



**ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI DI UNIT *HOME INDUSTRY*
TAPAI SINGKONG “SUPER EMAK”
(Studi Kasus di Desa Karang Sari, Kecamatan Sempu,
Kabupaten Banyuwangi)**

SKRIPSI

Oleh
Yuliaty
NIM 121710201005

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI DI UNIT *HOME INDUSTRY*
TAPAI SINGKONG “SUPER EMAK”
(Studi Kasus di Desa Karang Sari, Kecamatan Sempu,
Kabupaten Banyuwangi)**

SKRIPSI

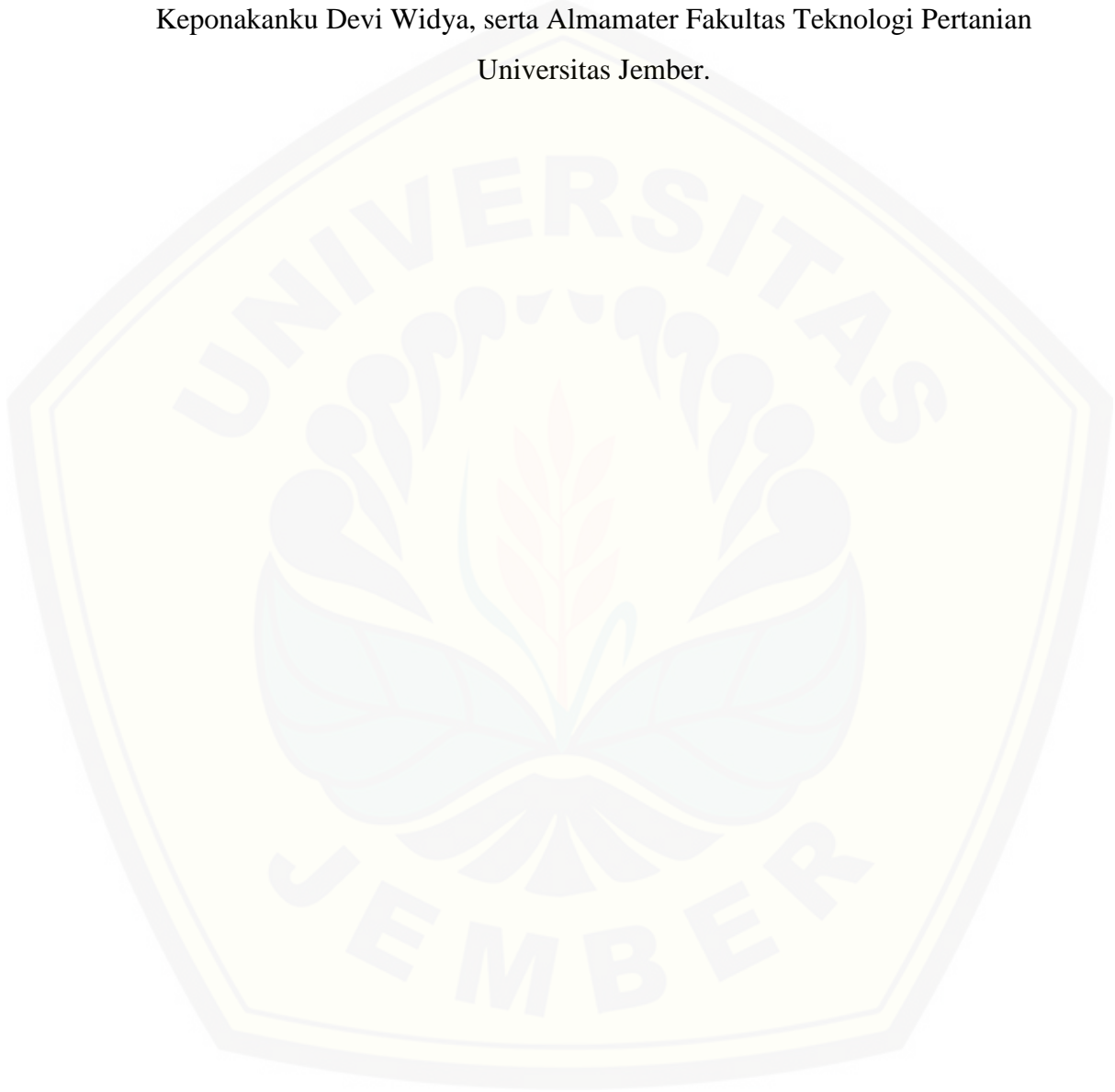
diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh
Yuliati
NIM 121710201005

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk Mbak Tumisri dan Mas Supriyo, Almarhumah Ibunda Kasmi dan Ayahanda Pardi, Kakakku Marsito dan Keponakanku Devi Widya, serta Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhan mu lah hendaknya kamu berharap
(terjemahan Qur'an Surat *Asy-Syarh* ayat 6-8)

Mengapa harus mengeluh kalau Allah sudah menciptakan semua dengan sempurna? Mudah-mudahan dengan bersabar bisa membawa bekal untuk pulang.

Berusahalah untuk lebih mengenal Allah (Aa Gym)

Ketika ada masalah, selalu ingat empat hal, yaitu sabar, syukur, pikir, dan dzikir
(Ustadz Wijayanto)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Yuliati

NIM : 121710201005

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis Kebutuhan Energi di Unit *Home Industry* Tapai Singkong “Super Emak” (Studi Kasus di Desa Karangsari, Kecamatan Sempu, Kabupaten Banyuwangi)” 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, Desember 2016

Yang menyatakan,

Yuliati

NIM 121710201005

SKRIPSI

**ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI DI UNIT *HOME INDUSTRY*
TAPAI SINGKONG “SUPER EMAK”
(Studi Kasus di Desa Karang Sari, Kecamatan Sempu,
Kabupaten Banyuwangi)**

Oleh:

Yuliati
NIM 121710201005

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Kebutuhan Energi di Unit *Home Industry* Tapai Singkong "Super Emak” (Studi Kasus di Desa Karangsari, Kecamatan Sempu, Kabupaten Banyuwangi)” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jum’at, 23 Desember 2016

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Ir. Setiyo Harri, M.S.
NIP 195309241983031001

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

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

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

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T.
NIP 196008121998021001

Mengesahkan

Dekan,

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

RINGKASAN

Analisis Kebutuhan Energi di *Home Industry* Tapai Singkong “Super Emak” (Studi Kasus di Desa Karang Sari, Kecamatan Sempu, Kabupaten Banyuwangi); Yuliati; 121710201005; 2016; 33 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Home industry tapai singkong “Super Emak” merupakan salah satu *home industry* di Kecamatan Sempu yang memiliki kapasitas produksi rata-rata sebesar 2 ton singkong per hari. Sejauh ini belum teridentifikasi penggunaan energi dan kemungkinan terjadinya pemborosan energi di *home industry* tersebut. Dengan demikian, diperlukan analisis kebutuhan energi untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi.

Pada penelitian ini, energi yang dianalisis adalah terkait kebutuhan energi biologis dan energi langsung yang terdapat pada setiap proses produksi tapai singkong “Super Emak”. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis kebutuhan energi dan menghitung kebutuhan energi total, serta mengetahui kebutuhan bahan bakar setiap proses perebusan singkong.

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Karang Sari, Kecamatan Sempu, Banyuwangi pada bulan Juni 2016. Metode pengambilan data yang digunakan adalah metode sampling acak sederhana (*simple random sampling*) pada produksi tapai menggunakan bahan baku 70 kg singkong. Sumber data yang digunakan meliputi data primer, yaitu data yang diperoleh peneliti secara langsung melalui proses pengamatan, mencatat dan menghitung, serta wawancara. Data sekunder berupa data penunjang yang diperoleh dari literatur. Pendekatan analisis yang digunakan adalah menghitung energi *input* setiap proses pada produksi tapai singkong berdasarkan sumber energi biologis dan energi langsung, dan melakukan dugaan selang rerata kebutuhan energi setiap proses menggunakan uji t dengan tingkat kepercayaan 95 %.

Proses produksi tapai singkong “Super Emak” meliputi proses pengupasan dan pemotongan, pencucian, perebusan, pendinginan, peragian, dan pengemasan.

Energi *input* total adalah 5,179 MJ/sampel dengan konsumsi terbesar pada kebutuhan energi langsung, yaitu 3,282 MJ/sampel.

Dugaan selang dengan tingkat kepercayaan 95 % ($t_{\frac{\alpha}{2}}(v) = t_{0,025}(6) = 2,447$), menunjukkan bahwa kebutuhan energi biologis setiap proses meliputi (1) proses pengupasan dan pemotongan: (0,296 - 0,632) MJ; (2) proses pencucian: (0,152 - 0,202) MJ; (3) proses perebusan: (0,393 - 0,532) MJ; (4) proses pendinginan: (0,047 - 0,073) MJ; (5) proses peragian: (0,038 - 0,059) MJ; dan (6) proses pengemasan: (0,447 - 0,923) MJ. Kebutuhan energi langsung pada produksi tapai singkong “Super Emak”, meliputi: (1) kebutuhan energi listrik: (0,006 - 0,008) MJ; (2) energi bahan bakar minyak (solar): (0,315 - 0,414) MJ; dan kebutuhan energi kayu bakar: (2,116 - 3,705) MJ.

Konsumsi bahan bakar setiap proses perebusan adalah sebesar 8,541 kg kayu mahoni dan waktu perebusan 68,2 menit. Hasil plot data menunjukkan bahwa pola pertumbuhan suhu air perebusan singkong memiliki persamaan $N_t = 100 - e^{(4,2113+0,0171x)}$, dengan suhu maksimum mencapai 83 °C.

SUMMARY

Energy Requirement Analysis in Fermented Cassava Home Industry “Super Emak” (A Case Study in the Karang Sari Village, Sempu Subdistrict, Banyuwangi Regency); Yuliati; 121710201005; 2016; 33 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Home industry of fermented cassava “Super Emak” was one of home industry in the Sempu Subdistrict which has production capacity of 2 tons cassava per day. As yet unidentified energy use and the potential occurrence of energy waste in the home industry. Thus, it required analysis of energy needs to identify energy saving opportunity.

