

**PEMANFAATAN ENERGI SURYA UNTUK KEBUTUHAN
ENERGI MOTOR LISTRIK AC SEBAGAI TENAGA
PENGGERAK PULPER KOPI**

FERIALDI

G041 19 1026



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**PEMANFAATAN ENERGI SURYA UNTUK KEBUTUHAN
ENERGI MOTOR LISTRIK AC SEBAGAI TENAGA
PENGGERAK PULPER KOPI**

FERIALDI

G041 19 1026



Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian

Pada

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**Pemanfaatan Energi Surya Untuk Kebutuhan Energi Motor
Listrik AC Sebagai Tenaga Penggerak Pulper Kopi**

Disusun dan diajukan oleh

Ferialdi

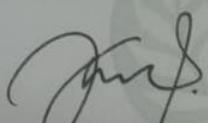
G041 19 1026

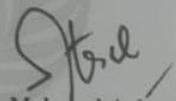
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 30 Maret 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

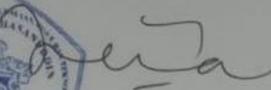
Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Dr. Abdul Azis, S.TP., M.Si
NIP. 19821209 200212 1 004


Dr. Ir. Mahmud Achmad, M.P
NIP. 19700603 199403 1 003

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian



Divina Yumena, S.TP., M.Agr., Ph.D
NIP. 19810129 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ferialdi
NIM : G041 19 1026
Program Studi : Keteknikan Pertanian
Jenjang : S1

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul Pemanfaatan Energi Surya untuk Kebutuhan Energi Motor Listrik AC Sebagai Tenaga Penggerak Pulper Kopi, merupakan karya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Jika suatu saat nanti skripsi saya ini ditemukan sebagian atau keseluruhannya merupakan hak cipta orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 30 Maret 2023

Yang Menyatakan



Ferialdi

ABSTRAK

FERIALDI (G041 19 1026). Pemanfaatan Energi Surya untuk Kebutuhan Energi Motor Listrik AC Sebagai Tenaga Penggerak Pulper Kopi: ABDUL AZIS dan MAHMUD ACHMAD.

Kopi merupakan suatu komoditi unggulan hasil pertanian yang banyak diminati oleh kebanyakan orang. Dalam mengolah kopi tentu membutuhkan alat yang dapat menunjang produktivitasnya, salah satu diantaranya mesin pengupas kulit kopi basah. Mesin pengupas kulit kopi yang ada saat ini, menggunakan tenaga penggerak motor bakar dan motor listrik, adapun kekurangan dari penggunaan motor bakar ialah bahan bakar yang mahal, serta polusi yang dihasilkan dapat merusak kualitas kopi. Sedangkan kekurangan pada motor listrik ialah tidak dapat digunakan langsung pada lahan yang tidak terdapat aliran listrik PLN. Oleh karena itu dilakukanlah penelitian pemanfaatan energi surya untuk kebutuhan energi motor listrik AC sebagai tenaga penggerak pulper kopi. Tujuan dari penelitian ini yaitu memanfaatkan energi surya untuk kebutuhan motor listrik AC, agar dapat digunakan sebagai tenaga penggerak dalam proses pengupasan kopi, langsung pada lahan pertanian. Kegunaan penelitian ini yaitu memudahkan petani dalam menggunakan energi terbarukan khususnya penggunaan panel surya. Penelitian ini melalui beberapa tahapan yaitu 1).Pengumpulan data sekunder 2). Analisis teknik 3). Menyiapkan alat dan bahan 4). Perakitan Alat 5). Uji fungsional. pulper kopi yang dihasilkan mampu bekerja dengan baik dalam proses pengupasan buah kopi, sesuai dengan fungsi dari masing-masing komponen. Sehingga dapat disimpulkan bahwa mesin pengupas kulit kopi basah bertenaga motor listrik AC berbasis energi surya mampu untuk mengoperasikan pulper kopi basah.

Kata Kunci: Kopi, Energi Surya, Pulper.

ABSTRACT

FERIALDI (G041 19 1026). *Utilization of Solar Energy for Energy Needs AC Electric Motors As Power for Coffee Pulper*. Supervisors: ABDUL AZIS and MAHMUD ACHMAD.

