



**ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI PADA PROSES PENGOLAHAN KAKAO  
(Studi Kasus di PTPN XII Banjarsari Kecamatan Bangsalsari Kabupaten  
Jember)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ahmad Rofiki**

**121710201096**

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



**ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI PADA PROSES PENGOLAHAN KAKAO  
(Studi Kasus di PTPN XII Banjarsari Kecamatan Bangsalsari Kabupaten  
Jember)**

**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

**Ahmad Rofiki**

**121710201096**

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

## PERSEMBAHAN

Karya Tulis Ilmiah ini merupakan salah satu hal yang berharga bagi saya dalam meniti jalan mencapai cita-cita saya yang besar. Dengan penuh rasa syukur dan hormat Karya Tulis ini saya persembahkan kepada :

1. Ibu Rukmawati dan Ayah Ridwan yang tercinta;
2. Guru-guru Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi;
3. Teman-teman seperjuangan yang selalu aku rindukan.

**MOTTO**

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”  
(terjemahan Surat *Al-Mujadalah* ayat 11)

“Banyak orang gagal dalam kehidupan, bukan karena kurangnya kemampuan, pengetahuan, atau keberanian, namun hanya karena mereka tidak pernah mengatur energinya pada sasaran”  
(Albert Hubbard)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Rofiki

Nim : 121710201096

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Kebutuhan Energi pada Proses Pengolahan Kakao (Studi Kasus di PTPN XII Banjarsari Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali 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 paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Oktober 2018

Yang menyatakan

Ahmad Rofiki

NIm 121710201096

**SKRIPSI**

**ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI PADA PROSES PENGOLAHAN KAKAO  
(Studi Kasus di PTPN XII Banjarsari Kecamatan Bangsalsari Kabupaten  
Jember)**

Oleh

**Ahmad Rofiki**

**121710201096**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Ir.Setiyo Harri, M.S.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Dedy Wirawan S.,S.TP.,M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Analisis Kebutuhan Energi Pada Proses Pengolahan Kakao (Studi Kasus di PTPN XII Banjarsari Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember)” telah di uji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 15 November 2018

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing:

DPU,

DPA,

Ir. Setiyo Harri, M.S.  
NIP 195309241983031001

Dr. Dedy Wirawan S.,S.TP.,M.Si.  
NIP 197407071999031001

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng  
NIP 196312121990031002

Askin, S.T.P., M.MT.  
NIP 197008302000031001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember,

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

## RINGKASAN

**Analisis Kebutuhan Energi Pada Proses pengolahan kakao (Studi Kasus di PTPN XII Banjarsari, Kecamatan Bangsalsari, Kabupaten Jember);** Ahmad Rofiki, 121710201096; 2018; 26 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Energi sangat diperlukan dalam kehidupan. Pada setiap kegiatan membutuhkan energi sebagai tenaga penggerak aktivitas termasuk dalam kegiatan pertanian. penelitian ini menganalisis energi dalam pengolahan kakao. Analisis aliran energi pada pengolahan kakao dibutuhkan untuk mengetahui nilai energi input setiap proses. Macam-macam energi yang digunakan meliputi energi biologis, energi langsung dan energi tidak langsung. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis kebutuhan energi dan menghitung kebutuhan energi total, serta menghitung nilai rasio energi pada pengolahan kakao. Penelitian ini dilakukan di PTPN XII Kebun Banjarsari Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember. Pendekatan analisis yang digunakan adalah menghitung energi input pada setiap pengolahan kakao berdasarkan sumber energi biologis, energi langsung dan energi tidak langsung. Pengolahan kakao meliputi proses penerimaan dan penimbangan, fermentasi, penjemuran, pengeringan, sortasi dan pengemasan. Jenis konsumsi energi pada proses pengolahan kakao meliputi energi biologis yang berasal dari tenaga kerja manusia, energi langsung dari energi bahan bakar kayu dan listrik, energi tidak langsung yaitu energi yang digunakan untuk memproduksi suatu alat. Energi input total yang digunakan dalam proses pengolahan kakao 22,66 MJ/ton. Pada pengolahan kakao terdapat 6 proses yang harus dilakukan yaitu penerimaan, fermentasi, penjemuran, pengeringan, sortasi, dan pengemasan. Pada proses penerimaan, energi input yang diperoleh sebesar 0,57 MJ/ton. Pada proses fermentasi, energi input yang diperoleh sebesar 0,31 MJ/ton. Pada proses penjemuran, energi input yang diperoleh sebesar 0,93 MJ/ton. Pada proses pengeringan, energi input yang diperoleh sebesar 18,80 MJ/ton. Pada proses sortasi, energi input yang diperoleh sebesar 1,72 MJ/ton, dan pada proses pengemasan, energi input yang diperoleh sebesar 0,34 MJ/ton. Untuk masing-masing jenis energi, energi biologis yang terbesar terdapat pada proses pengeringan sebesar 6,74 MJ/ton. Konsumsi energi langsung hanya terdapat satu proses pada pengeringan sebesar 10,37 MJ/ton dan energi tidak langsung (*embodied energi*) terbesar adalah pada proses pengeringan sebesar 1,68 MJ/ton. Total Energi input yang dihasilkan sebesar 22,66 MJ/ton.



## SUMMARY

**Analysis of Energy Needs in cocoa processing (Case Study in PTPN XII Banjarsari Bangsalsari District Jember Regency);** Ahmad Rofiki, 121710201096; 2018; 26 pages; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Energy is very necessary in life. Each activity requires energy as a driving force for activities including agricultural activities. This study analyzed energy in cocoa processing. Analysis of energy flow in cocoa processing is needed to determine the energy value of the input of each process. The types of energy used include biological energy, direct energy and indirect energy. The purposes of this study were to identify the types of energy needs and calculate the total energy requirements, as well as calculate the value of the energy ratio in cocoa processing. This research was conducted in PTPN XII Kebun Banjarsari, Bangsalsari sub-district, Jember regency. The analytical approach used was calculating input energy for each cocoa processing based on biological energy sources, direct energy and indirect energy. Cocoa processing included the process of receiving and weighing, fermentation, drying, sorting and packaging. The type of energy consumption in the cocoa processing process includes biological energy derived from human labor, direct energy from wood and electricity energy, indirect energy which is the energy used to produce a device. The total energy input used in cocoa processing is 22,66 MJ / ton. In processing cocoa there are 6 processes that must be carried out, namely acceptance, fermentation, drying, sorting, and packaging. In the reception process, the input energy was 0,57 MJ / ton. In the fermentation process, the input energy was 0,31 MJ / ton. In the drying process, the input energy was 0,93 MJ / ton. In the drying process, the input energy obtained is 18,80 MJ / ton. In the sorting process, the input energy was 1,72 MJ / ton, and in the packaging process, the input energy was 0,34 MJ / ton. The greatest biological energy was found in the drying process of 6,74 MJ / ton. Direct energy consumption was only one process at drying of 10,37 MJ / ton and the biggest indirect energy (*embodied energy*) was in the drying process of 1.68 MJ / ton. The total energy input produced was 22,66 MJ / ton.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Kebutuhan Energi pada Proses Pengolahan Kakao (Studi Kasus di PTPN XII Banjarsari Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi 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. Ir. Setiyo Harri, M.S., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, dan pikiran, serta penuh kesabaran dalam membimbing penulis, sehingga terselesaikannya karya ilmiah ini;
2. Dr. Dedy Wirawan S., S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota dan juga Komisi Bimbingan yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
3. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing Akademik dan juga sebagai Penguji Utama yang telah membimbing dalam penyempurnaan skripsi ini;
4. Askin, S.T.P., M.MT selaku Dosen Penguji Anggota yang bersedia memberikan waktunya untuk membimbing dan memberi saran agar penulisan skripsi ini menjadi lebih baik;
5. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
6. Kedua orang tua saya, ibunda Rukmawati dan ayahanda Ridwan yang tercinta yang selalu mendoakan dalam setiap saat;

7. Teman teman TEP-C terutama fiqih faresa, achmad yasin, molyadi dan cani yang selalu bersedia untuk memberikan rasa kebersamaan, inspirasi, semangat dan maotivasi hingga saat ini;
8. Seluruh karyawan yang ada dikantor PTPN XII Kebun Banjarsari yang membantu memberikan data dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT. Melimpahkan rahmat dan hidayah nya kepada mereka semua. Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, Oktober 2018