In this research, energy that is analyzed is energy of human labor, and direct energy each production process of fermented cassava “Super Emak”. The purpose of this study to identify the type of energy needs and calculate the total energy, and know fuel consumption each boiling of cassava process.

This research was conducted in the Karang Sari Village, Sempu, Banyuwangi, on June 2016. The method used in this study was simple random sampling from the practice of 70 kg raw material of cassava production. Data source that used such as primary data was obtained data directly from the researchers of observation, recording and counting process, as well as an interview. Secondary data source that such as document obtained from study literature. The approach analysis that used to calculate input energy each production process of fermented cassava based on human labor energy and direct energy, and suit with the interval estimation using t test with 95 % confidence level.

The production process of fermented cassava “Super Emak” includes peeling and cutting, washing, boiling, cooling, fermentation, and packaging. Total energy input was 5,179 MJ/sample, with the largest consumption on the direct energy, was 3,282 MJ/sample.

The interval estimation with 95 % confidence level ($t_{\frac{\alpha}{2}}(v) = t_{0,025}(6) = 2,447$), showed that the biological energy needs of each process, include (1) the process of peeling and cutting: (0,296 - 0,632) MJ; (2) the washing process: (0,152 - 0,202) MJ; (3) the boiling process: (0,393 - 0,532) MJ; (4) the cooling process: (0,047 - 0,073) MJ; (5) the fermentation process: (0,038 - 0,059) MJ; (6) the packaging process: (0,447 - 0,923) MJ. Direct energy needs at production of fermented of cassava “Super Emak”, include (1) the electrical energy needs: (0,006 - 0,008) MJ; (2) fuel energy (diesel): (0,315 - 0,414) MJ; and (3) energy needs of firewood: (2,116 - 3,705) MJ.

Fuel consumption of each boiling process was 8,541 kg of mahogany wood and the boiling time was 68,2 minutes. The relationship between time and water temperature of boiling process govern by the equation $N_t = 100 - e^{(4,2113+0,0171x)}$, with the maximum temperature reached at 83 °C.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT., atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kebutuhan Energi di *Home Industry* Tapai Singkong “Super Emak” (Studi Kasus di Desa Karang Sari, Kecamatan Sempu, Kabupaten Banyuwangi). Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

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

1. 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. Sutarsi, S.TP., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil., selaku ketua tim penguji dan Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T., selaku anggota tim penguji yang telah memberikan arahan dan masukan demi terselesaikannya skripsi ini;
4. Dr. Elida Novita, S.TP., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Ir. Muharjo Pudjojono selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
6. Seluruh dosen pengampu Matakuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
8. Mbak Tumisri dan Mas Supriyo, selaku wali saya yang senantiasa memberikan dukungan berupa semangat, material, dan do'a terbaik yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik;

9. Almarhumah Ibunda Kasmi dan Ayahanda Pardi tercinta yang telah memberikan do'a restu;
10. Keluarga Bapak Imam Ismail dan Ibu Parmi, yang telah memberikan izin dan kesempatan dalam penelitian;
11. Adikku Devi Widya Permatasari dan Kakakku Marsito, yang telah memberikan do'a dan dukungan semangat, serta nasihat demi terselesaikannya skripsi ini;
12. Adikku Nada Putri tersayang yang telah membantu dalam pengambilan data dan memberikan dukungan semangat;
13. Sahabat terbaikku Nias Faiqoh yang sangat membantu penulis mulai dari pengambilan data hingga analisis data dengan penuh kesabaran;
14. Sahabat-sahabat karibku, Devi Tri Wahyuni, Elisa Rhosida, Siti Nur Janah, Safiantika Nur Amanah, yang telah memberikan keceriaan, kebersamaan, dan kebahagiaan selama ini;
15. Teman-teman seperjuangan Teknik Pertanian Angkatan 2012 tercinta;
16. 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, Desember 2016

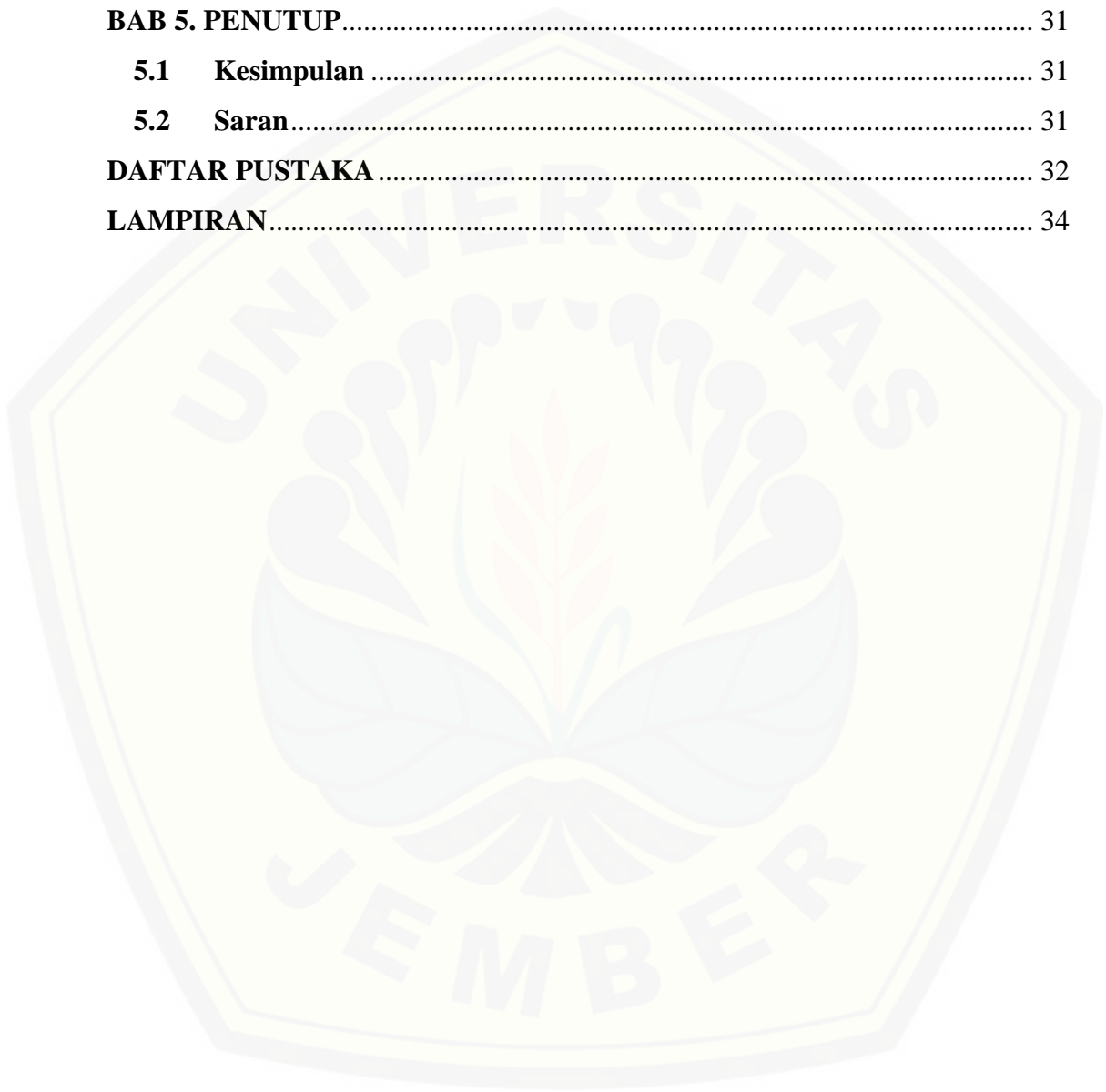
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Energi di Sektor Pertanian	4
2.2 Tapai Singkong	4
2.2.1 Kandungan Gizi	5
2.2.2 Proses Fermentasi	5
2.3 Proses Produksi Tapai Singkong	6
2.3.1 Pembersihan dan Pematangan	7
2.3.2 Pencucian	7
2.3.3 Pengukusan	8

2.3.4 Pendinginan	8
2.3.5 Peragian	8
2.3.6 Pengemasan	9
BAB 3. METODOLOGI	10
3.1 Tempat dan Waktu	10
3.2 Alat Penelitian	10
3.3 Metode Penelitian	10
3.3.1 Metode Pengambilan Data.....	10
3.3.2 Parameter Pengukuran	11
3.4 Metode Analisis Data	12
3.4.1 Energi Biologis.....	12
3.4.2 Energi Langsung.....	12
3.4.3 Rasio Energi.....	13
3.4.4 Dugaan Rerata Populasi.....	13
3.4.4 Tinjauan Kebutuhan Bahan Bakar pada Proses Perebusan	14
3.4.5 Kurva Pertumbuhan Suhu Air Perebusan Singkong.....	14
3.5 Diagram Alir Penelitian	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Gambaran Umum <i>Home Industry</i> Tapai Singkong “Super Emak”	18
4.2 Energi <i>Input</i> pada Produksi Tapai Singkong “Super Emak”	18
4.3 Neraca Massa pada Produksi Tapai Singkong “Super Emak”	20
4.4 Tahapan Proses Produksi Tapai Singkong “Super Emak”	22
4.4.1 Pengupasan dan Pemoangan.....	22
4.4.2 Pencucian	22
4.4.3 Perebusan	23
4.4.4 Pendinginan	23
4.4.5 Peragian	24
4.4.6 Pengemasan	24
4.5 Energi <i>Input</i> Total pada Proses Produksi Tapai Singkong “Super Emak”	24