Coffee is a superior agricultural commodity that is in great demand by most people. In processing coffee, of course, you need a tool that can support its productivity, one of which is a wet coffee skin peeler. Coffee skin peeling machines that exist today use fuel motors and electric motors, while the disadvantages of using an internal combustion engine are that fuel is expensive, and the resulting pollution can damage the quality of the coffee. While the drawback of electric motors is that they cannot be used directly on land where there is no PLN electricity. Therefore, research on the use of solar energy for the energy needs of AC electric motors as a driving force for coffee pulpers was carried out. The purpose of this research is to utilize solar energy for the needs of an AC electric motor, so that it can be used as a driving force in the process of stripping coffee, directly on agricultural land. The purpose of this research is to make it easier for farmers to use renewable energy, especially the use of solar panels. This research went through several stages, namely 1). Secondary data collection 2). Technical analysis 3). Prepare tools and materials 4). Tool Assembly 5). Functional test. The resulting coffee pulper is able to work well in the process of stripping coffee cherries, according to the function of each component. So it can be concluded that a wet coffee skin peeler powered by a solar energy-based AC electric motor is capable of operating a wet coffee pulper.

Keywords: Coffee, Solar Energy, Pulper.

PERSANTUNAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang maha kuasa, atas bimbingan tangannyala sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulis sadar, skripsi ini selesai bukan karna kehebatan penulis melainkan adanya doa dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada

1. Orang tua saya yaitu **Goliat** dan **Haslinda** serta saudara saya yaitu **Salma** dan **Herlina** atas doa dan dukuangan kepada saya.
2. **Dr. Abdul Azis, S.TP., M.Si** dan **Dr. Ir. Mahmud Achmad, M.P**, yang selalu mengarahkan dan membimbing saya selama penelitian hingga selesai.
3. **Dr. Rer-Nat. Olly Sanny Hutabarat, S,TP., M.Eng** selaku dosen penasihat akademik saya, yang selalu membimbing mulai dari semester 1 hingga semester 8.
4. **Teman-teman KKNT MBKM mandiri** yang selalu membantu dalam menyelesaikan penelitian saya.
5. **Teman-teman piston 2019**, selaku teman angkatan yang selalu membantu saya selama perkuliahan.
6. **Agil, Reskyanto Ari, Fernando, Domingo Mepe dan Wisnu** yang telah membantu saya mulai dari awal perkuliahan sampai selesai.
7. **Selpritasari**, yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam menyelesaikan bangku perkuliahan.
8. **Kak Arif dan Kak Apping**, yang telah membantu dalam menyukseskan penelitian saya dengan menjadi mitra kerja.

Semoga segala kebaikan mereka senantiasa Dibalas oleh Tuhan Yang Maha Kuasa. Amin.

Makassar, 30 Maret 2023

Ferialdi

RIWAYAT HIDUP



FERIALDI lahir di Pure pada 27 Februari 2001, anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan dari bapak Goliat dan Ibu Haslinda. Adapun pendidikan yang pernah saya lalui adalah:

1. Mulai sekolah di SDK Tabokok Pure Timur, pada tahun 2007 sampai tahun 2013.
2. Lanjut pendidikan SMP di SMPN 1 Kalukku pada tahun 2013 sampai tahun 2016.
3. Lanjut pendidikan SMA di SMAN 1 Kalukku, pada tahun 2016 sampai tahun 2019
4. Kuliah di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian pada tahun 2019 sampai tahun 2023.

Selama menjalankan perkuliahan, penulis mengikuti beberapa kegiatan, seperti Himpunan Mahasiswa, Persekutuan Mahasiswa Kristen Fapertahut, pengurus di Unit Kegiatan Mahasiswa Bola Volly. juga, sering menjadi Asisten laboratorium.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Kegunaan.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Kopi.....	3
2.2 Mesin Pengupas Kulit Kopi	3
2.3 Panel surya.....	7
2.3.1 Jenis-Jenis Panel Surya	8
2.3.2 Komponen Panel Surya	9
2.4 Motor Bakar.....	10
2.5 Motor AC	12
2.6 Keunggulan Motor Listrik AC Berbasis Panel Surya	13
3. METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Tempat.....	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Prosedur Penelitian	14
3.3.1 Rancangan Mesin Pulper yang Memanfaatkan Energi Surya ...	14
3.3.2 Analisis Teknik	15
3.3.3 Menyiapkan Alat dan Bahan	15
3.3.4 Perakitan Alat	16
3.3.5 Perancangan Fungsional	16