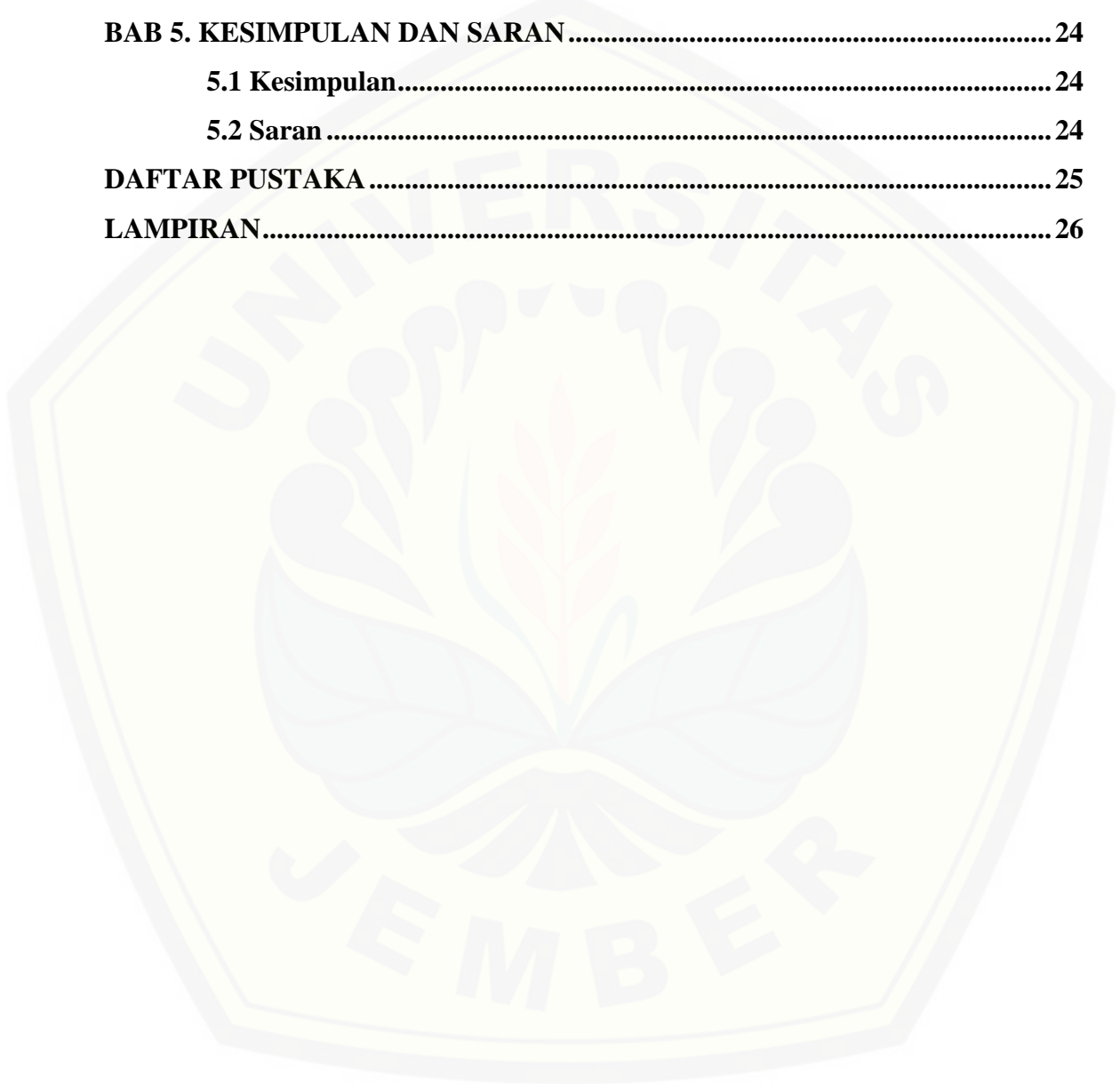
Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING .....</b>	<b>vi</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>ix</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan.....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Manfaat.....</b>	<b>2</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Kebutuhan Energi di Sektor Pertanian.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 Energi Langsung.....	3
2.1.2 Energi Tidak Langsung .....	3
2.1.3 Energi Biologis.....	3
<b>2.2 Klasifikasi Tanaman Kakao .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Jenis-jenis Kakao .....</b>	<b>4</b>

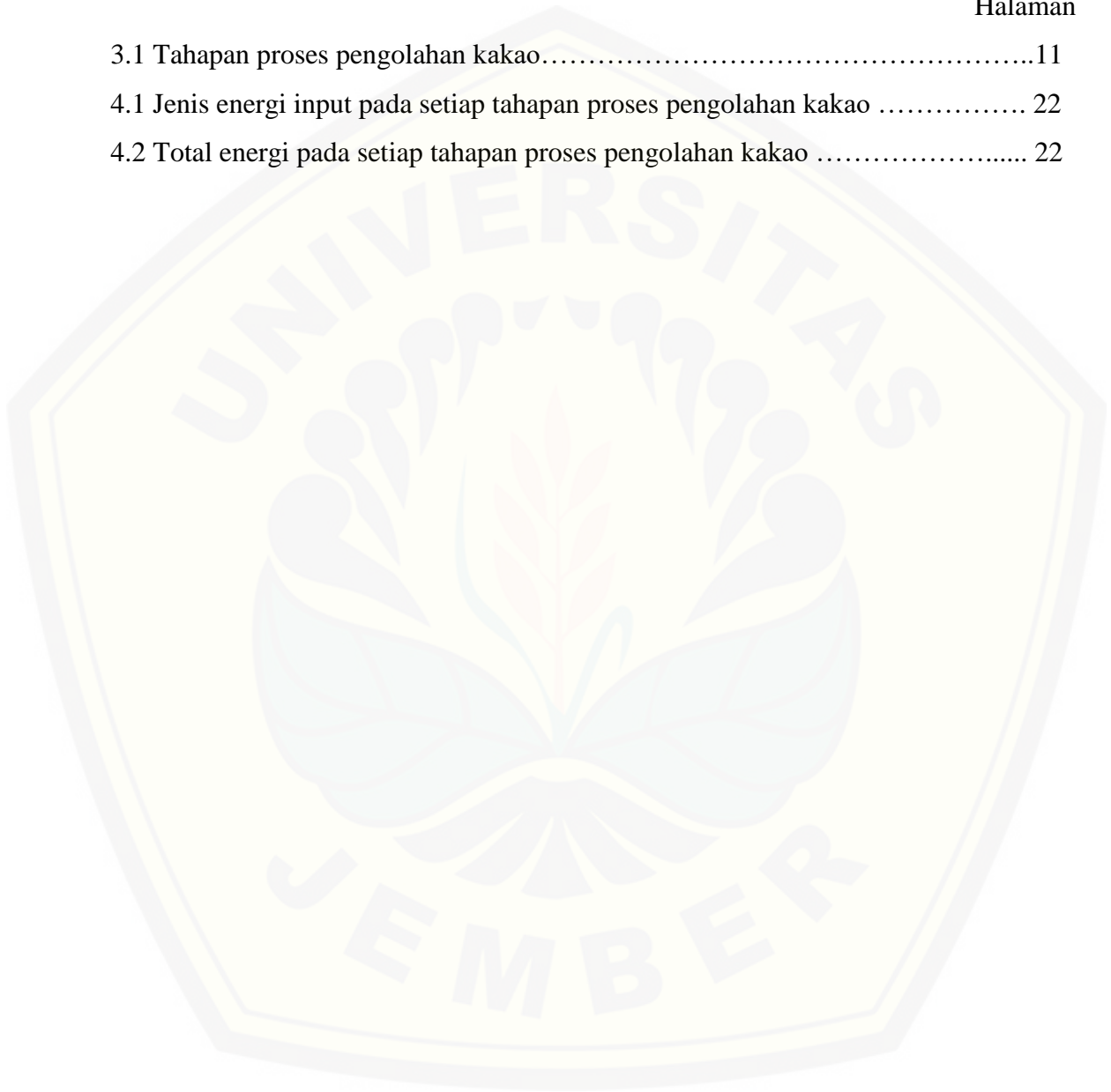
<b>2.4 Pemanenan Kakao .....</b>	<b>5</b>
<b>2.5 Proses Pengolahan Kakao .....</b>	<b>5</b>
2.5.1 Fermentasi Biji Kakao .....	7
2.5.2 Penjemuran .....	7
2.5.3 Pengeringan Biji Kakao .....	8
2.5.4 Sortasi Mutu Biji Kakao .....	8
2.5.5 Pengemasan dan Penyimpanan .....	8
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan .....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Tahapan Penelitian .....</b>	<b>10</b>
3.3.1 Observasi Penggunaan Alat dan Energi pada Setiap Proses Pengolahan Kakao .....	11
3.3.2 Penentuan Variabel yang Diamati .....	12
3.3.3 Pengambilan Data .....	13
3.3.4 Analisis Energi pada Setiap Tahapan Proses Pengolahan Kakao ...	13
3.3.5 Total Input Energi pada Proses Pengolahan Kakao .....	15
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 Gambaran Umum PTPN XII Banjarsari .....</b>	<b>16</b>
<b>4.2 Energi <i>Input</i> Pada Proses Pengolahan Kakao .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3 Energi <i>Input</i> Pada Setiap Tahapan Proses Pengolahan Kakao .....</b>	<b>17</b>
4.3.1 Penerimaan .....	18
4.3.2 Fermentasi .....	18
4.3.3 Penjemuran .....	19
4.3.4 Pengeringan .....	19
4.3.5 Sortasi .....	20
4.3.6 Pengemasan .....	20
<b>4.4 Energi <i>Input</i> Tiap Jenis Pada Proses Pengolahan Kakao .....</b>	<b>21</b>

4.5 Perbandingan Kebutuhan Energi <i>Input</i> pada Setiap Tahapan Proses Pengolahan Kakao .....	22
4.6 Energi <i>Input</i> Total dalam Proses Pengolahan Kakao .....	23
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>24</b>
5.1 Kesimpulan.....	24
5.2 Saran .....	24
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>25</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>26</b>



