



**RANCANG BANGUN ALAT FERMENTOR KOPI  
TERKENDALI MENGGUNAKAN PEMANAS  
ELEKTRIK TIPE *BAND HEATER***

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Mohammad Ikhsan Sodri  
NIM 141710201097**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**RANCANG BANGUN ALAT FERMENTOR KOPI  
TERKENDALI MENGGUNAKAN PEMANAS  
ELEKTRIK TIPE *BAND HEATER***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

**Oleh**

**Mohammad Ikhsan Sodri  
NIM 141710201097**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, puji syukur kehadiratNya yang telah memudahkan segala urusan, semoga rahmat dan hidayah selalu mengiringi setiap langkah hamba dan berilah ampunan atas segala dosa hamba;
2. Rosulullah SAW, yang telah membimbing dan memperjuangkan umat manusia menjadi khalifah di bumi serta menjadi teladan untuk mencapai kebahagiaan di dunia maupun akhirat;
3. Orang tua tercinta, Slamet Riyadi dan Rodiyah yang telah mendidik dan membimbing saya dalam kehidupan sehari-hari. Serta panjatan doa dan restu yang selalu saya harapkan agar mendapatkan keberkahan dan kemuliaan dalam hidup;
4. Almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

## MOTO

*“(Ibrahim Berdoa), “Ya Tuhanku, berikanlah kepadaku ilmu dan masukanlah aku ke dalam golongan orang-orang yang saleh.”*

**(Terjemahan Q.S Asy-Syu’ara’: 83)**

*“Janganlah kamu menyesali terhadap kegagalan yang telah kamu alami dan janganlah terlalu gembira terhadap kesuksesan yang telah kamu capai, Allah tidaklah menyukai orang sombong dan bersikap angkuh.”*

**(QS Al Hadid: 23)**

*“Dari Anas Ra bahwa Rosulullah SAW bersabda, barang siapa yang keluar untuk menuntut ilmu, maka ia berada di jalan Allah sampai ia kembali.”*

**(HR. At-Tirmidzi no. 2647 )**

*“Bermimpilah setinggi langit! Jika kamu gagal, kamu akan jatuh diantara bintang-bintang.”*

**(Soekarno)**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Mohammad Ikhsan Sodri

NIM : 141710201097

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Rancang Bangun Alat Fermentor Kopi Terkendali Menggunakan Pemanas Elektrik Tipe *Band Heater*” adalah benar - benar hasil karya sendiri, kecuali dalam kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Agustus 2018

Yang menyatakan,

Mohammad Ikhsan Sodri  
NIM 141710201097

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN ALAT FERMENTOR KOPI  
TERKENDALI MENGGUNAKAN PEMANAS  
ELEKTRIK TIPE *BAND HEATER***

**Oleh**

**Mohammad Ikhsan Sodri  
NIM 141710201097**

**Pembimbing:**

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Rancang Bangun Alat Fermentor Kopi Terkendali Menggunakan Pemanas Elektrik Tipe *Band Heater*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, : Selasa

Tanggal : 16 Oktober 2018

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil.  
NIP. 196412311989021040

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.  
NIP. 196809231994031009

Tim Penguji

Ketua,

Anggota

Ir. Tasliman, M.Eng.  
NIP. 196208051993021002

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M. Eng., Ph.D.  
NIP. 198410082008121002

Mengesahkan:

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.  
NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**Rancang Bangun Alat Fermentor Kopi Terkendali Menggunakan Pemanas Elektrik (Tipe *Band Heater*);** Mohammad Ikhsan Sodri; 141710201097; 2018; 44 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Indonesia mempunyai potensi untuk mengembangkan industri pengolahan kopi dengan mutu yang baik. Salah satu proses pengolahan kopi yang sangat menentukan mutu kopi yaitu fermentasi. Fermentasi yang dilakukan oleh petani kopi pada umumnya menggunakan bak/kolam. Hal tersebut mengakibatkan proses fermentasi yang kurang baik, memerlukan waktu cukup lama, dan suhu tidak dapat dikendalikan. Diperlukan alternatif teknologi untuk mendapatkan kualitas kopi yang baik. Alat fermentor kopi menggunakan pemanas elektrik (tipe *band heater*) merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan mutu kopi yang baik. Waktu penelitian dimulai bulan Februari hingga Mei 2018. Tempat Penelitian dilakukan di Bengkel Sinar Alam di Jalan Danau Toba No. 17A dan Laboratorium Enjineri Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Parameter yang diukur yaitu, menghitung efisiensi pada motor listrik dan pemanas, jumlah biji per 100 gram, dan menghitung kadar lendir. Rancangan alat fermentor kopi terkendali dengan beberapa bagian yaitu tabung reaktor fermentasi, sistem pemanas, sistem kontrol suhu fermentor, sistem transmisi, pengaduk, dan kerangka fermentor. Tabung reaktor fermentasi berbentuk tabung silinder terbuat dari bahan *stainless steel*. Sistem pemanas yang digunakan yaitu mantel pemanas dan *band heater*. Sistem transmisi fermentor kopi terkendali menggunakan sebuah motor listrik dengan kombinasi motor reduksi putaran. Hasil dari penelitian ini diperoleh dengan pengujian secara fungsional dan elementer. Uji fungsional dilakukan dengan menghitung kebutuhan daya alat, kebutuhan energi pemanas, dan menghitung efisiensi pada pemanas. Hasil perhitungan kebutuhan daya total pada alat yang digunakan adalah 1.580,36 watt. Hasil perhitungan kebutuhan energi pemanas adalah 100.290,752 joule. Dan hasil perhitungan efisiensi pemanas masing-masing adalah 0,14 % untuk lama fermentasi 10 jam, 0,12 % untuk lama fermentasi 12 jam, dan 0,1 % untuk lama fermentasi 14 jam. Suhu pada alat dipertahankan pada suhu 26°C dengan bantuan *thermocontrol*. Selanjutnya uji elementer dilakukan dengan menghitung jumlah biji, massa per biji dan kadar lendir kopi setelah fermentasi. Pada perhitungan jumlah biji setelah fermentasi diperoleh hasil yaitu 485 butir/100 gram pada perlakuan 10 jam, 652 butir/100 gram pada perlakuan 12 jam, dan 700 butir/100 gram pada perlakuan 14 jam. Pada perhitungan massa per biji kopi setelah fermentasi diperoleh hasil yaitu 0,206 gram pada perlakuan 10



jam, 0,153 gram pada perlakuan 12 jam, dan 0,143 gram pada perlakuan 14 jam. Sedangkan pada perhitungan kadar lendir kopi setelah fermentasi diperoleh hasil yaitu 52,43% pada perlakuan 10 jam, 58,38% pada perlakuan 12 jam, dan 64,38% pada perlakuan 14 jam.



## SUMMARY

**Design of Controlled Coffee Fermenter Using Electric Heating (Band Heater Type);** Mohammad Ikhsan Sodri; 141710201097; 2018; 44 Pages; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Indonesia has the potential to develop coffee processing industries with good quality. One of the coffee processing processes that determine the quality of coffee is fermentation. Fermentation carried out by coffee farmers generally uses tubs / ponds. This results in an unfavorable fermentation process, takes a long time, and the temperature cannot be controlled. Alternative technology is needed to obtain good quality coffee. Coffee fermenter using electric heating (band heater type) is one of alternative to get good quality coffee. The research time starts from February to May 2018. The place of research is conducted at Sinar Alam Workshop on Jalan Danau Toba No. 17A and Food Engineering Laboratory, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. The parameters measured were calculating the efficiency of the electric motor and heating, the number of seeds per 100 grams, and calculating mucus levels. The design of the coffee fermenter was controlled with several parts, namely fermentation reactor tubes, heating systems, fermentor temperature control systems, transmission systems, stirrers, and fermentor frames. Fermentation reactor tubes were made of stainless steel. The heating system used heating mantle and band heater. Controlled coffee fermenter transmission system used an electric motor with a combination of rotary reduction motors. The results of this study were obtained by functional and elementary testing. Functional testing was done by calculate the power requirements of the appliance, heating energy requirements, and calculating the efficiency of the heater. The results of the calculation of the total power requirement on the tool used was 1,580.36 watts. The calculation results of heating energy requirements was 100,290.752 joules. And the calculation of heating efficiency is 0.14% for 10 hours fermentation time, 0.12% for 12 hours fermentation time, and 0.1% for 14 hours fermentation time. The temperature of the device was maintained at 26oC with the help of thermocontrol. Elementary tests were done by calculating the number of seeds, mass per seed and the level of coffee mucus after fermentation. The calculation of the number of seeds after fermentation obtained results was 485 grains / 100 grams in the 10 hour treatment, 652 grains / 100 grams in the 12 hour treatment, and 700 grains / 100 grams in the 14 hour treatment. The mass calculation per coffee bean after fermentation obtained the results of 0.206 grams in 10 hours treatment, 0.153 grams in 12 hours treatment, and 0.143 grams in 14 hours

treatment. While the calculation of coffee mucus levels after fermentation obtained results of 52.43% at 10 hours treatment, 58.38% in 12 hours treatment, and 64.38% in 14 hours treatment.



## PRAKATA

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Fermentor Kopi Terkendali Menggunakan Pemanas Elektrik Tipe *Band Heater*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini.
2. Ir. Tasliman, M.Eng selaku ketua penguji ujian skripsi dan Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M. Eng., Ph.D sebagai anggota tim penguji ujian skripsi karena telah membimbing dan memberikan arahan yang lebih baik lagi.
3. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Dr. Sri Wahyuningsih, SP., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Dr. Dedy Wirawan Soedibyso selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian, dan segenap dosen beserta staff Fakultas Teknologi Pertanian.
4. Winagil catur yang telah membantu langsung dalam melakukan pengambilan data penelitian ini. Veri dan Zein yang telah memberi arahan dan semangatnya kepada saya.
5. Tim kopi yaitu Triangga, Aly Firdaus, dan Bagas yang telah membantu dalam penggarapan skripsi ini. Dan juga membantu mencari biji kopi yang akan saya teliti di Bondowoso.