3.4 Bagan Alir Penelitian.....	17
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Gambaran Umum Penelitian	18
4.2 Motor Listrik AC Berbasis Panel Surya	18
4.2.1 Kebutuhan Motor AC	18
4.2.2 Kebutuhan <i>Inverter</i>	19
4.2.3 Kebutuhan Aki	19
4.2.4 Kebutuhan Panel Surya	21
4.2.5 Kebutuhan <i>Solar Charge Controller</i>	21
4.3 Hasil Uji Fungsional	22
5. PENUTUP	23
5.1 Kesimpulan	23
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mesin pengupas kulit kopi basah menggunakan tenaga penggerak motor bakar	5
Gambar 2. Mesin pengupas kulit kopi basah menggunakan tenaga penggerak motor listrik	6
Gambar 3. Rangkaian panel surya	9
Gambar 4. Motor listrik AC	12
Gambar 5. Skema alat	14
Gambar 6. Diagram alir penelitian	17
Gambar 7. Mesin pengupas kulit kopi basah bertenaga motor listrik AC berbasis energi surya	18
Gambar 8. Motor Listrik	19
Gambar 9. <i>Inverter</i>	19
Gambar 10. Aki	20
Gambar 11. <i>Solar Charge Controller</i>	20
Gambar 12. Panel Surya	21
Gambar 13. Proses pengelasan dudukan mesin pulper	30
Gambar 14. Proses pembuatan dudukan panel surya	30
Gambar 15. Mesin pengupas kulit kopi basah yang dibuat	30
Gambar 16. Hasil pengupasan kulit kopi	31

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Faktor Koreksi.....	12
------------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan rencana daya.....	26
Lampiran 2. Perhitungan kebutuhan instalasi panel surya	28
Lampiran 3. Dokumentasi penelitian.....	30

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan majunya teknologi pada bidang pertanian, proses pulper buah kopi basah telah dilakukan dengan memanfaatkan alat pulper kopi basah dengan sumber tenaga motor bakar. Akan tetapi, dalam penggunaan alat *pulper* biji kopi basah dengan sumber tenaga motor bakar ini masih terdapat berbagai kekurangan seperti penggunaan bahan bakar yang dapat mencemari lingkungan, serta biaya perawatan alat yang tinggi.

Penggunaan motor bakar pada alat pengupas kulit kopi memiliki beberapa dampak bagi para petani khususnya dalam perawatan alat yang digunakan. Biaya yang diperlukan tentu akan cukup besar, karena dibutuhkan perawatan yang lebih intens agar lebih awet di dalam penggunaannya. Sehingga, berdampak langsung pada banyaknya biaya yang harus dikeluarkan dalam proses produksi kopi. Di lain sisi, penggunaan bahan bakar yang tidak ramah lingkungan juga dapat berpengaruh sangat buruk terhadap lingkungan itu sendiri. Penggunaan bahan bakar juga akan membutuhkan modal yang besar untuk pembelian bahan bakar secara terus menerus (Darmana *et al.*, 2018).

Setelah melihat kekurangan penggunaan motor bakar, maka diperlukan suatu alternatif yang dapat menggantikan kinerja motor bensin tetapi tidak mengurangi hasil produksinya, dengan solusi menggunakan motor listrik AC. Akan tetapi di dalam penggunaan motor listrik AC diperlukan sumber energi listrik, sehingga penggunaan alat ini tidak dapat dilakukan pada lahan yang tidak terjangkau listrik.

Berdasarkan permasalahan yang muncul, maka dilakukan pemanfaatan energi terbarukan, untuk menjawab permasalahan tersebut. Hal ini dilakukan dengan cara mengganti tenaga penggerak motor listrik AC yang bersumber dari listrik PLN, menjadi motor listrik AC berbasis energi surya. Motor listrik AC sendiri memiliki banyak kelebihan seperti biaya perawatan yang murah serta tidak terdapat gas sisa yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Motor listrik AC berbasis tenaga surya ini mampu menekan biaya penggunaan listrik

dan juga dapat digunakan langsung pada lahan pertanian yang tidak terdapat sumber energi listrik (Nainggolan *et al.*, 2016).

Energi matahari adalah sumber energi utama yang sampai pada permukaan bumi, total sebesar 173 triliun kilowatt energi yang sampai melalui atmosfer. Pemanfaatan energi matahari menggunakan panel surya sangat tepat untuk diterapkan dalam penggunaan alat pulper buah kopi basah. Penggunaan alat pulper buah kopi basah dengan pemanfaatan energi surya akan menekan biaya pengoperasian yang sudah tidak mengeluarkan modal bahan bakar dan biaya tenaga kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini ialah sebagai berikut.

1. Apakah penggunaan energi surya dapat memenuhi kebutuhan energi motor listrik AC?
2. Apakah motor listrik yang menggunakan energi listrik dari energi surya yang ditampung menggunakan aki mampu memutar penggilas yang terdapat kopi basah didalamnya?
3. Apakah pemanfaatan energi surya untuk kebutuhan energi motor listrik AC sebagai tenaga penggerak pulper kopi efisien untuk digunakan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini ialah sebagai berikut.

