangrai Liberika Berdasarkan Parameter Penyangraian yaitu:

- 1) Penurunan persentase kadar air terbaik pada penggunaan suhu penyangraian 260°C, kecepatan penyangraian 60 RPM dan lama penyangraian 50 menit.
- 2) Suhu penyangraian memberikan pengaruh terbesar dalam penurunan kadar air pada biji kopi.
- 3) SN ratio penurunan kadar air pada biji kopi sangrai liberika yaitu suhu penyangraian delta 1,993, kecepatan penyangraian delta 1,214, dan waktu penyangraian delta 1,623.
- 4) Tingkat keasaman (pH) terbaik saat penyangraian kopi pada suhu penyangraian 260°C, kecepatan penyangraian 60 RPM dan lama penyangraian 50 menit.
- 5) Suhu penyangraian memberikan pengaruh terbesar dalam tingkat keasaman (pH) pada biji kopi.
- 6) SN ratio tingkat keasaman (pH) pada biji kopi sangrai liberika yaitu suhu penyangraian delta 0,62, kecepatan penyangraian delta 0,08 dan waktu penyangraian delta 0,24.
- 7) Tingkat warna (RGB) terbaik pada penggunaan suhu penyangraian 240°C, kecepatan penyangraian 40 RPM dan lama penyangraian 40 menit.
- 8) Waktu penyangraian memberikan pengaruh terbesar dalam tingkat warna (RGB) pada biji kopi.
- 9) SN ratio tingkat warna (RGB) pada biji kopi sangrai liberika yaitu suhu penyangraian delta 4,70, kecepatan penyangraian delta 1,31 dan waktu penyangraian delta 9,46.
- 10) Daya listrik yang digunakan untuk memanaskan biji kopi sebanyak 1 kg pada suhu 260°C yaitu sebesar 296,96 watt.
- 11) Laju perpindahan kalor pada mesin penyangrai biji kopi liberika yaitu sebesar 288,96 J/s.
- 12) Kalor (Q) pada mesin penyangrai biji kopi liberika yaitu sebesar 494,016 joule.
- 13) Energi yang dihasilkan pada mesin penyangrai biji kopi liberika yaitu 475.200 joule.

Daftar Pustaka

- [1] M. Penyangrai, K. Semi, O. Dengan, and K. Kg, "C sampai dengan 250," vol. 02, pp. 40–46, 2015.
- [2] I. Sofi'i, "Rancang Bangun Mesin Penyangrai Kopi dengan Pengaduk Berputar," *J. Ilm. Tek. Pertan. Politek. Negeri Lampung*, vol. 6, no. April, pp. 34–45, 2014.

- [3] N. Joko, J. Lumbanbatu, and R. Sri, "Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik-Mekanis Biji Kopi Robusta," *Semin. Nas. dan Gelar Teknol. PERTETA*, vol. 6, no. 2006, pp. 217–225, 2009.
- [4] Firman Ridwan dan Roni Novison, "*Characterization of Roasted Coffe Aroma by Optimizing Roasters Parameters*," *Borneo Journal of Resource and Technology* (2018), 8(1): 23-29, 2018.