

AUDIT ENERGI PADA INDUSTRI PENGOLAHAN TAHU (STUDI KASUS INDUSTRI KECIL MENENGAH DESA SAMPANG DAN DESA BRANI KECAMATAN SAMPANG KABUPATEN CILACAP)

Energy Audit in The Tofu Processing Industry (Case Study of Small and Medium Industry in Sampang Village and Brani Village, Sampang District, Cilacap Regency)

Andina Lies Yanti¹, Ropiudin^{1,*}, Abdul Mukhlis Ritonga¹, Agus Margiwiyatno¹

¹ Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Unsoed, Jl. Dr. Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto, Indonesia

* Email: ropiudin@unsoed.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jaber.2022.3.1.6345>

Naskah ini diterima pada 10 Juli 2022; revisi pada 18 Agustus 2022;
disetujui untuk dipublikasikan pada 24 Agustus 2022

ABSTRAK

Tahu merupakan makanan yang mengandung protein dan terbuat dari sari kedelai yang diperoleh melalui proses fermentasi kacang kedelai. Adanya peningkatan konsumsi tahu mengakibatkan meningkatnya kebutuhan energi pada suatu industri pengolahan tahu. Penggunaan energi yang dilakukan secara efisiensi ini dapat dilakukan dengan cara audit energi yang akan mendapatkan energi yang digunakan dan mengetahui cara penghematannya. Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui kebutuhan energi pada tiap proses pengolahan tahu, 2) mengetahui bentuk, sumber dan jumlah kebutuhan energi yang digunakan pada proses produksi pengolahan tahu di Desa Sampang dan Desa Brani, Kecamatan Sampang, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, 3) mengetahui perbandingan tingkat efisiensi dari kedua industri pengolahan tahu di Desa Sampang dan Desa Brani, Kecamatan Cilacap, Jawa Tengah, dan 4) mengidentifikasi hasil dari perbandingan data yang diperoleh dari kedua industri pengolahan tahu untuk melakukan suatu upaya penghematan energi atau diversifikasi penggunaan energi. Penelitian ini dilakukan pada dua industri kecil di Desa Sampang milik Bapak Maryo dan Desa Brani milik Bapak Sholeh yang berlokasi di Kecamatan Sampang, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari 2021 hingga bulan April 2021. Pengambilan yang dilakukan pada kedua industri ini agar memperoleh data energi serta mengamati perbedaan alat yang digunakan saat pengolahan tahu tersebut. Metode pengambilan data dilakukan tiap produksi dalam satu hari. Variabel yang diperoleh dari pengambilan data seperti jumlah produksi tahu perhari, kebutuhan energi bahan bakar biomassa (sekam padi dan kayu bakar), kebutuhan energi manusia, kebutuhan energi listrik, kebutuhan energi bahan bakar solar, dan kebutuhan energi pada batu pemberat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi yang dibutuhkan di industri pengolahan tahu bapak Maryo sebesar 779,06 MJ atau 5,19 MJ/kg yang diperoleh dari sumber energi seperti energi manusia (33,47 MJ atau 0,22 MJ/kg), energi bahan bakar biomassa (552,29 MJ atau 3,68 MJ/kg), dan energi bahan bakar solar (193,30 MJ atau 1,29 MJ/kg). Energi yang digunakan pada industri pengolahan tahu milik bapak Maryo ini sebesar 244,81 MJ atau 1,63 MJ/kg yang berasal dari energi yang digunakan pada industri ini seperti energi manusia (18,43 MJ atau 0,12 MJ/kg), energi bahan bakar biomassa (122,54 MJ atau 0,82 MJ/kg), dan energi bahan bakar solar (103,84 MJ atau 0,69 MJ/kg). Hasil penelitian pada industri pengolahan tahu bapak Sholeh sebesar (2205,77 MJ atau 6,30 MJ/kg) yang diperoleh dari sumber energi seperti energi manusia sebesar (33,47 MJ atau 0,10 MJ/kg), energi bahan bakar biomassa (2109,60 MJ atau 6,03 MJ/kg), dan energi listrik (62,70 MJ atau 0,18 MJ/kg). Energi yang digunakan pada industri pengolahan tahu milik bapak Sholeh sebesar (298,74 MJ atau 0,85 MJ/kg) yang berasal dari energi yang digunakan pada industri seperti energi manusia (32,22 MJ atau 0,09 MJ/kg), energi bahan bakar biomassa (214,11 MJ atau 0,61 MJ/kg), dan energi listrik (52,41 MJ atau 0,15 MJ/kg).

Kata kunci: audit energi, industri kecil, tahu, efisiensi energi, cilacap

ABSTRACT

Tofu is a food that contains protein and is made from soybean juice obtained through the fermentation process of soybeans. An increase in tofu consumption results in an increase in energy demand in a tofu processing industry. Energy use that is carried out efficiently can be done by means of an energy audit that will get the energy used and know how to save it. This study aims to 1) determine the energy requirements of each tofu processing process, 2) determine the form, source and amount of energy used in the tofu processing production process in Sampang Village and Brani Village, Sampang District, Cilacap Regency, Central Java, 3) find out the comparison of the efficiency levels of the two tofu processing industries in Sampang Village and Brani Village, Cilacap District, Central Java, and 4) identify the results of the comparison of data obtained from the two tofu processing industries to make an effort to save energy or diversify energy use. This research was conducted on two small industries in Sampang Village owned by Mr. Maryo and Mr. Sholeh's Brani Village located in Sampang District, Cilacap Regency, Central Java. This research was carried out from February 2021 to April 2021. The sampling was carried out on these two industries in order to obtain energy data and observe the differences in the tools used when processing the tofu. The data collection method is carried out for each production in one day. Variables obtained from data collection include the amount of tofu production per day, energy requirements for biomass fuels (rice husks and firewood), human energy needs, electrical energy requirements, diesel fuel energy requirements, and energy requirements for ballast stones. The results showed that the energy needed in the tofu processing industry Mr. Maryo was 779.06 MJ or 5.19 MJ/kg obtained from energy sources such as human energy (33.47 MJ or 0.22 MJ/kg), biomass fuel energy (552, 29 MJ or 3.68 MJ/kg), and diesel fuel energy (193.30 MJ or 1.29 MJ/kg). The energy used in the tofu processing industry belonging to Mr. Maryo is 244.81 MJ or 1.63 MJ/kg which comes from the energy used in this industry such as human energy (18.43 MJ or 0.12 MJ/kg), biomass fuel energy (122.54 MJ or 0.82 MJ/kg), and diesel fuel energy (103.84 MJ or 0.69 MJ/kg). The results of research on the tofu processing industry of Mr. Sholeh amounted to (2205.77 MJ or 6.302 MJ/kg) obtained from energy sources such as human energy of (33.47 MJ or 0.10 MJ/kg), biomass fuel energy (2109.60 MJ or 6,03 MJ/kg), and electrical energy (62.70 MJ or 0.18 MJ/kg). The energy used in Sholeh's tofu processing industry (298.74 MJ or 0.86 MJ/kg) comes from energy used in industries such as human energy (32.22 MJ or 0.09 MJ/kg), biomass fuel energy (214.11 MJ or 0.61 MJ/kg), and electrical energy (52.41 MJ or 0.15 MJ/kg).