1. Menggunakan pulper kopi yang sudah ada
2. Kapasitas dari setiap alat mengacu pada spesifikasi alat yang suda ada.
3. Kopi yang digunakan dalam pengujian merupakan kopi Arabika

1.4 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu memanfaatkan energi surya untuk kebutuhan motor listrik AC, agar dapat digunakan sebagai tenaga penggerak dalam proses pengupasan kopi, langsung pada lahan pertanian. Kegunaan penelitian ini yaitu memudahkan petani dalam menggunakan energi terbarukan khususnya penggunaan panel surya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

Kopi merupakan hasil perkebunan tahunan yang sangat banyak digemari oleh semua kalangan usia. Saat ini, urutan penghasil kopi terbesar terdapat pada negara Brasil yang kemudian disusul oleh Kolombia dan Indonesia. Namun, jika dilihat dari sisi varietasnya Indonesia masuk dalam negara penghasil kopi jenis Robusta. Saat ini, ada dua jenis varietas kopi yang sangat diminati oleh penggemar kopi yaitu jenis Robusta dan Arabika. Adapun yang membedakan kedua jenis kopi ini dapat ditentukan dari segi rasa. Arabika dikenal dengan cita rasa terbaik karena memiliki cita rasa yang dominan manis dan sedikit asam, sedangkan Robusta dikenal memiliki rasa yang cenderung pahit dan sedikit asam. Dengan jumlah kafein yang dikandung lebih banyak dibandingkan Arabika. Di Indonesia, setiap tahunnya memiliki nilai produksi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, kopi dengan tingkat produksi yang tinggi harus memiliki nilai mutu yang sangat baik. Mutu yang dihasilkan oleh kopi dari petani, rata-rata tergolong biji asalan hal ini dipengaruhi oleh belum adanya pengelompokan pada petani sehingga rendahnya harga yang diterima oleh petani (Saolan *et al.*, 2020).

Dari segi ekonomis, kopi merupakan hasil produksi pertanian dengan harga jual beli yang cukup tinggi, jika dibandingkan dengan hasil perkebunan lainnya. Dengan tingginya nilai ekonomis kopi dan besarnya peningkatan produksi kopi, akan membantu peningkatan pendapatan devisa negara. Selain peningkatan pendapatan devisa negara, juga akan berdampak pada besarnya pendapatan yang diterima oleh sejumlah petani kopi yang ada di Indonesia. Secara terus-menerus, hasil panen biji kopi di Indonesia terus mengalami peningkatan, Tapi, dari segi nilai mutu kopi setelah melalui pengolahan masih terbilang rendah. Oleh karena itu, agar mendapatkan kualitas biji kopi yang baik, maka harus diiringi penanganan yang baik (Marhaenanto *et al.*, 2015).

2.2 Mesin Pengupas Kulit Kopi

Alat pemecah buah kopi memiliki prinsip kerja yaitu mengambil tenaga dari mesin penggerak untuk kemudian disalurkan untuk menggerakkan drum penggilas

yang terdapat pada poros. Buah kopi yang ingin di kupas dimasukkan ke dalam mesin pulper melalui *hopper* dan akan masuk ke dalam drum penggilas, maka terjadi pemecahan buah kopi di dalamnya, pemecahan buah kopi ini terjadi akibat jepitan antara penggilas dengan dinding pulper. Setelah buah kopi terkelupas, kulit dan biji kopi akan terpisah dan keluar dari mesin melalui jalur pengeluaran yang ada. Untuk merancang mesin ini diperlukan perancangan nilai ergonomis alat tersebut yang mencakup bodi mesin, pemisah kulit dan biji, penggilas yang presisi, *hopper*, serta rangka (Wiranata *et al.*, 2021).

Menurut Nurudin & Arya (2014), komponen pulper buah kopi basah beserta fungsinya dirancang sebagai berikut:

- a. Rangka utama, memiliki fungsi sebagai penopang komponen-komponen lainnya. Bahan utama dalam pembuatan rangka utama terbuat dari plat siku.
- b. Rangka pengupas, berfungsi untuk menopang komponen-komponen pengupas seperti penggilas. Dalam pembuatan rangka ini, digunakan plat lembaran dengan tebal 2 mm.
- c. Motor penggerak, sebagai sumber tenaga utama yang akan menggerakkan mesin pengupas kopi.
- d. *Pully* motor, sebagai penghubung putaran yang dihasilkan motor penggerak.
- e. *Belt*, sebagai transmisi daya untuk penggilas yang di ambil dari daya yang dihasilkan motor penggerak.
- f. *Pully* pengupas, berfungsi untuk menyalurkan transmisi putaran dari poros pada gigi pengupas.
- g. Saluran keluar, berfungsi sebagai tempat keluarnya biji kopi ataupun kulit kopi hasil dari pengupasan. Saluran keluar cenderung dibuat lebih miring agar biji ataupun kulit kopi dapat keluar dengan cepat.
- h. Gigi pengupas, digunakan untuk merobek buah kopi, dan sebagai pemisah biji dengan kulit kopi.
- i. Penggilas, memiliki fungsi menekan buah kopi agar pecah.
- j. Rangka siku atas, fungsi rangka siku atas yaitu memudahkan dalam penyesuaian besar buah kopi yang akan dikupas.
- k. Rol masuk kopi, berfungsi mengatur masuknya kopi dengan teratur ke penggilas.