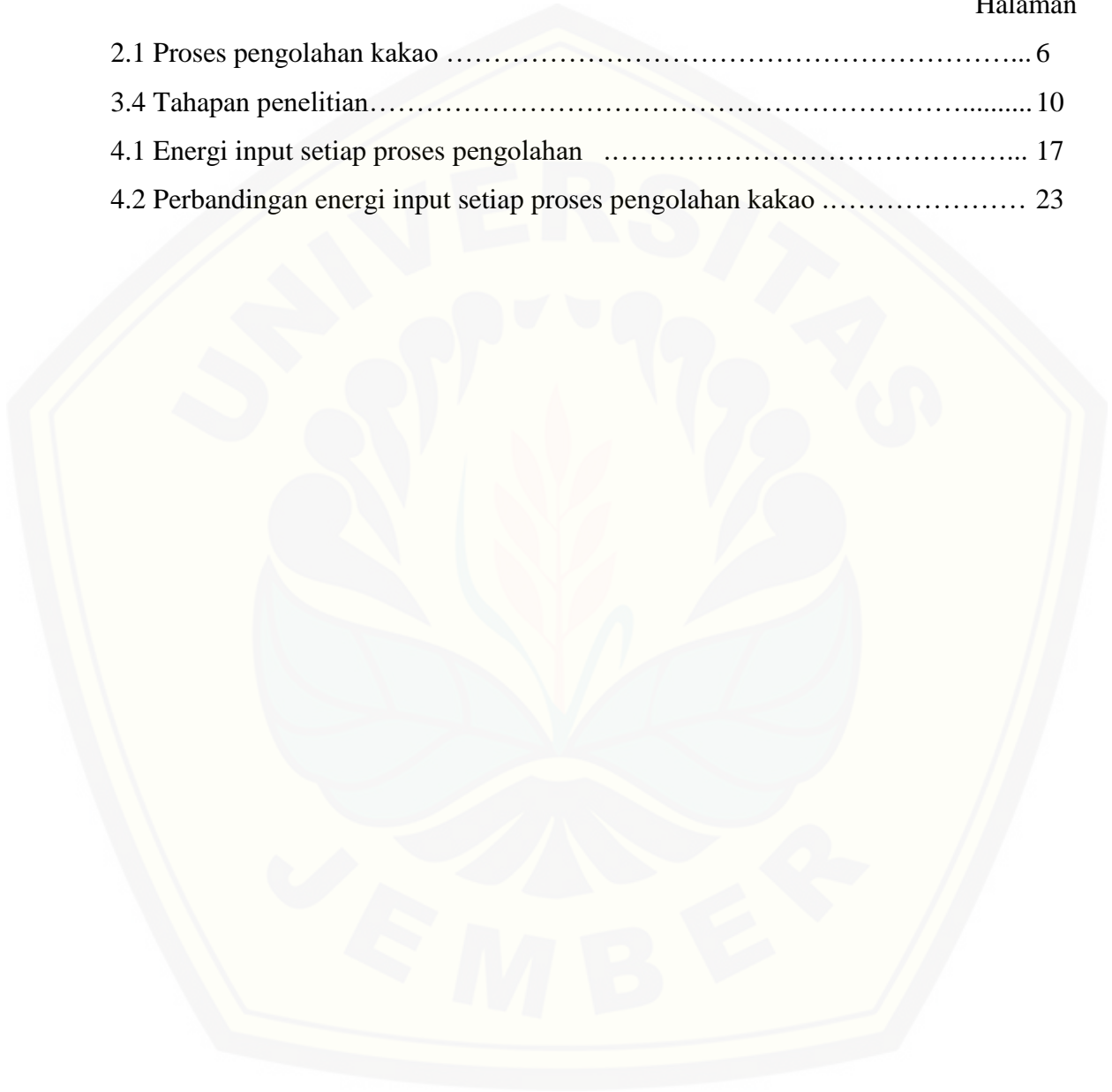
**DAFTAR TABEL**

	Halaman
3.1 Tahapan proses pengolahan kakao.....	11
4.1 Jenis energi input pada setiap tahapan proses pengolahan kakao .....	22
4.2 Total energi pada setiap tahapan proses pengolahan kakao .....	22



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proses pengolahan kakao .....	6
3.4 Tahapan penelitian.....	10
4.1 Energi input setiap proses pengolahan .....	17
4.2 Perbandingan energi input setiap proses pengolahan kakao .....	23





## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Gambar tahapan proses pengolahan kakao .....	26
B. Energi input pada proses penerimaan .....	28
C. Energi input pada proses fermentasi .....	31
D. Energi input pada proses penjemuran .....	34
E. Energi input pada proses pengeringan .....	37
F. Energi input pada proses sortasi .....	43
G. Energi input pada proses pengemasan .....	46
H. Total energi input pada proses pengolahan kakao .....	49

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Ruku (2008:37), kakao merupakan salah satu komoditas andalan yang mempunyai peranan penting bagi perekonomian Indonesia, terutama dalam hal penyediaan lapangan kerja, sumber pendapatan petani dan sumber devisa bagi Negara. Keadaan iklim dan kondisi tanah yang tersedia dan sesuai untuk pertumbuhan kakao memungkinkan pengembangan kakao di Indonesia. Biji kakao Indonesia sebagian besar atau sekitar 60 % diekspor dan selebihnya digunakan untuk kebutuhan industri pengolahan biji kakao dalam negeri. Ekspor kakao yang dilakukan selama ini sebagian besar masih dalam bentuk primer. Sebagai komoditi ekspor maka mutu biji kakao perlu terus ditingkatkan, agar kakao Indonesia dapat bersaing di pasaran dunia. Pengendalian mutu kakao secara terpadu termasuk pengolahan yang baik dan benar yaitu upaya yang tepat untuk meningkatkan citra kakao Indonesia. Proses pengolahan menentukan mutu produk akhir kakao, karena dalam proses ini terjadi pembentukan cita rasa kakao.

Salah satu kendala pada proses pengolahan kakao pasca panen di PTPN XII Banjarsari Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember adalah kurangnya pengetahuan tentang kebutuhan energi pada proses pengolahan kakao pasca panen. Sehingga tidak bisa mengetahui berapa kebutuhan bahan atau energi input yang akan digunakan pada setiap proses pengolahan kakao.

Pada proses pengolahan kakao di PTPN XII Banjarsari Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember terdapat masukan energi input berupa energi biologis, energi langsung dalam penggunaan bahan bakar dan listrik, energi tidak langsung dalam penggunaan alat dan mesin. Sejauh ini belum dilakukannya penelitian khusus mengenai analisis kebutuhan energi di PTPN XII Banjarsari, sehingga belum teridentifikasi penggunaan energi dan kemungkinan terjadinya pemborosan energi di pabrik PTPN XII Banjarsari. Oleh karena itu perlu adanya audit energi yang dilakukan pada setiap proses pengolahan kakao untuk meminimalisir terjadi pemborosan pada setiap proses pengolahan kakao di PTPN XII Banjarsari.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapa nilai konsumsi energi biologis, energi tidak langsung dan energi langsung yang dibutuhkan pada proses pengolahan kakao?
2. Berapa nilai konsumsi energi pada setiap tahapan proses pengolahan kakao?
3. Berapa total energi input pada proses pengolahan kakao?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dibatasi pada analisis kebutuhan energi biologis, energi tidak langsung dan energi langsung (bahan bakar kayu dan listrik) yang digunakan pada proses pengolahan kakao.
2. Penelitian dilakukan mulai dari penerimaan atau penimbangan, fermentasi, penjemuran, pengeringan Biji Kakao, sortasi dan pengemasan.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi nilai konsumsi energi biologis, energi tidak langsung dan energi langsung pada proses pengolahan kakao.
2. Menghitung kebutuhan energi pada setiap tahapan proses pengolahan kakao.
3. Menghitung kebutuhan energi total pada proses pengolahan kakao.

## 1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan gambaran mengenai jenis energi input dan kebutuhan energi pada proses pengolahan kakao.
2. Memberikan masukan kepada pihak PTPN Banjarsari terkait efisiensi penggunaan energi pada proses pengolahan kakao.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kebutuhan Energi di Sektor Pertanian

Energi sangat diperlukan dalam kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Menurut Hasjuniati (2014:116), energi merupakan kemampuan untuk melakukan daya kerja atau kinerja. Energi dalam bidang pertanian atau industri pertanian dapat dibagi menjadi tiga bentuk, yaitu energi langsung, energi biologis dan energi tidak langsung.

#### 2.1.1 Energi Langsung

Menurut Kamaruddin (1991), energi langsung adalah bentuk energi yang digunakan secara langsung pada proses produksi, yaitu energi bahan bakar dan energi listrik. Bentuk energi yang dipakai secara langsung berupa bahan bakar fosil, seperti minyak tanah, solar, bensin, dan LPG. Energi langsung disebut juga dengan energi sekunder. Hal ini disebabkan energi langsung pada dasarnya dapat langsung digunakan setelah dibentuk oleh energi primer, yaitu matahari.

#### 2.1.2 Energi Tidak Langsung

Menurut Kamaruddin (1991), energi tidak langsung (*Embodied Energi*) merupakan energi yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk atau energi yang terkandung dalam alat. Mesin dan alat merupakan jenis energi tidak langsung karena dalam proses produksinya membutuhkan *input* energi yang berupa energi manusia, sehingga tidak dapat terbentuk secara langsung tanpa adanya bantuan masukan energi. Energi tidak langsung dapat berupa materi penyusun produk atau mesin-mesin.

#### 2.1.3 Energi Biologis

Energi biologis atau energi manusia adalah energi yang berasal dari aktivitas yang dilakukan oleh seseorang. Kemampuan manusia untuk menghasilkan tenaga tergantung pada usia, jenis kelamin, lama bekerja, jenis pekerjaan, tingkat konsumsi makanan dan oksigen, ukuran tubuh, iklim, dan faktor lingkungan (Irwanto *et al.*, 1990).

## 2.2 Klasifikasi Tanaman Kakao

Kakao (*Theobroma cacao L*) merupakan tanaman musiman yang berasal dari negara Amerika Selatan dan menyebar ke wilayah Asia Tenggara termasuk Indonesia. Tanaman ini satu-satunya dari 22 jenis marga *Theobroma* yang dapat menumbuhkan bunga dari cabang. Tanaman kakao memiliki tinggi 4-8 meter, mulai dapat dipanen buahnya pada umur 5 tahun dan mencapai produksi buah tertinggi pada umur 12 tahun. Buahnya dapat dipanen sampai tanaman berumur 25 tahun dengan panen besar dua kali dalam satu tahun (Syakir, 2010:10).

Menurut Syakir (2010:10), klasifikasi botani tanaman kakao adalah sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Keluarga	: Dialypetalae
Bangsa	: Malvales
Suku	: Sterculiaceae
Marga	: <i>Theobroma</i>
Spesies	: <i>Theobroma cacao L</i>

## 2.3 Jenis-jenis Kakao

Menurut Sunanto (1992:13-14), sesungguhnya terdapat banyak jenis tanaman kakao, namun jenis yang paling banyak ditanam sebagai berikut.

1. Jenis *Criollo*, yang terdiri dari *Criollo* Amerika Tengah dan *Criollo* Amerika Selatan. Jenis ini menghasilkan biji kakao yang mutunya sangat baik dan dikenal sebagai kakao mulia (*edel*). Jenis kakao ini banyak dibutuhkan oleh pabrik-pabrik sebagai bahan pembuatan produk-produk cokelat yang bermutu tinggi.

2. Jenis *Farastero*, banyak diusahakan diberbagai Negara produsen cokelat dan menghasilkan cokelat yang mutunya sedang atau *bulk cacao*. Jenis *farastero* sering juga disebut sebagai kakao lindak (*bulk*). Kakao lindak memiliki pertumbuhan vegetatif yang lebih baik, relatif lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit dibandingkan kakao mulia.
3. Jenis *Trinitario* merupakan campuran atau hibrida dari jenis *Criollo* dan *Farastero* secara alami, sehingga kakao ini sangat heterogen. Kakao jenis *Trinitario* menghasilkan biji yang termasuk *fine flavor cacao* dan ada yang termasuk *bulk cacao*. Kakao ini memiliki pertumbuhan yang sangat cepat, berbuah setelah berumur 2 tahun, masa panen sepanjang tahun.