6. Teman-teman seperjuangan Alat Mesin Pertanian (ALSINTAN) 2014 yaitu Riski Ade, Fajar Bahari, Faisal Muhakiki, Aprilia Dila, Bagus Prayugo, dan Edy.
7. Agus Dharmawan, Rizaldi Tri, dan Kholilur yang telah mau memberikan dukungan dan arahan yang benar dalam penggarapan naskah skripsi saya.
8. Keluarga besar TEP-B 2014 Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang juga telah memberikan semangat dan motivasi untuk terus berjuang hingga akhir.
9. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember angkatan 2014 yang telah memberi semangat dan motivasi untuk berjuang bersama mendapat gelar S.T.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 29 Agustus 2018

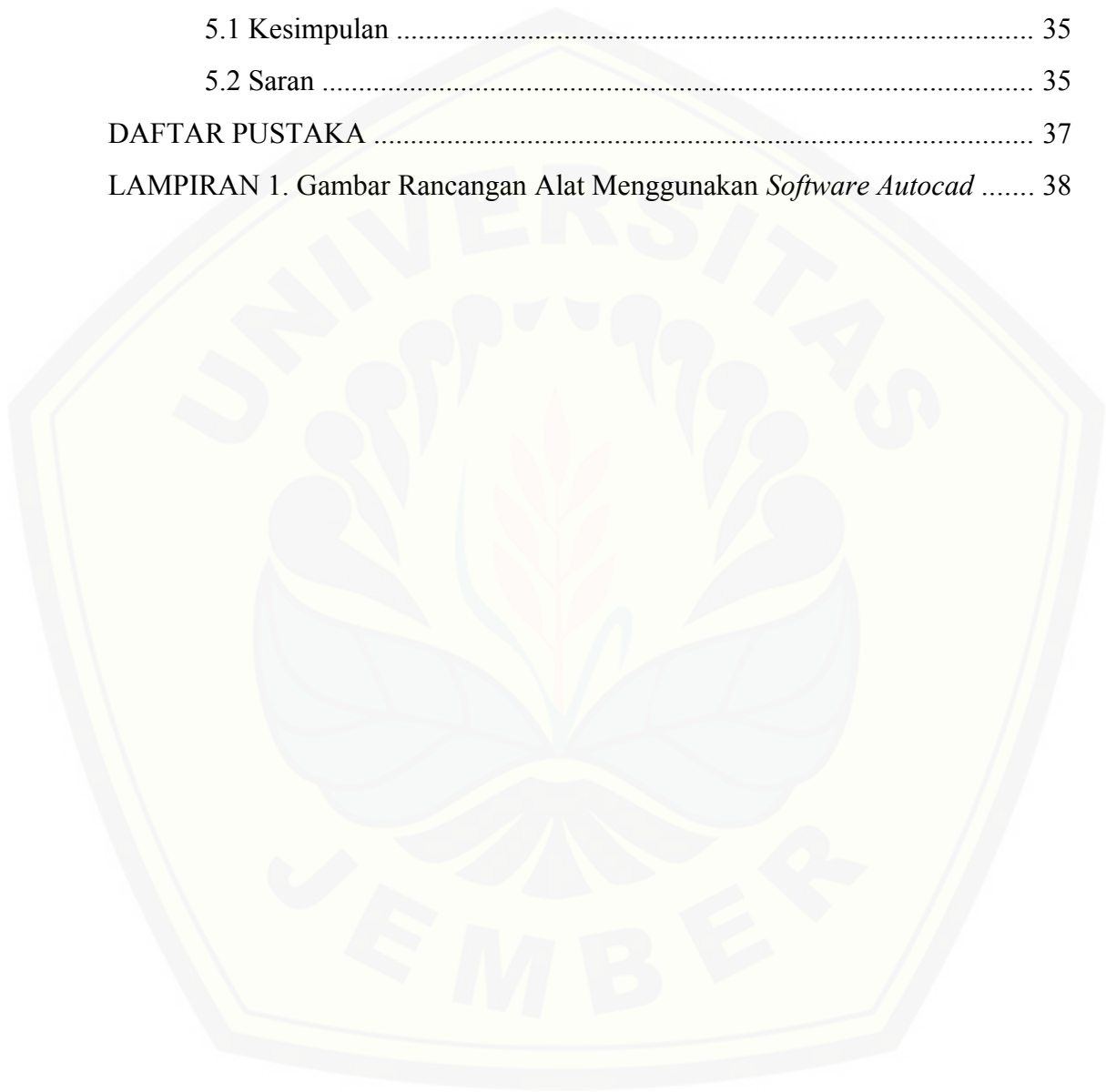
Penulis

## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL .....                     | ii      |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....               | iii     |
| HALAMAN MOTO .....                      | iv      |
| HALAMAN PERNYATAAN .....                | v       |
| HALAMAN PEMBIMBING .....                | vi      |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                | vii     |
| RINGKASAN .....                         | viii    |
| SUMMARY .....                           | x       |
| PRAKATA .....                           | xii     |
| DAFTAR ISI .....                        | xiv     |
| DAFTAR GAMBAR .....                     | xvii    |
| DAFTAR TABEL .....                      | xviii   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                   | xix     |
| BAB 1. PENDAHULUAN .....                | 1       |
| 1.1 Latar belakang .....                | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah .....               | 2       |
| 1.3 Batasan Masalah .....               | 2       |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....             | 3       |
| 1.5 Manfaat .....                       | 3       |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....           | 4       |
| 2.1 Kopi Arabika .....                  | 4       |
| 2.2 Kulit Buah Kopi .....               | 5       |
| 2.3 Teknik Pengolahan Kopi .....        | 6       |
| 2.3.1 Tahap Pengolahan Kopi Basah ..... | 6       |
| 1. Sortasi buah .....                   | 7       |
| 2. Pengupasan kulit buah .....          | 7       |

|  |           |
|--|-----------|
| 3. Fermentasi .....  | 7         |
| 4. Pencucian .....   | 9         |
| 5. Pengeringan .....   | 9         |
| 6. Pengupasan kulit tanduk .....                             | 9         |
| 7. Sortasi biji kopi .....                                   | 10        |
| 2.3.2 Tahap Pengolahan Kopi Kering .....                     | 10        |
| 2.4 Fermentasi .....   | 10        |
| 2.5 Pengertian Fermentor .....                               | 11        |
| 2.6 Pengertian <i>band heater</i> .....                      | 12        |
| <b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                    | <b>13</b> |
| 3.1 Waktu dan Tempat .....                                   | 13        |
| 3.2 Alat dan Bahan .....                                     | 13        |
| 3.3 Tahapan Penelitian .....                                 | 13        |
| 3.3.1 Perencanaan dan Perancangan Alat .....                 | 14        |
| 3.3.2 Pemilihan Komponen-komponen Alat .....                 | 17        |
| 3.3.3 Perakitan Alat .....                                   | 17        |
| 3.3.4 Mekanisme Proses Fermentasi Kopi dalam Fermentor ..... | 17        |
| 3.3.5 Pengujian Alat .....                                   | 18        |
| 3.3.6 Metode Analisis Data .....                             | 19        |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                     | <b>21</b> |
| 4.1 Hasil Rancangan .....                                    | 21        |
| 4.1.1 Tabung Reaktor .....                                   | 21        |
| 4.1.2 Sistem Pemanas .....                                   | 21        |
| 4.1.3 Sistem Kontrol Suhu .....                              | 23        |
| 4.1.4 Sistem Transmisi .....                                 | 24        |
| 4.1.5 Pengaduk .....   | 25        |
| 4.1.6 Kerangka Alat .....                                    | 26        |
| 4.2 Hasil Pengujian .....                                    | 27        |
| 4.2.1 Uji fungsional .....                                   | 27        |
| 1. Menghitung kebutuhan daya pada alat .....                 | 27        |

|   |    |
|---|----|
| 2. Menghitung efisiensi pemanas .....                                       | 27 |
| 3. Perubahan suhu terhadap waktu .....                                      | 31 |
| 4.2.2 Uji elementer .....   | 32 |
| BAB 5. PENUTUP .....  | 35 |
| 5.1 Kesimpulan .....  | 35 |
| 5.2 Saran .....   | 35 |
| DAFTAR PUSTAKA .....  | 37 |
| LAMPIRAN 1. Gambar Rancangan Alat Menggunakan <i>Software Autocad</i> ..... | 38 |