4.6 Tinjauan Kebutuhan Bahan Bakar setiap Proses Perebusan Singkong	27
4.6.1 Konsumsi Kayu Bakar setiap Proses Perebusan Singkong	28
4.6.2 Kurva Pertumbuhan Suhu Air Perebusan Singkong.....	29
BAB 5. PENUTUP	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34

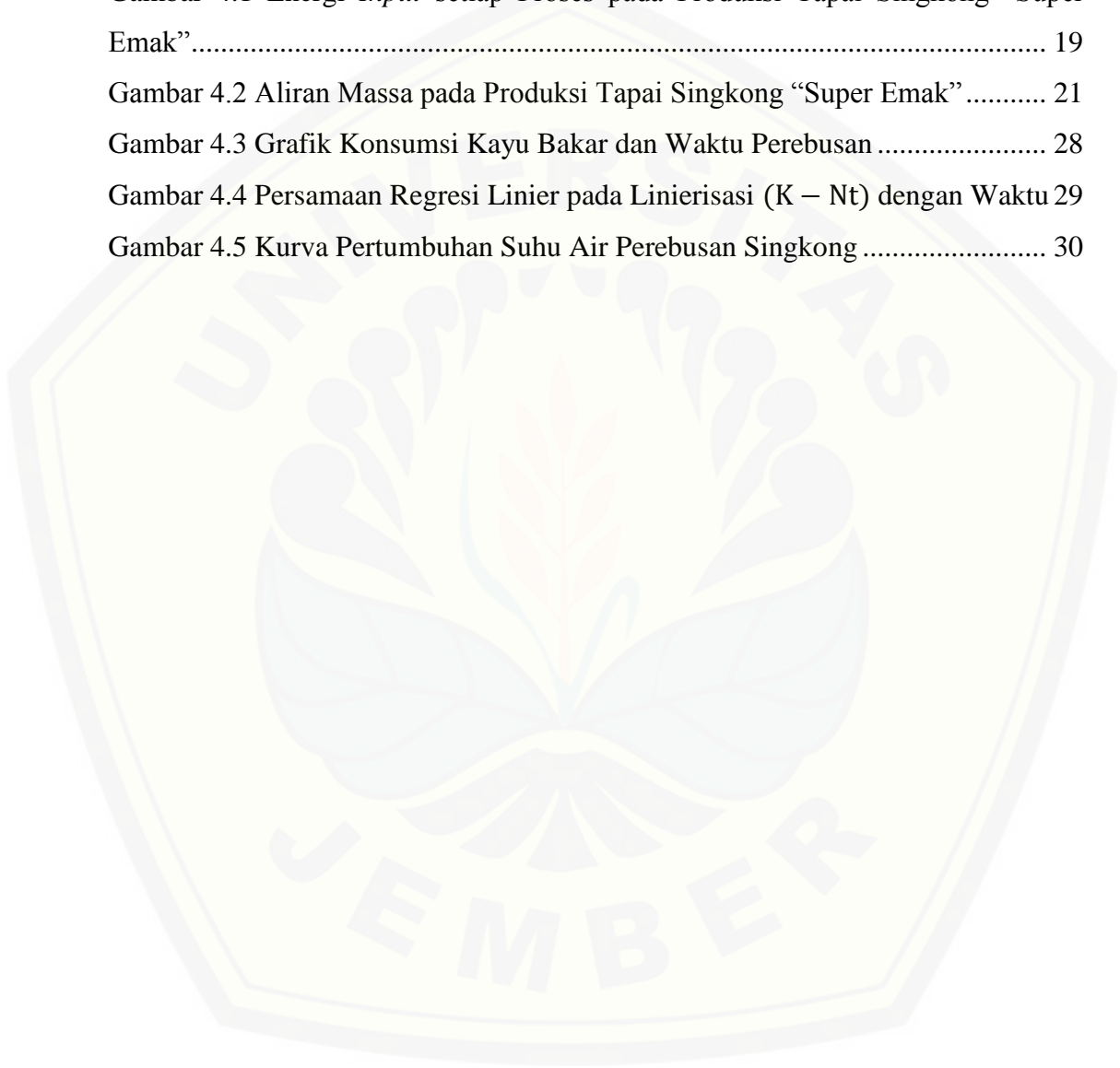


DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan Gizi tiap 100 gram dalam Singkong Mentah dan Tapai Singkong	5
Tabel 4.1 Uji Dugaan Rerata Massa <i>Output</i> setiap Proses.....	20
Tabel 4.2 Uji Dugaan Rerata Kebutuhan Energi Biologis setiap Proses	25
Tabel 4.3 Uji Dugaan Rerata Kebutuhan Energi Langsung.....	25
Tabel 4.4 Kebutuhan Energi Total pada Produksi Tapai Singkong “Super Emak”	26

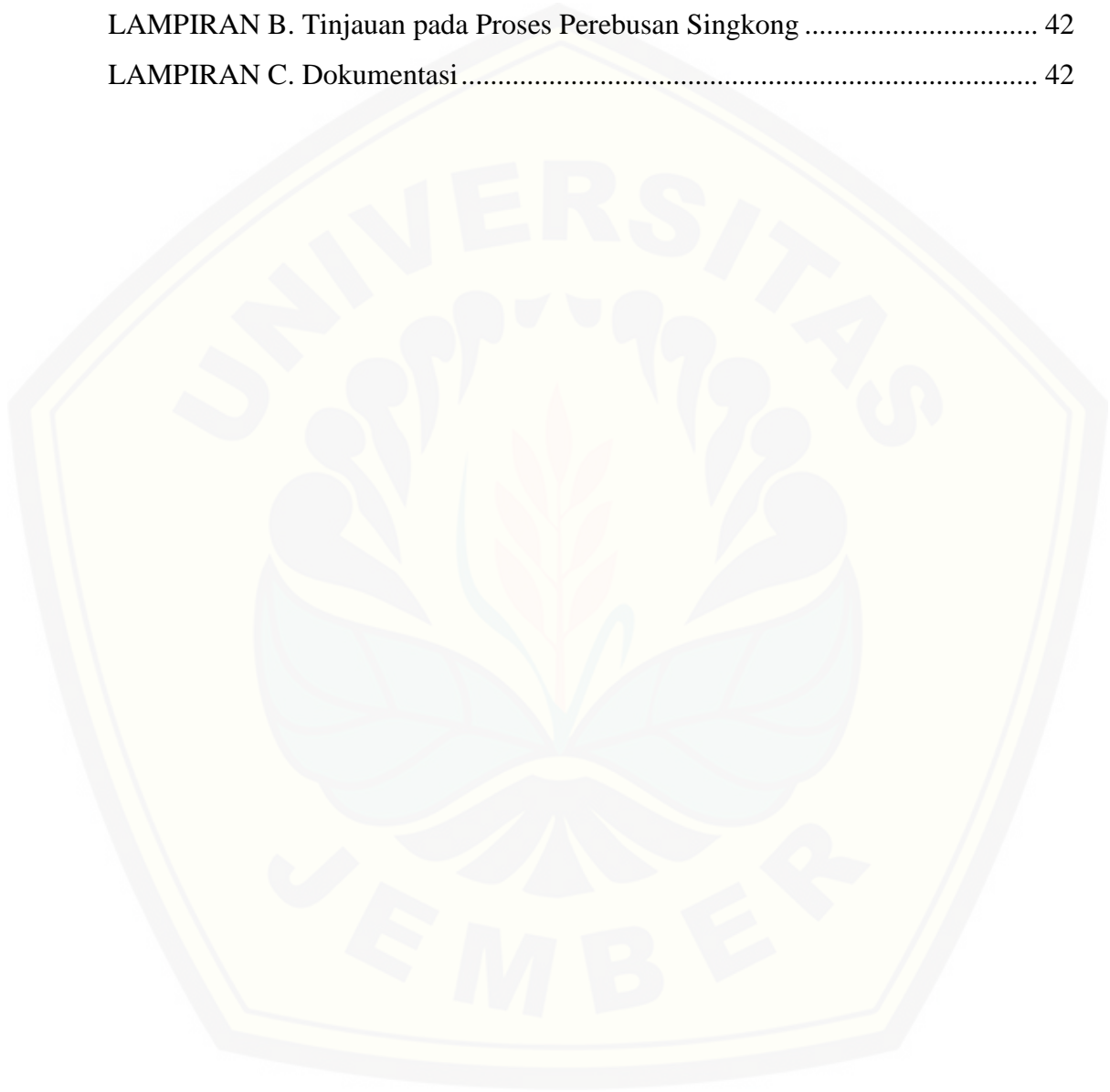
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 4.1 Energi <i>Input</i> setiap Proses pada Produksi Tapai Singkong “Super Emak”	19
Gambar 4.2 Aliran Massa pada Produksi Tapai Singkong “Super Emak”	21
Gambar 4.3 Grafik Konsumsi Kayu Bakar dan Waktu Perebusan	28
Gambar 4.4 Persamaan Regresi Linier pada Linierisasi ($K - Nt$) dengan Waktu	29
Gambar 4.5 Kurva Pertumbuhan Suhu Air Perebusan Singkong	30



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. Perhitungan Kebutuhan Energi	34
LAMPIRAN B. Tinjauan pada Proses Perebusan Singkong	42
LAMPIRAN C. Dokumentasi	42



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Singkong merupakan komoditas tanaman pangan yang menempati urutan ketiga di Jawa Timur setelah padi dan jagung, sehingga mempunyai potensi sebagai bahan baku yang penting untuk berbagai produk pangan dan industri (Badan Pusat Statistik, 2016). Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi (2014), produksi singkong pada tahun 2013 sebanyak 37.662 ton. Djuwardi (2009:15), menjelaskan bahwa dari segi produk-produk olahan, mulai dari *raw material* singkong segar, dapat dibuat menjadi produk olahan langsung dan produk awetan. Produk olahan langsung meliputi produk olahan kering (misalnya keripik dan kerupuk), dan produk olahan semi basah (misalnya, tapai, getuk, dan makanan tradisional lainnya). Produk awetan pada olahan singkong dapat dijadikan produk tapioka dan turunannya, gapek dengan produk turunannya yaitu tiwul tradisional, serta tepung kasava sebagai bahan baku tiwul instan, dan berbagai aneka makanan.

