

AUDIT ENERGI PADA PROSES PENGOLAHAN BIJI KOPI MENJADI KOPI BUBUK (STUDI KASUS: KOPI BANARAN)

ANAZAHWA NOVA DANI



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Audit Energi pada Proses Pengolahan Biji Kopi menjadi Kopi Bubuk (Studi Kasus: Kopi Banaran)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Anazahwa Nova Dani
F1401201022

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

ANAZAHWA NOVA DANI. Audit Energi pada Proses Pengolahan Biji Kopi menjadi Kopi Bubuk (Studi Kasus: Kopi Banaran). Dibimbing oleh SRI ENDAH AGUSTINA.

Kopi bubuk adalah produk olahan biji kopi yang paling umum dikenal di masyarakat. Persaingan dalam usaha pengolahan kopi membuat pelaku usaha harus berupaya untuk menekan biaya produksi, antara lain melalui penurunan biaya energi. Tujuan penelitian ini adalah melakukan audit energi pada proses pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”, menganalisis kebutuhan energi, mengidentifikasi penggunaan energi yang kurang efisien, dan memberikan rekomendasi. Audit energi dilakukan dengan dua tahapan, yaitu audit energi makro dan audit energi rinci. Proses produksi kopi bubuk “Kopi Banaran” meliputi tahapan persiapan biji kopi, penyangraian dan pendinginan, *resting*, penggilingan, dan pengemasan produk. Hasil audit energi makro selama 7 hari operasional pada periode 2 – 10 Mei 2024, menunjukkan bahwa konsumsi energi total untuk mengolah biji kopi sejumlah 588 kg menjadi kopi bubuk adalah sebesar 1940,86 MJ, yang dipenuhi dari energi bahan bakar gas LPG sebesar 1206,45 MJ (62,16%), energi listrik 634,61 MJ (32,7%) dan energi biologis manusia 99,81 MJ (5,14%). Energi spesifik untuk mengolah biji kopi menjadi kopi bubuk adalah 4,08 MJ/kg biji kopi. Tahapan proses yang menggunakan energi paling banyak adalah penyangraian yaitu 2,3 MJ/kg biji kopi (56,37%), sedangkan penggunaan energi paling sedikit ada pada tahapan *resting* yaitu 0,0005 MJ/kg biji kopi (0,01%). Hasil audit energi rinci menunjukkan bahwa efisiensi penggunaan energi panas pada mesin penyangrai adalah 17,5%, efisiensi penggunaan energi pada mesin penggiling besar adalah 78,34 % dan mesin penggiling kecil 77,35%. Pengoperasian mesin dengan lebih baik akan menghemat konsumsi energi sebesar 10,76% pada mesin penyangrai dan 6,57% pada *continuous band sealer*. Selain itu, mematikan perangkat penunjang (lampu, kipas angin, dan *blower*) segera setelah proses produksi selesai dapat menghemat penggunaan energi sebesar 17,36%. Kemampuan operator dalam memperkirakan konsumsi bahan bakar gas dapat menghemat penggunaan energi sebesar 5,91%.

Kata kunci: audit energi, efisiensi energi, energi spesifik, kopi bubuk



ABSTRACT

ANAZAHWA NOVA DANI. Energy Audit of Coffee Bean to Ground Coffee Processing (Case Study: Kopi Banaran). Supervised by SRI ENDAH AGUSTINA.

Ground coffee is the most popular processed coffee bean product. Due to high competition in the coffee processing business, the ground coffee producer should take an effort to reduce production costs through energy costs in order to make their product more competitive in the market. This study aims to conduct an energy audit of the ground coffee production process in "Kopi Banaran" factory, conducting analysis of energy requirements to produce ground coffee, and identify inefficient energy usages. The energy audit was conducted in two stages, namely macro energy audit and detailed energy audit. Results of the study shows that the production process of "Kopi Banaran" ground coffee includes the stages of coffee bean preparation, roasting, cooling, resting, grinding, and product packaging. Investigation in 7 operational days in the period of May 2 - 10, 2024, shows that the total energy consumption for processing 588 kg of coffee beans into ground coffee was 1940.86 MJ, which was supplied by LPG fuel gas energy of 1206.45 MJ (62.16%), electrical energy of 634.61 MJ (32.7%) and human biological energy of 99.81 MJ (5.14%). The specific energy to process coffee beans into ground coffee is 4.08 MJ/kg coffee beans. Roasting is the processing stage which consumes the highest energy (2.3 MJ/kg coffee beans or 56.37% of the total energy required). Whereas the lowest energy consumer is the resting stage, which consumes 0.0005 MJ/kg coffee beans or 0.01% of the total energy required. Results of detailed energy audit shows that the efficiency of thermal energy in the roasting process was 17.5%, the efficiency of energy usages in the large grinding machine was 78.34% and the small grinding machine was 77.35%. Energy consumption will be saved around 10.76% on the roaster and 6.57% on the continuous band sealer, by improving those machines' operation. Meanwhile, turning off supporting devices (lights, fans, and blowers) immediately after the production process is complete will save energy around 17.36%. The operator's capability on estimating fuel gas consumption also can save energy usage by 5.91%.

