



**ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI DALAM PENGELOLAAN
TANAMAN DAN PENANGANAN PASCA PANEN KOPI ROBUSTA
(Studi Kasus di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember)**

SKRIPSI

Oleh:
Abdul Azis
NIM 101710201019

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI DALAM PENGELOLAAN
TANAMAN DAN PENANGANAN PASCA PANEN KOPI ROBUSTA
(Studi Kasus di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, 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:

**Abdul Azis
NIM 101710201019**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan hormat Karya Tulis ini saya persembahkan kepada:

1. Ibunda Hayani dan Ayahanda Tinggal yang tercinta;
2. Ibunda Mina dan Almarhum Ayahanda Ismail yang Tercinta;
3. Kakakku Hafid Maulana dan adikku Adeeva Afsheen Myesha;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTO

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

“Lebih baik merasakan sulitnya pendidikan sekarang daripada rasa pahitnya kebodohan kelak”
(Anonim)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdul Azis

NIM : 101710201019

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Kebutuhan Energi dalam Pengelolaan Tanaman dan Penanganan Pasca Panen Kopi Robusta (Studi Kasus di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, 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 tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 8 November 2015

Yang menyatakan,

Abdul Azis
NIM101710201019

SKRIPSI

ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI DALAM PENGELOLAAN TANAMAN DAN PENANGANAN PASCA PANEN KOPI ROBUSTA (Studi Kasus di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember)

Oleh

Abdul Azis
NIM 101710201019

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Sutarsi, S.TP., M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul Analisis Kebutuhan Energi dalam Pengelolaan Tanaman dan Penanganan Pasca Panen Kopi Robusta (Studi Kasus di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember) telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari :

Tanggal :

Tempat : Fakultas Teknoligi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Sutarsi, S.TP., M.Sc.
NIP. 198109262005012002

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

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Ir. Setyo Harri, M.S.
NIP. 195309241983031001

Dr. Nita Kuswardhani, S.TP., M.Eng
NIP.197107311997022001

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.
NIP. 196912121998021001

RINGKASAN

Analisis Kebutuhan Energi dalam Pengelolaan Tanaman dan Penanganan Pasca Panen Kopi Robusta (Studi Kasus di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember); Abdul Azis, 101710201019; 2015; 45 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Kopi robusta adalah salah satu jenis kopi yang banyak ditanam di perkebunan Indonesia. Menurut Prastowo *et al.* (2010:1) lebih dari 90% dari areal pertanaman kopi Indonesia terdiri atas kopi robusta. Keberhasilan agribisnis kopi membutuhkan energi yang cukup dalam pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen. Pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi membutuhkan *input* energi pada setiap tahap kegiatan.

Pada penelitian ini, energi yang dianalisis adalah energi dalam pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi robusta. Analisis aliran energi pada pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi dibutuhkan untuk mengetahui nilai energi *input* setiap kegiatan. Pada tahap pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi dibatasi pada penggunaan konsumsi energi *input* yang berupa energi biologis, energi langsung, dan energi tidak langsung. Konsumsi *input* energi tersebut dibatasi pada energi yang memerlukan biaya dan tidak termasuk energi yang berasal dari alam, seperti sinar matahari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis konsumsi energi yang digunakan mulai dari tahap pengelolaan tanaman hingga penanganan pasca panen kopi robusta secara kering dan semi basah, menghitung total kebutuhan energi pada tahap penanganan pasca panen kopi robusta pada pengolahan biji kopi secara kering dan semi basah selama masa produktif tanaman kopi serta menghitung nilai rasio energi pada pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen secara kering dan semi basah kopi robusta.

Pendekatan analisis yang digunakan yaitu menghitung energi *input* dari setiap proses kegiatan pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi berdasarkan sumber energi biologis, energi langsung, dan energi tidak langsung.

Penelitian ini dilakukan di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember. Sumber data yang digunakan berupa data primer adalah data yang didapatkan peneliti secara langsung dari proses pengamatan, mencatat dan menghitung, serta wawancara atau *interview* dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada informan. Sedangkan untuk sumber data sekunder berupa data yang didapatkan secara tidak langsung berupa dokumen-dokumen yang diperoleh dari lokasi penelitian maupun studi literatur

Hasil dari penelitian pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi yakni ada tiga kelompok Petani Kopi di Desa Sidomulyo, yakni Kelompok Petani Kopi Sidomulyo 1, Kelompok Petani Kopi Sidomulyo 5, dan Kelompok Petani Kopi Curah Manis. Ada dua cara pengolahan biji kopi yang dilakukan di Desa Sidomulyo yakni dengan pengolahan kering dan pengolahan semi basah. Pengolahan kopi secara kering dilakukan hampir semua anggota kelompok tani pada masing-masing kelompok tani, sedangkan pengolahan kopi secara semi basah hanya dilakukan sebagian kecil anggota kelompok tani Sidomulyo 1. Hasil produksi dari pengolahan kopi secara kering di Desa Sidomulyo yakni kopi beras kering atau OC (Kadar air \pm 12 %), sedangkan hasil produksi dari pengolahan kopi secara semi basah berupa kopi HS (Kadar air \pm 40%).

Kegiatan pengelolaan tanaman kopi robusta di Desa Sidomulyo meliputi kegiatan pengaturan jarak tanam, pembuatan lubang tanam, persiapan tanaman naungan, penanaman bibit kopi, penyulaman, penyambungan, pembuatan rorak, pembersihan gulma, pemupukan, pemangkasan, dan pemanenan. Kegiatan penanganan pasca panen kopi di Desa Sidomulyo dibedakan menjadi dua macam cara pengolahan biji kopi yakni dengan pengolahan kering dan pengolahan semi basah. Proses pengolahan kopi secara kering meliputi kegiatan pengupasan kulit buah, pengeringan, pengupasan kulit tanduk, dan pengemasan. Untuk kegiatan pasca panen pengolahan kopi secara semi basah meliputi kegiatan pengupasan kulit buah, fermentasi, pencucian, pengeringan, dan pengemasan.