Kecamatan Sempu merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Banyuwangi yang memiliki 867 unit industri kecil dan menengah (IKM), dan 8 unit diantaranya merupakan *home industry* tapai singkong (Dinas Perindustrian, Perdagangan, dan Pertambangan Kabupaten Banyuwangi, 2016). Salah satu *home industry* tapai singkong yang terdapat di Kecamatan Sempu adalah *home industry* tapai singkong “Super Emak”, tepatnya di Desa Karang Sari dengan kapasitas produksi rata-rata 2 ton singkong per hari. Proses pengolahan di *home industry* tersebut tergolong tradisional, yaitu menggunakan tungku sebagai alat pemasak.

Thumman *et al.* (2010:1), menyatakan bahwa audit energi merupakan sebuah proses untuk mengevaluasi bangunan atau tanaman yang menggunakan energi, dan mengidentifikasi peluang untuk mengurangi pemakaiannya. Hasil audit energi diharapkan dapat memberikan rekomendasi terkait upaya pengelolaan penggunaan energi yang lebih efisien.

Sejauh ini belum dilakukan penelitian khusus mengenai analisis kebutuhan energi di *home industry* tapai singkong “Super Emak”, sehingga belum

teridentifikasi penggunaan energi dan kemungkinan terjadinya pemborosan energi di *home industry* tersebut. Sasaran penelitian ini adalah mengetahui sumber energi dan penggunaan energi untuk menghasilkan per satuan produk. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan gambaran secara menyeluruh karakteristik penggunaan energi. Dengan demikian dapat dijadikan acuan melakukan audit energi dalam mengidentifikasi penggunaan energi yang kurang efisien, sehingga usaha penghematan energi dapat segera dilaksanakan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana aliran energi pada produksi tapai singkong “Super Emak”?
2. Bagaimana uji t terhadap dugaan rerata kebutuhan energi biologis dan energi langsung setiap proses produksi tapai singkong “Super Emak”?
3. Berapa kebutuhan kayu bakar setiap proses perebusan singkong?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dibatasi pada analisis kebutuhan energi *input* tenaga kerja manusia dan energi langsung (bahan bakar) yang digunakan pada setiap proses produksi tapai singkong.
2. Penelitian dilakukan mulai dari kegiatan pengupasan dan pemotongan, pencucian, perebusan, pendinginan, peragian, dan pengemasan pada produksi tapai singkong. Pengambilan data dilakukan sebanyak tujuh kali pengulangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi jenis kebutuhan energi pada kegiatan produksi tapai singkong.
2. Mengetahui rerata kebutuhan energi total setiap proses produksi tapai singkong.
3. Mengetahui kebutuhan bahan bakar setiap proses perebusan singkong.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan gambaran mengenai aliran energi *input* dan kebutuhan energi setiap proses produksi tapai singkong “Super Emak”.
2. Memberikan sumbangan pemikiran dalam upaya penghematan energi yang dapat dilakukan di unit *home industry* tapai singkong “Super Emak”.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi di Sektor Pertanian

Menurut Pimentel dan Pimentel (2008:9-11), energi merupakan kemampuan untuk melakukan kerja. Satuan dasar energi berdasarkan Satuan Internasional (SI) adalah joule (J). 1 kilojoule (kJ) = 1000 joule (J); 1 kilocalori (kcal) = 4.184 kJ; 1 kilowatt hour (kWh) = 3,6 MJ.

Kebutuhan energi pada sistem budidaya dapat dikategorikan menjadi kebutuhan energi langsung maupun tidak langsung. Kebutuhan energi langsung merupakan penggunaan energi yang berasal dari sumber bahan bakar primer maupun sekunder, yang meliputi solar, minyak, gas, tenaga surya, dan listrik. Bahan bakar, pelumas, dan listrik merupakan *input* langsung yang banyak digunakan pada negara-negara industri. Pada bidang pertanian, *input* bahan bakar digunakan untuk mengoperasikan mesin pertanian dan pompa. Energi tidak langsung merupakan energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan barang dan alat lainnya, yaitu energi yang terkandung dalam produk akhir yang digunakan sebagai *input* dalam proses produksi tanaman (Bundschuh dan Chen, Eds., 2014:172).

2.2 Tapai Singkong

Menurut Departemen Pendidikan Nasional (2005:1142), istilah tapai memiliki pengertian panganan yang dibuat dari beras ketan (ubi kayu, dan sebagainya) yang direbus dan setelah dingin diberi ragi, kemudian dibiarkan semalam atau lebih hingga memiliki rasa manis. Owens (2015:152), menjelaskan bahwa tapai singkong merupakan produk yang memiliki rasa manis, asam, dan beralkohol hasil fermentasi singkong. Proses fermentasi mengubah zat pati pada singkong menjadi zat gula, sehingga rasa asli singkong yang cenderung tawar menjadi manis keasam-asaman, dan tekstur singkong yang semula keras menjadi lebih lunak.

2.2.1 Kandungan Gizi

Proses pengolahan singkong menjadi tapai menyebabkan terjadinya perubahan kandungan beberapa unsur gizi. Perubahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan Gizi tiap 100 gram dalam Singkong Mentah dan Tapai Singkong

Unsur Gizi	Singkong Mentah	Tapai Singkong
energi (kal)	154	169
protein (g)	1,0	1,4
lemak (g)	0,3	0,3
hidrat arang total (g)	36,8	40,2
serat (g)	0,9	2,0
abu (g)	0,5	0,7
kalsium (mg)	77	21
fosfor (mg)	24	34
besi (mg)	1,1	0,8
vitamin B ₁ (mg)	0,06	0
vitamin C (mg)	31	0
air (g)	61,4	57,4
bagian yang dapat dimakan (%)	85	100

Sumber: Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1995:11)

2.2.2 Proses Fermentasi

Menurut Rukmana dan Yuniarsih (2001:20), tapai dihasilkan melalui proses fermentasi oleh khamir *Sacchharomyces cerevisiae* dan kapang *Aspergillus* sp. Khamir dan kapang tersebut biasanya terdapat di dalam ragi tapai. Proses fermentasi merupakan suatu proses pemecahan senyawa kompleks menjadi senyawa yang sederhana. Fermentasi digolongkan menjadi dua macam berdasarkan produk yang dihasilkan, antara lain.

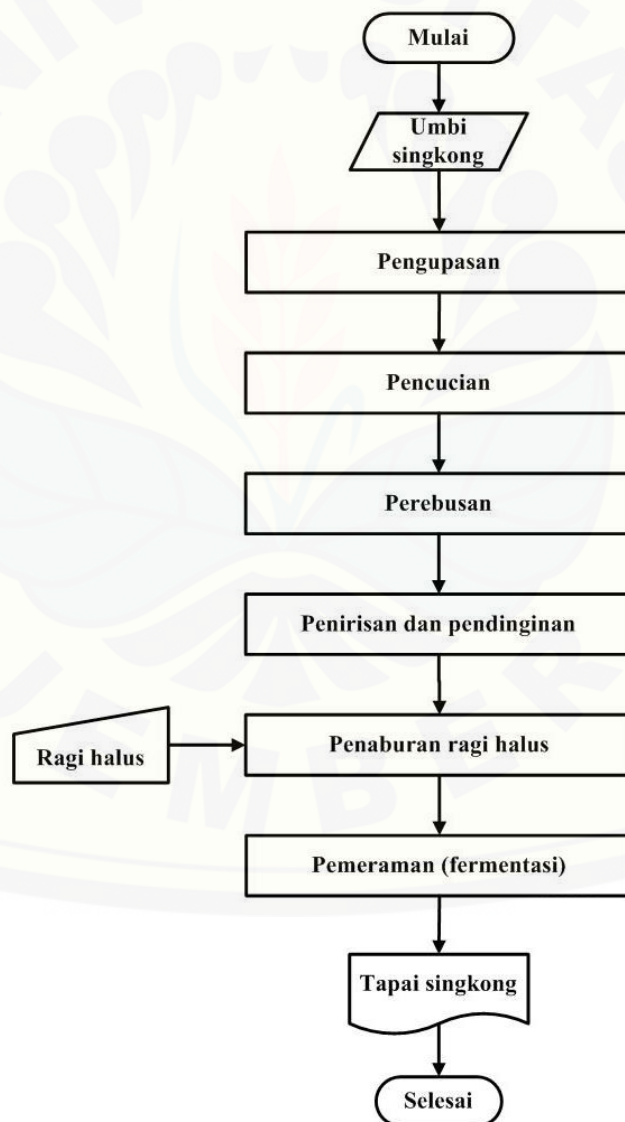
- a. Fermentasi alkoholis, yaitu fermentasi yang menghasilkan alkohol sebagai produk akhir di samping produk lainnya. Misalnya pada pembuatan tapai.
- b. Fermentasi non alkoholis, yaitu fermentasi yang tidak menghasilkan alkohol sebagai produk akhir selain bahan lainnya. Misalnya pada pembuatan antibiotika, tempe, dan lain-lain.

Pada proses pembuatan tapai, khamir dan kapang merupakan mikrobia yang mengubah karbohidrat yang terkandung dalam bahan menjadi gula, dan selanjutnya mengubah gula menjadi alkohol. Proses pembuatan tapai yang kurang teliti, misalnya penambahan ragi yang berlebihan dan penutupan bahan pada saat

proses fermentasi berlangsung serta waktu fermentasi yang terlalu lama dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi sejenis bakteri, sehingga tapai berasa masam. Kualitas ragi tapai yang digunakan akan mempengaruhi kualitas tapai yang dihasilkan (Rukmana dan Yuniarsih, 2001:20-21).