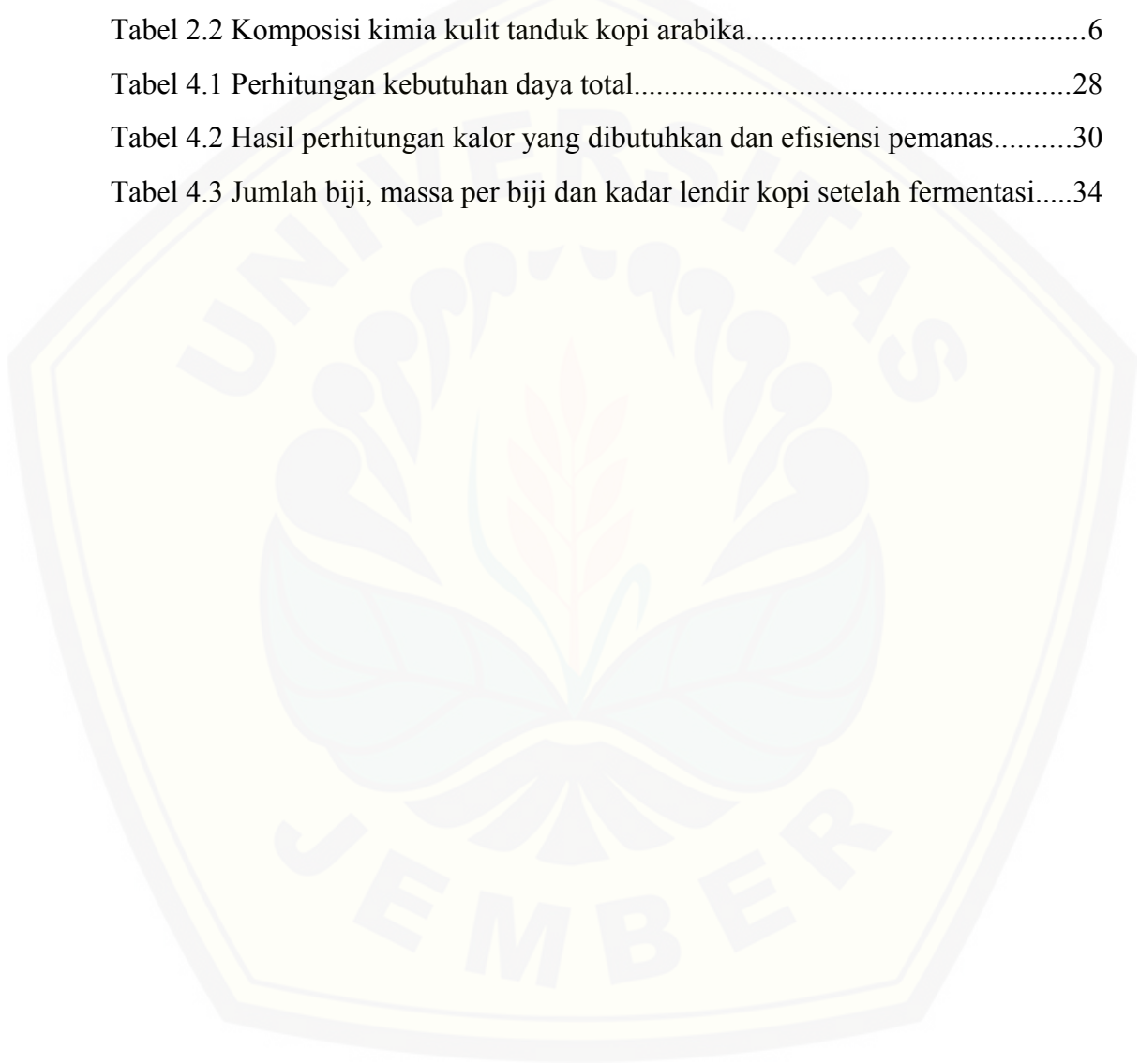


## DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Proses fermentasi basah dalam bak perendaman.....                                  | 8       |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....   | 14      |
| Gambar 3.2 Tabung fermentor kopi tampak depan dan pengaduk (skala 1 : 6,9)                    | 16      |
| Gambar 3.3 <i>Thermocontrol</i> dan tabung fermentor kopi tampak samping (skala 1 : 8,6)..... | 16      |
| Gambar 3.4 Diagram alir mekanisme proses fermentasi kopi dalam fermentor... 18                |         |
| Gambar 4.1 tabung reaktor fermentasi (skala 1 : 8,3).....                                     | 21      |
| Gambar 4.2 Mantel pemanas dan <i>band heater</i> (skala 1 : 5,8).....                         | 22      |
| Gambar 4.3 <i>Thermocontrol</i> (skala 1 : 3,3).....  | 24      |
| Gambar 4.4 Motor listrik (skala 1 : 4).....   | 24      |
| Gambar 4.5 Motor reduksi putaran (skala 1 : 3).....   | 25      |
| Gambar 4.6 Pengaduk (skala 1 : 3,3).....  | 26      |
| Gambar 4.7 Kerangka alat: (a)Tampak samping; (b) Tampak depan; (c) Tampak belakang.....       | 26      |
| Gambar 4.8 Grafik efisiensi pemanas.....  | 30      |
| Gambar 4.9 Grafik perubahan suhu terhadap waktu.....  | 31      |

## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Berbagai jenis varietas kopi arabika yang ada di dunia yang rentan terhadap hama dan penyakit..... | 5       |
| Tabel 2.2 Komposisi kimia kulit tanduk kopi arabika.....   | 6       |
| Tabel 4.1 Perhitungan kebutuhan daya total.....  | 28      |
| Tabel 4.2 Hasil perhitungan kalor yang dibutuhkan dan efisiensi pemanas.....                                 | 30      |
| Tabel 4.3 Jumlah biji, massa per biji dan kadar lendir kopi setelah fermentasi.....                          | 34      |



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Gambar Rancangan Alat Menggunakan *Software Autocad*.....39



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Kopi arabika merupakan jenis kopi yang dikenal di Indonesia karena memiliki citarasa lebih baik jika dibandingkan dengan kopi robusta. Hal tersebut dikarenakan biji kopi arabika ditanam pada ketinggian 1000 – 2000 meter dpl, dengan curah hujan berkisar 1200 – 2000 mm per tahun, dan suhu lingkungan berkisar 15 – 24 °C. Namun demikian, kopi robusta memiliki badan yang lebih kuat sebab lebih tahan dari penyakit karat daun jika dibandingkan dengan kopi arabika (Widyotomo dan Yusianto, 2013).

Sebagai salah satu negara dengan produksi kopi terbesar dunia, kopi Indonesia mempunyai peranan penting pada tingkat pasar internasional. Dilihat dari ekspor kopi Indonesia sampai dengan pertengahan tahun 2013 volumenya tercatat sebanyak 448,6 ribu ton dengan nilai US\$ 1.249,5 juta. Sekitar 83% produksi kopi Indonesia didominasi oleh kopi robusta dan sisanya 17% adalah kopi arabika, sementara pasar internasional lebih menyukai kopi arabika (Sudjarmoko, 2013).

Salah satu tahapan pengolahan cara basah kopi yang sangat menentukan mutu seduhan akhir adalah fermentasi. Fermentasi bertujuan untuk menghilangkan lapisan lendir yang tersisa dipermukaan kulit tanduk biji kopi setelah proses pengupasan. Pada proses fermentasi terjadi peristiwa kimiawi yang sangat berguna dalam pembentukan karakter citarasa biji kopi yaitu pembentukan senyawa prekursor citarasa seperti asam amino dan gula reduksi (Towaha dan Tjahjana, 2015). Pada kopi arabika, fermentasi juga bertujuan untuk mengurangi rasa pahit dan mendorong terbentuknya kesan *mild* pada citarasa seduhannya.

Fermentasi cara basah pada tingkat petani masih menggunakan bak/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 padarendahnya 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 Widyotomo dan Yusianto (2013), 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-variabel yang berpengaruh terhadap tujuan akhir fermentasi. Variabel yang dimaksud diantaranya pH, suhu, oksigen terlarut, dan lain-lain.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Untuk mendukung terwujudnya mutu biji kopi yang baik pada tingkat petani, dibutuhkan alat fermentor kopi yang dapat dikendalikan. Pada rancangan sebelumnya, pemanas yang digunakan pada fermentor menggunakan jenis *tubular heater*. Sistem kerjanya seperti pemanas untuk memanaskan air. Pemanas jenis ini terlalu beresiko karena letaknya berada dalam mantel pemanas yang berisi air sehingga sering terjadi konslet. Oleh karena itu, perlu adanya rancangan alat fermentor kopi terkendali dengan tambahan pemanas tipe *band heater* untuk menggantikan *tubular heater*. *band heater* dipilih karena memiliki bentuk yang fleksibel yaitu dapat menyesuaikan dengan tabung reaktor.

### **1.3 Batasan Masalah**

Ruang lingkup penelitian yang dilakukan yaitu merancang alat fermentor kopi terkendali menggunakan pemanas elektrik tipe *band heater*. Sedangkan parameter pengujiannya yaitu menghitung massa per biji kopi dan kadar lendir.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Merancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan pemanas elektrik tipe *band heater*.
2. Mengetahui kinerja alat fermentor kopi terkendali dengan menggunakan pemanas elektrik tipe *band heater*.
3. Mengetahui nilai massa per biji dan kadar lendir pada perlakuan lama fermentasi 10, 12, dan 14 jam.

#### 1.5 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan mampu menjadi media alternatif proses fermentasi cara basah kopi terkendali yang efektif sehingga dapat menghasilkan kualitas kopi yang baik dan konsisten.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kopi Arabika

Kopi Arabika di Indonesia umumnya termasuk varietas *typica* (*Coffea arabika var Typica*) dan dari varietas ini telah diperoleh suatu kultivar yang banyak di tanam di Jawa Timur (Dataran Tinggi Ijen), yaitu kultivar Blawan Pasumah yang peka sekali terhadap penyakit karat daun, sehingga hanya dapat di tanam ketinggian 1000 m ke atas (Prastowo *et al.*, 2010).

Ciri-ciri dari tanaman kopi Arabika yaitu, tinggi pohon mencapai 3 meter, cabang primernya rata-rata mencapai 123 cm, sedangkan ruas cabangnya pendek. Batangnya tegak, bulat, percabangan monopodial, permukaan batang kasar, warna batangnya kuning keabu-abuan. Kopi Arabika juga memiliki kelemahan yaitu, rentan terhadap penyakit karat daun oleh jamur HV (*Hemileia Vastatrix*), oleh karena itu sejak muncul kopi Robusta yang tahan terhadap penyakit HV, dominasi kopi Arabika mulai tergantikan (Prastowo *et al.*, 2010). Berbagai jenis varietas kopi arabika yang ada di dunia yang rentan terhadap hama dan penyakit disajikan pada Tabel 2.1.

### 2.2 Kulit Buah Kopi

Kulit buah kopi sangat tipis dan mengandung klorofil serta zat – zat warna lainnya. Daging buah terdiri dari 2 bagian yaitu bagian luar yang lebih tebal dan keras serta bagian dalam yang sifatnya seperti gel atau lendir. Pada lapisan lendir ini, terdapat sebesar 85% air dalam bentuk terikat, dan 15% bahan koloid yang tidak mengandung air. Bagian buah yang terletak antara daging buah dengan biji disebut kulit tanduk. Kulit tanduk berperan sebagai pelindung biji kopi dari kerusakan mekanis yang mungkin terjadi pada waktu pengolahan.

Tabel 2.1 Berbagai jenis varietas kopi arabika yang ada di dunia yang rentan terhadap hama dan penyakit

| Nama Varietas  | Negara                   | Deskripsi   |
|----------------|--------------------------|---|
| <i>Typica</i>  | Meliputi berbagai negara | Awalnya, varietas ini diperkenalkan dari Negara Yaman ke Asia pada abad ke-17, selanjutnya ke sekitar Semenanjung Karibia dan Amerika Latin.  |
| <i>Bourbon</i> | Meliputi berbagai negara | Awalnya, diperkenalkan pada tahun 1715 dari Yaman ke Amerika dan beberapa Negara di Afrika timur. Jenis ini lebih baik dibandingkan dengan varietas typical. Buahnya lebih tersusun rapi dan pertumbuhannya keatas. Selain itu, |
| <i>Tekesik</i> | Amerika bagian tengah    | Hasil seleksi dari varietas red bourbon di El Savador.  |
| <i>Kona</i>    | Hawai                    | Hasil seleksi dari varietas typical yang berbiji panjang.   |

Adapun komposisi kimia kulit tanduk pada biji kopi biji kopi Arabika dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Komposisi kimia kulit tanduk kopi arabika

| Komponen                       | Arabika (%) |
|--------------------------------|-------------|
| Protein kasar                  | 1,46        |
| Serat kasar                    | 50,20       |
| <i>Hemiselulosa</i>            | 11,60       |
| Gula                           | 21,30       |
| Pentosan                       | 26,00       |
| Abu                            | 0,96        |
| <i>Light petroleum extract</i> | 0,35        |

(Sumber: Poerwanty, 2018)



## 2.3 Teknik Pengolahan Kopi

Pada prinsipnya pengolahan kopi terdiri dari dua cara yaitu pengolahan secara basah (*wet process*) dan pengolahan secara kering (*dry process*). Pada pengolahan cara basah melalui proses fermentasi, sedangkan proses cara kering tidak melalui proses fermentasi (setelah petik buah atau panen langsung dikeringkan). Namun kedua proses tersebut dapat dinikmati dengan baik, perbedaannya terdapat pada citarasa dalam seduhan akhir kopi. Pengolahan kopi cara basah memerlukan waktu cukup lama untuk menghasilkan mutu biji kopi yang baik dibandingkan dengan pengolahan cara kering.