Jenis kebutuhan energi dalam proses pengelolaan dan penanganan pasca panen kopi yang dilakukan mulai kegiatan pengaturan jarak tanam sampai proses pengemasan biji kopi OC dan kopi HS meliputi energi biologis yang berasal dari

tenaga manusia, energi langsung dari pemakaian bahan bakar mesin, dan energi tidak langsung dari penggunaan alat, pupuk, mesin, dan tempat yang digunakan seperti bak penampungan dan rantai pengeringan. Total kebutuhan energi dalam pengelolaan dan penanganan pasca panen kopi robusta secara kering dan semi basah selama masa produktif tanaman kopi masing-masing adalah 213.327,289 (Mj/Ton) dan 195.487,395 (Mj/Ton). Rasio energi pada pengelolaan dan penanganan pasca panen kopi secara kering adalah 2,194. Sedangkan rasio energi pada pengelolaan dan penanganan pasca panen kopi secara semi basah adalah 23,022. Masing-masing nilai rasio tersebut lebih besar dari 1 (>1) yang berarti, energi yang dibutuhkan lebih kecil dari pada energi yang terkandung dalam produk.

SUMMARY

Analysis of Energy Need on The Robusta Coffee Plants Management and Post Harvest (A Case Study in Sidomulyo Village, Silo Subdistrict, Jember Regency); Abdul Azis; 101710201019; 2015; 45 page; Agricultural of Engineering Faculty of Agricultural Technology Jember University.

Robusta coffee is one type of coffee that is grown in Indonesia plantations. According Prastowo et al. (2010:1) more than 90% coffee planting area of Indonesian consists of robusta coffee. Coffee agribusiness success requires considerable energy in management of plants and post harvest handling. The coffee management of plants and post harvest needs some input energy on every step of activity.

In this research, the energy that an analysis is energy in the robusta coffee plants management and post harvest. Analysis energy flow robusta coffee plants management and post harvest needed to know value energy input every activity. In the step of the coffee plants management and post harvest is limited to use the input energy consumption, such as biological energy, direct energy, and indirect energy. That input energy consumption is limited to energy that require a fee and excluding energy derived from nature, such as sunlight. The purpose of this research was to identify the type of consumption energy that used, starting from management on plants until post harvest of robusta coffee in dry and semi wet processing, calculating the energy requirements total in the step of robusta coffee post harvestin coffee beans in dry and semi wet processing during productive period of coffee plants as well as calculate the energy ratio value in robusta coffee plants management and post harvest dry and semi wet processing.

The approach analysis that used to calculate input energy of every process activity coffee plants management and post harvest based on source biological energy, energy direct, and indirect energy. This research was conducted in Sidomulyo Village, Silo Subdistrict, Jember Regency. Data source that used such as primary data is obtained data directly from the researchers of observation,

recording and counting process, as well as an interview that conducted by distributing questionnaires to the informant. As for secondary data sources that obtained indirectly such as documents obtained from research sites and study literature.

Results of the research coffee plants management and post harvest, there are three groups of Coffee Farmers in Sidomulyovillage, namely Sidomulyo Coffee Farmers Group 1, Sidomulyo Coffee Farmers Group 5 and Sweet Rainfall Coffee Farmers. There are two ways of coffee beans processing are done in the Sidomulyo village namely by dry and semi wet processing. Dry coffee processing is carried out almost all members of farmer groups in every farmer group, where as in semi wet coffee processing only done by small portion of Sidomulyo coffee farmers group 1. Result production from dry coffee processing at Sidomulyo village namely dry rice coffee or OC (the water content \pm 12%), while result production of semi wet coffee processing namely HS coffee (the water content \pm 40%).

Robusta coffee plant management activities in Sidomulyo village includes arrangement distance cropping, making holes cropping, preparation shade plants, planting coffee seed, replanting, grafting, rorak production, weed cleaning, fertilizing, pruning, and harvesting. Coffee post harvest activities in Sidomulyo village divided into two kinds of coffee beans processing namely dry and semi wet processing. Dry coffee processing includes paringdry, drying, paringhorn peel, and packaging. For post harvest activities in semi wet coffee processing includes paringdry, fermentation, washing, drying, and packaging.

Types of energy requirement in management process and coffee post harvest were conducted start from set space planting activities up to OC coffee beans packaging process and HS coffee includes biological energy that comes from human energy, direct energy from engine fuel consumption, and indirectly energy from tool that used, manure, machine, and the place that used like place that receives and dry floor. On plant management and post harvest using dry and semi wet processing are 213.327,289 and 195.487,395 respectively. Energy ratio on coffee dry processing is 2,194. While energy ratio on coffee semi wet

processing is 23,022. The ratio value is bigger than 1 (> 1) it means that, input energy is less than energy contained in the product.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Kebutuhan Energi dalam Pengelolaan Tanaman dan Penanganan Pasca Panen Kopi Robusta (Studi Kasus di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, 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. Dekan Fakultas Teknologi Pertanian dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember atas segala inspirasi yang diberikan untuk kampus tercinta;
2. Sutarsi, S.TP., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
4. Ir. Setyo Harri, M.S., sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
7. Kedua orang tua saya, ibunda Hayani dan Ayahanda Tinggal yang tercinta yang selalu mendoakan dalam setiap saat;
8. Kakak dan adikku tersayang Hafid Maulana dan Adeeva Afsheen Myesha yang selalu memberi semangat dan doa;