#### 2.4 Pemanenan Kakao

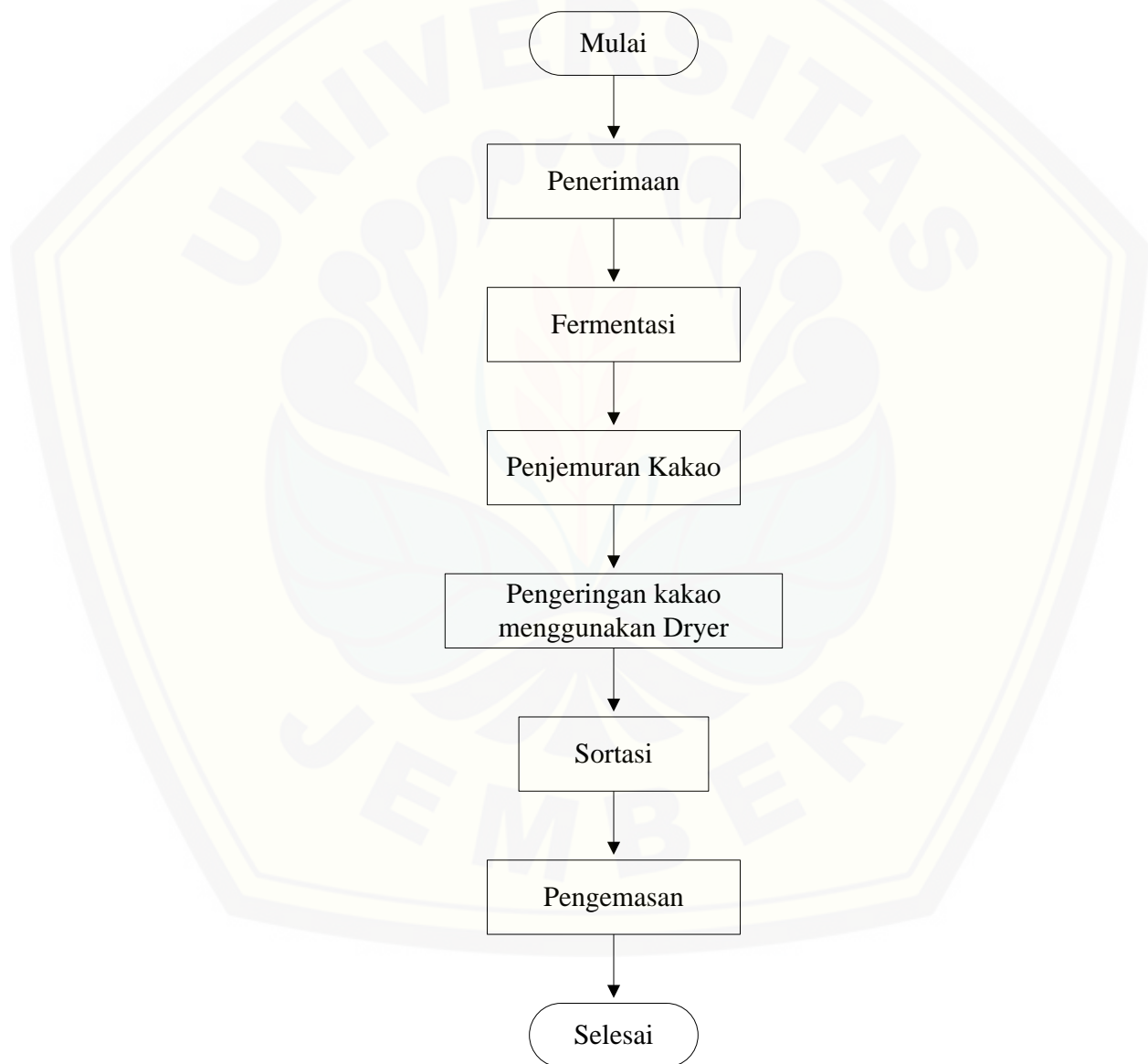
Pemanenan kakao umumnya dilakukan dengan menggunakan pisau atau parang yang cukup tajam. Selama pemanenan buah diusahakan untuk tidak melukai batang atau cabang tempat tumbuh. Pelukaan pada batang atau cabang akan mengakibatkan bunga tidak akan tumbuh lagi pada tempat tersebut untuk periode berikutnya (Sunanto, 1992:84).

Buah kakao dipetik atau di panen setelah masak optimal 14 hari dan terjadinya penyerbukan bunga terbentuk buah. Buah yang terbentuk tersebut kemudian mengalami perkembangan selama pemasakan yaitu setelah 143 hari buah mencapai perkembangan fisik yang maksimal artinya setelah waktu tersebut buah sudah tidak bertambah besar maupun bertambah panjang. Buah kakao yang masak berisi sekitar 30-40 biji yang terbungkus oleh lapisan lender (*pulp*) (Haryadi dan Supriyanto, 1991:14).

#### 2.5 Proses Pengolahan Kakao

Proses pengolahan kakao dimulai dari penerimaan dan proses fermentasi biji kakao. Biji kakao di fermentasi di bak (fermentasi) menggunakan 3 perlakuan dengan suhu yang berbeda-beda. Biji kakao yang sudah di fermentasi langsung dilakukan

proses penjemuran selama 6 jam dengan tujuan untuk mendapatkan warna yang lebih merata dan selanjutnya pengeringan menggunakan tungku pengering atau *dryer*. Dalam proses pengeringan membutuhkan waktu selama 24 jam. Setelah biji kakao kering langsung dilakukan proses sortasi atau seleksi biji kakao yang baik dengan yang kurang baik sesuai ukuran dan tampilannya. Gambar 2.1 menunjukkan proses pengolahan kakao menurut Natawidjaya (2012).



Gambar 2.1 Proses pengolahan kakao

### 2.5.1 Fermentasi Biji Kakao

Menurut Natawidjaya (2012:18), Fermentasi biji kakao bertujuan untuk membentuk citarasa khas cokelat, warna cokelat dan keping bijinya berongga serta mengurangi rasa pahit dan sepat yang ada dalam biji kakao sehingga menghasilkan biji dengan mutu dan aroma yang baik, serta warna cokelat cerah dan bersih. Apabila diperlukan pencucian biji maka proses fermentasi akan memudahkan pelepasan zat lendir dari permukaan kulit biji.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses fermentasi biji kakao, antara lain lama fermentasi, keseragaman terhadap kecepatan pengaduk atau pembalikan, kemasakan buah, wadah dan kualitas fermentasi. Fermentasi untuk biji kakao jenis lindak (bulk) membutuhkan waktu lebih lama yaitu 4 hari sedangkan biji kakao mulia (edel) lebih pendek sekitar 3 hari, fermentasi yang terlalu lama meningkatkan kadar biji kakao berjamur, sedangkan fermentasi yang singkat menghasilkan kadar biji *slaty* (biji yang tidak terfermentasi) tinggi (Hatmi dan Rustijarno, 2012:20).

Proses pembalikan pada saat fermentasi harus dilakukan setelah 12 jam. Hal ini untuk diperolehnya keseragaman fermentasi biji kakao. Biji kakao yang tidak dibalik saat difermentasi, maka biji kakao yang ditengah dihasilkan panas optimum sehingga fermentasi maksimal, sedangkan yang diatas, dibawah dan samping akan berakibat sebaliknya.

### 2.5.2 Penjemuran

Penjemuran kakao dengan sinar matahari selama 6 jam dengan tujuan selain untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari warna lebih merata dan juga mempermudah pembalikan pada saat diatas pengeringan *dryer* agar bias mencapai kadar air yang merata pada biji kakao. Pengeringan menggunakan matahari memerlukan tenaga kerja yang lebih banyak dan sangat tergantung dari cuaca. Bila cuaca kurang baik atau berawan, maka pengeringan kurang sempurna (Susanto, 1994:166).



### 2.5.3 Pengeringan Biji Kakao

Menurut Natawidjaya (2012:22), Pengeringan biji kakao bertujuan untuk menurunkan kadar air biji kakao menjadi 7,5 % supaya aman untuk di simpan. Pengeringan menggunakan mesin *dryer* memerlukan bahan bakar kayu dan listrik yang cukup banyak dan jenis kayu yang digunakan yaitu kayu karet. Cahyono *et al.* (2008) menyatakan bahwa jenis kayu karet memiliki nilai kalamor 4.318 kkal. Sedangkan menurut wahyudi *et al.* (2008) untuk kakao kering memiliki nilai kalornya sebesar 228,49 kkal. Pengeringan sendiri di butuhkan waktu selama 24 jam untuk dapat mencapai kadar air biji kakao 7,5 %.

### 2.5.4 Sortasi Mutu Biji Kakao

Sortasi biji kering kakao bertujuan untuk mengelompokan biji kakao berdasarkan ukuran dan memisahkan dari kotoran atau benda-benda asing seperti batu dan kulit kakao. Menurut Hatmi dan Rustijarno (2012:26), biji kakao yang telah kering dan mencapai kadar air yang ditetapkan, maka biji kakao perlu didiamkan atau dihampar untuk menetralkan suhu di dalam biji dengan suhu ruangan selama semalam atau menyesuaikan dengan kelembaban relatif udara sekitar. Kemudian dilakukan seleksi biji kakao yang baik dengan yang kurang baik sesuai dengan ukuran dan tampilannya.

### 2.5.5 Pengemasan dan Penyimpanan

Pengemasan merupakan kegiatan mewadahi dan membungkus produk dengan memakai bahan tertentu untuk melindungi produk dari gangguan faktor luar yang dapat mempengaruhi daya simpan. Pengemasan harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak rusak (Natawidjaya, 2012:24).

## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian analisis kebutuhan energi pada proses pengolahan kakao dilakukan pada bulan April sampai Juli 2016 di PTPN XII Banjarsari Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember.