Keywords: *energy audit, small industry, tofu, energy efficiency, cilacap*

PENDAHULUAN

Tahu merupakan hasil dari sari yang diambil dari proses fermentasi kacang kedelai. Tahu termasuk jenis lauk pendamping nasi ataupun bisa dijadikan camilan, baik produk tahu tanpa diolah maupun setelah diolah dengan berbagai inovasi olahan. Indonesia sendiri produk tahu sudah menjadi makanan pokok yang dapat menggantikan peran ikan dalam kandungan makanan. Walaupun tahu ini berasal dari negara China, namun di Indonesia mampu memproduksi tahu sendiri.

Kandungan gizi yang dimiliki produk tahu ini cukup tinggi, serta kandungan asam amino pada produk tahu baik dan dibutuhkan pada tubuh manusia. Kacang kedelai merupakan bahan utama yang dibutuhkan pada proses produksi tahu. Proses pembuatannya sendiri dilakukan dengan cara mengendapkan protein sari dari bubur kedelai (kacang kedelai yang sudah digiling) menggunakan bahan penggumpal berupa kalsium sulfat.

Industri pembuatan tahu merupakan salah satu industri yang cukup alternatif pada peluang kerja, dikarenakan modal yang dibutuhkan pada industri ini tidak terlalu mahal dan proses pembuatannya yang terbilang cukup mudah. Jumlah industri tahu di Indonesia sendiri berkisar 84.000 unit. Industri tahu di Indonesia merupakan salah satu industri penyumbang emisi yang nilainya cukup signifikan. Skala industri tahu di Indonesia sebagian besar berskala kecil dan menengah (Dewi, 2016).

Adanya perkembangan industri tahu ini menyebabkan sebagian industri rumah tangga atau industri kecil semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan konsumen tahu juga meningkat setiap waktu sesuai dengan perkembangan peningkatan jumlah penduduk. Jumlah penduduk di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dan pertumbuhan ekonomi pun terus berlangsung meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan semakin bertambahnya output serta beragam aktivitas ekonomi yang dilakukan oleh masyarakat, maka peningkatan kebutuhan energi merupakan suatu hal yang tidak bisa dihindari pada saat proses pengolahan suatu produk.

Secara umum, terjadinya peningkatan kebutuhan energi mempunyai keterkaitan erat dengan semakin berkembangnya jumlah penduduk. Energi adalah kebutuhan yang diperlukan dalam suatu industri tahu ini yang berguna untuk membantu proses produksi tahu seperti energi pada biomassa (sekam padi dan kayu bakar), energi bahan bakar solar, energi panas dari uap, energi listrik, dan energi manusia. Harga kedelai yang semakin meningkat mengakibatkan kebutuhan energi dalam proses produksi tahu juga meningkat. Penggunaan energi yang efektif dan efisien akan berdampak berkurangnya biaya operasional dari proses produksi tahu (Amalia, 2019).

Penggunaan energi secara efisien merupakan bagian dari konservasi energi. Bentuk awal kegiatan konservasi energi adalah dengan melakukan audit energi. Audit energi merupakan suatu teknik untuk menghitung energi yang digunakan dan mengetahui cara-cara penghematannya. Audit energi juga diartikan sebagai kegiatan berkala dengan cara mengetahui penyimpangan dalam suatu kegiatan yang mengeluarkan energi secara tidak seimbang kemudian hal tersebut akan menimbulkan kehilangan secara teknis. Audit energi ini juga berguna untuk mengevaluasi tingkat penggunaan energi pada suatu proses pengolahan. Tujuan menganalisis data energi ini untuk mengevaluasi kualitas daya energi yang ditimbulkan pada proses sistem pengolahan (Almanda & Kusuma, 2015).

Penelitian ini dilakukan pada dua industri kecil yang bergerak di bidang produksi pengolahan tahu yakni di Desa Sampang dan Desa Brani Kecamatan Sampang, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Proses produksi pada pengolahan tahu seperti perendaman bahan baku, penggilingan, pemasakan, penyaringan, pencetakan hingga pemotongan. Hasil dari produk tahu tersebut dilakukan dengan cara manual, hal tersebut akan membutuhkan energi cukup banyak untuk melakukannya. Kebanyakan para pekerja pada pengolahan tahu ini melakukan kegiatan proses produksi pengolahan tahu tersebut dengan sikap berdiri. Beberapa industri proses pengolahan tahu di Indonesia masih mengerjakan produksi pengolahan tahu ini secara manual, tetapi jika dilakukan adanya perbaikan dalam pengaturan energi maka akan meningkatkan hasil produksi menjadi lebih baik dan lebih mengefisiensikan waktu pengerjaan.