9. Sahabatku Herwan syafi,i dan Ahmad Faruq Kahar yang sudah membantu menemani penulis dalam tahap pembagian kuisioner;
10. Teman-temanku Teknik Pertanian seangkatan 2010 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	x
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Energi	4
2.1.1 Energi dalam Bidang Pertanian	4
2.1.2 Energi Manusia, Langsung dan Energi Tidak Langsung	4
2.2 Kopi Robusta	5
2.3 Budidaya Tanaman Kopi	6
2.3.1 Pengaturan Jarak Tanam	6
2.3.2 Persiapan Lubang Tanam	6

2.3.3 Pemangkasan	6
2.3.4 Pemupukan	7
2.3.5 Pembuatan Rorak	7
2.4 Panen	7
2.5 Pasca Panen	8
2.5.1 Proses Pengolahan Kopi secara Kering	8
2.5.2 Proses Pengolahan Kopi secara Semi Basah	8
2.6 Hasil Penelitian tentang Energi	9
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2 Metode Penelitian	10
3.2.1 Studi Literatur	12
3.2.2 Perancangan dan Pengujian Kuesioner	12
3.2.3 Pengambilan Data	14
3.2.4 Metode Analisis Data	15
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Gambaran Umum Desa Sidomulyo	18
4.2 Proses Pengelolaan Tanaman dan Penanganan Pasca Panen Kopi	18
4.3 Energi <i>Input</i> Total dari Proses Pengelolaan Tanaman Kopi	19
4.4 Energi <i>Input</i> Total dari Proses Penanganan Pasca Panen Kopi	21
4.4.1 Energi <i>Input</i> Total dari Proses Penanganan Pasca Panen Kopi secara Kering	21
4.4.2 Energi <i>Input</i> Total dari Proses Penanganan Pasca Panen Kopi secara Semi Basah	21
4.5 Energi <i>Input</i> pada setiap Proses Kegiatan Pengelolaan Tanaman dan Pemanenan Kopi	22
4.5.1 Pengaturan Jarak Tanaman	22
4.5.2 Pembuatan Lubang Tanam	23

4.5.3	Persiapan Tanaman Naungan	24
4.5.4	Penanaman Bibit Kopi	24
4.5.5	Penyulaman	25
4.5.6	Penyambungan	26
4.5.7	Pembuatan Rorak	26
4.5.8	Pembersihan Gulma	27
4.5.9	Pemupukan	27
4.5.10	Pemangkasan	28
4.5.11	Pemanenan	29
4.6 Energi <i>Input</i> pada setiap Kegiatan Penanganan		
	Pasca Panen Kopi dengan Pengolahan Kering	30
4.6.1	Pengupasan Kulit Buah	30
4.6.2	Pengeringan	30
4.6.3	Pengupasan Kulit Tanduk	31
4.6.4	Pengemasan	32
4.7 Energi <i>Input</i> pada setiap Kegiatan Penanganan		
	Pasca Panen Kopi dengan Pengolahan Kering	32
4.7.1	Pengupasan Kulit Buah	32
4.7.2	Fermentasi	33
4.7.3	Pencucian	33
4.7.4	Pengeringan	34
4.7.5	Pengemasan	34
4.8 Energi <i>Input</i> Total pada Proses Pengelolaan		
	Tanaman Kopi	35
4.9 Energi <i>Input</i> Total pada Proses Penanganan Pasca		
	Panen Kopi	36
4.9.1	Energi <i>Input</i> Total dari Proses Penanganan Pasca Panen Kopi pada Pengolahan Kering	37
4.9.2	Energi <i>Input</i> Total dari Proses Penanganan Pasca Panen Kopi pada Pengolahan Semi Basah	38

4.10 Perbandingan Kebutuhan Energi Pada Proses Pengolahan	
Kopi secara Kering dengan Proses Pengolahan	
Kopi secara Semi Basah	39
4.11 Rasio Energi	40
4.11.1 Rasio Energi Pengelolaan dan Pengolahan	
Kopi secara Kering	40
4.11.2 Rasio Energi Pengelolaan dan Pengolahan	
Kopi secara Kering	41
4.12 Perbandingan Nilai Rasio Pada Proses Pengolahan	
Kopi secara Kering dengan Proses Pengolahan	
Kopi secara Semi Basah	43
BAB 5. PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Jarak Tanaman Kopi Robusta Sesuai Kemiringan Tanah dan Kebun Bahan Tanam per hektar	6
3.1 Tahapan Proses Pengelolaan Tanaman Kopi Robusta dengan Alternatif Sistem dan Energi <i>Inputnya</i>	13
3.2 Tahapan Proses Penanganan Pasca Panen Kopi Robusta secara Kering dengan Alternatif Sistem dan Energi <i>Inputnya</i>	13
3.3 Tahapan Proses Penanganan Pasca Panen Kopi Robusta secara Semi Basah dengan Alternatif Sistem dan Energi <i>Inputnya</i>	13
3.4 Nilai Unit Energi	14
3.5 Nilai Unit Energi Alat dan Bahan Bangunan	14
4.1 Energi <i>Input</i> pada Masing-Masing Jenis Energi pada Proses Pengelolaan Tanaman dan Pemanenan Kopi Robusta yang akan Diolah secara Kering	35
4.2 Energi <i>Input</i> pada Masing-Masing Jenis Energi pada Proses Pengelolaan Tanaman dan pemanenan Kopi Robusta yang akan Diolah secara Semi Basah	36
4.3 Energi <i>Input</i> pada Masing-Masing Jenis Energi pada Proses Penanganan Pasca Panen Kopi secara Kering	37
4.4 Energi <i>Input</i> pada Masing-Masing Jenis Energi pada Proses Penanganan Pasca Panen Kopi secara Semi Basah	38
4.5 Rasio Energi Pengelolaan dan Penanganan Pasca Panen Kopi secara Kering	42
4.6 Rasio Energi Pengelolaan dan Penanganan Pasca Panen Kopi secara Semi Basah	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram Alir Penelitian	11
4.1 Energi <i>Input</i> setiap Proses Pengelolaan Tanaman Kopi di Desa Sidomulyo	20
4.2 Energi <i>Input</i> setiap Proses Penanganan Pasca Panen Kopi secara Kering di Desa Sidomulyo	21
4.3 Energi <i>Input</i> setiap Proses Penanganan Pasca Panen Kopi secara Semi Basah di Desa Sidomulyo	22
4.4 Perbandingan Total Kebutuhan Energi pada Pengolahan Kopi Kering dan Pengolahan Kopi Semi Basah	40
4.5 Perbandingan Rasio Energi pada Pengolahan Kopi Kering dan Pengolahan Kopi Semi Basah	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Profil Informan Petani Kopi	48
B. Profil Informan Pemilik Mesin Pengupas Kopi	54
C. Profil Informan Pengelola Kopi secara Semi Basah	56
D. Identitas Informan	60
E. Data Primer Pra Panen Kopi	63
F. Data Primer Pasca Panen Kopi yang Diolah secara Kering	84
G. Data Primer Pasca Panen Kopi yang Diolah secara Semi Basah	89
H. Perhitungan	91
I. Konversi <i>Input</i> Energi	109