### **3.2 Alat dan Bahan**

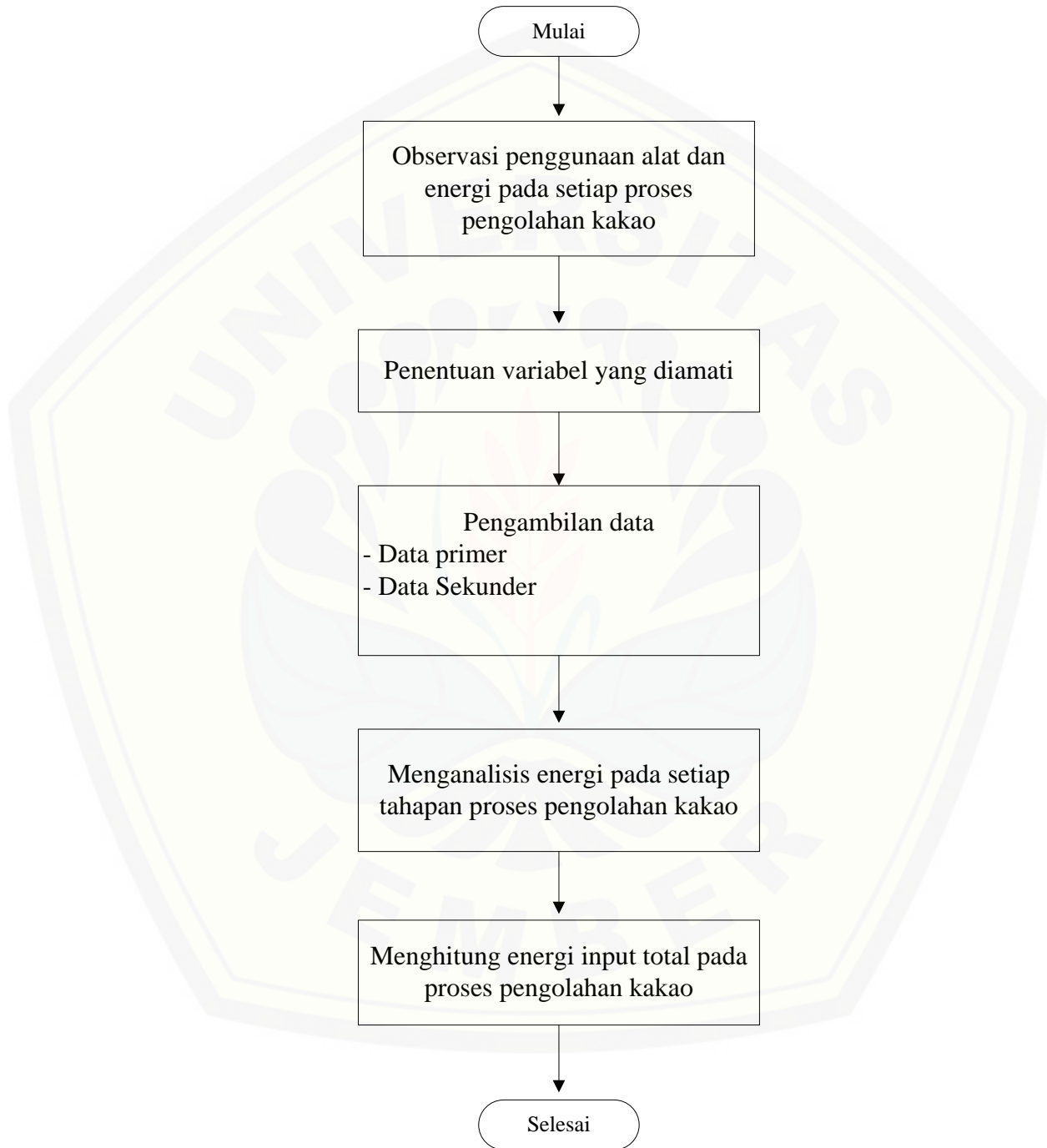
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Stopwatch
- b. Komputer
- c. Roll Meter
- d. Kamera
- e. Alat Tulis
- f. Timbangan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kakao yang berasal dari PTPN XII Banjarsari.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Gambar 3.1 adalah tahapan penelitian yang dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.3.1 Observasi Penggunaan Alat dan Energi pada Setiap Proses Pengolahan Kakao

Metode yang digunakan ini langsung mengamati penggunaan alat pada setiap proses pengolahan kakao. Tabel 3.1 adalah proses pengolahan kakao dan alat yang digunakan pada setiap proses pengolahan di PTPN XII Kebun Banjarsari.

Tabel 3.1 Tahapan proses pengolahan kakao

No	Jenis kegiatan	Uraian	Peralatan	Kebutuhan TM	Bahan Bakar	Jenis energi
1	Penerimaan	Penimbangan	Timbangan	Ada	-	TM,EE
2	Fermentasi	Pembalikan Biji Kakao	Bak fermentasi	Ada	-	TM,EE
Pengangkutan Biji Kakao		dan Serok Kereta Dorong	Ada	-	TM,EE	
3		Penjemuran	Penghamparan Biji Kakao		Ada	-
Pembalikan Biji Kakao	Garu		Ada	-	TM,EE	
Pengangkutan Biji Kakao	Kereta Dorong		Ada	-	TM,EE	
4	Pengeringan	Pengeringan Biji Kakao	<i>dryer</i> Kereta Dorong	Ada	Kayu dan Listrik	TM,BB,EE
		Pengangkutan Kakao		Ada	-	TM,EE
5	Sortasi	Pemisahan Biji Kakao	Tampah, Gunting dan Karung	Ada	-	TM,EE
6	Pengemasan	Pengemasan Biji Kakao	Siller, Timbangan dan Karung	Ada	-	TM,EE

Keterangan:

TM = Tenaga Manusia, BB = Bahan Bakar EE = *Embodied Energi* (Energi Tidak Langsung, EL = Energi Listrik

### 3.3.2 Penentuan Variabel yang Diamati

Prosedur penentuan variabel yang diamati pada penelitian ini adalah mengambil data yang diperoleh dari hasil pengukuran pada tenaga kerja manusia, alat dan mesin yang digunakan saat proses pengolahan kakao

#### a. Energi biologis

Energi biologis adalah energi yang berasal dari aktifitas yang dilakukan seseorang. Energi yang berasal dari tenaga kerja dihitung berdasarkan lama kerja rata-rata untuk pengolahan kakao dalam satu kali operasi. Untuk waktu kegiatan tenaga kerja dihitung sejak tenaga kerja mulai mengoperasikan alat (awal proses) dan diakhiri setelah alat dimatikan (akhir proses).

#### b. Energi tidak langsung

Energi tidak langsung merupakan energi yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk atau energi yang terkandung dalam alat. Pada proses pengolahan kakao, alat yang digunakan pada setiap proses pengolahan kakao berbeda-beda.

#### c. Energi langsung

Energi langsung adalah energi dari bahan bakar yang digunakan pada proses pengolahan kakao

##### 1. Bahan bakar kayu

Bahan bakar yang dibutuhkan pada proses pengolahan kakao dihitung berdasarkan konsumsi bahan bakar pada mesin yang digunakan saat proses pengolahan. Jumlah dari pemakaiannya dihitung sejak mesin mulai dihidupkan dan diakhiri setelah mesin dimatikan.

##### 2. Energi listrik

Data yang dibutuhkan adalah daya listrik terpakai dan waktu penggunaan alat yang membutuhkan tenaga listrik. Waktu proses dihitung sejak awal proses produksi berlangsung (awal proses) hingga akhir proses.

### 3.3.3 Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini adalah dengan wawancara langsung kepada pekerja di PTPN XII Banjarsari, Kecamatan Bangsalsari, Kabupaten Jember mulai dari proses pengolahan awal sampai selesai. Pada tahap pengolahan pasca panen kakao, jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Kedua data tersebut dibutuhkan guna mengetahui kebutuhan energi pada setiap proses pengolahan kakao.

#### a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari proses pengamatan, mencatat dan menghitung, serta wawancara langsung dan memberi pertanyaan mengenai data yang masih belum diketahui.

#### b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung untuk mendapatkan informasi (keterangan) dari objek yang diteliti, dan biasanya sudah dalam bentuk publikasi. Data sekunder meliputi Nilai satuan mesin (HP), nilai unit energi bahan bakar (MJ/kg) dan konsumsi bahan bakar (kg/jam).

### 3.3.4 Analisis Energi pada Setiap Tahapan Proses Pengolahan Kakao

Analisis data pada proses pengolahan kakao menggunakan tiga jenis energi sebagai berikut.

#### a. Energi biologis

Energi biologis atau energi manusia adalah energi yang berasal dari aktifitas yang dilakukan oleh seseorang. Pendekatan dari energi tenaga kerja manusia dalam setiap bagian proses pascapanen dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$E_{bs} = HOK \times Jk \times c \times b \times R_d \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

$E_{bs}$  = Energi biologis pasca panen (MJ/ton)

$HOK'$  =  $\sum$  hari orang kerja per ton hasil (hr/ton)

- $Jk$  =  $\Sigma$  jam kerja per hari (jam/hr)  
 $Cb$  = nilai unit energi biologis (MJ/jam)  
 $aRd$  = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

b. Energi langsung

Energi langsung adalah energi dari bahan bakar yang digunakan pada penanganan pascapanen produk pertanian. Besarnya energi terpakai dari bahan bakar minyak dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Elt = \frac{W \times Cl \times Kl \times Rd}{CH} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

- $Elt$  = Energi bahan bakar minyak yang terpakai pada motor bakar (MJ/ton)  
 $W$  = Daya motor terpakai (HP)  
 $Cl$  = Nilai unit energi bahan bakar (MJ/lt)  
 $Kl$  = Konsumsi bahan bakar (lt/HP jam)  
 $Rd$  = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)  
 $CH$  = Kapasitas hasil alat (ton/jam)

Energi bahan bakar kayu yang digunakan pada tungku pengering pada proses pascapanen dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Elt = \frac{V1 \times Cl \times Rd}{CH} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

- $Els$  = energi bahan bakar kayu tungku yang terpakai (MJ/ton)  
 $Cl$  = Nilai unit energi kayu bakar (MJ/lt)  
 $V1$  = Konsumsi bahan bakar (kg/jam)  
 $Rd$  = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)  
 $CH$  = Kapasitas hasil alat (ton/jam)

Besarnya energi listrik yang dikonsumsi oleh peralatan listrik setiap kg kakao dapat diketahui dengan persamaan 3.5.

$$El = \frac{D \times t}{P_1} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

- $El$  = energi listrik yang dikonsumsi oleh peralatan (MJ/ton)  
 $D$  = daya listrik (watt)  
 $t$  = waktu pemakaian alat (jam/hari)  
 $P_1$  = produksi kakao kering (ton/hari)

## c. Energi tidak langsung

Energi tidak langsung merupakan energi yang digunakan saat pembuatan alat. Besarnya energi tidak langsung dari suatu alat atau mesin dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Eas = \frac{M1 \times (cem + cef) \times (0,82 + 0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

## 3.3.5 Total Input Energi pada Proses Pengolahan Kakao

Total energi input pada proses pengolahan kakao dihitung dari proses penerimaan, fermentasi, penjemuran, pengeringan, sortasi dan pengemasan. Seluruh energi input pada setiap tahapan proses pengolahan tersebut dijumlahkan, sehingga energi input pada proses pengolahan kakao dapat diketahui.