l. Roda gigi dan rantai, berfungsi mentransmisikan daya dari drum penggilas yang didapat dari motor penggerak ke rol masuknya kopi.

m. Bak penampung (*hopper*), sebagai penampung buah kopi yang akan dikupas.

Di Indonesia, terdapat 2 jenis alat pengupas kulit kopi yang sering digunakan masyarakat dalam mengolah hasil panen kopinya. Alat yang dimaksud ialah pengupas kulit kopi basah (*pulper*) dan juga alat pengupas kulit kopi kering (*huller*).

2.2.1 Alat pengupas kulit kopi basah (*Pulper*)

Berikut merupakan alat pengupas kulit kopi basah yang sering dioperasikan oleh petani kopi yang mana kedua alat tersebut memiliki tenaga penggerak yang berbeda, seperti menggunakan tenaga penggerak dari motor bakar dan juga menggunakan tenaga penggerak dari motor listrik. Adapun kelebihan dari penggunaan motor bakar ialah torsi yang dihasilkan relatif lebih besar dan juga dapat diaplikasikan langsung pada lahan pertanian. Kekurangan dari penggunaan motor bakar ialah polusi dari hasil pembakaran pada mesin banyak sehingga dapat merusak lingkungan serta pengeluaran biaya yang terus menerus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar yang diperlukan. Sedangkan pada penggerak motor listrik, kelebihanannya ialah tidak menghasilkan polusi yang dapat merusak lingkungan. Adapun kekurangannya yaitu tidak dapat dioperasikan langsung pada daerah pertanian kopi yang tidak terdapat sumber listrik dari PLN selain itu, penggunaan biaya kebutuhan listrik juga relatif tinggi apabila dioperasikan secara terus menerus (Nurudin & Arya, 2014).



Gambar 1. Mesin pengupas kulit kopi basah menggunakan tenaga penggerak motor bakar

Sumber: (Khoryanton, *et al.*, 2022)

Adapun fungsi dari bagian-bagian mesin pengupas kulit kopi basah yang menggunakan tenaga penggerak motor bakar, seperti berikut.

1. *Hopper*, berfungsi untuk menampung buah kopi.
2. Drum penggilas, berfungsi sebagai pemecah buah kopi.
3. Transmisi *pullay*, *V-belt*, menyalurkan tenaga yang dihasilkan oleh motor bakar ke drum penggilas.
4. Motor bakar, digunakan sebagai tenaga penggerak puper kopi.



Gambar 2. Mesin pengupas kulit kopi basah menggunakan tenaga penggerak motor Listrik

Sumber: (Wiranata *et al.*, 2021)

Adapun fungsi dari bagian-bagian mesin pengupas kulit kopi basah yang menggunakan tenaga penggerak motor listrik, seperti berikut.

1. Motor listrik, berfungsi sebagai tenaga penggerak pulper kopi.
2. Tempat keluarnya biji kopi yang sudah terkelupas
3. Rangka mesin, berfungsi menopang mesin pulper.

2.2.2 Alat pengupas kulit kopi kering (*huller*)

Huller merupakan alat yang sering digunakan sebagai pengupas kulit kopi yang sudah mengering secara cepat dan juga meratah. Kopi hasil pengupasan biji dari mesin *huller* memiliki hasil yang sama, konsisten, serta kopi yang di hasilkan memiliki kualitas baik. Oleh karena itu, kopi yang di kupas menggunakan mesin ini memiliki rasa orisinal. Semua jenis kopi yang ada, dapat dikupas menggunakan alat ini, sehingga sangat efisien dalam penggunaannya. Dengan keefisienan alat ini, maka akan meminimalisir waktu, tenaga, dan biaya yang digunakan didalam mengolah kopi (Kelik *et al.*, 2016).