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan komoditas perkebunan yang banyak diperdagangkan di dunia. Negara Indonesia menempati peringkat keempat penghasil kopi terbesar di dunia. Permintaan kopi dalam negeri mencapai lebih dari 140.000 ton dan harga perdagangan kopi lokal di Indonesia rata-rata meningkat sebesar 15-30% (Panggabean, 2011:6).

Keberhasilan agribisnis kopi membutuhkan energi yang cukup dalam pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen. Pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi membutuhkan *input* energi pada setiap tahap kegiatan yang meliputi pemeliharaan tanaman, pengendalian hama dan gulma, pemupukan yang seimbang, pemanenan, serta pada tahap pengolahan kopi pasca panen. Pengolahan kopi sangat berperan penting dalam menentukan kualitas dan cita rasa kopi (Rahardjo dan Pudji, 2012:10).

Kopi robusta adalah salah satu jenis kopi yang banyak ditanam di perkebunan Indonesia selain kopi jenis arabika, khususnya di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember. Menurut Prastowo *et al.* (2010:1) lebih dari 90% dari areal pertanaman kopi Indonesia terdiri atas kopi robusta. Tanaman kopi robusta juga memiliki kelebihan dari pada jenis kopi jenis lainnya. Jenis kopi ini tahan penyakit, memerlukan syarat tumbuh dan pemeliharaan yang ringan, dan produksinya jauh lebih tinggi dari pada jenis kopi yang lainnya. Oleh karena itu kopi ini cepat berkembang dibandingkan dengan kopi jenis lainnya.

Energi merupakan salah satu faktor penting pada proses pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi. Energi yang dibutuhkan pada proses pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi meliputi energi biologis, energi langsung, dan energi tidak langsung (*embodied energy* (EE)). Pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi merupakan proses yang membutuhkan banyak *input* energi. Kebutuhan energi menentukan besarnya variabel biaya produksi. Agar produk kopi dapat bersaing maka biaya produksi harus efisien. Pemborosan energi akan menimbulkan kerugian waktu dan finansial. Prinsip

dasar dari efisiensi energi yaitu menggunakan energi yang seminimal mungkin untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Penelitian ini merupakan analisis dari kebutuhan energi pada pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi robusta di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember.

1.2 Rumusan Masalah

Proses pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi robusta membutuhkan banyak *input* energi. Fakta di lapangan bahwa studi analisa kebutuhan energi pada proses pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember belum pernah dilakukan. Oleh karena itu perlu adanya analisis kebutuhan energi pada proses pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi robusta di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember agar dapat mengkaji dan menghitung seberapa besar *input* energi yang diperlukan.

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini meliputi kegiatan pengelolaan tanaman sampai penanganan pasca panen kopi robusta di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember. Pada tahap pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi dibatasi pada penggunaan konsumsi energi *input* yang berupa energi biologis, energi langsung, dan energi tidak langsung. Konsumsi *input* energi tersebut dibatasi pada energi yang memerlukan biaya dan tidak termasuk energi yang berasal dari alam, seperti sinar matahari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mengidentifikasi jenis konsumsi energi yang digunakan mulai dari tahap pengelolaan tanaman hingga penanganan pasca panen kopi robusta secara kering dan semi basah.
2. menghitung total kebutuhan energi dalam pengelolaan dan penanganan pasca panen kopi robusta secara kering dan semi basah selama masa produktif tanaman kopi.
3. menghitung nilai rasio energi pada pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen secara kering dan semi basah kopi robusta.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar audit energi di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember.
2. bagi pendidikan, penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan, pengalaman belajar terkait dengan kebutuhan konsumsi energi pada proses pengelolaan tanaman sampai penanganan pasca panen kopi robusta (sesuai keadaan di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember) serta dapat dijadikan acuan untuk melakukan penelitian lebih lanjut di instansi atau tempat yang lain.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi

Menurut Abdullah *et al.* (1998:19) energi merupakan sumber dan pengatur segala benda, tata nilai, aktivitas manusia dan alam. Kenyataan ini sebenarnya telah disadari oleh para ilmuwan dan insinyur, tetapi dalam beberapa dekade yang lalu masalah energi ini pernah terlupakan dalam kurikulum pendidikan. Apabila energi tercukupi maka semua kegiatan ekonomi dan ilmu pengetahuan akan berkembang dengan baik. Dan sebaliknya apabila energi tidak tercukupi akan berdampak pada setiap kegiatan manusia.

2.1.1 Energi dalam Bidang Pertanian

Di bidang pertanian fungsi energi sangat penting dalam pengelolaan tanaman maupun pengolahan hasil dari pertanian, menurut Umar (2003:21), energi berfungsi sebagai *input* yang penting dalam produksi pertanian. Hal ini terlihat dalam bentuk energi seperti mekanik (mesin, tenaga kerja manusia, dan tenaga hewan) dan kimia (pupuk, pestisida, dan herbisida).