2.3 Proses Produksi Tapai Singkong

Proses produksi tapai singkong dimulai dengan proses pengupasan dan pembersihan umbi singkong hingga produk siap untuk dipasarkan. Proses produksi tapai singkong ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses Produksi Tapai Singkong (Sumber: Rukmana dan Yuniarsih, 2001:22)

Prinsip pembuatan tapai singkong adalah proses fermentasi dari umbi singkong. Menurut Owens (2015:152), tapai singkong merupakan produk yang memiliki rasa manis, asam, dan beralkohol hasil fermentasi singkong. Proses pembuatan tapai singkong adalah sebagai berikut.

2.3.1 Pembersihan dan Pemotongan

Owens (2015:152) menjelaskan bahwa proses pembuatan tapai singkong dimulai dengan proses pembersihan dan pemotongan. Pengupasan kulit singkong dilakukan menggunakan pisau untuk menghilangkan lendir yang melekat pada bahan baku. Singkong yang telah bersih kemudian dilakukan proses pemotongan dengan ukuran panjang kurang lebih 10 cm.

Menurut Rukmana dan Yuniarsih (2001:21-22), langkah awal pembuatan tapai singkong adalah pemilihan umbi singkong segar, terutama dari varietas yang tidak banyak mengandung HCN, misalnya varietas Valenca, Mangi, Betawi, Mentega, Adira1, Adira 2, Gading, Malang 1, dan Malang 2. Kemudian dilakukan proses pengupasan kulit singkong menggunakan pisau yang tajam, dan menghilangkan lendir yang terdapat pada permukaan singkong.

2.3.2 Pencucian

Proses pencucian merupakan tahapan pembersihan dari kotoran yang terdapat pada bahan pertanian. Proses pencucian dilakukan menggunakan air bersih yang mengalir untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada singkong. Tujuan lain dari pencucian bahan baku adalah mengurangi kandungan HCN dan getah pada singkong, sehingga diperoleh singkong yang benar-benar bersih. Pembuatan tapai membutuhkan kecermatan dan kebersihan yang tinggi, agar singkong dapat menjadi lunak akibat proses fermentasi yang berlangsung dengan baik. Alat-alat yang berminyak dan penggunaan air hujan dalam pembuatan tapai dapat menyebabkan kegagalan proses fermentasi (Rukmana dan Yuniarsih, 2001:22).

2.3.3 Pengukusan

Potongan singkong yang telah bersih kemudian dilakukan proses pengukusan. Langkah awal yang dilakukan pada proses pengukusan adalah pengisian air pada panci kukus kurang lebih hingga terisi seperempat, kemudian dipanaskan hingga mendidih. Proses pengukusan singkong dilakukan dengan memasukkan potongan singkong yang telah bersih ke dalam panci kukus setelah air mendidih. Selama proses pengukusan berlangsung, panci perebusan sebaiknya ditutup agar singkong cepat matang (Owens, 2015:152).

2.3.4 Pendinginan

Menurut (Owens, 2015:152), proses pendinginan singkong dimulai dengan penirisan singkong yang telah matang di atas para-para bambu. Proses pendinginan dilakukan secara manual, yaitu memanfaatkan angin yang berhembus untuk mempercepat proses pendinginan singkong. Alat pendingin dapat digunakan untuk mempercepat proses pendinginan.

2.3.5 Peragian

Ragi merupakan bibit jamur yang digunakan dalam proses pembuatan tapai singkong. Hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan tapai antara lain menghindari pemberian ragi yang berlebihan; pemilihan ragi tapai yang berkualitas baik; penutupan tapai yang sedang difermentasi dengan baik dan rapat; dan pemeriksaan tingkat kematangan tapai pada hari kedua sampai hari ketiga setelah peragian (Rukmana dan Yuniarsih, 2001:20-21).

Rukmana dan Yuniarsih (2001:22) menjelaskan bahwa proses peragian dilakukan dengan penaburan ragi halus pada permukaan singkong secara merata, namun jangan terlalu tebal. Di dalam ragi terdapat mikroorganisme yang dapat mengubah karbohidrat (pati) menjadi gula sederhana (glukosa) dan akan diubah menjadi alkohol. Mikroorganisme tersebut meliputi *Chlamydomucor oryzae*, *Rhizopus oryzae*, *Mucor sp.*, *Candida sp.*, *Saccharomyces verdomanii*, *Saccharomyces cerevicae*, dan lain-lain.

2.3.6 Pengemasan

Owens (2015:152-153), menjelaskan bahwa umbi singkong dipotong menjadi potongan-potongan kecil sebelum dikukus dan kemudian difermentasi di dalam wadah plastik atau dikemas di dalam kemasan plastik yang berisi 4 – 5 potongan kecil singkong dan dimasukkan ke dalam keranjang anyaman bambu dan dilapisi daun pisang. Menurut Rukmana dan Yuniarsih (2001:22), pengemasan tapai dilakukan dengan memasukkan singkong yang telah ditaburi ragi, ke dalam kemasan besek yang telah diberi alas daun pisang, dan ditutup dengan daun pisang. Penyimpanan tapai dilakukan pada suhu kamar (25-30 °C) selama 2-3 hari hingga diperoleh tapai singkong yang bertekstur lunak dan memiliki rasa manis.

BAB 3. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian tentang “Analisis Kebutuhan Energi di Unit *Home Industry* Tapai Singkong “Super Emak” dilaksanakan di Dusun Mangli, Desa Karangsari, Kecamatan Sempu, Kabupaten Banyuwangi. Penelitian dilaksanakan pada 10 Juni 2016 sampai dengan 23 Juni 2016.

3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan digital, *stopwatch*, termometer, gelas takar, kamera, dan alat tulis.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penarikan contoh acak sederhana (*simple random sampling*), yaitu metode penarikan contoh dengan pemilihan elemen populasi dilakukan sedemikian rupa, sehingga setiap elemen populasi tersebut mempunyai peluang yang sama untuk terpilih. Hal ini dilakukan dengan cara pengundian (Lungan, 2006:196).

Populasi yang diamati dalam penelitian ini adalah kebutuhan energi setiap proses pada produksi tapai singkong “Super Emak”. Sampel pada penelitian ini adalah produksi tapai menggunakan bahan baku 70 kg singkong dalam satu kali proses pemasakan. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan proses pengupasan yang dilakukan oleh salah satu tenaga kerja. Hal ini disebabkan oleh kualitas kupasan singkong yang dihasilkan berbeda – beda pada setiap tenaga kerja. Analisis kebutuhan energi setiap proses produksi tapai singkong membutuhkan data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh peneliti secara langsung melalui proses pengamatan, mencatat dan menghitung, serta wawancara kepada

pemilik *home industry* tapai singkong “Super Emak”. Data primer terdiri atas daya mesin (HP); konsumsi bahan bakar (liter/HP.jam); kapasitas hasil alat/mesin (ton/jam); waktu setiap proses (jam); dan jumlah tenaga kerja manusia (orang).

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 unit energi biologis (MJ/jam) dan nilai unit energi bahan bakar (MJ/liter).

3.3.2 Parameter Pengukuran

Sebelum pengambilan data dilakukan, maka perlu ditentukan parameter data yang akan diambil. Parameter data tersebut adalah sebagai berikut.

a. Tenaga Kerja

Data yang digunakan meliputi jumlah tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan setiap kegiatan proses. Waktu proses dihitung sejak tenaga kerja memulai proses hingga proses selesai.

b. Kebutuhan 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.

c. Bahan Bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan pada produksi tapai singkong dihitung berdasarkan konsumsi bahan bakar pada mesin maupun peralatan yang digunakan saat proses produksi berlangsung.

d. Air

Kebutuhan air pada proses produksi tapai singkong dihitung berdasarkan jumlah penggunaan air sejak proses dimulai sampai selesai.

e. Rendemen setiap Proses

Rendemen setiap proses dapat dihitung dengan pembagian jumlah *output* dengan *input* kemudian dikalikan dengan seratus persen seperti persamaan 3.1.

$$\text{Rendemen (Rd)} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.1)$$

3.4 Metode Analisis Data

Menurut Irwanto *et al.* (1990:137-140), data dianalisis untuk mengetahui besarnya kebutuhan energi pada proses penanganan pascapanen. Persamaan yang digunakan meliputi berbagai macam parameter yang terkait energi biologis dan energi langsung.

3.4.1 Energi Biologis

Besarnya energi tenaga kerja manusia (energi biologis) dalam kegiatan penanganan pascapanen per ton dapat didekati dengan persamaan 3.2.

$$\text{Ebs} = \text{HOK}' \times \text{JK} \times \text{cb} \times \text{Rd} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

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 (%)

3.4.2 Energi Langsung

Besarnya energi terpakai dari bahan bakar minyak dapat diketahui dengan persamaan 3.3.

$$\text{Elt} = \frac{\text{W} \times \text{Cl} \times \text{Kl} \times \text{Rd}}{\text{CH}} \dots\dots\dots (3.3)$$

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 yang digunakan pada tungku pengering atau *burner* pada proses pascapanen dapat dihitung dengan persamaan 3.4.

$$Els = \frac{(VI \times Cl \times Rd)}{CH} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

Els = Energi bahan bakar minyak tungku yang terpakai (MJ/ton)

Cl = Nilai unit energi bahan bakar (MJ/kg)

VI = 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 singkong dapat diketahui dengan persamaan 3.5.

$$El = \frac{D \times t}{P_1} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

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

D = daya listrik (watt)

t = waktu pemakaian alat (jam/hari)

P₁ = produksi tapai singkong (ton/hari)

3.4.3 Rasio Energi

Menurut Irwanto *et al.* (1990), rasio energi adalah perbandingan besarnya energi *output* terhadap energi *input*. Rasio energi dapat didekati dengan persamaan 3.6 berikut.

$$ER = \frac{E_o}{E_i} \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan:

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

E_o = *Energy output* (MJ/ton)