### 2.3.1 Tahap Pengolahan Kopi Basah

Poerwanty (2018), menyatakan bahwa untuk pengolahan basah, buah kopi yang sudah dipetik selanjutnya dimasukan kedalam *pulper* untuk melepaskan kulit buahnya. Dari mesin *pulper* buah yang sudah terlepas kulitnya kemudian dibiarkan ke bak dan direndam selama beberapa hari untuk fermentasi. Setelah direndam buah kopi lalu dicuci bersih dan akhirnya dikeringkan. Pengeringan dilakukan dengan dijemur dipanas matahari atau dengan menggunakan mesin pengering. Kemudian dimasukan ke mesin *huller* atau ditumbuk untuk menghilangkan kulit tanduknya, akhirnya dilakukan sortasi.

Perbedaan mengenai cara pengolahan kopi yang dilakukan oleh petani (tradisional) dan yang dilakukan oleh perkebunan (modern) menyebabkan terjadinya perbedaan mutu kopi yang dihasilkan. Biasanya pengolahan secara basah hanya digunakan untuk mengolah kopi yang baik atau bewarna merah (Poerwanty, 2018).

Menurut Poerwanty (2018), proses pengolahan kopi cara basah dapat melalui tahapan-tahapan berikut.

#### 1. Sortasi buah

Sortasi buah dimaksudkan untuk memisahkan kopi merah yang berbiji dan sehat dengan kopi yang hampa dan terserang bubuk. Cara pemisahan buah kopi

yaitu berdasarkan berat jenis, dengan perendaman buah kopi dengan air di dalam bak. Pada perendaman tersebut buah kopi yang masih muda dan terserang bubuk akan mengapung, sebaliknya buah yang sudah tua akan tenggelam. Buah kopi yang tenggelam selanjutnya disalurkan ke mesin *pulper*, sedangkan buah kopi yang terapung akan diolah secara kering.

## 2. Pengupasan kulit buah

Pengupasan kulit buah dilakukan dengan menggunakan alat dan mesin pengupas kulit buah (*pulper*) (Poerwanty, 2018). Pengupasan kulit buah bertujuan agar biji kopi dengan kulit buah bisa terlepas kemudian dapat dilakukan proses fermentasi.

## 3. Fermentasi

Proses fermentasi bertujuan untuk memisahkan lendir yang melekat pada biji kopi yang masih berkulit tanduk. Untuk proses fermentasinya yaitu dilakukan secara kering dan basah (Poerwanty, 2018).

### a. Fermentasi kering

Fermentasi kering dapat dilakukan dengan dua cara yaitu, biji kopi digundukan dalam bentuk gunungan kecil (kerucut) atau dapat langsung dikeringkan. Untuk cara yang pertama, setelah pencucian terlebih dahulu kopi digundukan atau ditumpuk dalam bentuk gunungan kecil (kerucut) yang ditutup karung goni. Di dalam gundukan itu segera terjadi proses fermentasi alami. Agar proses fermentasi berlangsung secara merata, maka perlu dilakukan pengadukan dan pengundukan kembali sampai proses fermentasi dianggap selesai yaitu bila lapisan lendir mudah terlepas.

Cara yang kedua yaitu, setelah melalui pencucian terlebih dahulu, biji kopi dapat langsung dikeringkan dengan tujuan untuk menghilangkan lendir yang melekat pada biji kopi tersebut. Proses pengeringan dilakukan dengan temperatur 50 – 55°C sampai kadar air mencapai 40%. Setelah itu dilanjutkan dengan mencuci kembali biji kopi tersebut (Poerwanty, 2018).

#### b. Fermentasi basah

Proses fermentasi kopi cara basah yang dilakukan para petani menggunakan bak perendaman dengan lama fermentasi kurang lebih 1,5 - 4,5 hari tergantung pada iklim dan daerahnya (Ridwansyah, 2003). Proses fermentasi alami tersebut sangat bergantung pada suhu pada daerah masing-masing. Selain itu, rentan terkontaminasi dengan lingkungan sekitar bak perendaman. Proses fermentasi dalam bak perendaman dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses fermentasi basah dalam bak perendaman

Setelah biji tersebut melewati proses pencucian pendahuluan segera ditimbun dan direndam dalam bak fermentasi. Bak fermentasi ini terbuat dari bak plester semen dengan alas miring. Di tengah-tengah dasar dibuat saluran dan ditutup dengan plat yang berlubang-lubang. Perendaman dilakukan selama 12 jam dan setiap 3 jam airnya diganti. Selama proses fermentasi dengan bantuan kegiatan jasad renik, terjadi pemecahan komponen lapisan lendir tersebut, maka akan terlepas dari permukaan kulit tanduk biji kopi.

#### 4. Pencucian

Pencucian bertujuan untuk membersihkan sisa-sisa lendir dan kotoran-kotoran yang masih melekat pada biji kopi. Pencucian dapat dilakukan dengan cara manual yaitu menggunakan bak atau dengan cara mekanis yaitu menggunakan mesin cuci (*washer*) jika sekalanya pabrik atau jumlah besar.

## 5. Pengeringan

Kopi yang sudah dicuci selanjutnya akan dikeringkan dengan tujuan menurunkan kadar air menjadi 12%. Dengan kadar air tersebut, kopi tidak akan mudah pecah saat dilakukan *hulling*. Pengeringan pada proses biji semi basah mengacu kepada cara pengeringan secara basah. Sedangkan untuk pengeringan biji kopi labu (biji kopi yang masih ada lendir), dilakukan dua tahap sebagai berikut (Poerwanty, 2018).

### a. Pengeringan awal

Proses pengeringan dapat dilakukan dengan penjemuran selama 1 – 2 hari sampai kadar air mencapai sekitar 40 %, dengan tebal lapisan kopi kurang dari 3 cm dengan alas dari terpal atau lantai semen. Setelah kadar air mencapai 40% biji kopi dikupas kulitnya sehingga diperoleh biji kopi beras (Poerwanty, 2018).

### b. Pengeringan lanjutan

Proses pengeringan dilakukan dalam bentuk biji kopi beras sampai kadar air 12 % (untuk olah basah) (Poerwanty, 2018).

## 6. Pengupasan kulit tanduk

Pengupasan kulit tanduk pada kondisi biji kopi yang masih relatif basah (kopi labu) dapat dilakukan dengan menggunakan mesin pengupas (*huller*). Agar kulit tanduk dapat dikupas maka kondisi kulit harus cukup kering walaupun kondisi biji yang ada didalamnya masih basah. Pengupasan dimaksudkan untuk memisahkan biji kopi dari kulit tanduk (Poerwanty, 2018).

## 7. Sortasi biji kopi

Sortasi dilakukan untuk memisahkan biji kopi berdasarkan ukuran, cacat biji dan benda asing. Sortasi ukuran dapat dilakukan dengan ayakan mekanis maupun dengan manual. Cara sortasi biji yaitu dengan memisahkan biji-biji kopi cacat agar diperoleh massa biji dengan nilai cacat sesuai dengan ketentuan SNI 01-2907-2008 (Poerwanty, 2018).

### 2.3.2 Tahap Pengolahan Kopi Kering

Pengolahan cara kering merupakan teknik yang biasa dilakukan oleh para petani karena mudah dilakukan, peralatan yang digunakan sederhana, dan dapat dilakukan di rumah para petani. Namun pengolahan kering dapat menyebabkan harga kopi rendah dibandingkan harga kopi pengolahan basah. Teknik pengolahan kering dilakukan sebagai berikut.

1. Pengeringan dilakukan segera kopi dipanen agar tidak mengalami proses kimia yang dapat menurunkan mutu. Pengeringan dilakukan hingga kadar air mencapai maksimal 12,5%. Pengeringan dengan menggunakan sinar matahari langsung memerlukan waktu 2 – 3 minggu (Afrizon *et al*, 2015).
2. Pengupasan kulit (*hulling*) bertujuan untuk memisahkan biji kopi dari kulit buah, kulit tanduk dan kulit ari. *Hulling* dilakukan dengan menggunakan mesin pengupas (*huller*). Beberapa tipe *huller* yang sering digunakan adalah *huller* putar tangan (manual), *huller* dengan penggerak motor dan *hammerhill* (Afrizon *et al*, 2015).

### 2.4 Fermentasi

Proses Fermentasi bertujuan untuk membantu melepaskan/menghilangkan lapisan lendir yang masih tersisa di permukaan kulit tanduk biji kopi setelah proses pengupasan. Disamping itu fermentasi juga bertujuan untuk mengurangi rasa pahit dan mendorong terbentuknya kesan *mild* pada cita rasa seduhannya. Prinsip dari fermentasi adalah penguraian senyawa-senyawa yang terkandung di dalam lapisan lendir oleh mikroba alami dan dibantu dengan oksigen dari udara. Hidrolisis pektin disebabkan oleh pektinase yang terdapat didalam buah atau reaksinya bisa dipercepat dengan bantuan jasad renik. Proses fermentasi ini dapat terjadi dengan bantuan jasad renik *Saccharomyces* yang disebut dengan proses peragian dan pemeraman (Widyotomo dan Yusianto, 2013).

Lamanya proses fermentasi dipengaruhi jenis kopi, suhu dan kelembaban lingkungan serta ketebalan tumpukan biji kopi. Akhir fermentasi ditandai dengan

mengelupasnya lapisan lendir yang menyelimuti kulit tanduk. Fermentasi dapat dilakukan dengan cara basah dan kering (Puslit Kopi dan Kakao Indonesia, 2008).

Fermentasi bertujuan untuk membantu melepaskan lapisan lendir yang masih menyelimuti kopi. Fermentasi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara basah dan cara kering. Fermentasi basah dilakukan dengan cara merendam kopi di dalam air selama 36-40 jam sedangkan fermentasi kering dilakukan dengan cara menumpuk kopi di tempat yang teduh selama 2 – 3 hari (Poerwanty, 2018).