Keywords: energy audit, energy efficiency, ground coffee, specific energy

@Hak Cipta milik IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 20XX¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

AUDIT ENERGI PADA PROSES PENGOLAHAN BIJI KOPI MENJADI KOPI BUBUK (STUDI KASUS: KOPI BANARAN)

ANAZAHWA NOVA DANI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Muhamad Yulianto, S.T., M.T.
2. Dr. Ir. Emmy Darmawati, M.Si.



Judul Skripsi : Audit Energi pada Proses Pengolahan Biji Kopi menjadi Kopi Bubuk
(Studi Kasus: Kopi Banaran)

Nama : Anazahwa Nova Dani

NIM : F1401201022

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Ir. Sri Endah Agustina, M.S

NIP. 195908011982032000

Diketahui oleh

Ketua Departemen

Teknik Mesin dan Biosistem:

Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr

NIP. 196304251989031001

Tanggal Ujian:

5 Juli 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanaahu Wa Ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penyusunan skripsi yang berjudul “Audit Energi pada Proses Pengolahan Biji Kopi menjadi Kopi Bubuk (Studi Kasus: Kopi Banaran)” berhasil diselesaikan. Penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan bantuan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Sri Endah Agustina, MS., selaku dosen yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis sehingga penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Dosen penguji Dr. Muhamad Yulianto, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Emmy Darmawati, M.Si. yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan karya ilmiah ini.
3. Orang tua, kakak, dan keluarga besar yang selalu mendoakan serta memberikan motivasi kepada penulis.
4. Seluruh pegawai dan staff Unit Produk Hilir (UPH) Kopi Banaran, PT Perkebunan Nusantara 1 Regional 3, yang telah memberikan kesempatan, ilmu, dan pengalaman kepada penulis selama penelitian berlangsung.
5. Teman-teman Departemen Teknik Mesin dan Biosistem Angkatan 57 (Meister) yang telah memberikan dukungan dan bantuannya kepada penulis.

Penulis berharap karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan. Penulis sadar bahwa karya ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap akan adanya kritik dan saran membangun untuk menyempurnakan penelitian ini.

Bogor, Agustus 2024

Anazahwa Nova Dani

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kopi dan Pengolahannya	3
a. Proses Natural	4
b. Proses Semi Wash	5
c. Proses Full Wash	5
2.2 Pengolahan Biji Kopi menjadi Kopi Bubuk	6
a. Penyangraian (<i>Roasting</i>)	6
b. <i>Resting</i> Setelah Penyangraian	7
c. Penggilingan (<i>Grinding</i>)	7
2.3 Pengolahan Biji Kopi Menjadi Kopi Instan	7
a. Ekstraksi	8
b. Pengeringan	8
2.4 Kebutuhan Energi di Sektor Industri	9
a. Energi Langsung dan Energi Tidak Langsung	9
b. Energi Biologis	10
2.5 Audit Energi	10
2.6 Beberapa Penelitian Tentang Kebutuhan Energi pada Pengolahan Kopi	12
III METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Tahapan Penelitian	13
3.3 Identifikasi dan Penentuan Batasan Sistem	13
a. Identifikasi sistem produksi kopi bubuk di Kopi Banaran	13
b. Batasan Sistem Produksi Kopi Bubuk di Kopi Banaran	14
3.4 Metode Pelaksanaan Audit	15
3.5 Parameter yang Diukur	16
3.6 Metode Pengumpulan Data	16
a. Pengumpulan Data Primer	17
b. Pengumpulan Data Sekunder	18
3.7 Alat dan Bahan	18
3.8 Klasifikasi Energi <i>Input</i> , Energi <i>Output</i> , dan Penggunaan Energinya	19
3.9 Analisis Data dan Perhitungan	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Proses Pengolahan Biji Kopi menjadi Kopi Bubuk “Kopi Banaran”	24
4.2 Konsumsi Energi pada Proses Pengolahan Biji Kopi menjadi Kopi Bubuk “Kopi Banaran”	32