Menurut Abdullah (1991:10) dalam bidang pertanian analisis energi *input-output* mencakup berbagai proses. Analisis ini dimulai dari pengelolaan tanaman, pasca panen, sampai proses pengolahan. Pengelolaan energi adalah penyelenggaraan kegiatan penyediaan, pengusahaan, dan pemanfaatan energi serta penyediaan cadangan strategis dan konservasi sumber daya energi. Semua proses akan memberikan jumlah energi *input-output*, sehingga kita dapat mengetahui adanya kemungkinan pemborosan energi pada tahapan tertentu.

2.1.2 Energi Manusia, Energi Langsung, dan Energi Tidak Langsung

Energi manusia adalah energi yang berasal dari tenaga kerja yang dihitung dari lama kerja rata-rata pada suatu proses. Untuk waktu kegiatan tenaga kerja dihitung sejak tenaga kerja mulai mengoperasikan alat (awal proses) dan diakhiri setelah alat dimatikan (akhir proses). Menurut Hasrul (2013:33) energi tidak langsung merupakan energi yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk.

Alat dan mesin 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. Sedangkan energi langsung merupakan energi yang terbentuk dari proses alam tanpa membutuhkan bantuan energi manusia dalam proses pembentukannya.

2.2 Kopi Robusta

Kopi *canephora* juga disebut kopi robusta. Nama robusta dipergunakan untuk tujuan perdagangan, sedangkan *canephora* adalah nama botanis. Jenis kopi ini berasal dari Afrika, dari Pantai Barat sampai Uganda. Kopi robusta memiliki kelebihan dari segi produksi yang lebih tinggi dibandingkan jenis kopi arabika dan liberika (Aak, 1980:20).

Sistematika tanaman kopi robusta menurut Rahardjo (2012:17) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Sub kingdom : Tracheobionita
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Sub Kelas : Astridae
Ordo : Rubiaceace
Genus : *Coffea*
Spesies : *Coffea robusta*

2.3 Budidaya Tanaman Kopi

2.3.1 Pengaturan Jarak Tanam

Pengaturan jarak tanam kopi disesuaikan dengan kemiringan tanah, ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jarak Tanaman Kopi Robusta Sesuai Kemiringan Tanah dan Kebun Bahan Tanam per hektar

Kemiringan tanah	Jarak tanaman (m)	Populasi	Kebutuhan stek berakar	
Landai (0-15%) :	2,5 x 2,5	1.600	1.920	
	tanpa teras/teras	2,75 x 2,75	1.322	1.587
	individu	2 x 3,5	1.428	1.714
		2,5 x 3	1.333	1.600
		2 x 2 x 4	1.660	1.990
Miring (>15%): teras bangku	2,5 x 2,5 x 3,5	1.333	1.600	
	2 x 2,5	2.000	2.400	

(Sumber: Prastowo *et al.*, 2010:23).

2.3.2 Persiapan Lubang Tanam dan Penanaman

Lubang tanam dibuat 6 bulan sebelum penanaman dengan ukuran panjang x lebar x dalam = 60 x 60 x 60 cm. Sedangkan jarak tanam berturut-turut 2 x 2,5 m; 2,5 x 2,5; atau 5 x 2,5 m pada sistem tanam campur dengan tanaman lain. Lubang tanam diberi pupuk dan lubang tanam tersebut ditutup selama satu bulan sebelum penanaman kopi. Lubang tanam yang sudah ditutup selama satu bulan dibuka kembali untuk memasukkan tanaman kopi pada lubang tersebut (Hulupi dan Martini, 2013:34).

2.3.3 Pemangkasan

Pemangkasan pada tanaman kopi berfungsi agar pohon tetap rendah sehingga mudah perawatannya, membentuk cabang-cabang produksi yang baru, mempermudah masuknya cahaya, dan mempermudah pengendalian hama dan penyakit. Pangkasan juga dapat dilakukan selama panen sambil menghilangkan cabang-cabang yang tidak produktif, cabang liar, maupun yang sudah tua. Cabang yang kurang produktif dipangkas agar unsur hara yang diberikan dapat tersalur kepada batang-batang yang lebih produktif. Secara morfologi buah kopi akan muncul pada percabangan, oleh karena itu perlu diperoleh cabang yang banyak.

Pangkasan dilakukan bukan hanya untuk menghasilkan cabang-cabang saja, (pertumbuhan vegetatif) tetapi juga banyak menghasilkan buah (Prastowo *et al.*, 2010:27).

2.3.4 Pemupukan

Tujuan pemupukan adalah untuk menjaga daya tahan tanaman, meningkatkan produksi dan mutu hasil, serta menjaga agar produksi stabil tinggi. Pemupukan pada tanaman kopi harus tepat waktu, dosis, jenis pupuk, serta cara pemberiannya. Hal tersebut disesuaikan dengan jenis tanah, iklim, dan umur tanaman. Pemberian pupuk dapat di letakkan sekitar 30-40 cm dari batang pokok tanaman kopi (Prastowo *et al.*, 2010:24).

2.3.5 Pembuatan Rorak

Rorak adalah lubang-lubang dengan ukuran tertentu yang dibuat pada bidang olah dan sejajar dengan garis kontur. Tujuan pembuatan rorak adalah untuk memperlancar aliran udara akar dan memberikan nutrisi pada akar dengan memasukkan bahan organik ke dalam rorak. Pembuatan rorak dilakukan dengan menggali tanah sekitar 30 cm dari pangkal batang dengan ukuran lubang: panjang 60–80 cm, lebar 30 cm, dalam 40–50 cm (Hulupi dan Martini, 2013:50).