Secara umum dengan semakin lamanya fermentasi keasaman kopi akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya asam-asam alifatik selama proses fermentasi. Apabila lama fermentasi diperpanjang akan terus terjadi perubahan komposisi kimia biji kopi, dimana asam-asam *alifatik* akan berubah menjadi *ester-ester* asam karboksilat yang dapat mengakibatkan cacat fermentasi dengan cita rasa busuk (Poerwanty, 2018).

## 2.5 Pengertian Fermentor

Fermentor atau alat untuk melakukan fermentasi adalah suatu tangki atau tong biasa yang berisi mikroba dalam medium bahan makanan. Medium biakan ini mengandung sumber karbon seperti glukosa, pati hidrolis atau molas; sumber protein atau nitrogen berupa tepung kedelai, air rebusan jagung, atau tepung biji kapas; sumber vitamin, seperti ekstrak ragi; mineral, dan beraneka bahan nutrisi lain. Fermentor juga dilengkapi dengan alat kontrol yang mengatur temperatur, pH, dan pemasukan oksigen ke dalam kaldu tempat sel tumbuh (Denata, 2017: 196).

Proses fermentasi dengan fermentor bertujuan agar menghasilkan mutu kopi yang baik dan lebih efektif dengan suhu yang dapat dikendalikan. Proses fermentasi dengan fermentor menggunakan pemanas elektrik untuk pemanasan selama proses fermentasi dan *thermocontrol* untuk mengendalikan panas dalam fermentor saat proses fermentasi.

## 2.6 Pengertian *band heater*

*Band heater* berbentuk seperti tabung berfungsi memanaskan silinder dengan dimensi tertentu. Ukuran bisa menyesuaikan dengan silinder yang akan dipanaskan. Elemen pemanas listrik banyak dipakai *hearts* kehidupan sehari-hari, baik di dalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan jenis dari *electrical* elemen pemanas bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi fungsi, tempat pemasangan dan media yang dipanaskan. Panas yang diposkan dihasilkan pemanas elemen listrik bersumber dari kawat atau pun pita bertahanan listrik tinggi (*resistance* kawat) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik kedua ujungnya dan dilapisi isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan (Okatama, 2016).

*Band heater* umumnya ada dua jenis yaitu *band heater standart* yang materialnya *full plat* dan *band heater ceramic* yang materialnya terbuat dari *ceramic*. *band heater* ini merupakan salah satu komponen alat pelebur dan cukup mudah untuk pemasangannya (Okatama, 2016).

*Band heater* termasuk dalam golongan elemen pemanas bentuk lanjut yang merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuain terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah *mild steel*, *stainless steel*, tembaga dan kuningan (Wulandari, 2014).

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Waktu penelitian dimulai bulan Februari hingga Mei 2018. Tempat Penelitian dilakukan di Bengkel Sinar Alam di Jalan Danau Toba No. 17A dan Laboratorium Enjining Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan

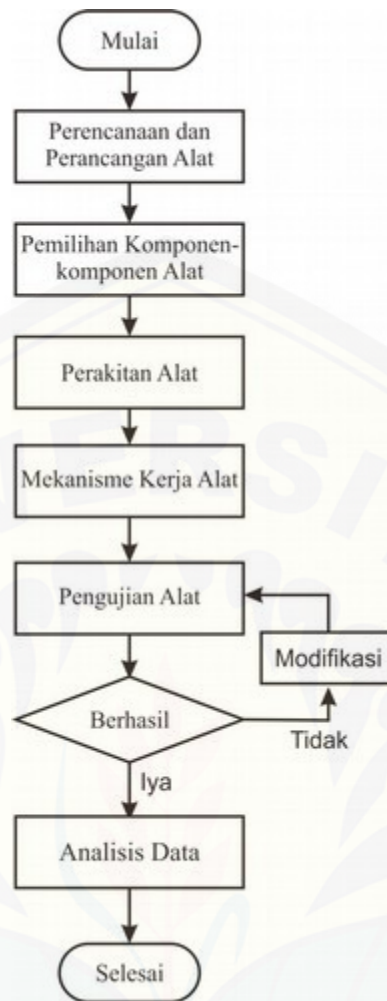
Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu tabung silinder, motor listrik, motor reduksi putaran, mantel pemanas, *band heater*, *thermocontrol*, puli, v-belt, timbangan digital, timbangan analog, neraca pegas, dan *digital multimeter*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu 16 kg kopi Arabika gelondong diperoleh dari perkebunan rakyat milik Bapak Baeli, seorang petani kopi Desa Sukorejo; Kecamatan Sumber Wringin; Kabupaten Bondowoso dan air sebagai media fermentasi dengan perbandingan 1:1 dengan bahan kopi.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilaksanakan dijelaskan pada Gambar 3.1 berikut ini.





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.3.1 Perencanaan dan Perancangan Alat

Fermentor kopi terkendali terdiri dari beberapa bagian yaitu tabung reaktor, sumber panas dari pemanas elektrik tipe *band heater* dan mantel pemanas, *thermocontrol*, dan sistem transmisi.

Tabung reaktor berfungsi sebagai proses terjadinya fermentasi kopi. Tabung reaktor dirancang dengan bentuk silinder yang terbuat dari baja tahan karat (*stainless steel*) agar mutu biji kopi tetap terjaga dengan baik.

Sumber panas saat fermentasi kopi menggunakan pemanas elektrik jenis *band heater* dan mantel pemanas. Sumber panas utama diperoleh dari *band heater* yang dipasang melingkari mantel pemanas, sedangkan mantel pemanas dipasang

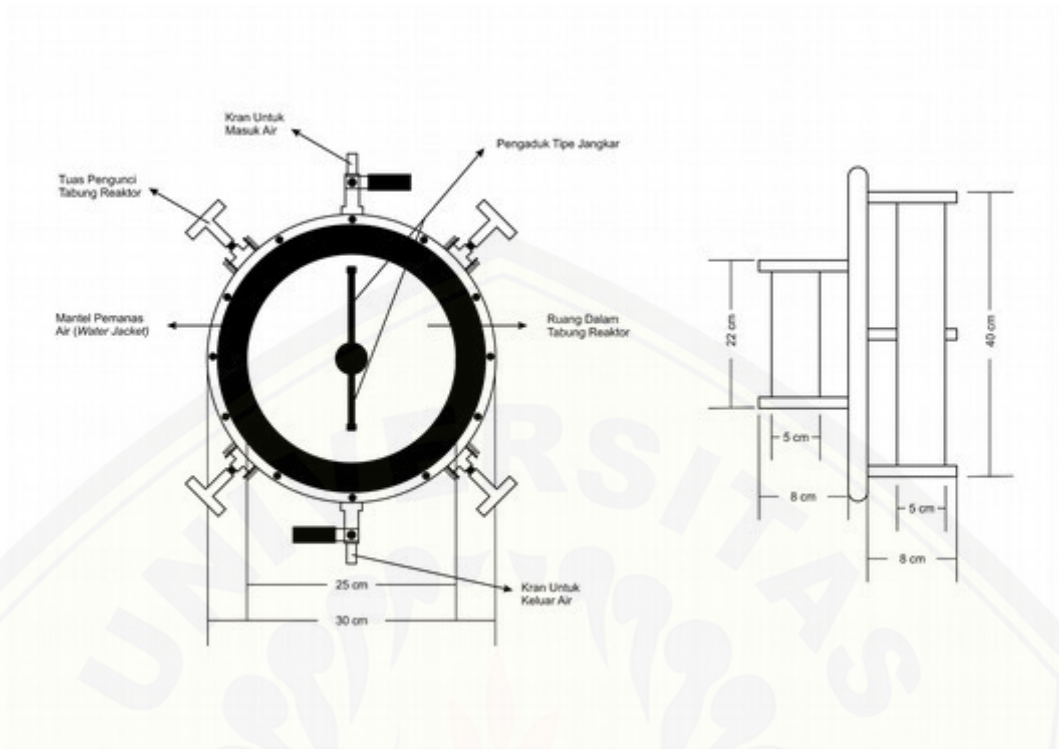
melingkar menyelimuti tabung reaktor. Tabung reaktor mendapatkan panas dari air di dalam mantel pemanas yang dipanaskan oleh *band heater*.

Untuk memperoleh panas yang stabil dan dapat dikendalikan saat proses fermentasi, alat fermentor kopi ditambah dengan *thermocontrol*. *Thermocontrol* berfungsi sebagai suatu sistem kendali suhu yang mendistribusikan panas menuju tabung reaktor. *Thermocontrol* memiliki beberapa bagian komponen di dalamnya yaitu sensor suhu, MCB (*miniture circuit breaker*), relay, kontaktor, dan *thermocouple*.

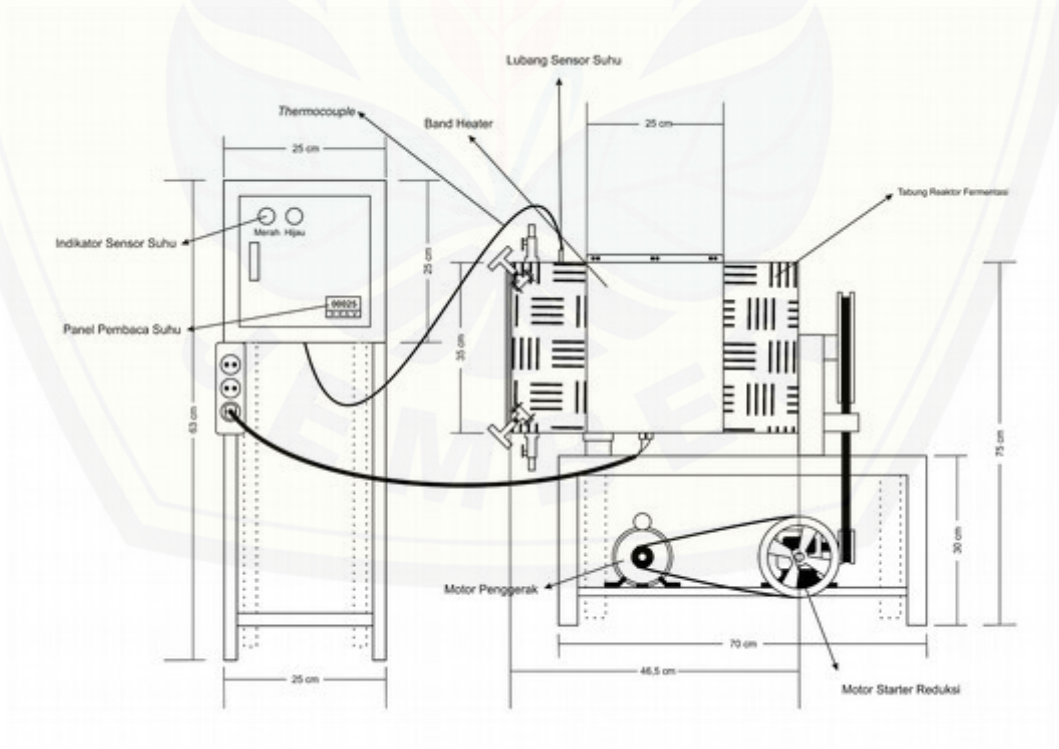
Sistem transmisi pada rancangan fermentor terkendali berfungsi sebagai konversi torsi dan kecepatan (putaran) dari mesin menjadi torsi dan kecepatan yang berbeda-beda untuk diteruskan ke penggerak akhir. Konversi ini mengubah kecepatan putar yang tinggi menjadi lebih rendah atau sebaliknya. Untuk mereduksi kecepatan putar motor listrik menggunakan kombinasi puli dan sabuk karet tipe-V (*v-belt*), kemudian putaran menuju poros silinder fermentor.