Alat ini dirancang dengan tujuan untuk mengupas dan memisahkan kulit dan buah kopi kering agar dapat menjawab kebutuhan petani dalam hal mengupas dan memisahkan biji dan kulit kopi. Adanya *huller* ini diharapkan dapat menjawab

akan setiap kebutuhan para petani kopi dalam hal meningkatkan kualitas kopi. Kelebihan dari *huller* ialah dibuat dari bahan yang kuat, sehingga akan berpengaruh terhadap lama alat ini dapat bertahan. Walaupun *huller* terbuat dari bahan yang kuat, namun untuk mengoperasikannya tidak akan mempersulit para petani (Kelik *et al.*, 2016).

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung poros dan perencanaan transmisi mesin pengupas kulit kopi basah menurut Wiranata *et al.* (2021), yaitu:

$$Pd = Fc \times p \quad (1)$$

Dimana:

Pd = Rencana daya

Fc = Faktor koreksi

p = Daya motor

2.3 Panel Surya

Energi matahari adalah sumber energi utama yang sampai pada permukaan bumi, total sebesar 173 triliun kilowatt energi yang sampai melalui atmosfer. Energi surya yang dapat digunakan untuk semua daratan di Indonesia yaitu sebesar 4,8 kWh/m². Sedangkan khusus pada daerah Sulawesi selatan, rata-rata energi surya yang dapat digunakan sebesar 5,88 kWh/m². Energi matahari diubah menjadi listrik melalui konversi yang diperoleh melalui sistem *fotovoltaik*. Tata surya yang dipasang terdiri dari panel surya, serangkaian regulator (pengontrol muatan) dan baterai 12 volt. Panel surya adalah alat yang terbuat dari komponen-komponen sel surya yang di bentuk baik seri maupun secara paralel berpatokan pada tenaga yang dibutuhkan. Sel surya dapat menghasilkan listrik yang berbeda-beda mengikut pada seberapa banyak atau seberapa besar cahaya matahari yang sampai pada panel surya (Thamrin *et al.*, 2018).

Untuk menghasilkan listrik, panel surya, akan mengkonversi besaran intensitas matahari yang disebut *photovoltaic* (PV). *Photovoltaic* itu sendiri terbagi dari dua kata yakni *Photo* yang artinya cahaya dan *voltaic* yang artinya tegangan. Istilah ini sering dipakai untuk menggambarkan sebuah sel elektronik yang menghasilkan listrik arus DC atau searah, dari energi radiasi matahari. Perangkat *optoelektronik* terbuat dari bahan-bahan semikonduktor, terutama silikon, yang mana silikon ini dilapisi dengan aditif khusus. Cara kerja panel surya

ialah atom akan melepaskan electron ketika sinar matahari mengenai sel, untuk membentuk sirkuit listrik untuk menghasilkan listrik. *Solar cell* selalu dirancang untuk mengkonversi cahaya sebanyak mungkin menjadi energy listrik dan dapat dihubungkan secara seri atau paralel untuk memperoleh total energy listrik yang dibutuhkan (Rif'an *et al.*, 2012).

2.3.1 Jenis-jenis Panel Surya

Menurut Andriawan & Puji (2017), bahwa terdapat beberapa jenis sel surya yang digolongkan berdasarkan bahan penyusunnya. Secara umum yang sering digunakan, terdapat 2 jenis sel surya diantaranya yaitu:

- a. *Monocrystalline*, dibuat dengan mengiris tipis batang kristal silikon murni, sehingga tingkat efisiensinya cukup besar sekitar 15% - 20% berbeda dengan efisiensi panel surya yang lain. Karena tingginya biaya kristal silikon murni dan alat canggih yang digunakan, menjadikan Panel Surya ini mahal bila dilihat dari biaya panel surya lainnya. Kerugiannya adalah ketika Panel Surya jenis ini ditempatkan untuk menjadikan modul *fotovoltaic* (panel surya), akan meninggalkan banyak ruang, panel surya ini memiliki ciri-ciri *heksagonal* atau bundar, tergantung pada jenis kristal silikon. Kristal jenis ini cukup mudah untuk dibedakan karena memiliki berwarna gelap. Sel ini dibentuk dari silikon murni, yang menjadikannya paling baik untuk mengubah intensitas matahari menjadi tenaga listrik. Keuntungan lainnya adalah memiliki masa operasional terpanjang di antara sel surya berbasis silikon. Keuntungan dari sel surya kristal tunggal adalah bahwa *monocrystals* memiliki efisiensi tertinggi 15 sampai 20%. *Monocrystals* tidak membutuhkan ruang besar berbeda dari yang lainnya, karena tingkat nilai efisiensinya. panel surya *monocrystalline* dianggap paling tahan lama. *Monokristal* bekerja lebih baik daripada *polykristal* dalam situasi intensitas matahari yang kurang, sehingga sangat tepat digunakan pada daerah yang sering terjadi hujan.
- b. *Polycrystalline*, terdiri dari komponen batang kristal silikon yang kemudian dicetak menjadi bentuk persegi. Karena kemurnian silikon jenis ini tidak berbeda dengan *monocrystalline*, Efisiensi yang dihasilkan dari panel surya jenis ini terbilang rendah, yaitu 13% hingga 16%. Bentuk persegi yang menyusun panel surya ini berbentuk datar dan tidak ada celah seperti panel