2.4 Panen

Pemanenan buah kopi yang umum dilakukan dengan cara memetik buah yang telah masak pada tanaman kopi adalah berusia mulai sekitar 2,5 – 3 tahun. Buah matang ditandai oleh perubahan warna kulit buah. Kulit buah berwarna hijau tua adalah buah masih muda, berwarna kuning adalah setengah masak, berwarna merah maka buah kopi sudah masak penuh, dan menjadi kehitam-hitaman setelah masak penuh terlampaui (Prastowo *et al.*, 2010:48).

Untuk mendapatkan hasil yang bermutu tinggi, buah kopi harus dipetik dalam keadaan masak penuh. Kopi robusta memerlukan waktu 8–11 bulan sejak dari kuncup sampai matang. Kopi jenis robusta dan kopi yang ditanam di daerah kering biasanya menghasilkan buah pada musim tertentu sehingga pemanenan

juga dilakukan secara musiman. Musim panen ini biasanya dilakukan mulai bulan Mei/Juni dan berakhir pada bulan Agustus/September (Prastowo *et al.*, 2010:48).

2.5 Pasca Panen

2.5.1 Proses Pengolahan Kopi Secara Kering

Proses pengolahan kopi secara kering umumnya dilakukan oleh petani kopi karena lebih ekonomis dan mudah dilakukan walaupun mutu yang dihasilkan rendah.

a. Pengeringan

Proses pengeringan bisa dilakukan secara mekanis dan alami. Proses pengeringan secara alami yakni dijemur di bawah sinar matahari.

b. Pengupasan

Pengupasan bertujuan untuk memisahkan biji kopi dari kulit buah, kulit tanduk dan kulit arinya (Najiyati dan Danarti, 2006:46).

2.5.2 Proses Pengolahan Kopi secara Semi Basah

a. Pengupasan

Sebelum pengupasan biji kopi dengan alat *pulper*, biji kopi dipisahkan berdasarkan ukuran biji agar menghasilkan pengupasan yang baik. Pengupasan buah kopi dilakukan dengan penyemprotan air ke dalam silinder bersama dengan buah yang akan dikupas. Lapisan air juga berfungsi untuk mengurangi tekanan geseran silinder terhadap buah kopi sehingga kulit tanduknya tidak pecah (Prastowo *et al.*, 2010:53-54).

b. Fermentasi

Fermentasi diperlukan untuk menghilangkan lapisan lendir pada kulit tanduk kopi. Fermentasi dapat dilakukan dengan cara perendaman biji ke dalam air atau secara kering dengan memasukkan biji kopi ke dalam kantong plastik dan menyimpannya secara tertutup selama 12 samapi 36 jam (Prastowo *et al.*, 2010:55).

c. Pencucian

Pencucian dilakukan setelah proses fermentasi dengan tujuan untuk menghilangkan seluruh lapisan lendir dan kotoran-kotoran yang masih menempel pada biji kopi. Pencucian dapat dilakukan dengan cara sederhana maupun dengan mesin. Pencucian secara sederhana dilakukan pada bak yang memanjang yang airnya terus mengalir. Di dalam bak, ini, kopi diaduk-aduk dengan tangan atau kaki untuk melepaskan sisi lendir yang masih melekat (Najiyati dan Danarti, 2004:36).

d. Pengeringan

Pengeringan biji kopi dapat dilakukan dengan dua cara yakni dengan cara pengeringan dengan sinar matahari dan pengeringan menggunakan mesin pengering. Menurut Ritonga (2010:32) pada proses pengeringan menggunakan sinar matahari lebih lama jika dibandingkan dengan pengeringan mekanis/mesin pengering, tapi biaya yang dikeluarkan jauh lebih murah.

2.6. Hasil Penelitian tentang Energi

Saichoni (2014) melaporkan bahwa kebutuhan energi dalam pengelolaan tanaman dan penanganan pasca panen kopi robusta selama usia produktif yakni 25 tahun terhitung dari masa tanam kopi di Perkebunan Rakyat Desa Pace Kecamatan Silo, Kabupaten Jember adalah 270.755,527 (MJ/ton). Tahap penanaman kebutuhan energi yang diperlukan sebesar 246,449 MJ/ton, tahap pemeliharaan kebutuhan energi yang diperlukan sebesar 262.487,625 MJ/ton, dan tahap penanganan pasca panen kebutuhan energi yang diperlukan sebesar 8.021,453 (MJ/ton). Rasio energi pada pengelolaan dan penanganan pasca panen kopi robusta di Desa Pace Kecamatan Silo, Kabupaten Jember adalah 1,702 yang berarti energi yang dibutuhkan lebih kecil dari pada energi yang dihasilkan dari biji kopi yang sudah kering (OC).

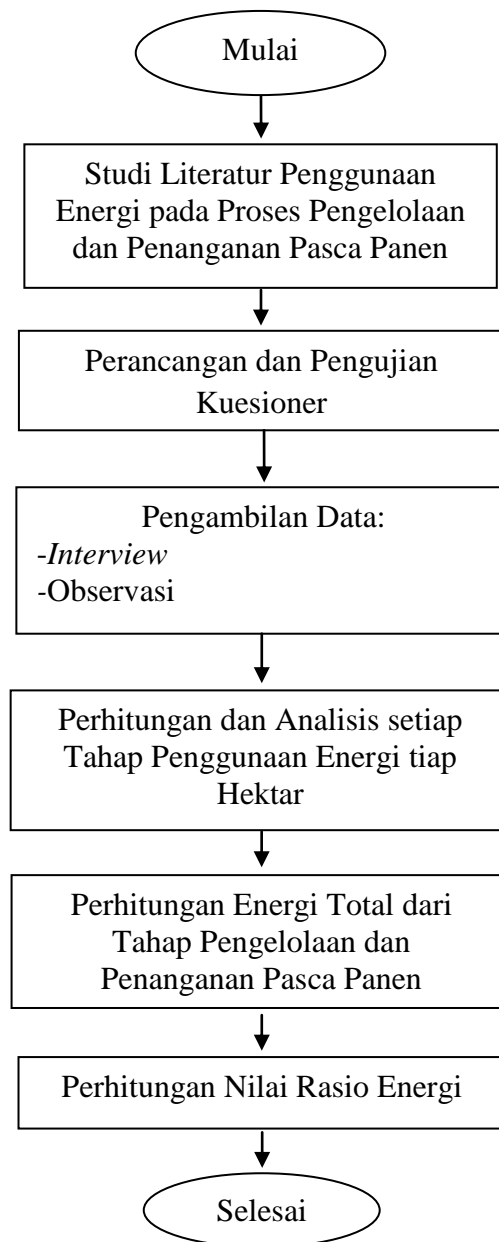
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian Analisis Kebutuhan Energi dalam Pengelolaan Tanaman dan Penanganan Pasca Panen Kopi Robusta dilakukan di Desa Sidomulyo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember. Penelitian ini dilakukan mulai bulan Mei sampai Juli 2015.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.1. Tahapan tersebut meliputi studi literatur, perancangan dan pengujian kuesioner, pengambilan data, perhitungan dan analisis setiap tahap penggunaan energi tiap hektar, perhitungan energi total dari tahap pengelolaan dan penanganan pasca panen, dan perhitungan nilai rasio energi.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2.1 Studi Literatur