Penelitian yang dilakukan dengan cara membandingkan kedua industri ini dapat menentukan adanya perbaikan dalam proses pengerjaan. Tujuannya agar lebih efisien dengan tetap memperhatikan data yang mendekati nilai terbaik dalam standar audit energi pada proses produksi pengolahan tahu tersebut. Pengerjaan yang menguras energi terlalu banyak akan mengurangi produktifitas dari pekerjaan usaha industri proses produksi pengolahan tahu. Maka dari itu dengan mengambil data energi yang diperlukan akan menghasilkan solusi yang terbaik dari hasil perhitungan audit energi.

Tujuan penelitian audit energi pada industri pengolahan tahu ini adalah mengetahui kebutuhan energi pada tiap proses pengolahan tahu, mengetahui bentuk, sumber, dan jumlah kebutuhan energi yang digunakan pada proses produksi pengolahan tahu di Desa Sampang dan Desa Brani, Kecamatan Sampang, Kabupaten Cilacap, mengetahui perbandingan tingkat efisiensi dari kedua industri pengolahan tahu di Desa Sampang dan Desa Brani, Kecamatan Sampang, Kabupaten Cilacap, serta mengidentifikasi hasil dari perbandingan data yang diperoleh dari kedua industri pengolahan tahu untuk melakukan suatu upaya penghematan energi atau diversifikasi penggunaan energi. Manfaat dari penelitian audit energi pada industri pengolahan tahu ini diharapkan mendapat pengetahuan tentang kebutuhan energi pada tiap proses pengolahan tahu, memperoleh informasi terkait bentuk, sumber, dan jumlah kebutuhan energi yang digunakan pada proses produksi pengolahan tahu di Desa Sampang dan Desa Brani, Kecamatan Sampang, Kabupaten Cilacap, mampu membandingkan tingkat efisiensi dari kedua industri proses produksi pengolahan tahu di Desa Sampang dan Desa Brani, Kecamatan

Sampang, Kabupaten Cilacap, serta memperoleh inovasi terkait penghematan energi atau diversifikasi penggunaan energi pada suatu industri pengolahan tahu.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada dua industri kecil pengolahan tahu di Desa Sampang dan Brani, Kecamatan Sampang, Kabupaten Cilacap. Waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah selama 3 bulan pada bulan Februari 2021 sampai bulan April 2021. Pemilihan lokasi kegiatan penelitian ini berdasarkan dengan kondisi pandemi yang mengharuskan mahasiswa melakukan pengambilan data dekat dengan lokasi tempat tinggal mahasiswa yang bersangkutan.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bahan yang digunakan selama proses produksi berlangsung, untuk bahan antara lain: bahan baku (kedelai), air, bahan bakar biomassa (sekam padi dan kayu bakar) dan bahan bakar cair (solar), dan cuka tahu (laru).

Peralatan yang digunakan pada saat penelitian pada kedua industri pengolahan tahu terdiri atas: ember, mesin penggilingan kedelai, tungku pemasakan tradisional, tangki ketel uap, wajan, sekop, ember besar, baskom, kain jaring, kotak kayu pencetak tahu, stopwatch, termometer (digital food thermometer), kalkulator, dan aplikasi Microsoft Excel.

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini dengan cara pengumpulan data primer dan data sekunder. Data diperoleh melalui hasil wawancara, observasi dari kedua industri pembuatan tahu dan sumber lain seperti jurnal, skripsi, pustaka lain yang mendukung. Pengumpulan data primer diperoleh dengan cara observasi dan wawancara secara langsung pada setiap tahapan proses produksi pengolahan tahu. Pengumpulan data sekunder diperoleh dengan cara mencari informasi tambahan melalui jurnal, skripsi, konversi nilai, serta pustaka lain yang mendukung. Pengumpulan data primer ini dilakukan selama 3 kali proses produksi tahu dengan mengambil data energi pada kedua industri tersebut, serta membedakan alat pengolahan pada proses pembuatan tahu. Hasil dari pengambilan data yang diperoleh tersebut akan memunculkan perbedaan faktor yang mempengaruhi audit energi pada kedua industri pengolahan tahu. Tahapan pada saat pengambilan data primer seperti berikut: (1) Pengamatan alur proses produksi pengolahan tahu pada kedua industri. (2) Mengambil data energi yang digunakan pada saat proses pengolahan tahu pada kedua industri seperti jumlah pekerja, jumlah produksi perhari, waktu bekerja/penggunaan alat dan mesin, daya mesin dan listrik, penggunaan bahan bakar biomassa, penggunaan bahan bakar solar, suhu pemasakan, dan masa batu pemberat. (3) Menghitung data energi yang selanjutnya dilakukan suatu perbandingan tingkat efisiensi pada kedua industri pengolahan tahu.

Variabel dan Pengukuran

1. Jumlah Produksi Tahu Perhari (Kg)

2. Kebutuhan Energi Bahan Bakar Biomassa (Sekam Padi dan Kayu Bakar)

Data yang digunakan meliputi data konsumsi bahan bakar biomassa dan jumlah produksi pengolahan tahu. Rumus data yang digunakan menurut Kadir (1995) untuk perhitungan seperti berikut:

$$E_{kb} = \sum K_{kb} \times N_{kb} \quad (1)$$

Energi biomassa dihitung selama penggunaan proses pemasakan. Menurut Heldman dan Singh (1980), untuk perhitungan energi yang digunakan untuk memanaskan bubur kedelai seperti berikut:

$$E_p = m \times C_p \times \Delta T \quad (2)$$

3. Kebutuhan Energi Manusia

Data yang digunakan pada energi manusia saat proses produksi pengolahan tahu meliputi jumlah tenaga kerja tiap tahapan kegiatan berdasarkan jumlah jam kerja pada saat proses produksi tahu (MJ/jam). Rumus menurut Warsinah (2008), yang digunakan untuk perhitungan seperti berikut:

$$E_{tk} = \sum t_k \times t \times N_m \quad (3)$$

4. Kebutuhan Energi Listrik

Data yang digunakan pada kebutuhan energi listrik ini meliputi jenis alat, jumlah alat, lama penggunaan alat, daya, yang terpasang dan terukur, efisiensi dan jumlah produksi tahu. Rumus mencari nilai energi listrik pada mesin pengiling menurut Taningtyas (2010), yang digunakan untuk perhitungan seperti berikut:

$$E_{\text{listrik}} = P \times t \quad (4)$$

5. Kebutuhan Energi Bahan Bakar Solar

Data yang digunakan meliputi data konsumsi bahan bakar solar meliputi lama penggunaan mesin dan jumlah produksi pengolahan tahu. Rumus menurut Cervinca (1980), data yang digunakan untuk perhitungan seperti berikut:

$$E_{bb} = \sum K_{bb} \times N_{bb} \quad (5)$$

Energi bahan bakar solar ini dihitung berdasarkan energi yang diberikan oleh mesin diesel pada pengolahan tahu menurut Taningtyas (2010), dapat dihitung dengan persamaan:

$$E_d = P \times t \quad (6)$$

6. Efisiensi Penggunaan Energi

Data yang digunakan dalam menentukan efisiensi penggunaan energi adalah spesifikasi mesin dan peralatan pada setiap tahapan proses produksi pengolahan tahu, energi input, energi berguna, kapasitas terukur dan kapasitas terpasang pada setiap tahapan proses pengolahan produksi tahu. Efisiensi merupakan perbandingan antara daya keluaran terhadap daya masukan, yang dinyatakan dalam persentase.

Menurut Hall (1985), efisiensi energi adalah perbandingan antara penggunaan energi terhadap keseluruhan masukan energi dan diukur dengan satuan energi yang sama. Nilai efisiensi akan semakin tinggi apabila pada proses tersebut jumlah masukan tetap, namun diperoleh peningkatan jumlah keluaran. Sama halnya apabila jumlah masukan dikurangi tetapi jumlah keluaran tetap. Besarnya efisiensi menurut Parker (1981), yang digunakan mendekati dengan rumus sebagai berikut:

$$Eff = (\text{Energi output})/(\text{Energi input}) \times 100 \% \quad (7)$$

Analisis Data

Data diperoleh dari pengamatan pada kedua industri pengolahan tahu dan dilanjutkan dengan penghitungan rumus. Dalam teknik analisis data ada beberapa tahapan, seperti berikut:

1. Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui hasil wawancara, observasi dari kedua industri pembuatan tahu dan sumber lain seperti jurnal, skripsi, pustaka lain yang mendukung. Data primer diperoleh dengan cara observasi dan wawancara secara langsung pada setiap tahapan proses produksi pengolahan tahu. Data sekunder diperoleh dengan cara mencari informasi tambahan melalui jurnal, skripsi serta pustaka lain yang mendukung.

2. Reduksi Data

Melalui proses reduksi ini diharapkan untuk lebih mempertajam, mengarahkan, dan data yang tidak diperlukan tidak perlu dimasukkan ke dalam proses perhitungan serta mengorganisasikannya sehingga mudah untuk dilakukan penarikan kesimpulan, kemudian dilanjutkan dengan proses verifikasi.

3. Perhitungan Rumus

Data yang sudah diperoleh maka diperhitungkan menggunakan rumus yang telah tersedia pada sumber jurnal sebelumnya. Setelah itu hasil perhitungan akan dibandingkan dengan nilai terbaik pada proses pembuatan tahu dalam nilai audit energi.

4. Penyajian Data

Penyajian data dalam laporan penelitian ini menggunakan analisis secara deskriptif.

5. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dari penelitian ini adalah dengan melihat responden yang diteliti dan membandingkan hasil perhitungan audit energi yang mendekati, hal ini berguna untuk menentukan dimana letak proses produksi pembuatan tahu yang lebih efisien dalam kebutuhan energi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Umum Industri Tahu

Tahu adalah salah satu bahan pangan yang berasal dari hasil sari yang diambil dari proses fermentasi kacang kedelai. Industri tahu di Kecamatan Sampang tepatnya di Desa Sampang dan Brani ini termasuk ke dalam golongan industri skala kecil dan menengah dengan jumlah pekerja yang sedikit yakni kurang dari 10 orang. Pengambilan data penelitian dilakukan di industri Bapak Maryo di Desa Sampang dan Bapak Sholeh di Desa Brani.

Industri milik Bapak Maryo setiap hari mampu memproduksi sebesar 150 kg kedelai dengan melakukan 25 kali pemasakan bubur kedelai yang kemudian menghasilkan 50 lembar tahu cetak. Pada industri milik Bapak Sholeh setiap harinya mampu memproduksi sebesar 350 kg kedelai dengan melakukan 14 kali pemasakan bubur kedelai yang kemudian menghasilkan 84 lembar tahu cetak. Tenaga pekerja yang ada di Industri milik Bapak Maryo dan Bapak Sholeh sebanyak 4 orang pekerja untuk menjalankan kegiatan produksi usaha industri tahu tersebut.

Industri tahu di Kecamatan Sampang ini termasuk industri rumah tangga (*home industry*). Hal yang mendorong adanya pengembangan industri tahu ini karena banyak diminati masyarakat, mudah dalam pembuatannya, pemasaran, dan dalam segi bahan baku kedelai sendiri mudah diperoleh. Kebanyakan industri di Kecamatan Sampang ini masih menggunakan metode yang sangat sederhana yakni manual. Beberapa industri tahu di Kecamatan Sampang juga sudah memodifikasi teknologi tambahan dalam hal peralatan.

Industri tahu Bapak Maryo yang berada di Desa Sampang ini masih menggunakan mesin penggiling berbahan bakar solar, menggunakan wajan dan tungku sederhana untuk proses pemasakan yang berupa plat cembung yang terbuat dari besi yang kemudian disemen menjadi satu bagian di atas tungku pembakaran sederhana tersebut, dan proses lainnya masih menggunakan keahlian tangan (manual).

Salah satu industri yang menggunakan peralatan yang lebih modern yakni industri tahu milik Bapak Sholeh. Industri yang bertempat di Desa Brani ini untuk proses produksi yang sama dengan yang lainnya namun ada perbedaan di teknik pemasakan yang menggunakan ketel uap. Air perebusan yang ada di tangki ketel uap ini

menghasilkan uap panas yang kemudian dialirkan menuju sumur berisikan bubur kedelai guna proses pemasakan.