E_i = *Energy input* (MJ/ton)

3.4.4 Dugaan Rerata Populasi

Menurut Lungan (2006:217-218), pendugaan bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang ciri-ciri populasi yang tidak diketahui menggunakan informasi contoh atau penduga (*estimator*). Jika simpangan baku populasi (σ) tidak diketahui dan ukuran contoh kurang dari 30 ($n < 30$), maka dugaan selang (*interval estimation*) bagi rerata populasi (μ) ditentukan menggunakan sebaran *t*. Pendugaan selang kepercayaan $(1 - \alpha) 100 \%$ bagi μ dapat diketahui dengan persamaan 3.7.

$$\bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan:

\bar{x} = nilai rata-rata

$t_{\frac{\alpha}{2}}$ = nilai sebaran t dengan derajat bebas $v = n - 1$ (diperoleh dari Tabel t)

s = simpangan baku

n = jumlah sampel

Menurut Irianto (2004:42-44), simpangan baku merupakan rata-rata penyimpangan skor sampel dengan rata-rata sampel. Simpangan baku dapat dihitung menggunakan persamaan 3.8.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3.8)$$

3.4.4 Tinjauan Kebutuhan Bahan Bakar pada Proses Perebusan

Proses perebusan merupakan suatu proses yang menentukan tingkat kematangan singkong. Waktu yang dibutuhkan pada proses tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jumlah dan kualitas bahan baku, serta jenis kayu sebagai bahan bakar yang digunakan. Pemilik *home industry* belum mengidentifikasi terkait jumlah dan jenis kayu bakar yang digunakan pada proses perebusan. Salah satu jenis kayu yang digunakan pada proses perebusan adalah kayu mahoni. Dengan demikian perlu dicermati lebih rinci hubungan antara besarnya konsumsi bahan bakar dan waktu yang dibutuhkan setiap proses perebusan.

3.4.5 Kurva Pertumbuhan Suhu Air Perebusan Singkong

Menurut Supranto (2008:213), kurva pertumbuhan biasanya digunakan untuk mewakili data yang menggambarkan perkembangan atau pertumbuhan yang mula-mula cepat sekali, tetapi kemudian melambat, yaitu kecepatan pertumbuhannya semakin berkurang hingga tercapai suatu titik jenuh (*saturation point*). Pertumbuhan semacam ini biasanya dialami oleh pertumbuhan suatu industri dan pertumbuhan biologis lainnya.

Martono dan Hasibuan (1993) memperkenalkan tiga kurva pertumbuhan, yaitu $W_0 = W_0 \cdot e^{kt}$, $W_t = K - Ce^{-kt}$, dan $N_t = \frac{K}{1 + Ce^{-kt}}$. Kurva pertumbuhan suhu air perebusan singkong, dapat didekati menggunakan persamaan 3.9 berikut.

$$\begin{aligned} N_t &= K - Ce^{-kt} \dots\dots\dots (3.9) \\ N_t - K &= - Ce^{-kt} \\ (K - N_t) &= Ce^{-kt} \end{aligned}$$

Kemudian mengubah persamaan nonlinier ke dalam bentuk linier seperti berikut.

Karena $(K - N_t) = Ce^{-kt}$, maka kita mendapatkan:

$$\begin{aligned} \ln(K - N_t) &= \ln(Ce^{-kt}) \\ &= \ln C + \ln e^{-kt} \\ &= \ln C - kt \rightarrow b = -k \\ \ln(K - N_t) &= \ln C + bt \rightarrow t = x \\ Y &= a + bx \dots\dots\dots (3.10) \end{aligned}$$

Dimana $\ln C = a$ dan $C = e^a$, sehingga diperoleh Persamaan seperti 3.11.

$$\begin{aligned} N_t &= K - Ce^{-kt} \\ &= K - e^a \cdot e^{-kt} \\ &= K - e^{(a-kt)} \rightarrow k = -b \\ &= K - e^{(a+bt)} \\ N_t &= K - e^{(a+bx)} \dots\dots\dots (3.11) \end{aligned}$$

Karena $Y = a + bx$, maka diperoleh nilai kt seperti persamaan 3.12.

$$Y = a - kx$$

$$Y = a - kt$$

$$kt = a - Y \dots\dots\dots (3.12)$$

$$N_t = K - Ce^{-kt}$$

$$N_t = K - Ce^{-(a-Y)}$$

$$N_t = K - Ce^{(Y-a)}$$

$$N_t = K - \frac{Ce^Y}{e^a}$$

$$N_t = K - \frac{Ce^Y}{C}$$

$$N_t = K - e^Y$$

$$N_t = K - e^{(a+bx)} \dots\dots\dots (3.13)$$

Keterangan:

N_t = suhu air perebusan singkong pada waktu tertentu

K = suhu maksimum (100 °C)

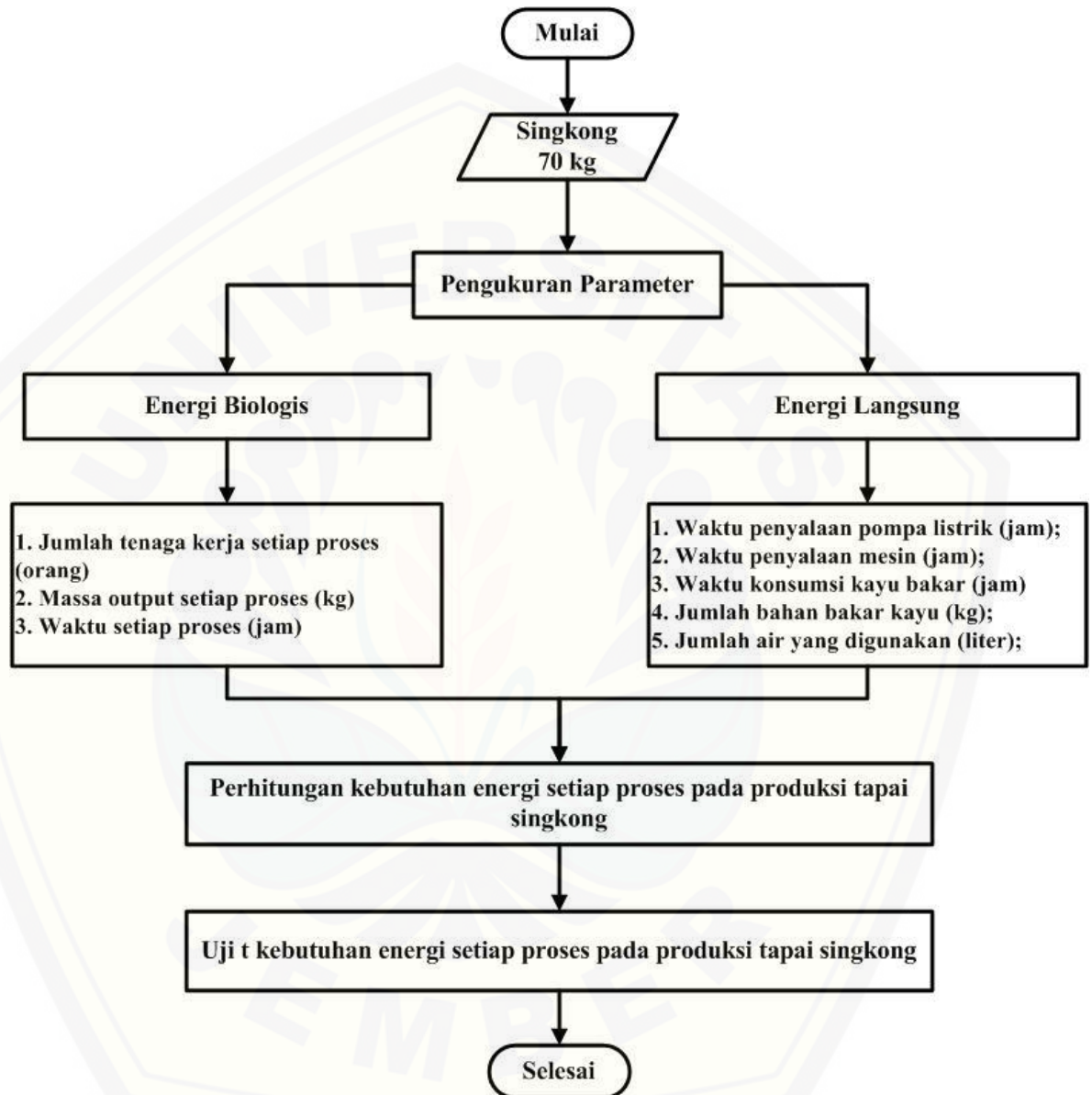
C = konstanta

e = bilangan pokok logaritma alami ($e = 2,7183 \dots$)

t = waktu perebusan (menit)

3.5 Diagram Alir Penelitian

Tahapan prosedur kerja yang dilakukan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Jenis kebutuhan energi pada produksi tapai singkong “Super Emak” meliputi energi biologis yang berasal dari tenaga kerja manusia, energi langsung dari penggunaan bahan bakar mesin dan tungku, serta energi listrik.
2. Kebutuhan energi total pada produksi tapai singkong “Super Emak” adalah 5,179 MJ.
3. Rasio energi pada produksi tapai singkong “Super Emak” adalah 0,084.
4. Kebutuhan bahan bakar dan waktu setiap proses perebusan adalah 8,541 kg kayu mahoni dan 68,2 menit. Pola pertumbuhan suhu air perebusan singkong memiliki persamaan $N_t = 100 - e^{(4,2113+0,0171x)}$, dengan suhu maksimum mencapai 83 °C.