Pada fermentor kopi terkendali ini menggunakan tenaga penggerak sebuah motor listrik dengan kombinasi motor reduksi putaran. Dengan tujuan kecepatan putaran pada motor listrik sebagai motor penggerak dapat dikonversi oleh motor reduksi putaran dengan putaran yang diharapkan. Kemudian putaran tersebut menuju ke penggerak akhir yaitu pengaduk. Letak motor listrik dan motor reduksi putaran dipasang di bawah reaktor fermentasi.

Pembuatan model rancangan alat bertujuan untuk memvisualisasi gambaran alat yang akan dirancang. Adapun gambar model perancangan alat fermentor kopi terkendali dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.2 Tabung fermentor kopi tampak depan dan pengaduk (skala 1 : 6,9)



Gambar 3.3 *Thermocontrol* dan tabung fermentor kopi tampak samping (skala 1 : 8,6)

### 3.3.2 Pemilihan Komponen-komponen Alat

Pemilihan komponen didasarkan kebutuhan perakitan alat. Komponen alat meliputi tenaga penggerak, jenis elemen alat, dan jumlah elemen yang dibutuhkan dalam perakitan. Pemilihan komponen alat berfungsi untuk mengantisipasi ketersediaan komponen yang dibutuhkan saat perakitan alat.

### 3.3.3 Perakitan Alat

Perakitan alat berfungsi untuk menyatukan semua komponen-komponen menjadi satu kesatuan alat yang utuh dan dapat dioperasikan seperti yang diharapkan. Perakitan alat dibantu oleh beberapa teknisi yang ada di bengkel. Sebelum alat dirakit, gambar teknik yang telah dibuat diberikan kepada teknisi agar alat dapat dirancang sesuai yang diharapkan.

### 3.3.4 Mekanisme Proses Fermentasi Kopi dalam Fermentor

Sebanyak 16 kg buah kopi Arabika gelondong dikupas kulit menjadi 8 kg buah kopi berlendir dan siap difermentasi dalam fermentor sesuai dengan perlakuan. Perbedaan perlakuan lama fermentasi yang digunakan adalah 10, 12, dan 14 jam. Setelah proses fermentasi dilakukan pencucian dan penjemuran kopi. Selanjutnya dilakukan pengambilan data dan penulisan laporan.

Adapun mekanisme proses fermentasi kopi dalam fermentor disajikan pada Gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3.4 Diagram alir mekanisme proses fermentasi kopi dalam fermentor

### 3.3.5 Pengujian Alat

Pengujian alat berfungsi untuk mengetahui kinerja alat selama digunakan proses fermentasi dalam fermentor. Pengujian alat akan dilakukan dengan dua metode diantaranya adalah sebagai berikut.

#### 1. Uji fungsional

Uji fungsional dilakukan untuk mengetahui fungsi kerja fermentor kopi terkendali, parameter pengujiannya antara lain yaitu.

- menghitung kebutuhan daya alat,
- menghitung efisiensi pemanas, dan
- mengamati perubahan suhu di dalam tabung reaktor.

## 2. Uji elementer

Parameter yang diukur pada uji elementer yaitu massa per biji dan kadar lendir.

### 3.3.6 Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini digunakan beberapa analisis data yaitu sebagai berikut.

#### 1. Menghitung kebutuhan daya alat

Untuk mengetahui jumlah keluaran daya pada motor listrik dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

$P$  = daya (Watt)

$V$  = tegangan (volt)

$I$  = kuat arus (A)

#### 2. Menghitung kebutuhan energi pada pemanas

Untuk mengetahui jumlah keluaran daya pada pemanas dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P = \frac{E}{t} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

$P$  = daya (Watt)

$E$  = energi (Joule)

$t$  = waktu (s)

### 3. Menghitung efisiensi pemanas

Setelah mengetahui keluaran daya pada motor listrik dan pemanas, selanjutnya mencari efisiensi daya dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\eta P = \frac{E_{out}}{E_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

$P$  = efisiensi (%)

$E_{out}$  = energi keluaran (joule)

$E_{in}$  = energi masuk (joule)

### 4. Massa per biji

Untuk mengetahui massa per biji setelah fermentasi dengan menggunakan sampel 100 g biji kopi, dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Massa per biji (gram)} = \frac{(\text{massa (gram)})}{(\text{jumlah biji})} \dots\dots\dots(3.4)$$

### 5. Perhitungan kadar lendir ( $K_i$ ) (Widyotomo dan Yusianto, 2013)

Untuk mengetahui kadar lendir setelah fermentasi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$K_i = \frac{(M_i - M_t)}{M_i} \times 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

$K_i$  adalah kadar lendir (%),  $m_i$  adalah berat biji kopi berkulit cangkang sebelum fermentasi (g),  $m_t$  adalah berat biji kopi berkulit cangkang setelah fermentasi waktu ke-t (g).

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Rancang bangun alat fermentor kopi terkendali menggunakan pemanas elektrik tipe *band heater* telah dirancang dan mampu dioperasikan.
- b. Kebutuhan daya total yang digunakan saat fermentasi kopi dalam fermentor terkendali sebesar 1580,36 watt. Efisiensi energi pemanas pada lama fermentasi 10 jam yaitu 0,14 %, 0,12% untuk 12 jam, dan 0,1% untuk 14 jam. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pemanas elektrik tipe *band heater* tidak efektif untuk proses pemanasan fermentasi kopi dalam fermentor. Hal tersebut dikarenakan banyak energi yang terpakai oleh pemanasan air, terserap oleh dinding-dinding tabung reaktor, dan terbuang ke udara. Suhu yang digunakan saat fermentasi mengacu pada kondisi optimum operasional fermentor untuk proses fermentasi kopi Arabika yaitu 26°C.
- c. Massa per biji kopi ditentukan oleh banyaknya jumlah biji kopi pada tiap perlakuan setelah proses fermentasi. Hal tersebut disebabkan semakin lama proses fermentasi, persentase kadar lendir semakin meningkat. Mengakibatkan jumlah biji kopi semakin banyak dan massa per biji semakin sedikit.

### 5.2 Saran

*Band heater* tidak efektif untuk proses pemanasan fermentasi kopi dalam fermentor sehingga banyak energi yang terbuang dan tidak terserap secara maksimal oleh kopi saat fermentasi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengganti *heater* yang lebih efektif. Daya pada *heater* terlalu tinggi menyebabkan proses fermentasi dengan fermentor kopi terkendali tidak disarankan untuk



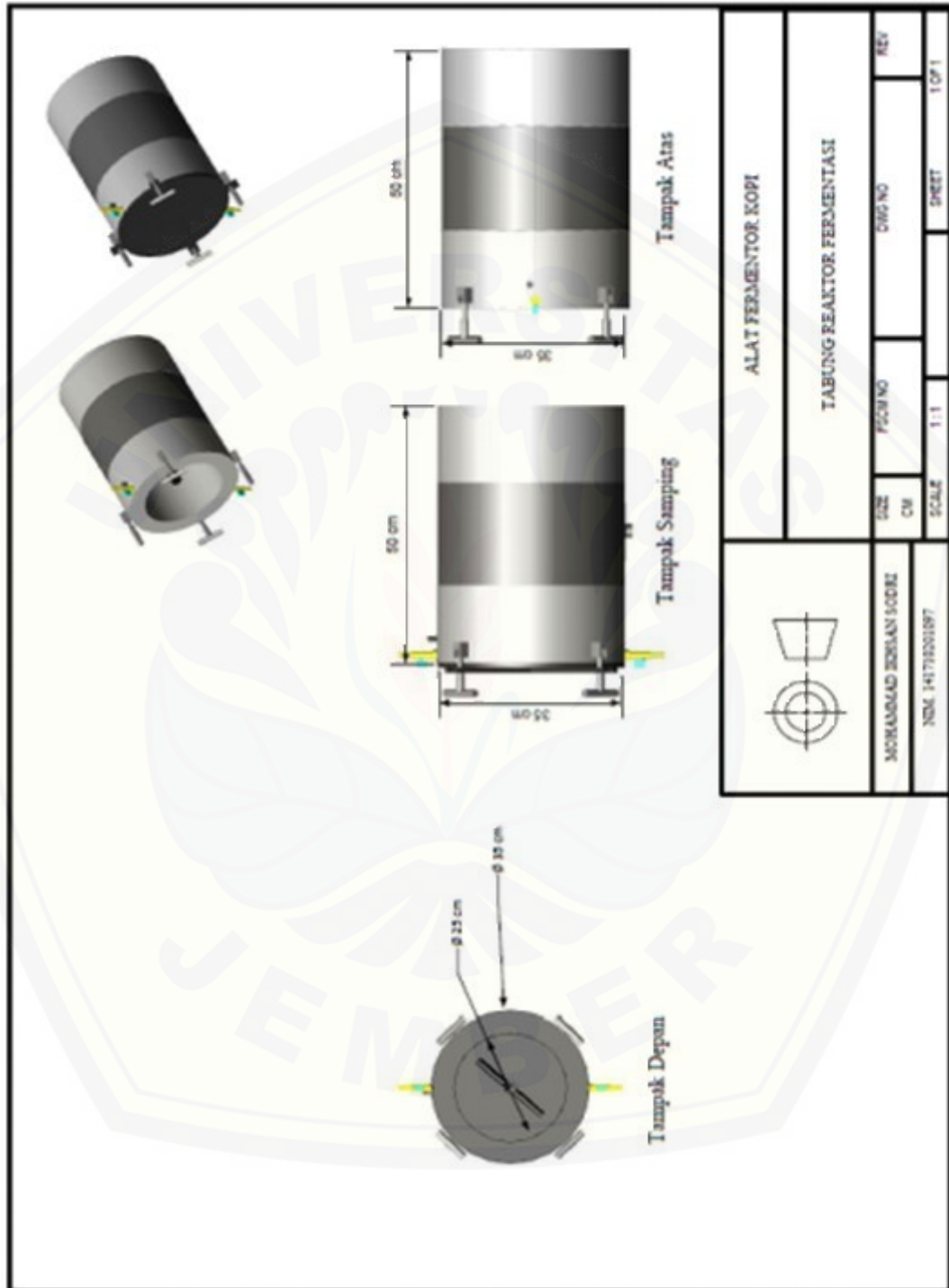
produksi rumahan. Alat fermentor kopi terkendali lebih dibuat ergonomis dengan penambahan roda agar mudah dipindahkan. Perlu adanya penelitian lanjutan pada hasil fermentasi menggunakan fermentor untuk lebih meningkatkan mutu biji kopi.