2. Penggunaan Energi pada Industri Tahu

Energi pada proses produksi tahu terdiri dari energi manusia, energi bahan bakar solar, energi biomassa (sekam padi dan kayu bakar), dan energi listrik. Masukan energi pada metode tradisional sebesar 779,06 MJ digunakan untuk mengolah tahu dengan bahan baku kedelai sebanyak 150 kg/hari. Masukan energi pada metode modern (ketel uap) sebesar 2205,77 MJ digunakan untuk mengolah tahu dengan bahan baku kedelai sebanyak 350 kg/hari. Tabel 1 menjelaskan masukan energi pada proses produksi tahu.

Tabel 1. Masukan energi pada kedua industri

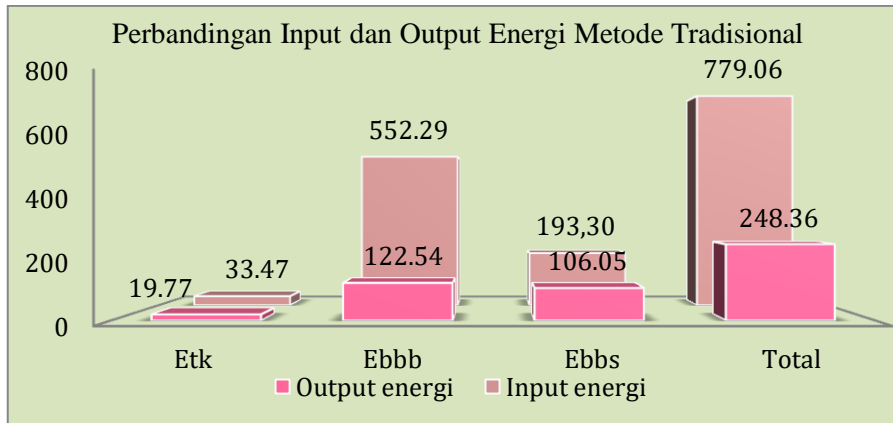
No	Jenis Energi	Metode tradisional		Metode modern (ketel uap)	
		Input energi (MJ)	Input energi perkg (MJ/kg)	Input energi (MJ)	Input energi perkg (MJ/kg)
1	Etk	33,47	0,22	33,47	0,10
2	El	0	0	62,70	0,18
3	Ebbb	552,29	3,68	2109,60	6,03
4	Ebbs	193,30	1,29	0	0
Total		779,06	5,19	2205,77	6,30

Setiap masukan energi pada proses produksi dengan metode tradisional digunakan sebesar 248,36 MJ digunakan untuk mengolah tahu dengan bahan baku kedelai sebanyak 150 kg/hari. Pada proses produksi dengan metode modern (ketel uap) digunakan sebesar 298,74 MJ digunakan untuk mengolah tahu dengan bahan baku kedelai sebanyak 350 kg/hari. Tabel 2 menjelaskan energi yang digunakan pada proses produksi tahu.

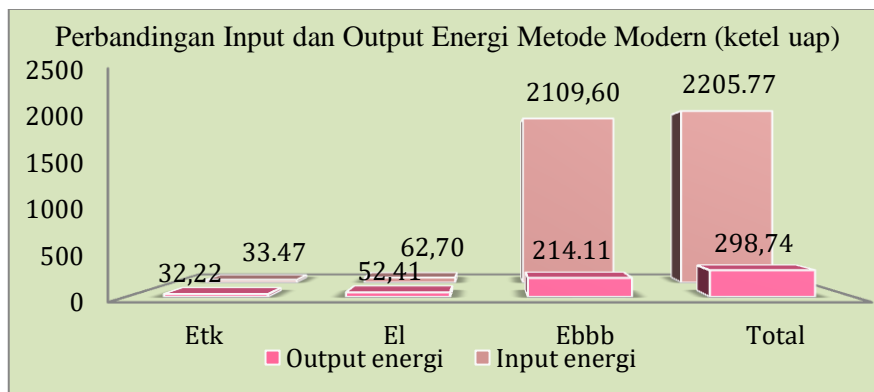
Tabel 6. Energi yang digunakan pada kedua industri

No	Jenis Energi	Metode tradisional		Metode modern (ketel uap)	
		Output energi (MJ)	Output energi perkg (MJ/kg)	Output energi (MJ)	Output energi perkg (MJ/kg)
1	Etk	19,77	0,13	32,22	0,09
2	El	0	0	52,41	0,15
3	Ebbb	122,54	0,82	214,11	0,61
4	Ebbs	106,05	0,71	0	0
Total		248,36	1,65	298,74	0,85

Perbandingan input dan output energi pada proses produksi tahu metode tradisional dapat dilihat pada Gambar 1 dan pada metode modern (ketel uap) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 4. Perbandingan input dan output energi pada metode tradisional.

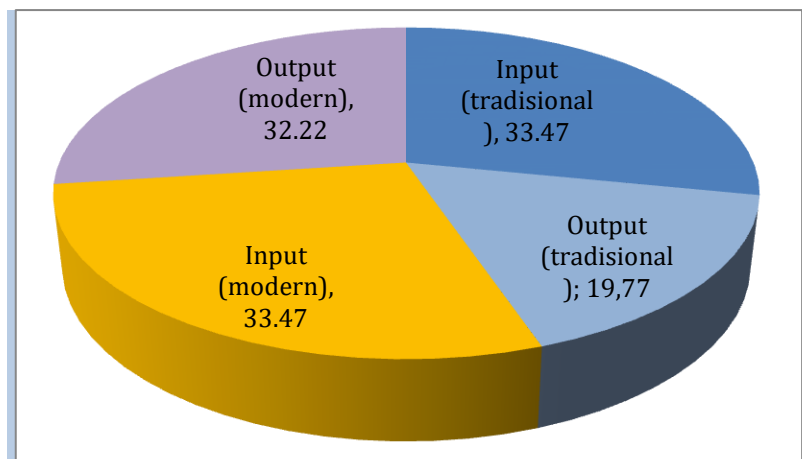


Gambar 2. Perbandingan input dan output energi pada metode modern.