surya *monocrystalline* di atas. Dibandingkan dengan kristal tunggal, proses pembuatannya sederhana dan harganya murah. Jenis ini sering digunakan saat ini. Kelebihan dan kekurangan sel surya *polycrystalline* ialah proses pembuatan *polycrystalline silicon* cukup mudah dan memiliki harga yang terbilang murah. Panel surya *polikristalin* umumnya sedikit kurang tahan panas dibandingkan panel surya *monokristalin*. Secara teknis, ini berarti panel surya *polikristalin* memiliki performa yang kurang baik bila dibandingkan dengan *monokristalin* jika berada pada daerah dengan intensitas matahari yang cukup tinggi. Intensitas cahaya matahari yang besar, akan mengurangi kinerja sel surya sehingga cepat rusak. Namun, efeknya minimal dan tidak menjadi masalah bagi sebagian besar pengguna.

2.3.2 Komponen Panel Surya

Menurut Primawan & Iswanjono (2019), menyatakan bahwa pada rangkaian panel surya, ada beberapa bagian penting yang diperlukan untuk dapat mencukupi energi yang dibutuhkan seperti:

- a. Panel surya merupakan alat yang digunakan untuk mengubah intensitas cahaya matahari menjadi energi listrik. Dalam penggunaan panel surya, biasanya terdiri dari beberapa buah yang dihubungkan secara seri maupun secara paralel, disesuaikan dengan kebutuhan.
- b. *Charge controller*, digunakan untuk mengatur proses pengecasan pada aki, sehingga tidak terjadi *over charge* yang nantinya mala akan mengakibatkan kerusakan pada aki itu sendiri.
- c. Aki, berfungsi sebagai penampung arus listrik yang diperoleh dari panel surya, yang nantinya akan digunakan apabila intensitas cahaya matahari rendah.
- d. *Inverter*, berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak balik (AC).



Gambar 3. Rangkaian Panel Surya.
Sumber: (Putri *et al.*, 2019).

Dalam pembuatan instalasi panel surya, tentu dibutuhkan data perhitungan instalasi terlebih dahulu. Menurut Primawan & Iswanjono (2019), perhitungan instalasi solar sel dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Untuk menentukan berapa banyak panel yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi, dapat menggunakan persamaan

$$JP = \frac{TE}{KP \times Psh} \quad (2)$$

Dimana:

JP = Jumlah panel

TE = Total energi (Watt)

KP = Kapasitas panel (Wattpeak)

Psh = Waktu penyinaran optimum (Jam)

- b. Untuk menghitung kapasitas *charge controller* dapat ditentukan dengan rumus:

$$I = ISC \times Np \times Fsafe \quad (3)$$

Dimana:

I = Arus (Ampere)

ISC = *Short Circuit Current*

Np = Jumlah panel

Fsafe = *Safety factor*

- c. Menentukan spesifikasi aki yang dibutuhkan untuk mencukupi kebutuhan energi motor listrik, ditentukan dengan rumus:

$$P = v \times I \quad (4)$$

Dimana:

P = Daya aki (Watt)

v = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

2.4 Motor Bakar

Motor bakar merupakan jenis mesin panas, yang memiliki fungsi mengkonversi energi panas atau energi bahan bakar kimia menjadi tenaga mekanik untuk melakukan pekerjaan secara mekanis. Sebelum energi panas diubah menjadi energi mekanik, energi kimia suatu bahan bakar terlebih dahulu kemudian

menjadi energi panas atau termal dengan cara membakar bahan bakar tersebut dengan udara. Bagian dari pembakaran ini terjadi di dalam mesin pembakaran dalam itu sendiri dan sebagian di luar mesin pembakaran dalam, juga dikenal sebagai siklus otto pada mesin bensin, juga dikenal sebagai siklus metering di mana pembakaran terjadi ketika volumenya konstan. Ada dua jenis pembakaran dalam motor bakar menurut Winoko *et al.* (2018), diantaranya ialah:

a. Motor pembakaran luar (*external combustion engine*)