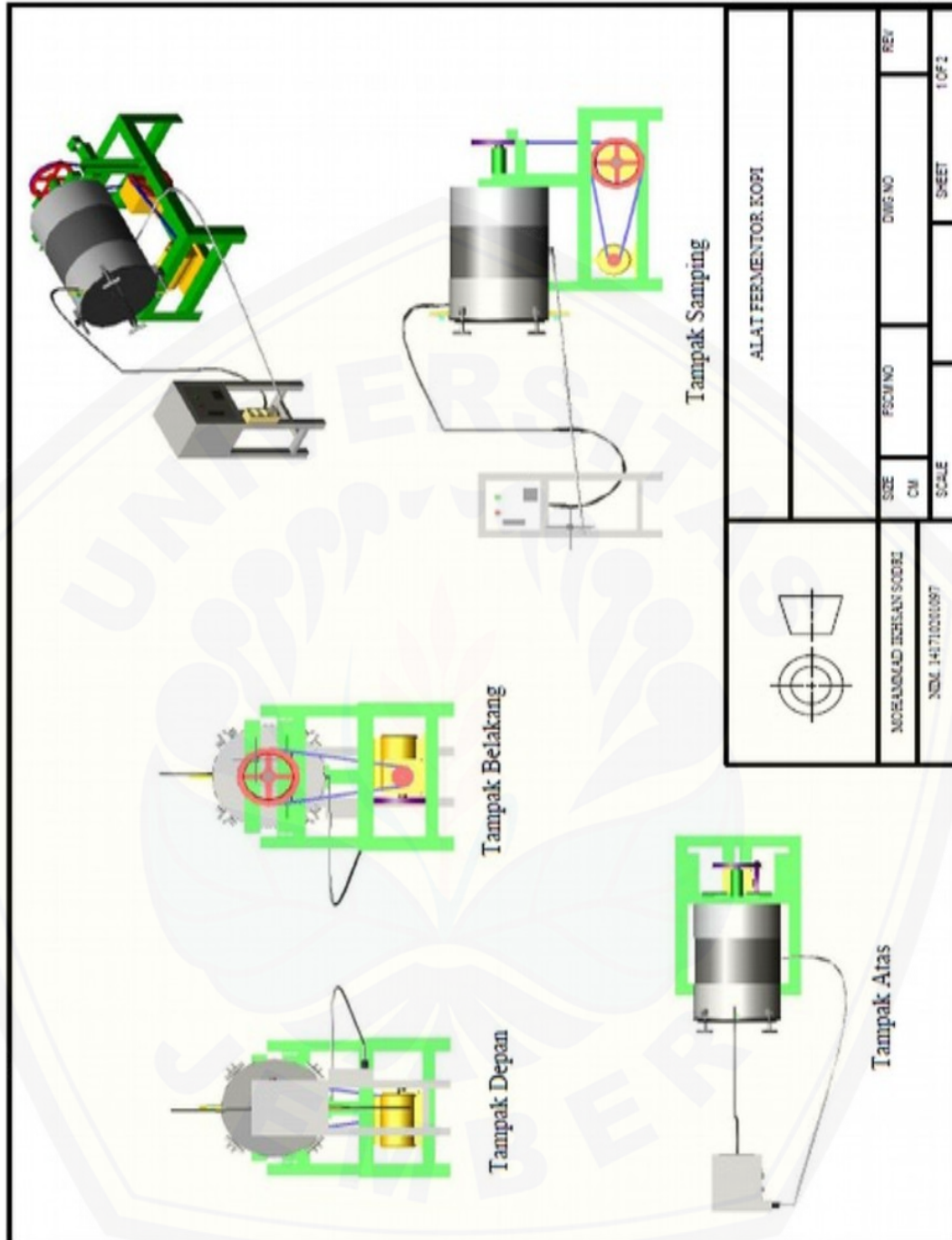


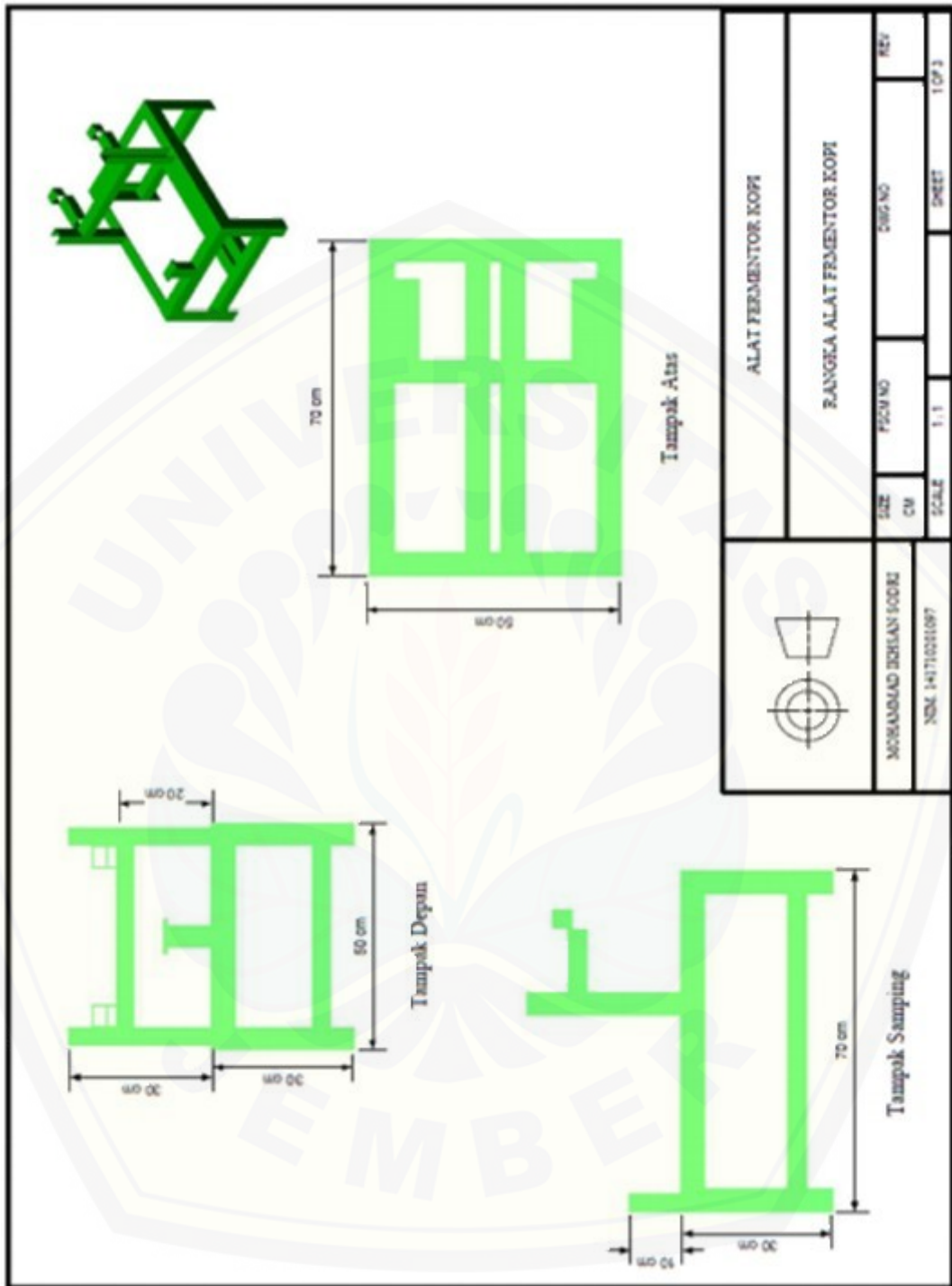
## DAFTAR PUSTAKA

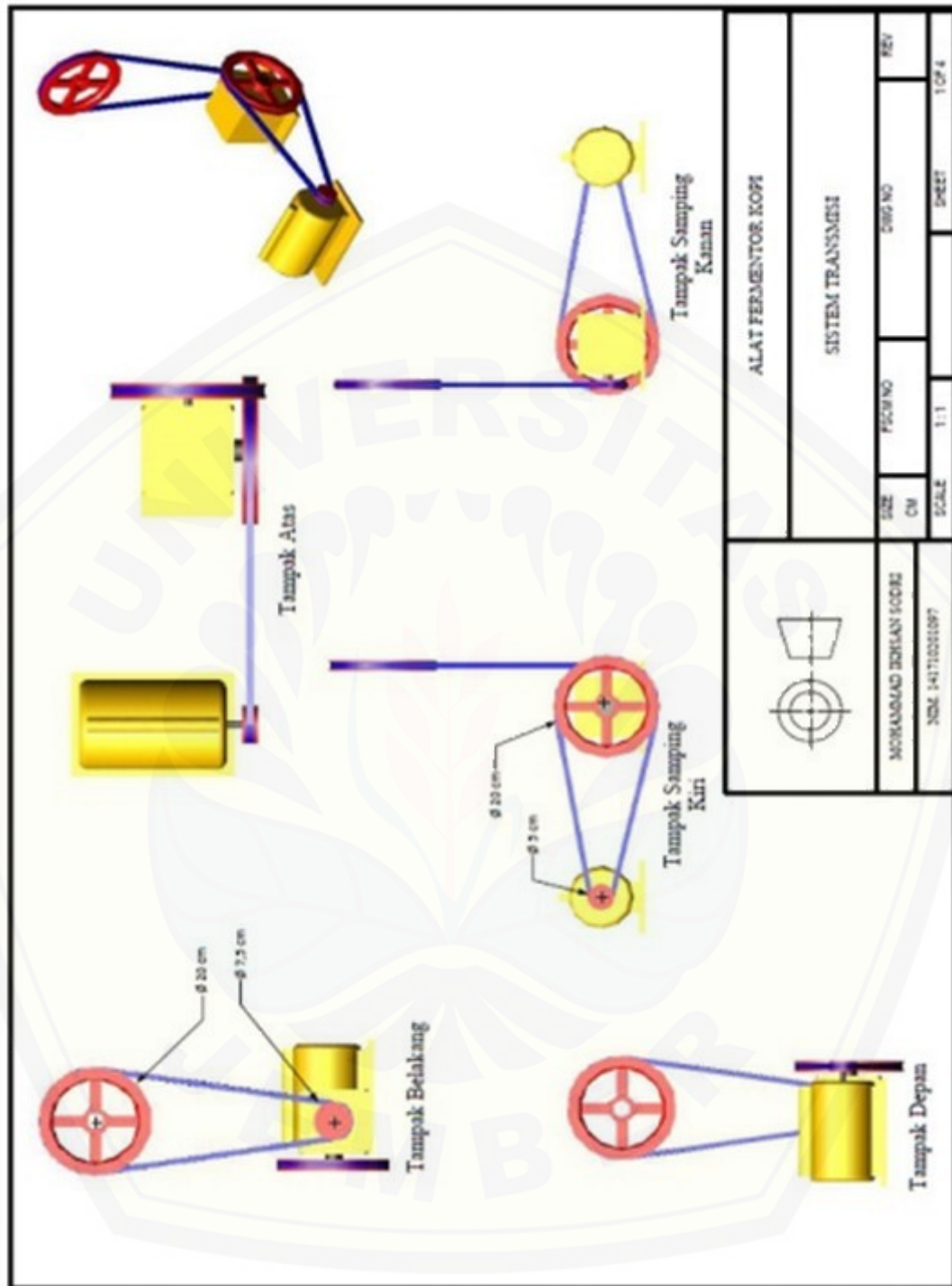
- Oktama, I. 2016. *Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethyleneterphalate (PET) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik*. 5 (3): 109-113.
- Poerwanty, H. 2018. Fermentasi teknologi *ohmic parchement coffee beans* (kopi hs basah) terhadap aroma. *Thesis*. Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
- Prastowo, B. *et al.* 2010. Budidaya dan Pasca Panen Kopi. perkebunan.litbang.pertanian.go.id/?p=2580&lang=id.[Diakses 26 Februari 2018].
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2008. *Budidaya Kopi*. Jakarta: Agromedia Pustaka. 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.
- Ridwansyah. 2003. Pengolahan Kopi. Departemen Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sudjarmoko, B. 2013. *Prospek Pengembangan Industrialisasi Kopi Indonesia*. SIRINOV, 1 (3): 99-110.
- Towaha, J. dan Tjahjana, B. E. 2015. *Kopi Luwak Budidaya Sebagai Diversifikasi Produk Yang Mempunyai Citarasa Khas*. SIRINOV, 1 (3): 19-30.
- Widyotomo, S. dan Yusianto. 2013. *Optimasi Proses Fermentasi Biji Kopi Arabika dalam Fermentor Terkendali*. 29 (1): 53–68.
- Wulandari, D. 2014. *Perancangan Sistem Pemanas pada Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair Satriya Dwi Ariffudin*. 52–57.

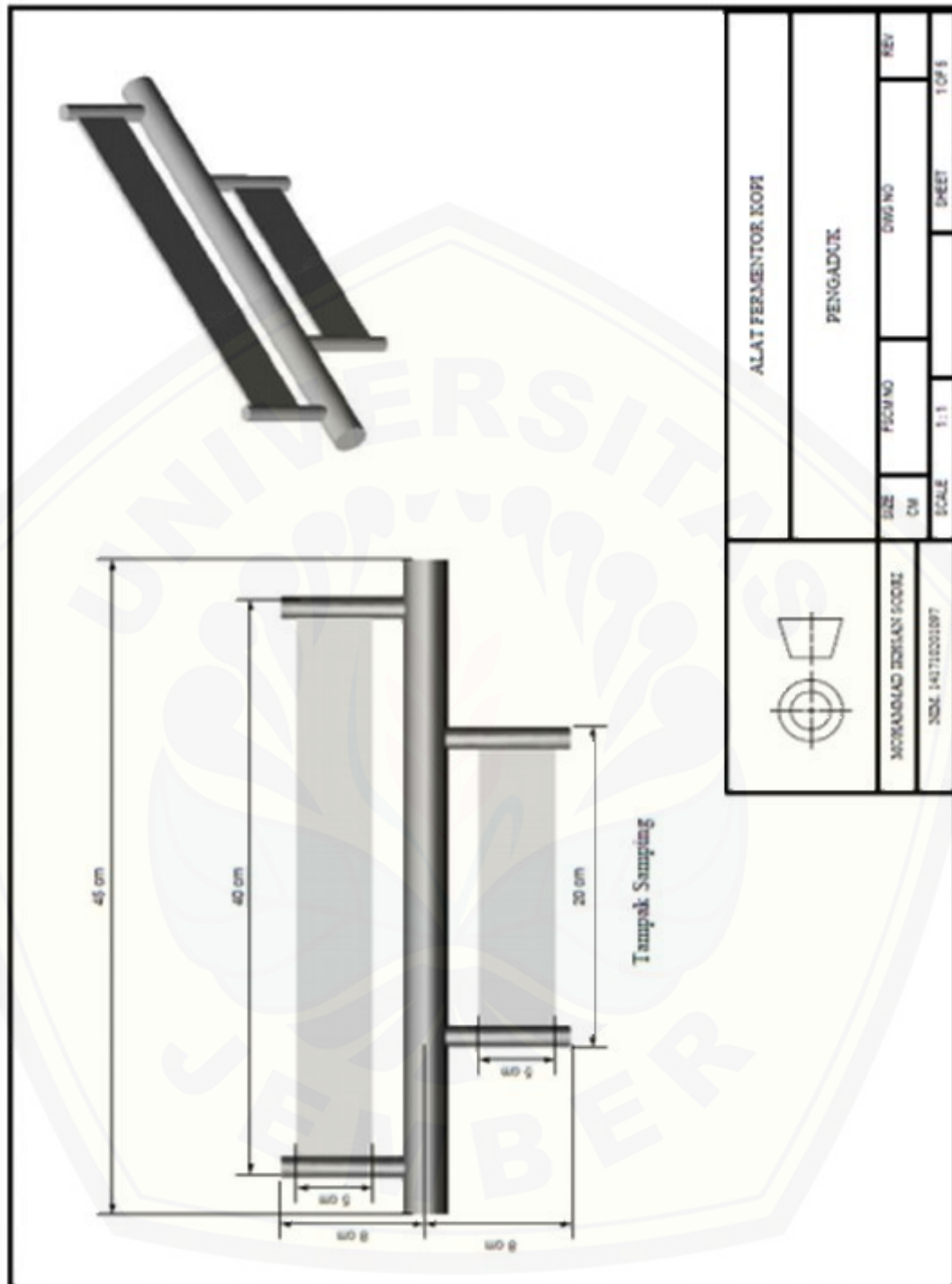