Penjelasan selanjutnya terkait kebutuhan energi pada proses produksi tahu dikelompokkan sesuai dengan sumber energinya, penjelasannya sebagai berikut:

2.1. Energi Manusia

Energi manusia pada produksi tahu ini banyak digunakan pada tahapan penakaran, perendaman, pengoperasian mesin penggiling, pemasakan bubur kedelai, penyaringan, penggumpalan, pencetakan dan pemotongan tahu. Gambar 3 menunjukkan besarnya energi masukan dan penggunaan energi manusia pada proses produksi tahu dari kedua industri.

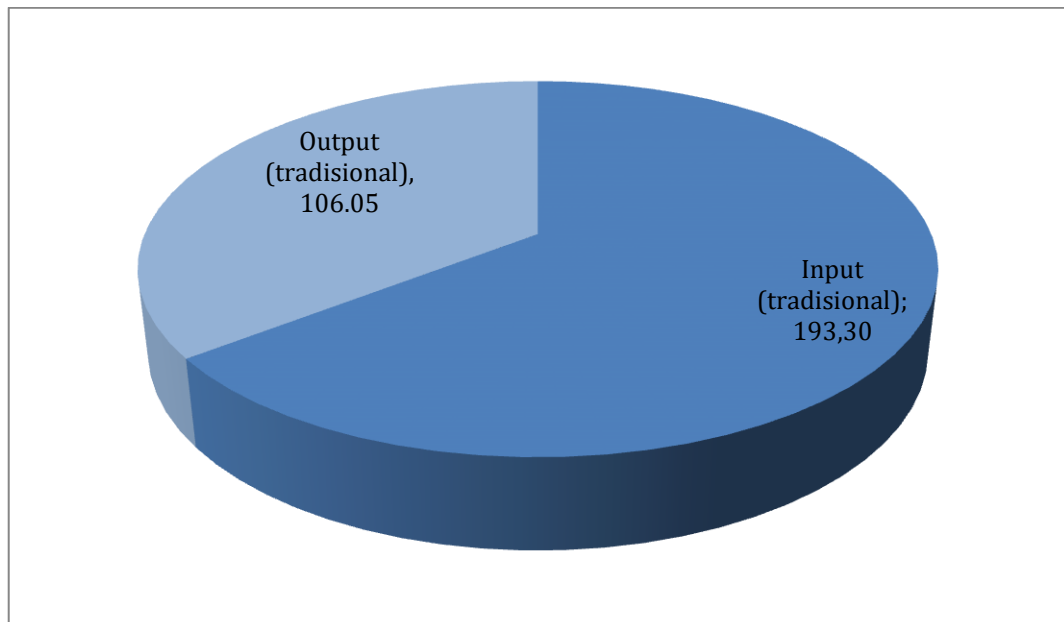


Gambar 3. Energi manusia pada kedua industri.

Berdasarkan Gambar 3 nilai input jika diubah menjadi energi/kg sebesar 0,22 MJ/kg pada industri produksi tahu di Desa Sampang (tradisional) dan 0,10 MJ/kg pada industri produksi tahu di Desa Brani (modern/ketel uap). Namun pada proses produksinya energi yang digunakan lebih banyak pada industri Desa Brani dibandingkan dengan Desa Sampang.

2.2. Energi Bahan Bakar Solar

Energi bahan bakar solar pada produksi tahu digunakan untuk menjalankan mesin penggiling di industri Desa Sampang (metode tradisional). Pada industri ini menggunakan mesin diesel yang memiliki 8,50 pk atau jika dikonversikan menjadi daya yakni 6251,75 watt. Energi masukan untuk mesin penggiling dalam satu hari ini menghabiskan sebanyak 5 liter bahan bakar solar. Gambar 4 menunjukkan besarnya energi masukan dan penggunaan energi bahan bakar solar pada proses produksi tahu di Desa Sampang (metode tradisional).



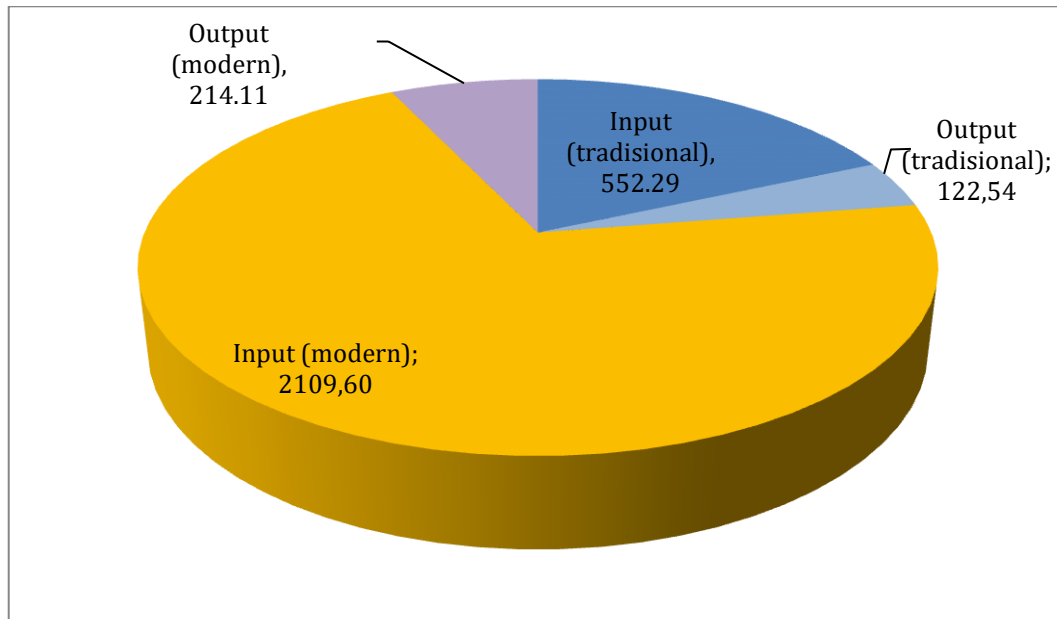
Gambar 4. Energi bahan bakar solar pada industri tahu Desa Sampang.