Dikatakan pembakaran luar, dikarenakan proses kerja yang terjadi terdapat di luar mesin itu sendiri. Bahan bakar tidak langsung diubah menjadi energi mekanik, kemudian diubah menjadi kekuatan mekanis. Secara umum, mesin jenis ini sering digunakan pada mesin uap dan turbin yang memiliki karakteristik yang hanya dapat digunakan sebagai penggerak skala besar, seperti lokomotif, kapal, dan pembangkit listrik, serta tidak cocok untuk generator multiguna, sepeda motor, dan mobil.

b. Motor pembakaran dalam (*internal combustion*)

Mesin pembakaran dalam bekerja dengan cara mengubah panas pembakaran langsung menjadi tenaga mekanik karena bahan bakar dihasilkan di dalam mesin itu sendiri. Kelebihan mesin ini ialah struktur serta desain mesin lebih kecil, lebih sederhana, dan lebih fungsional daripada mesin diesel. Penggunaan dalam siklus berulang dan kondisi suhu tinggi mesin pembakaran dalam ini telah tersebar luas karena memiliki tenaga yang kuat dan handal, serta hemat dan efisien dalam konsumsi bahan bakar. Keunggulan mesin pembakaran dalam adalah bobotnya yang ringan, ukuran yang ringkas, dan tenaga yang tinggi sehingga sangat praktis untuk kendaraan. Alat ini mempermudah untuk bekerja di mana saja selama memiliki udara dan bahan bakar. Oleh karena itu, wilayah kerjanya sangat luas. karena efisiensi termalnya yang tinggi, mesin ini dapat menghasilkan energi dalam jumlah yang signifikan dengan jumlah bahan bakar yang relatif kecil. Kerugian dari mesin pembakaran internal adalah getaran yang disebabkan oleh pembukaan dan penutupan katup, pemasukan udara, pembuangan sisa gas pembakaran, dan ledakan berulang dari siklus ke siklus. Tidak mungkin bekerja dalam waktu lama di ruang tertutup.

2.5 Motor AC

Cara kerja motor listrik AC ialah mengkonversi energi listrik menjadi energi gerak. Motor ini tidak terpengaruh oleh polaritas positif atau negatif yang berasal dari sumber listrik. Prinsip dari motor ini ialah bekerja dengan membangkitkan gaya atau putaran pada rotor menggunakan perbedaan fase sumber. Motor listrik AC menggunakan arus yang dapat mengubah arah secara berkala. Berdasarkan sumbernya, motor listrik AC terbagi menjadi dua jenis yaitu sumber arus sinkron dan sumber arus induktif (Pattiapon *et al.*, 2019).

Motor listrik ialah tenaga penggerak yang mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik. Motor arus bolak-balik adalah motor listrik yang berjalan pada arus bolak-balik atau arus AC. Terdapat dua komponen utama penyusun Motor AC tipika. Rotor adalah bagian motor yang berputar, yang untuk memutar poros motor. Karakteristik dari semua motor AC adalah medan magnet berputar yang dikendalikan oleh lilitan stator. Konsep ini dapat didemonstrasikan pada motor tiga fase dengan tiga lilitan susun. Setiap koil terhubung ke satu fase satu fase. Ketika arus tiga fase melewati belitan, kumparan magnet berputar dihasilkan di dalam stator. Kecepatan putaran magnet tergantung pada banyaknya kutub stator dan besaran arus listrik (Sofia & Yosi, 2019).



Gambar 4. Motor Listrik AC.
Sumber: (Sofia & Yosi, 2019).

Menurut Syafrizal (2017), tabel faktor koreksi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Tabel faktor koreksi

Daya yang kan ditransmisikan	Fc
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 - 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 - 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

2.6 Keunggulan Motor Listrik AC Berbasis Panel surya

Motor listrik AC menggunakan sumber listrik yang dihasilkan oleh Panel Surya sangat baik untuk diterapkan didalam penggunaan motor listrik itu sendiri. Dengan adanya panel surya maka penggunaan energi listrik dari PLN dapat diminimalisir. Dengan demikian, akan menurunkan biaya penggunaan listrik dari PLN. Penggunaan panel surya didalam menjalankan motor listrik AC sangat membantu didalam pengurangan biaya produksi kerja, yang mana sumber energi yang dibutuhkan oleh Panel surya ialah matahari yang merupakan energi yang tidak akan pernah habis. Dengan pemanfaatan energi terbarukan ini, maka penggunaan Panel Surya dalam menjalankan motor listrik AC sangat berpotensi untuk menghasilkan produktivitas tinggi tetapi biaya produksi yang tidak terlalu besar. penggunaan panel surya untuk menjalankan pompa air AC sangat efektif digunakan di Indonesia yang merupakan Negara tropis yang terkena langsung pancaran sinar matahari Nainggolan *et.al.*, (2016).