LAMPIRAN 1. Gambar Rancangan Alat Menggunakan *Software Autocad*

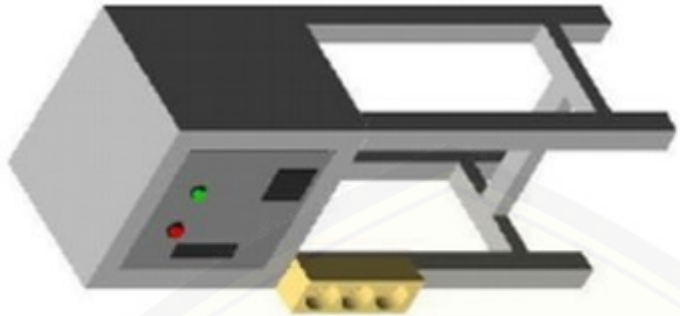




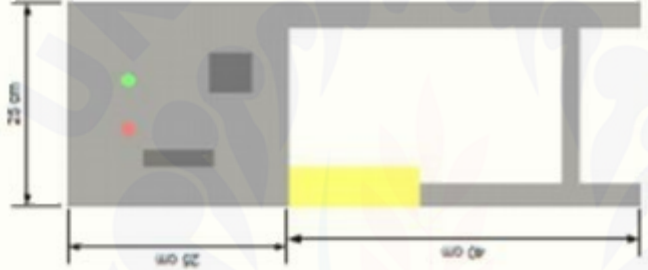




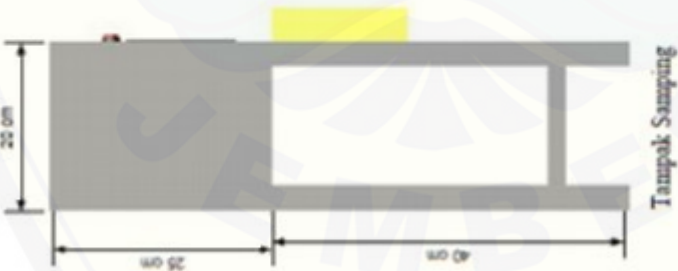




3D rendering of a coffee fermenter machine. The machine is a grey rectangular box with a control panel on the front-left side featuring a red emergency stop button, a green power button, and a digital display. It is mounted on a grey metal frame with four legs. A yellow hopper is attached to the bottom front.




Tampak Depan  
Technical drawing showing the front view of the machine. Dimensions are: height 25 cm, control panel width 25 cm, and total width 40 cm. A yellow hopper is highlighted at the bottom.



Tampak Samping  
Technical drawing showing the side view of the machine. Dimensions are: height 25 cm, control panel depth 25 cm, and total depth 40 cm. A yellow hopper is highlighted at the bottom.

|                       |  |               |  |           |  |        |  |
|-----------------------|--|---------------|--|-----------|--|--------|--|
| ALAT FERMENTOR KOPI   |  | THERMOCONTROL |  | DESIGN NO |  | REV    |  |
| MORANAD IBRAHIM SORIZ |  | SCALE         |  | 1:1       |  | SHEET  |  |
| NDM.14171001087       |  | 1:1           |  | SHEET     |  | 1 OF 1 |  |



Technical drawing of a hopper, showing a top view with a circular base and a side view showing a trapezoidal shape.