Berdasarkan Gambar 4 nilai input jika diubah menjadi energi/kg berdasarkan 1,29 MJ/kg pada industri produksi tahu di Desa Sampang (tradisional). Nilai output jika diubah menjadi energi/kg yakni 0,71 MJ/kg.

2.3. Energi Biomassa (Sekam Padi dan Kayu)

Energi biomassa pada kedua industri ini memiliki perbedaan yakni jika pada industri di Desa Sampang (metode tradisional) menggunakan sekam padi sedangkan pada industri di Desa Brani (metode modern/ketel uap) menggunakan kayu bakar. Pada industri produksi tahu di Desa Sampang (metode tradisional) dalam satu hari memerlukan sekam padi sebanyak 40 kg. Berbeda dengan industri di Desa Brani (metode modern/ketel uap) dalam satu hari menggunakan kayu bakar untuk merebus air yang ada di ketel uap sebanyak 120 kg. Gambar 5 menunjukkan besarnya energi

masuk dan penggunaan energi bahan biomassa pada proses produksi tahu di kedua industri.

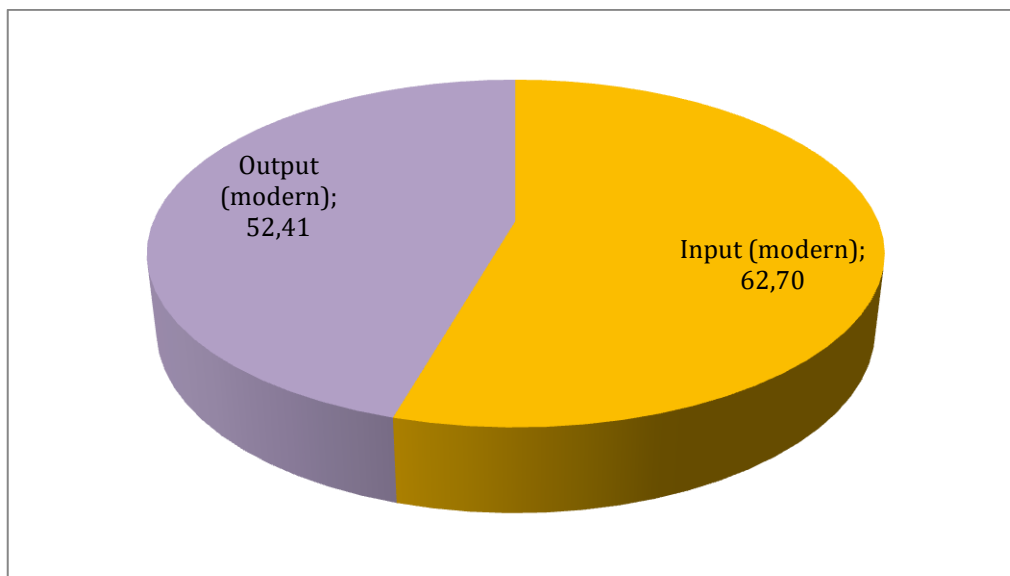


Gambar 5. Energi bahan bakar biomassa pada kedua industri.

Berdasarkan Gambar 5 nilai input jika diubah menjadi energi/kg sebesar 3,68 MJ/kg pada industri produksi tahu di Desa Sampang (tradisional) dan 6,03 MJ/kg pada industri produksi tahu di Desa Brani (modern/ketel uap).

2.4. Energi Listrik

Energi listrik pada produksi tahu digunakan untuk menjalankan mesin penggiling di industri Desa Brani (metode modern/ketel uap). Pada industri ini menggunakan mesin motor listrik yang memiliki 2,50 pk atau jika dikonversikan menjadi daya yakni 1838,75 watt. Energi masukan untuk mesin penggiling dalam satu hari ini menghabiskan daya sebanyak 2200 watt. Gambar 6 menunjukkan besarnya energi masukan dan penggunaan energi listrik pada proses produksi tahu di Desa Brani (metode modern/ketel uap).

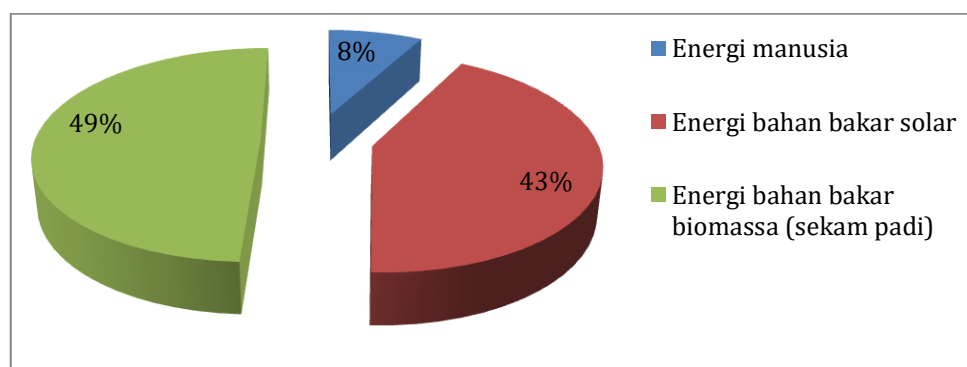


Gambar 6. Energi listrik pada industri tahu Desa Brani.

Berdasarkan Gambar 6 nilai input jika diubah menjadi energi/kg sebesar 0,18 MJ/kg pada industri produksi tahu di Desa Brani (metode modern/ketel uap). Nilai output jika diubah menjadi energi/kg yakni 0,15 MJ/kg.