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Total kebutuhan energi biologis dalam proses pengolahan kakao 10,44 MJ/ton. Untuk energi tidak langsung total energi inputnya adalah 1,87 MJ/ton dan energi langsung sebesar 10,37 MJ/ton.
2. Besarnya energi pada tiap tahapan proses pengolahan kakao antara lain penerimaan 0,57 MJ/ton, fermentasi 0,31 MJ/ton, penjemuran 0,93 MJ/ton, pengeringan 18,80 MJ/ton, sortasi 1,72 MJ/ton dan pengemasan 0,34 MJ/ton.
3. Energi input total pada proses pengolahan kakao sebesar 22,66 MJ/ton.

### 5.2 Saran

Perlu kajian lebih lanjut tentang standar kolori untuk biji kakao kering dan modifikasi proses pengeringan agar energi input yang diperlukan lebih kecil

**DAFTAR PUSTAKA**

- Cahyono. T.D., Coto. Z., dan Febrianto. F. 2008. *Analisis Nilai Kalor dan Kelayakan Ekonomis Kayu Sebagai Bahan Bakar Substitusi Batu Bara di Pabrik Semen*. Forum Pascasarjana Vol.31 No.2 April 2008:105-116.
- Haryadi, M., dan Supriyanto. 1991. *Pengolahan Kakao Menjadi Bahan Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hasjuniati. 2014. Penerapan Pendekatan Sains Teknologi Masyarakat untuk Meningkatkan Pemahaman Tentang Energi. *Jurnal Kreatif Tadulako Online Vol.3 No.2*
- Hatmi, R. U., dan Rustijarno, S. 2012. *Teknologi Pengolahan Biji Kakao*. Yogyakarta: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta.
- Irwanto, Abdullah, Endah, Hartulis, dan Yamin. 1990. *Analisis Aliran Energi pada Sistem Produksi Beras di Kabupaten Lampung Tengah, Propinsi Lampung dalam Keteknikan Pertanian Tingkat Lanjut*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kamarudin, A. 1991. *Energi dan Listrik Pertanian*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Natawidjaya, H. 2012. *Pedoman Teknis Penanganan Pasca Panen Kakao*. Direktorat Pasca Panen dan Pembinaan Usaha Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian.
- Ruku, S. 2008. *Teknologi Pengolahan Biji Kakao Kering Menjadi Produk Olahan Setengah Jadi*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan.
- Sunanto, H. 1992. *Cokelat Budidaya, Pengolahan Hasil dan Aspek Ekonominya*. Yogyakarta. Kanisius.
- Syakir, M. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Wahyudi. T., Pangabean T.R., dan Pujiyanto. 2008. *Panduan Lengkap Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Penebar Swadaya, Jakarta

LAMPIRAN

A. Gambar Proses Pengolahan Kakao



Fermentasi



Penjemuran



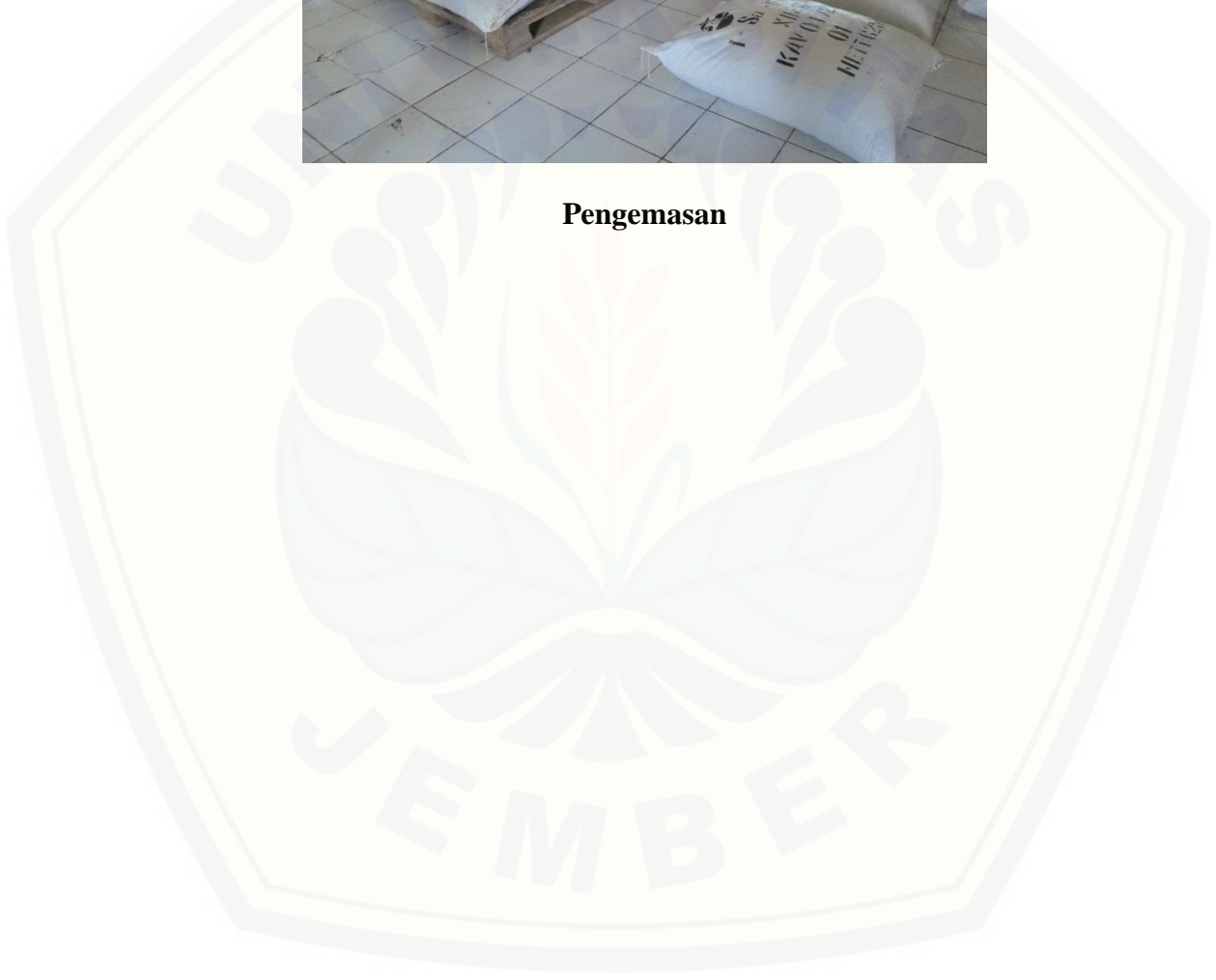
Pengeringan



Sortasi



**Pengemasan**



**LAMPIRAN B**

**Energi Input Pada Proses Penerimaan 1**

Data Primer

Tenaga Kerja	1	Orang
Waktu	0.58	Jam
Bahan Baku	1	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	JK (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	0.58	0.79	1	0.461

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Timbangan	1	Besi	150	32	0	0	1	1.714	87600	0.026	0.026

Energi Total Pada Proses Penerimaan

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.461
Energi Tidak Langsung	0.026
Energi Total	0.487

**Keterangan:**

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

**Energi Input Pada Proses Penerimaan 2**

Data Primer

Tenaga Kerja	1	Orang
Waktu	0.77	Jam
Bahan Baku	1	ton

Ebs = Energi biologis (MJ/ton)  
 HOK' = Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)  
 JK = Jam kerja per hari (jam/hr)  
 Cb = Nilai unit energi biologis (MJ/jam)  
 Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	JK (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	0.77	0.79	1	0.606

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Timbangan	1	Besi	150	32	0	0	1	1.304	87600	0.034	0.034

Energi Total Pada Proses Penerimaan

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.61
Energi Tidak Langsung	0.03
Energi Total	0.64

**Keterangan:**

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

**Energi Input Pada Proses Penerimaan 3**

Data Primer

Tenaga Kerja	1	Orang
Waktu	0.68	Jam
Bahan Baku	1	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	JK (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	0.68	0.79	1	0.540

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Timbangan	1	Besi	150	32	0	0	1	1.463	87600	0.031	0.031

Energi Total Pada Proses Penerimaan

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.54
Energi Tidak Langsung	0.03
Energi Total	0.57

Keterangan:

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Total Energi Input di Proses Penerimaan

Nama Energi	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total Energi Input MJ/ton
Energi Biologis	0.46	0.61	0.54	0.54
Energi Tidak Langsung	0.03	0.03	0.03	0.03
Total Energi Input	0.57			

LAMPIRAN C

Energi Input Pada Proses Fermentasi 1

Data Primer

Waktu Fermentasi	24	Jam
Tenaga Kerja	1	Orang
Waktu Kerja	0.5	Jam
Bahan	1	Ton
Hasil	0.856	Ton

Ebs = Energi biologis (MJ/ton)  
 HOK' = Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)  
 JK = Jam kerja per hari (jam/hr)  
 Cb = Nilai unit energi biologis (MJ/jam)  
 Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	0.5	0.79	0.856	0.338

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Bak Fermentasi	1	Kayu	15	0.5	0	0	0.856	2.00	52560	0.000050	0.000050
2	Serok	1	Besi	0.5	32	0	0	0.856	2.00	35040	0.000160	0.000160
3	Kereta Dorong	1	Besi	100	32	0	0	0.856	2.00	43800	0.025641	0.025641
											0.025851	

Energi Total Pada Proses Fermentasi

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.338
Energi Tidak Langsung	0.026
Energi Total	0.364

Keterangan:

Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)  
 M1 = massa total mesin (kg)  
 Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)  
 cef' = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)  
 TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.  
 Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)  
 CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)  
 N = umur ekonomis alat (jam)