Tahap pertama dimulai dari studi literatur tentang semua yang berhubungan dengan penggunaan energi pada proses pengelolaan sampai penanganan pasca panen kopi. Penelitian ini membutuhkan dua data yang akan dicari nilai energi *input*, data tersebut adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari wawancara kepada informan. Data sekunder merupakan data yang tidak langsung yang didapatkan dari literatur sebagai data penunjang. Data tersebut diperoleh dari sumber seperti buku, jurnal, dan internet. Beberapa data sekunder tersebut diantaranya adalah:

- a. massa dari mesin yang digunakan (kg)
- b. nilai daya mesin (HP)
- c. nilai unit energi bahan bakar (MJ/l)
- d. umur ekonomis alat (jam).

Pada Tabel 3.1 merupakan tahapan proses pengelolaan tanaman sampai penanganan pasca panen kopi dengan alternatif sistem dan jenis energi *input* yang dibutuhkan berupa tenaga manusia (TM), bahan bakar (BB), energi listrik (EL), dan energi tidak langsung (EE).

3.2.2 Perancangan dan Pengujian Kuesioner

Penyusunan kuesioner disesuaikan dengan data-data yang ada di lapang dan dibutuhkan peneliti sebagai proses perhitungan kebutuhan energi. Pengujian kuesioner dilakukan agar kuesioner lebih sesuai dengan keadaan di lapang dan pengujian ini dilakukan oleh orang-orang yang dianggap ahli, yaitu dosen-dosen Teknik Pertanian. Hasil perancangan dan pengujian kuesioner ditunjukkan pada Lampiran A.2, B.2, dan C.2.

Tabel 3.1 Tahapan Proses Pengelolaan Tanaman Kopi Robusta dengan Alternatif Sistem dan Energi *Inputnya*

No.	Jenis kegiatan	Alternatif sistem	Jenis energi
Penanaman			
1.	Pengaturan jarak tanam	Manual	TM, EE
2.	Pembuatan lubang tanam bibit kopi	Manual	TM, EE
3.	Penanaman tanaman naungan	Manual	TM, EE
4.	Penanaman bibit kopi	Manual	TM, EE
5.	Penyulaman	Manual	TM, EE
6.	Penyambungan	Manual	TM, EE
7.	Pembuatan Rorak	Manual	TM, EE
Pemeliharaan 1			
8.	Pembersihan Gulma 1	Manual	TM, EE
9.	Pemupukan Pertama	Manual	TM, EE
Pemeliharaan 2			
10.	Pembersihan Gulma 2	Manual	TM, EE
11.	Pemupukan Rutin 1	Manual	TM, EE
12.	Pemupukan Rutin 2	Manual	TM, EE
13.	Pemangkasan Halus	Manual	TM, EE
14.	Pemangkasan Kasar	Manual	TM, EE
15.	Pemanenan	Manual	TM, EE

Tabel 3.2 Tahapan Proses Penanganan Pasca Panen Kopi Robusta secara Kering dengan Alternatif Sistem dan Energi *Inputnya*

No.	Jenis kegiatan	Alternatif sistem	Jenis energi
1.	Pengupasan Kulit Buah	Mekanis	TM, EE, BB
2.	Pengeringan	Manual	TM, EE
3.	Pengupasan Kulit Tanduk	Mekanis	TM, EE, BB
4.	Pengemasan	Manual	TM, EE

Tabel 3.3 Tahapan Proses Penanganan Pasca Panen Kopi Robusta secara Semi Basah dengan Alternatif Sistem dan Energi *Inputnya*

No.	Jenis kegiatan	Alternatif sistem	Jenis energi
1.	Pengupasan	Mekanis	TM, EE, BB
2.	Fermentasi	Manual	TM, EE, EL
3.	Pencucian	Mekanis	TM, EE, BB
4.	Pengeringan	Manual	TM, EE
5.	Pengemasan	Manual	TM, EE

Pada Tabel 3.4 merupakan unit energi *input* dari berbagai komponen sebagai berikut:

Tabel 3.4 Nilai Unit Energi

No.	Unit	Nilai Kalor	Satuan	Sumber
1.	Kayu	0,5	MJ/kg	Lawson, (1994).
2.	Bambu	0,5	MJ/kg	Lawson, (1994).
3.	Biji Kopi OC	25,1	MJ/kg	Pyromex, (2015).
4.	Biji Kopi HS	41,43	MJ/kg	Pyromex, (2015).
5.	Neqv = <i>Energy equivalent values of N</i>	78,1	MJ/kg	Karimi <i>et al.</i> (2008).
6.	Peqv = <i>Energy equivalent values of P₂O₅</i>	17,4	MJ/kg	Karimi <i>et al.</i> (2008).
7.	Keqv = <i>Energy equivalent values of K₂O</i>	13,7	MJ/kg	Karimi <i>et al.</i> (2008).