4.3 Efisiensi, Efektivitas, dan Rekomendasi	37
V SIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Simpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	45
RIWAYAT HIDUP	65



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Kebutuhan energi di berbagai sektor di Indonesia (KESDM 2022)	9
2	Kebutuhan energi manusia dalam aktivitas tertentu dengan berbagai kondisi beban kerja (FAO dan WHO (1974) <i>dalam</i> Indrayana (2001))	10
3	Metode pengambilan data primer pada proses produksi kopi bubuk	17
4	Klasifikasi energi input, energi output, dan perubahan energi pada proses penyangraian dan penggilingan	19
5	Hasil pengamatan kadar air biji kopi robusta	25
6	Jumlah biji kopi yang diolah selama 7 hari pengamatan	25
7	Rata-rata susut bobot hasil penyangraian dan pendinginan selama 7 hari	26
8	Spesifikasi mesin penyangrai dan pendinginan	27
9	Susut bobot hasil penggilingan dengan mesin penggiling besar	28
10	Susut bobot hasil penggilingan dengan mesin penggiling kecil	28
11	Spesifikasi mesin penggiling besar	28
12	Spesifikasi mesin penggiling kecil	29
13	Spesifikasi mesin <i>sealer</i>	30
14	Spesifikasi mesin pengemas <i>thermal shrink wrap</i>	31
15	Spesifikasi mesin <i>single chamber vacuum packaging</i>	32
16	Perbandingan penggunaan energi dalam pengolahan satu kg biji kopi berdasarkan sumber energi	32
17	Penggunaan energi pada setiap tahapan pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	34
18	Konsumsi energi listrik pada setiap tahapan pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	35
19	Konsumsi energi manusia pada proses pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	36
20	Efisiensi penggunaan energi pada mesin penyangrai	37
21	Efisiensi penggunaan energi pada mesin penggiling	38
22	Efektivitas penggunaan energi pada alat/mesin dalam proses pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk	39

DAFTAR GAMBAR

1	Grafik perkembangan konsumsi kopi di Indonesia tahun 2015-2021	1
2	Tanaman kopi	3
3	Buah kopi	3
4	Kopi bubuk	4
5	Penanganan pascapanen kopi secara natural	5
6	Penanganan pascapanen kopi secara semi wash	5
7	Penanganan pascapanen kopi secara full wash	6
8	Pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk	6
9	Pengolahan biji kopi menjadi kopi instan	8
10	Diagram alir tahapan penelitian	13
11	Tahapan produksi kopi bubuk “Kopi Banaran”	14
12	Batasan sistem audit energi pada proses pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	15
13	Diagram alir pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	24
14	Penimbangan biji kopi	25
15	Warna <i>roastbean</i> sesuai level sangrai (a) <i>medium</i> ; (b) <i>medium to dark</i> ; (c) <i>dark</i>	26
16	Mesin penyangrai dan pendingin (a) tampak depan (b) tampak samping	26
17	Tempat proses <i>resting</i>	27
18	Mesin penggiling besar	28
19	Mesin penggiling kecil	29
20	Penimbangan kopi bubuk	30
21	(a) Mesin pengemas <i>sealer</i> (b) Proses pengemasan	30
22	Pengemasan sekunder (manual)	31
23	Mesin pengemas <i>thermal shrink wrap</i>	31
24	Mesin pengemas <i>single chamber vacuum packaging</i>	32
25	Diagram persentase penggunaan energi pada pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	33
26	Diagram alir <i>input</i> energi di setiap tahapan pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	33
27	Diagram persentase konsumsi energi listrik pada setiap tahap pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	35
28	Diagram persentase konsumsi energi manusia pada proses pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	36



DAFTAR LAMPIRAN

1	Layout UPH Kopi Banaran	46
2	Konsumsi energi bahan bakar gas LPG pada pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	47
3	Perbandingan penggunaan energi harian untuk mengolah satu kg biji kopi selama 7 hari operasional	48
4	Konsumsi energi listrik pada proses pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	49
5	Konsumsi energi tenaga manusia pada proses pengolahan biji kopi menjadi kopi bubuk “Kopi Banaran”	56
6	Perhitungan penggunaan energi panas (energi <i>output</i>) saat penyangraian	58
7	Perhitungan <i>output</i> energi pada mesin penggiling besar	59
8	Perhitungan <i>output</i> energi pada mesin penggiling kecil	60
9	Perhitungan peluang penghematan energi	61
10	Pengukuran tegangan listrik	62
11	Pengukuran arus listrik	63
12	Pengukuran kadar air biji kopi dengan <i>moisture analyzer</i>	64