**Energi Input Pada Proses Fermentasi 2**

Data Primer

Waktu Fermentasi	24	Jam
Tenaga Kerja	1	Orang
Waktu	0.43	Jam
Bahan Baku	1	Ton
Hasil	0.848	on

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	0.43	0.79	0.848	0.290

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Bak Fermentasi	1	Kayu	15	0.5	0	0	0.848	2.308	52560	0.000043	0.000043
2	Serok	1	Besi	0.5	32	0	0	0.848	2.308	35040	0.000138	0.000138
3	Kereta Dorong	1	Besi	100	32	0	0	0.848	2.308	43800	0.022014	0.022014

0.022

**Keterangan:**

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Total Pada Proses Fermentasi

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.290
Energi Tidak Langsung	0.022
Energi Total	0.312

**Energi Input Pada Proses Fermentasi 3**

Data Primer

Waktu Fermentasi	24	Jam
Tenaga Kerja	1	Orang
Waktu	0.33	Jam
Bahan Baku	1	Ton
Hasil	0.853	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	0.33	0.79	0.853	0.225

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Bak Fermentasi	1	Kayu	15	0.5	0	0	0.853	3.00	52560	0.000033	0.000033
2	Serok	1	Besi	0.5	32	0	0	0.853	3.00	35040	0.000106	0.000106
3	Kereta Dorong	1	Besi	100	32	0	0	0.853	3.00	43800	0.017034	0.017034

0.017

Keterangan:

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Total Pada Proses Fermentasi

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.225
Energi Tidak Langsung	0.017
Energi Total	0.242

Total Energi Input di Proses Fermentasi

Nama Energi	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total Energi Input MJ/ton
Energi Biologis	0.34	0.29	0.22	0.28
Energi Tidak Langsung	0.03	0.02	0.02	0.02
Total Energi Input	0.31			

LAMPIRAN D

Energi Input Pada Proses Penjemuran 1

Data Primer

Waktu Penjemuran	6	Jam
Tenaga Kerja	3	Orang
Waktu Kerja	1.25	Jam
Bahan Baku	0.856	ton
Hasil	0.816	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	1.25	0.79	0.953	0.941

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Garu	2	Kayu	0.5	0.5	0	0	0.953	0.685	35040	0.00001	0.000010
2	Kereta Dorong	1	Besi	100	32	0	0	0.953	0.685	43800	0.08340	0.097425
											0.097434	

Keterangan:

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk feabrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Total Pada Proses Penjemuran

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.941
Energi Tidak Langsung	0.097
Energi Total	1.039

**Energi Input Pada Proses Penjemuran 2**

Data Primer

Waktu Penjemuran	6	Jam
Tenaga Kerja	3	Orang
Waktu	1.08	Jam
Bahan Baku	0.848	ton
Hasil	0.815	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	1.08	0.79	0.961	0.823

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Garu	2	Kayu	0.5	0.5	0	0	0.961	0.783	35040	0.00001	0.000007
2	Kereta Dorong	1	Besi	100	32	0	0	0.961	0.783	43800	0.07356	0.067898
											0.067904	

Keterangan:

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Total Pada Proses Penjemuran

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.823
Energi Tidak Langsung	0.068
Energi Total	0.890

**Energi Input Pada Proses Penjemuran 3**

Data Primer

Waktu Penjemuran	6	Jam
Tenaga Kerja	3	Orang
Waktu	1.17	Jam
Bahan Baku	0.853	ton
Hasil	0.822	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	1.17	0.79	0.964	0.888

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Garu	2	Kayu	0.5	0.5	0	0	0.964	0.731	35040	0.00001	0.000007
2	Kereta Dorong	1	Besi	100	32	0	0	0.964	0.731	43800	0.07896	0.067680
												0.067687

Keterangan:

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Total Pada Proses Penjemuran

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.888
Energi Tidak Langsung	0.068
Energi Total	0.956

Total Energi Input di Proses Penjemuran

Nama Energi	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total Energi Input MJ/ton
Energi Biologis	0.94	0.82	0.89	0.88
Energi Tidak Langsung	0.10	0.07	0.07	0.08
Total Energi Input	0.96			

LAMPIRAN E

Energi Input Pada Proses Pengeringan 1

Data Primer

Waktu Pengeringan	24	Jam
Tenaga Kerja	2	Orang
Waktu	9	Jam
Bahan Baku	0.816	ton
Hasil	0.776	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	9	0.79	0.951	6.761

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Bak pengering	1	Besi	300	32	0	0	0.951	0.091	87600	0.9426	1.15509
2	Garu	1	Kayu	0.5	0.5	0	0	0.951	0.091	35040	0.0001	0.00008
3	Kereta Dorong	1	Besi	100	32	0	0	0.951	0.091	43800	0.6284	0.77006
											1.92522	

Keterangan:

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Langsung

Energi Bahan Bakar kayu

Ulangan ke	Massa kayu <sub>awal</sub> (kg)	Massa kayu <sub>akhir</sub> (kg)	Konsumsi Kayu Bakar	Waktu pengeringan (hari)
1	600	106	494	1

$$Els = \frac{(VI \times Cl \times Rd)}{CH} \dots$$

C1 Kayu Keras = 3.890 kal

Konsumsi Bahan Bakar (kg/Jam)	C1 (mj/Kg)	Rd %	JK (Jam/Sampel)	CH (Kg/Sampel)	Els (MJ/Sampel)	Els (MJ/Sam)
21	0.000016338	0.823	9	0.091	0.0003	0.003

Keterangan:	
Els	= Energi bahan bakar minyak tungku yang terpakai (MJ/ton)
Cl	= Nilai unit energi bahan bakar (MJ/lt)
VI	= Konsumsi bahan bakar (lt/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
CH	= Kapasitas hasil alat (ton/jam)

Energi Listrik

1 kWh = 3.6 MJ

1 HP = 745,7 Watt

Nama Alat	Jumlah	Daya mesin (HP)	Daya (Watt)	Waktu (detik)	Waktu (menit)	Waktu (jam)	P1	EI (Wh/ton)	kWh/ton	MJ/ton
Blower	1	5.5	4000	1800	30	0.5	0.816	2450.98	2.45	8.82

$$EI = \frac{D \times t}{P_1} \dots$$

Keterangan:  
 EI = energi listrik yang dikonsumsi oleh peralatan (MJ/ton)  
 D = daya listrik (watt)  
 t = waktu pemakaian alat (jam/hari)  
 P<sub>1</sub> = produksi kakao kering (ton/hari)

Energi Total Pada Proses Pengeringan

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	6.761
Energi Tidak Langsung	1.925
Energi Langsung	0.003
Energi Listrik	8.824
Energi Total	17.513



**Energi Input Pada Proses Pengeringan 2**

Data Primer

Waktu Pengeringan	24	Jam
Tenaga Kerja	2	Orang
Waktu	9	Jam
Bahan Baku	0.815	ton
Hasil	0.768	ton

Ebs = Energi biologis (MJ/ton)  
 HOK' = Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)  
 JK = Jam kerja per hari (jam/hr)  
 Cb = Nilai unit energi biologis (MJ/jam)  
 Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	9	0.79	0.942	6.700

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Bak pengering	1	Besi	300	32	0	0	0.942	0.091	87600	0.93512	1.14739
2	Garu	1	Kayu	0.5	0.5	0	0	0.942	0.091	35040	0.00006	0.00007
3	Kereta Dorong	1	Besi	100	32	0	0	0.942	0.091	43800	0.62342	0.76493
											1.91239	

Keterangan:

Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)  
 M1 = massa total mesin (kg)  
 Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)  
 cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)  
 TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.  
 Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)  
 CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)  
 N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Langsung

Energi Bahan Bakar Kayu

Ulangan ke	Massa kayu <sub>awal</sub> (kg)	Massa kayu <sub>akhir</sub> (kg)	Konsumsi Kayu Bakar	Waktu pengeringan (hari)
1	600	152	448	1

$$Els = \frac{(VI \times C1 \times Rd)}{CH} \dots$$

C1 Kayu Keras = 3.890 kal

Konsumsi Bahan Bakar (kg/Jam)	C1 (mj/Kg)	Rd %	JK (Jam/Sampel)	CH (Kg/Sampel)	Els (MJ/Sampel)	Els (MJ/Sam)
19	0.000016338	0.747	9	0.091	0.0002	0.003

Keterangan:

Els = Energi bahan bakar minyak tungku yang terpakai (MJ/ton)  
 C1 = Nilai unit energi bahan bakar (MJ/lt)  
 VI = Konsumsi bahan bakar (lt/jam)  
 Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)  
 CH = Kapasitas hasil alat (ton/jam)



Energi Listrik

1 kWh = 3.6 MJ

1 HP = 745,7 Watt

Nama Alat	Jumlah	Daya mesin (HP)	Daya (Watt)	Waktu (detik)	Waktu (menit)	Waktu (jam)	P1 (ton)	EI (Wh/ton)	kWh/ton	MJ/ton
Blower	1	5.5	4000	2400	40	0.67	0.815	3271.98	3.2719836	11.7791

$$EI = \frac{D \times t}{P_1}$$

Keterangan:

EI = energi listrik yang dikonsumsi oleh peralatan (MJ/ton)

D = daya listrik (watt)

t = waktu pemakaian alat (jam/hari)

P<sub>1</sub> = produksi kakao kering (ton/hari)

Energi Total Pada Proses Pengeringan

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	6.700
Energi Tidak Langsung	1.912
Energi Langsung	0.003
Energi Listrik	11.779
Energi Total	20.394



**Energi Input Pada Proses Pengeringan 3**

Data Primer

Waktu Pengeringan	24	Jam
Tenaga Kerja	2	Orang
Waktu	9	Jam
Bahan Baku	0.822	ton
Hasil	0.782	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	9.00	0.79	0.951	6.764

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Bak Pengering	1	Besi	300	32	0	0	0.951	0.091	87600	0.936023	1.13871
2	Garu	1	Kayu	0.5	0.5	0	0	0.951	0.091	35040	0.000061	0.00001
3	Kereta Dorong	1	Besi	100	32	0	0	0.951	0.091	43800	0.624015	0.06934
											1.20806	

Keterangan:

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Langsung

Ulangan ke	Massa kayu <sub>awal</sub> (kg)	Massa kayu <sub>akhir</sub> (kg)	Konsumsi Kayu Bakar	Waktu pengeringan (hari)
1	600	133	467	1

$$Els = \frac{(VI \times Cl \times Rd)}{CH} \dots$$

C1 Kayu Keras = 3.890 kal

Konsumsi Bahan Bakar (kg/Jam)	C1 (mj/Kg)	Rd %	JK (Jam/Sampel)	CH (Kg/Sampel)	Els (MJ/Sampel)	Els (Mj/Samp)
19	0.000016338	0.778	9	0.091	0.0002	0.003

Keterangan:

- Els = Energi bahan bakar minyak tungku yang terpakai (MJ/ton)
- Cl = Nilai unit energi bahan bakar (MJ/lt)
- VI = Konsumsi bahan bakar (lt/jam)
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = Kapasitas hasil alat (ton/jam)

Energi Listrik

1 kWh = 3.6 MJ

1 HP = 745,7 Watt

Nama Alat	Jumlah	Daya mesin (HP)	Daya (Watt)	Waktu (detik)	Waktu (menit)	Waktu (jam)	P1	EI (Wh/ton)	kWh/ton	MJ/ton
Blower	1	5.5	4000	2160	36	0.60	0.822	2919.71	2.919708	10.5109

$$EI = \frac{D \times t}{P_1} \dots$$

Keterangan:

EI = energi listrik yang dikonsumsi oleh peralatan (MJ/ton)

D = daya listrik (watt)

t = waktu pemakaian alat (jam/hari)

P<sub>1</sub> = produksi kakao kering (ton/hari)

Energi Total Pada Proses Pengeringan

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	6.764
Energi Tidak Langsung	1.208
Energi Langsung	0.003
Energi Listrik	10.511
Energi Total	18.486

Total Energi Input di Proses Pengeringan

Nama Energi	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total Energi Input MJ/ton
Energi Biologis	6.76	6.70	6.76	6.74
Energi Tidak Langsung	1.93	1.91	1.21	1.68
Energi Langsung	0.003	0.003	0.003	0.003
Energi Listrik	8.82	11.78	10.51	10.37
Total Energi Input			18.80	

LAMPIRAN F

Energi Input Pada Proses Sortasi 1

Data Primer

Tenaga Kerja	10	Orang
Waktu	2.08	Jam
Bahan Baku	0.776	ton
Hasil	0.750	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	2.08	0.79	0.966	1.591

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Tampa	10	Kayu	0.5	0.5	0	0	0.966	0.372	26280	0.000020	0.00003
2	Karung	10	Plastik	0.1	103	0	0	0.966	0.372	17520	0.001251	0.00161
3	Gunting	3	Besi	0.5	32	0	0	0.966	0.372	26280	0.001295	0.00167
											0.00331	

**Keterangan:**

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Total Pada Proses Sortasi

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	1.591
Energi Tidak Langsung	0.003
Energi Total	1.594

**Energi Input Pada Proses Sortasi 2**

Data Primer

Tenaga Kerja	10	Orang	Ebs = Energi biologis (MJ/ton) HOK' = Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton) JK = Jam kerja per hari (jam/hr) Cb = Nilai unit energi biologis (MJ/jam) Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
Waktu	2.22	Jam	
Bahan Baku	0.768	ton	
Hasil	0.754	ton	

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	2.22	0.79	0.982	1.719

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Tampa	10	Kayu	0.5	0.5	0	0	0.982	0.346	26280	0.000022	0.000010
2	Karung	10	Plastik	0.1	103	0	0	0.982	0.346	17520	0.001366	0.000616
3	Gunting	3	Besi	0.5	32	0	0	0.982	0.346	26280	0.001415	0.000638
											0.001264	

**Keterangan:**

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Total Pada Proses Sortasi

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	1.719
Energi Tidak Langsung	0.001
Energi Total	1.721

**Energi Input Pada Proses Sortasi 3**

Data Primer

Tenaga Kerja	10	Orang
Waktu	2.40	Jam
Bahan Baku	0.782	ton
Hasil	0.761	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	2.40	0.79	0.973	1.845

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Tampa	10	Kayu	0.5	0.5	0	0	0.973	0.326	26280	0.000023	0.000010
2	Karung	10	Plastik	0.1	103	0	0	0.973	0.326	17520	0.001440	0.000600
3	Gunting	3	Besi	0.5	32	0	0	0.973	0.326	26280	0.001491	0.000621

0.001231

**Keterangan:**

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Total Pada Proses Sortasi

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	1.845
Energi Tidak Langsung	0.001
Energi Total	1.846

Total Energi Input di Proses Sortasi

Nama Energi	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total Energi Input MJ/ton
Energi Biologis	1.59	1.72	1.85	1.72
Energi Tidak Langsung	0.003	0.001	0.001	0.002
Total Energi Input	1.72			

**LAMPIRAN G**

**Energi Input Pada Proses Pengemasan 1**

data primer

Tenaga Kerja	2	Orang
Waktu	0.37	Jam
Bahan Baku	0.750	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

Energi Biologis

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	0.37	0.79	1	0.290

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

Energi Tidak Langsung

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Karung	15	Plastik	0.1	103	0	0	1.000	2.045	17520	0.00024	0.00064
2	Timbangan	1	Besi	150	32	0	0	1.000	2.045	87600	0.02197	0.05991
												0.06055

**Keterangan:**

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

Energi Total Pada Proses Pengemasan

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.290
Energi Tidak Langsung	0.061
Energi Total	0.350

**Energi Input Pada Proses Pengemasan 2**

Tenaga Kerja	2	Orang
Waktu	0.28	Jam
Bahan Baku	0.754	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

Energi Biologis  $Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	0.28	0.79	1	0.224

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

Energi Tidak Langsung  $Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$

**Energi Tidak Langsung**

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Karung	15	Plastik	0.1	103	0	0	1	2.661	17520	0.00018	0.00064
2	Timbangan	1	Besi	150	32	0	0	1	2.661	87600	0.01688	0.05959
											0.06023	

**Keterangan:**

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef' = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

**Energi Total Pada Proses Pengemasan**

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.224
Energi Tidak Langsung	0.060
Energi Total	0.284



**Energi Input Pada Proses Pengemasan 3**

Tenaga Kerja	2	Orang
Waktu	0.42	Jam
Bahan Baku	0.761	ton

Ebs	= Energi biologis (MJ/ton)
HOK'	= Σ hari orang kerja per ton hasil (hari/ton)
JK	= Jam kerja per hari (jam/hr)
Cb	= Nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd	= Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots (3.1)$$

**Energi Biologis**

HOK (Hari/ton)	Jk (jam/hari)	Cb (mJ/jam)	Rd	Ebs (mJ/ton)
1	0.42	0.79	1	0.329

**Cb pengolahan tanah = 1,57 MJ/jam**  
**Cb selain pengolahan tanah = 0,79 MJ/jam**

$$Eas = \frac{M1 \times (cem+cef) \times (0,82+0,333 \times TAR) \times Rd}{CH \times N} \dots\dots\dots (3.4)$$

**Energi Tidak Langsung**

No	Nama Alat	Jumlah	Bahan	Massa	CEM (mJ/Kg)	CEF (mJ/kg)	TAR	Rd	CH (ton/jam)	N (jam)	Eas (mJ/sampel)	Eas (mJ/ton)
1	Karung	15	Plastik	0.1	103	0	0	1	1.826	17520	0.00026	0.00063
2	Timbangan	1	Besi	150	32	0	0	1	1.826	87600	0.02460	0.05904
											0.05968	

**Keterangan:**

- Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)
- M1 = massa total mesin (kg)
- Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)
- cef = nilai unit energi tak langsung untuk febrikasi alat (MJ/kg)
- TAR = nilai % total akumulasi pemakaian, perbaikan dan pemeliharaan alat.
- Rd = Rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)
- CH = kapasitas hasil alat (ton/jam)
- N = umur ekonomis alat (jam)

**Energi Total Pada Proses Pengemasan**

Nama Energi	Nilai Energi (Mj/ton)
Energi Biologis	0.329
Energi Tidak Langsung	0.060
Energi Total	0.389

**Total Energi Input di Proses Pengemasan**

Nama Energi	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total Energi Input MJ/ton
Energi Biologis	0.29	0.22	0.33	0.28
Energi Tidak Langsung	0.06	0.06	0.06	0.06
Total Energi Input	0.34			

## LAMPIRAN F

**Total Energi Input Pada Proses Pengolahan Kakao**

Kebutuhan energi biologis setiap proses

Ulangan Ke-	Penerimaan atau Penimbangan	Fermentasi	Penjemuran	Pengeringan	Sortasi	Pengemasan
1	0.46	0.34	0.94	6.76	1.59	0.29
2	0.61	0.29	0.82	6.70	1.72	0.22
3	0.54	0.22	0.89	6.76	1.85	0.33
Rata-rata	0.54	0.28	0.88	6.74	1.72	0.28
Energi Total	10.44					

Kebutuhan Energi Langsung

Ulangan ke-	Energi Kayu Bakar	Energi Listrik
1	0.003	8.82
2	0.003	11.78
3	0.003	10.51
Rata-rata	0.003	10.37
Energi Total	10.37	

Kebutuhan Energi Tidak Langsung setiap proses

Ulangan Ke-	Penerimaan atau Penimbangan	Fermentasi	Penjemuran	Pengeringan	Sortasi	Pengemasan
1	0.03	0.03	0.10	1.93	0.003	0.06
2	0.03	0.02	0.07	1.91	0.001	0.06
3	0.03	0.02	0.07	1.21	0.001	0.06
Rata-rata	0.03	0.02	0.08	1.68	0.002	0.06
Energi Total	1.87					

Energi Input

Proses Kegiatan	Energi Biologis (MJ)	Energi Langsung (MJ)		Energi Tidak Langsung MJ	Energi Total Input (MJ/sampel)
		Energi Kayu Bakar	Energi Listrik		
Penerimaan	0.54			0.03	0.57
Fermentasi	0.28			0.02	0.31
Penjemuran	0.88			0.08	0.96
Pengeringan	6.74	0.00	10.37	1.68	18.80
Sortasi	1.72			0.002	1.72
Pengemasan	0.28			0.06	0.34
Total Kebutuhan Energi	10.44	10.37		1.87	22.69
Total Energi Input	22.69				