5.2 Saran

Pengambilan data sebaiknya dilakukan dengan memperhatikan keseragaman kualitas bahan baku dan kondisi kayu bakar yang digunakan. Perlu dilakukan peninjauan lebih lanjut terkait faktor penyebab adanya perbedaan data pengamatan dan potensi terjadinya pemborosan energi di unit *home industry* terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi. 2014. *Kabupaten Banyuwangi dalam Angka 2014*. Banyuwangi: Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi. [serial on line]. <https://banyuwangikab.bps.go.id/website/pdf/publikasi/Banyuwangi-Dalam-Angka-2014.pdf> [13 Oktober 2016].
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Tabel Dinamis*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. [serial on line]. <https://www.bps.go.id/site/resultTab> [23 Oktober 2016].
- Bundschuh, J., dan Chen, G. (Eds). 2014. *Sustainable Energy Solutions in Agriculture*. Leiden: CRC Press/Balkema. [serial on line]. https://books.google.co.id/books?id=FnLvAgAAQBAJ&pg=PA172&dq=direct+and+indirect+energy&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwi0x_rSw9XPAhXlqFQKHSc2A2AQ6AEINjAG#v=onepage&q=direct%20and%20indirect%20energy&f=false [12 Oktober 2016].
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia*. (Edisi 1995). Jakarta: Departemen Kesehatan. [serial on line]. <http://114.6.22.246/24/1/Daftar%20Komposisi%20Zat%20Gizi%20Pangan%20Indonesia%201995.pdf> [05 Oktober 2016].
- Departemen Pendidikan Nasional. 2005. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. (Edisi Ketiga). Jakarta: Balai Pustaka.
- Dinas Perindustrian, Perdagangan, dan Pertambangan Kabupaten Banyuwangi. 2016. *Map Geografis IKM Banyuwangi*. [serial on line]. <http://ikm.banyuwangi.net/map/viewmap?kec=Sempu> [12 Oktober 2016].
- Djuwardi, A. 2009. *Cassava: Solusi Pemberagaman Kemandirian Pangan*. Jakarta: Grasindo. [serial on line]. <https://books.google.co.id/books?id=krSRNyxvsgUC&pg=PA12&dq=olahan+tape+singkong&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwjY0ZfSqtXPAhXHzFQKHUIWA9QQ6AEIUjAJ#v=onepage&q=olahan%20tape%20singkong&f=false> [13 Oktober 2016].
- Irianto, A. 2004. *Statistik: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Prenada Media.
- 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.

- Lungan, R. 2006. *Aplikasi Statistika dan Hitung Peluang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Martono, T., dan Hasibuan, K. M. 1993. *Matematika untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Kehidupan dan Perilaku*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Owens, J. D. (Ed). 2015. *Indigenous Fermented Foods of Southeast Asia*. Boca Raton: CRC Press. [serial on line]. <https://books.google.co.id/books?id=EWVYBQAAQBAJ&pg=PA152&dq=tape+singkong&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwji4ZzJ3pLRAhVFqo8KHd5jDdMQ6AEIJTAA#v=onepage&q=tape%20singkong&f=false> [27 Desember 2016].
- Pimentel, D., dan Pimentel, M. H. 2008. *Food, Energy, and Society*. Third Edition. Boca Raton: CRC Press. [serial on line]. https://books.google.co.id/books?id=yLmGPtZTHUYC&printsec=frontcover&dq=food+energy+and+society&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwjW_ce145LRAhUHu48KHQHvB8IQ6AEIGTAA#v=onepage&q=food%20energy%20and%20society&f=false [13 Oktober 2016].
- Rukmana, R., dan Yuniarsih, Y. 2001. *Teknologi Tepat Guna Aneka Olahan Ubi Kayu*. Yogyakarta: Kanisius. [serial on line]. <https://books.google.co.id/books?id=aAOJG1wzrxEC&pg=PA1&dq=Teknologi+Tepat+Guna+Aneka+Olahan+Ubi+Kayu&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwjiI7cKY6MPPAhWDG5QKHf5zCz8Q6AEIGjAA#v=onepage&q=Teknologi%20Tepat%20Guna%20Aneka%20Olahan%20Ubi%20Kayu&f=false> [26 Agustus 2016].
- Supranto, J. 2008. *Statistik: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.
- Thumann, A., Younger, W. J., dan Niehus, T. 2010. *Handbook of Energy Audits*. Lilburn: The Fairmont Press. [serial on line]. <https://books.google.co.id/books?id=8u5WA2DJHosC&pg=PR3&lpg=PP1&focus=viewport&dq=audit+energy#v=onepage&q=audit%20energy&f=false> [12 Oktober 2016].

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Perhitungan Kebutuhan Energi

A1. Kebutuhan Energi Biologis setiap Proses pada masing-masing Ulangan

Ulangan ke-	Pengupasan dan Pemotongan						Pencucian					
	Σ input (kg)	HOK' (hari/ton)	JK (jam/sampel)	Cb (MJ/jam)	Rd (%)	Ebs (MJ/sampel)	Σ input (kg)	HOK' (hari/ton)	JK (jam/sampel)	Cb (MJ/jam)	Rd (%)	Ebs (MJ/sampel)
1	70	1	1,600	0,79	0,553	0,699	38,700	1	0,225	0,79	0,967	0,172
2	70	1	0,750	0,79	0,625	0,371	43,780	1	0,242	0,79	0,976	0,186
3	70	1	1,500	0,79	0,508	0,602	35,540	1	0,235	0,79	0,956	0,177
4	70	1	0,767	0,79	0,476	0,288	33,340	1	0,271	0,79	0,977	0,209
5	70	1	0,717	0,79	0,551	0,312	38,550	1	0,160	0,79	0,967	0,122
6	70	1	0,867	0,79	0,461	0,315	32,235	1	0,238	0,79	0,997	0,188
7	70	1	1,617	0,79	0,518	0,662	36,285	1	0,239	0,79	0,984	0,186
Rata-rata						0,464						0,177
Standar Deviasi						0,182						0,027

Ulangan ke-	Perebusan						Pendinginan					
	Σ input (kg)	HOK' (hari/ton)	JK (jam/sampel)	Cb (MJ/jam)	Rd (%)	Ebs (MJ/sampel)	Σ input (kg)	HOK' (hari/ton)	JK (jam/sampel)	Cb (MJ/jam)	Rd (%)	Ebs (MJ/sampel)
1	37,430	1	0,985	0,79	0,486	0,378	37,640	1	0,087	0,79	0,939	0,064
2	42,710	1	1,419	0,79	0,526	0,590	43,540	1	0,115	0,79	0,883	0,080
3	33,980	1	1,113	0,79	0,470	0,413	34,800	1	0,087	0,79	0,903	0,062
4	32,565	1	1,258	0,79	0,450	0,447	32,645	1	0,058	0,79	0,687	0,032
5	37,260	1	1,029	0,79	0,491	0,399	37,925	1	0,087	0,79	0,864	0,059
6	32,130	1	1,374	0,79	0,451	0,490	32,550	1	0,087	0,79	0,891	0,061
7	35,715	1	1,373	0,79	0,478	0,519	36,220	1	0,087	0,79	0,894	0,061
Rata-rata						0,462						0,060
Standar Deviasi						0,075						0,014

Ulangan ke-	Peragian						Pengemasan						
	Σ input (kg)	HOK' (hari/ton)	JK (jam/sampel)	Cb (MJ/jam)	Rd (%)	Ebs (MJ/sampel)	Σ input (kg)	Σ Tenaga Kerja (orang)	HOK' (hari/ton)	JK (jam/sampel)	Cb (MJ/jam)	Rd (%)	Ebs (MJ/sampel)
1	35,355	1	0,039	0,79	0,999	0,031	35,390	4	1	0,270	0,79	1,045	0,891
2	38,455	1	0,083	0,79	0,999	0,066	38,510	5	1	0,275	0,79	1,065	1,156
3	31,425	1	0,059	0,79	0,999	0,047	31,455	4	1	0,213	0,79	1,049	0,704
4	22,440	1	0,075	0,79	0,998	0,059	22,470	4	1	0,128	0,79	1,041	0,420
5	32,765	1	0,058	0,79	0,999	0,046	32,810	5	1	0,133	0,79	1,036	0,546
6	29,000	1	0,050	0,79	0,999	0,039	29,025	5	1	0,133	0,79	1,027	0,541
7	32,385	1	0,063	0,79	0,999	0,050	32,415	4	1	0,169	0,79	1,006	0,536
Rata-rata						0,048							0,685
Standar Deviasi						0,012							0,257

A2. Perhitungan Manual Kebutuhan Energi Biologis setiap Proses

1. Proses Pengupasan dan Pematangan

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd$$

$$Ebs = 1,6 \frac{\text{jam}}{\text{sampel}} \times 0,79 \frac{\text{MJ}}{\text{jam}} \times 0,553$$

$$Ebs = 0,699 \frac{\text{MJ}}{\text{sampel}}$$

2. Proses Pencucian

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd$$

$$Ebs = 0,225 \frac{\text{jam}}{\text{sampel}} \times 0,79 \frac{\text{MJ}}{\text{jam}} \times 0,967$$

$$Ebs = 0,172 \frac{\text{MJ}}{\text{sampel}}$$

3. Proses Perebusan

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd$$

$$Ebs = 0,985 \frac{\text{jam}}{\text{sampel}} \times 0,79 \frac{\text{MJ}}{\text{jam}} \times 0,486$$

$$Ebs = 0,378 \frac{\text{MJ}}{\text{sampel}}$$

4. Proses Pendinginan

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd$$

$$Ebs = 0,087 \frac{\text{jam}}{\text{sampel}} \times 0,79 \frac{\text{MJ}}{\text{jam}} \times 0,939$$

$$Ebs = 0,064 \frac{\text{MJ}}{\text{sampel}}$$

5. Proses Peragian

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd$$

$$Ebs = 0,039 \frac{\text{jam}}{\text{sampel}} \times 0,79 \frac{\text{MJ}}{\text{jam}} \times 0,999$$