Pada Tabel 3.5 merupakan nilai satuan *embodied energy* (energi tidak langsung) dari berbagai komponen sebagai berikut:

Tabel 3.5 Nilai Unit Energi Alat dan Bahan Bangunan

No.	Material	CEM	CEF	TAR	Sumber
1.	Semen	2 MJ/Kg			Lawson, (1994).
2.	Pasir	0,1 MJ/Kg			Industry Data, (1993).
3.	Batu Bata	0,97 MJ/Kg			Manufacturer, (1994).
4.	Besi	32 MJ/Kg			Lawson, (1994).
5.	Kayu	0,5 MJ/Kg			Lawson, (1994).
6.	Bambu	0,5 MJ/Kg			Lawson, (1994).

3.2.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan dua cara yakni observasi dan *interview*. Observasi dilakukan jika data diperoleh secara langsung dengan pengamatan sedangkan *interview* dilakukan jika data tidak dapat diambil secara langsung, karena tidak semua proses tersedia atau berlangsung saat penelitian. *Interview* dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada informan. Pengambilan data dilakukan dari tahap pengelolaan tanaman sampai pasca panen kopi menggunakan metode *Purposive Sampling*, yaitu suatu metode pemilihan informan yang dilakukan secara sengaja dengan mempertimbangkan informan itu sendiri. Informan pada penelitian ini dibedakan pada tiap proses atau tahap. Jumlah

informan tergantung jumlah populasi atau jumlah total petani kopi di Desa Sidomulyo.

3.2.4 Metode Analisis Data

Setelah data primer dan data sekunder diperoleh kemudian dilakukan proses perhitungan dan analisis terhadap setiap penggunaan energi tiap hektar. Energi total diperoleh dari jumlah energi semua proses pengelolaan dan penanganan pasca panen. Rasio energi merupakan perbandingan antara energi *output* dengan energi *input*. Rasio energi diperoleh dengan membandingkan besarnya nilai energi *output* dengan energi *input* dari suatu proses pengelolaan dan penanganan pasca panen.

Perhitungan kebutuhan tiap jenis energi dibedakan menjadi dua, yakni energi pada tahap pra panen dan energi pada tahap pasca panen ditunjukkan sebagai berikut:

a. Perhitungan Kebutuhan Energi Pra Panen

1) Energi Biologis

Menurut Irwanto *et al.* (1990:137), energi biologis pada tahap pra panen dapat didekati dengan persamaan 3.1:

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

Keterangan:

Ebp = energi biologis pasca panen (MJ/Ha)

HOK' = Σ hari orang kerja per hektar (hr/ Ha)

JK = Σ jam kerja per hari (jam/hr)

cb = nilai unit energi biologis (MJ/jam)

2) Energi tak langsung yang terpakai melalui pemakain benih, pupuk, dan pestisida pada kegiatan pra panen. Menurut Irwanto *et al.* (1990:139), energi tak langsung pada tahap pra panen dapat didekati dengan persamaan 3.2:

$$Etp = kt \times Clt \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

Etp = energi tak langsung terpakai (MJ/ha)

kt = ksumsi benih, pupuk, atau pestisida (kg/ha)

Clt = nilai energi tak langsung benih, pupuk, atau pestisida (MJ/kg)

b. Perhitungan Kebutuhan Energi Pasca Panen

1) Energi Biologis

Menurut Irwanto *et al.* (1990:137-138), energi biologis pada tahap pasca panen dapat didekati dengan persamaan 3.3:

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

- Ebs* = energi biologis pasca panen (MJ/ton)
HOK' = Σ hari orang kerja per ton hasil (hr/ton)
JK = Σ jam kerja per hari (jam/hr)
cb = nilai unit energi biologis (MJ/jam)
Rd = rendemen hasil kegiatan yang berlangsung (%)

2) Energi Langsung (Bahan Bakar)

Menurut Irwanto *et al.* (1990:138), nilai energi bahan bakar untuk kegiatan pasca panen dengan tenaga penggerak motor bakar dapat didekati dengan persamaan 3.4.

$$Elt = \frac{(W \times cl \times Kl \times Rd)}{CH} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

- Elt* = energi bahan bakar yang terpakai (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)

3) Energi Listrik

Energi listrik pada tahap pasca panen dapat didekati dengan persamaan berikut ini:

$$El = \frac{D \times t}{P1} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

- El* = energi listrik yang tersimpan dalam setiap ton (MJ/ton)
D = daya listrik (Watt)
t = waktu pemakaian alat (Jam)
P1 = bahan baku (ton)

4) Energi tidak langsung pada saat pembuatan alat. Menurut Irwanto *et al.* (1990:140), energi tidak langsung pada tahap pasca panen dapat didekati dengan persamaan 3.6:

$$Eas = \frac{[M_1 \times (cem + cef) \times (0,82 + 0,333 \times TAR) \times Rd]}{(CH \times N)} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan:

Eas = energi tidak langsung terpakai dari mesin pasca panen (MJ/ton)

M_1 = massa total mesin (kg)

Cem = nilai unit energi tak langsung produksi bahan baku (MJ/kg)

cef = nilai unit energi tak langsung untuk fabrikasi 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)

5) Rasio Energi (*Energy Ratio*)

Rasio energi merupakan perbandingan besarnya nilai energi *output* terhadap energi *input*. Rasio energi dapat didekati dengan persamaan berikut ini:

$$ER = \frac{Eo}{Ei} \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan:

ER = *energy ratio*/rasio energi (tanpa satuan)

Eo = *energy output* (MJ/ton)

Ei = *energy input* (MJ/ton)