$$Ebs = 0,031 \frac{\text{MJ}}{\text{sampel}}$$

6. Proses Pengemasan

$$Ebs = HOK' \times JK \times cb \times Rd$$

$$Ebs = 0,270 \frac{\text{jam}}{\text{sampel}} \times 0,79 \frac{\text{MJ}}{\text{jam}} \times 1,045$$

$$Ebs = 0,223 \frac{\text{MJ}}{\text{sampel}} \times 4 \text{ orang (tenaga kerja)}$$

$$Ebs = 0,891 \frac{\text{MJ}}{\text{sampel}}$$

7. Perhitungan Rasio Energi

$$\begin{aligned}
 \text{Rasio energi} &= \frac{\text{Output}}{\text{input}} \\
 &= \frac{\text{output tapai dan kulit singkong}}{\text{energi input}} \\
 &= \frac{\left(32,9 \text{ kg} \times 1690 \frac{\text{kal}}{\text{kg}}\right) + \left[30,59 \text{ kg} \times 1540 \frac{\text{kal}}{\text{kg}}\right]}{5,179 \text{ MJ}} \\
 &= \frac{(55721,7 \text{ kal}) + (47095,4 \text{ kal})}{5,179 \text{ MJ}} \\
 &= \frac{(55721,7 \text{ kal} \times 4,2 \text{ Joule}) + (47095,4 \text{ kal} \times 4,2 \text{ Joule})}{5,179 \text{ MJ}} \\
 &= \frac{(234031 \text{ Joule}) + (197800,68 \text{ Joule})}{5,179 \text{ MJ}} \\
 &= \frac{(0,234 + 0,198) \text{ MJ}}{5,179 \text{ MJ}} \\
 \text{Rasio Energi} &= \frac{0,432 \text{ MJ}}{5,179 \text{ MJ}} = 0,084
 \end{aligned}$$

A3. Kebutuhan Energi Langsung pada Proses Produksi Tapai Singkong “Super Emak”

Ulangan ke-	Energi Listrik						Energi Bahan Bakar Solar						
	Daya (watt)	Waktu (jam)	P ₁ (kg/sampel)	El (Wh/sampel)	El (kWh/sampel)	El (MJ/sampel)	Daya Mesin (HP)	Cl (MJ/lt)	Kl (lt/HP.jam)	Rd (%)	JK (jam)	CH (kg/proses)	Elt (MJ/proses)
1	125	0,014	38,700	1,701	0,0017	0,006	8	38,66	0,625	0,967	0,195	100	0,365
2	125	0,018	43,780	2,188	0,0022	0,008	8	38,66	0,625	0,976	0,173	100	0,326
3	125	0,014	35,540	1,806	0,0018	0,007	8	38,66	0,625	0,956	0,211	100	0,390
4	125	0,014	33,340	1,806	0,0018	0,007	8	38,66	0,625	0,977	0,234	100	0,442
5	125	0,014	38,550	1,701	0,0017	0,006	8	38,66	0,625	0,967	0,146	100	0,272
6	125	0,016	32,235	2,049	0,0020	0,007	8	38,66	0,625	0,997	0,188	100	0,363
7	125	0,018	36,285	2,188	0,0022	0,008	8	38,66	0,625	0,984	0,206	100	0,393
Rata-rata						0,007							0,364
Standar Deviasi						0,0008							0,054

Energi Kayu Bakar						
Ulangan ke-	Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)	Cl (MJ/kg)	Rd (%)	JK (jam/sampel)	CH (kg/sampel)	Els (MJ/sampel)
1	7,045	20,7	0,486	0,985	37,430	1,866
2	8,520	20,7	0,526	1,419	42,710	3,084
3	6,280	20,7	0,470	1,113	33,980	2,002
4	8,535	20,7	0,450	1,258	32,565	3,069
5	9,880	20,7	0,491	1,029	37,260	2,772
6	7,820	20,7	0,451	1,374	32,130	3,124
7	11,705	20,7	0,478	1,373	35,715	4,456
Rata-rata						2,910
Standar Deviasi						0,859

A3. Perhitungan Manual Kebutuhan Energi Langsung pada Proses Produksi Tapai Singkong “Super Emak”

1. Kebutuhan Energi Listrik (El)

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

$$El = \frac{125 \text{ watt} \times 0,014 \text{ jam}}{\text{sampel}}$$

$$El = 1,701 \frac{\text{Wh}}{\text{sampel}}$$

$$El = 0,0017 \frac{\text{kWh}}{\text{sampel}}$$

$$El = (0,0017 \times 3,6) \frac{\text{MJ}}{\text{sampel}}$$

$$El = 0,006 \frac{\text{MJ}}{\text{sampel}}$$

2. Kebutuhan Energi Solar (Elt)

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

$$Elt = \frac{8 \text{ HP} \times 38,66 \frac{\text{MJ}}{\text{liter}} \times 0,625 \frac{\text{liter}}{\text{HP.jam}} \times 0,967}{\frac{100 \text{ kg}}{0,195 \text{ jam}}}$$

$$Elt = \frac{8 \text{ HP} \times 38,66 \frac{\text{MJ}}{\text{liter}} \times 0,625 \frac{\text{liter}}{\text{HP.jam}} \times 0,967 \times 0,195 \text{ jam}}{100 \text{ kg}}$$

$$Elt = 0,365 \frac{\text{MJ}}{\text{Proses}}$$

3. Kebutuhan Energi Kayu Bakar (Els)

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

$$Els = \frac{7,045 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 20,7 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \times 0,486}{\frac{37,430 \text{ kg}}{0,985 \text{ jam}}}$$

$$Els = \frac{7,045 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 20,7 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \times 0,486 \times 0,985}{37,430 \text{ kg}}$$

$$Els = 1,866 \frac{\text{MJ}}{\text{sampel}}$$

LAMPIRAN B. Tinjauan pada Proses Perebusan Singkong**B1. Waktu dan Suhu Air Perebusan**

Waktu (Menit)	Suhu (°C)							Rata-rata
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	
0	32	29	29	29	32	34	29	31
5	36	31	38	32	37	38	31	35
10	43	41	42	38	43	43	35	41
15	47	45	46	43	52	49	38	46
20	50	48	51	49	62	54	40	51
25	59	53	56	53	68	57	45	56
30	67	56	61	60	72	61	52	61
35	71	60	65	64	76	65	56	65
40	76	63	68	68	81	68	57	69
45	80	65	72	72	82	70	61	72
50	84	67	76	75	87	68	64	74
55	85	72	78	77	78	72	68	76
60		75	80	79		72	71	75
65		76	79	81		76	73	77
70		79		78		77	76	78
75		78				75	80	78
80		84						84

LAMPIRAN C. Dokumentasi**C1. Proses Pengupasan dan Pematangan Singkong**

Bahan baku singkong



Kondisi singkong yang tidak segera diolah



Pengupasan singkong



Proses pemotongan



Pisau pengupas (peret)



Pisau pemotong



Penimbangan massa *output*

C2. Proses Pencucian



Pencucian menggunakan mesin



Pembilasan singkong

C3. Proses Perebusan



Air perebusan singkong



Pemasukkan singkong ke dalam wajan



Pengadukan singkong



Pengisian tandon air yang berpotensi boros energi



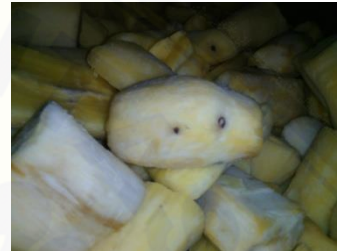
Perebusan singkong yang tidak segera dilakukan setelah proses selesai

C4. Proses Pendinginan



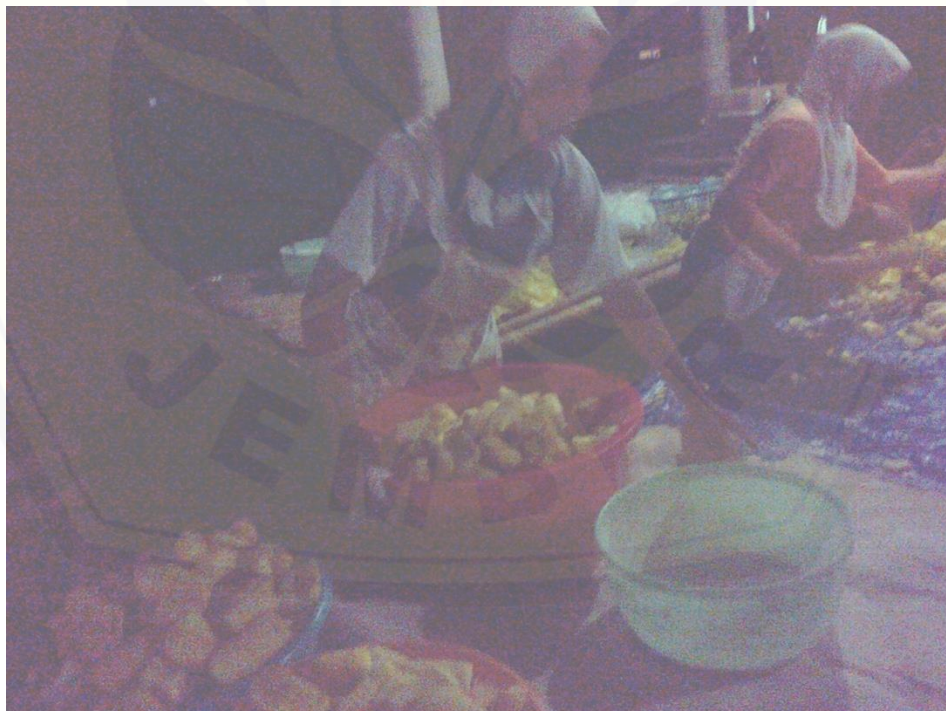
Penirisan singkong

Singkong yang berkualitas baik



Singkong yang perlu disortasi

C5. Proses Peragian



Penaburan ragi

C6. Proses Pengemasan



Pengemasan singkong



Penimbangan tapai @ 1 kg