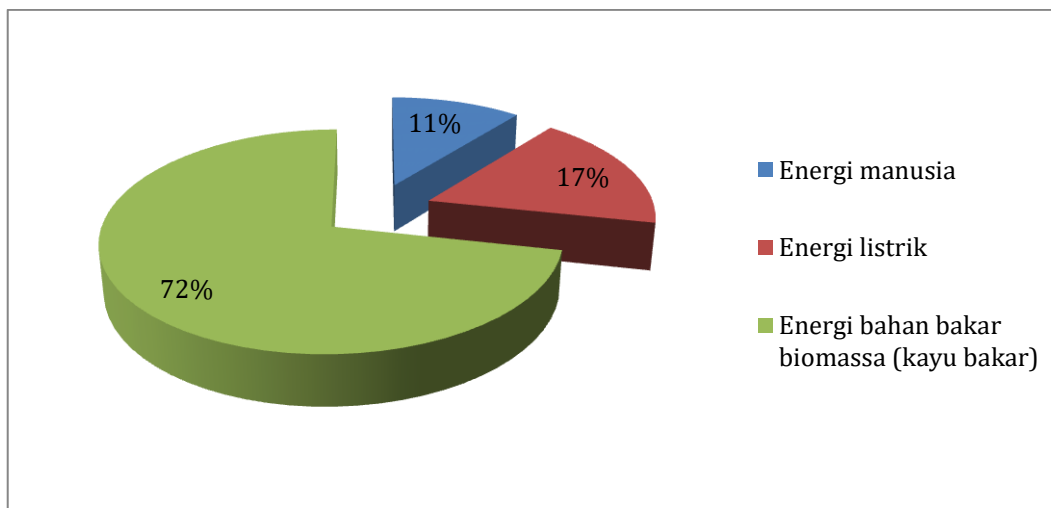
3. Analisis Efisiensi Energi pada Industri Tahu

Pada industri pengolahan tahu di Desa Sampang (metode tradisional) menggunakan energi manusia, energi bahan bakar solar yang digunakan untuk menjalankan mesin penggiling dan energi bahan bakar biomassa berupa sekam padi yang digunakan untuk proses pemasakan bubur kedelai pada tungku sederhana. Berikut gambaran pembagian energi pada industri pengolahan tahu di Desa Sampang (metode tradisional).



Gambar 7. Pembagian energi pada industri tahu Desa Sampang.

Pada industri pengolahan tahu di Desa Brani (metode modern/ketel uap) menggunakan energi manusia, energi listrik yang digunakan untuk menjalankan mesin penggiling dan energi bahan bakar biomassa berupa kayu bakar yang digunakan untuk proses pemasakan air pada ketel uap. Berikut gambaran pembagian energi pada industri pengolahan tahu di Desa Brani (metode moderna/ketel uap).



Gambar 8. Pembagian energi pada industri tahu Desa Brani.

Perbandingan nilai efisiensi energi pada industri tahu Desa Sampang (metode tradisional) dan industri tahu Desa Brani (metode modern/ketel uap) diperoleh dari nilai input dan output energi. Berikut tabel penjelasan data perhitungan berdasarkan dari sumber energi.

Tabel 3. Perhitungan efisiensi pada industri tahu Desa Sampang

No	Sumber Energi	Input (MJ)	Output (MJ)	Efisiensi (%)
1	Etk	33,47	19,77	59,06
2	Ebbs	193,30	106,05	54,86
3	Ebbb	552,29	122,54	22,19

Tabel 7. Perhitungan efisiensi pada industri tahu Desa Brani

No	Sumber Energi	Input (MJ)	Output (MJ)	Efisiensi (%)
1	Etk	33,47	32,22	96,27
2	El	62,70	52,41	83,58
3	Ebbb	2109,60	214,11	10,15

Peluang untuk dilakukannya penghematan dari perbandingan data efisiensi kedua industri yaitu dilihat dari energi manusia untuk pengolahan tahu ini lebih baik dilakukan secara bersama-sama ketika pada tahapan yang dinilai berat. Jika dilakukan secara sendiri-sendiri maka akan cepat merasa lelah. Tahap pemasakan di industri tahu Desa Sampang banyak melakukan pemindahan bahan bakar biomassa dibandingkan dengan industri Desa Brani hanya sekali memindahkan bahan bakar biomassanya. Jarak antara proses pencetakan dan pemotongan tahu pada industri pengolahan tahu tradisional ini cukup jauh dibandingkan dengan industri pengolahan tahu modern, karena pada industri tersebut alur penempatannya berurutan dan dengan jarak yang tidak begitu berjauhan. Hal tersebut dapat menghemat waktu dan tenaga.

Peluang penghematan selanjutnya ada di sumber energi input mesin penggiling dari perbandingan efisiensi kedua industri lebih bagus menggunakan sumber energi listrik dibandingkan dengan energi bahan bakar solar. Sumber energi bahan bakar solar ini termasuk ke dalam bahan bakar minyak yang berasal dari fosil. Saat ini Indonesia sedang mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dikarenakan dampak dari

penggunaan emisi bahan bakar fosil ini menyebabkan polusi udara. Maka dari itu dilihat dari data perbandingan yang diperoleh dari kedua industri ini terdapat pada penggunaan energi bahan bakar solar digantikan menggunakan energi listrik.

Pada perbandingan energi bahan bakar biomassa kedua industri ini lebih baik dalam penggunaan sekam padi, dikarenakan pada industri Desa Brani menggunakan kayu bakar yang memiliki kondisi basah. Maka dari itu diupayakan penggunaan bahan bakar biomassa pada industri tahu di Desa Brani dengankayu bakar yang baik. Bahan bakar biomassa berupa kayu bakar yang baik memiliki kriteris dengan kondisi kering agar memudahkan dan mempercepat perebusan air pada ketel uap yang selanjutnya digunakan untuk memasak bubur kedelai. Penggunaan alat ketel uap ini juga mampu menghasilkan produk tahu yang lebih baik dibandingkan dengan produk tahu yang tradisional. Kualitas yang lebih baik inilah dapat meningkatkan nilai jual produk tahu sehingga mampu meningkatkan keuntungan bagi industri pengolahan tahu.

KESIMPULAN

Simpulan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu:

1. Energi pada proses produksi tahu ini membutuhkan beberapa energi seperti energi manusia untuk tahap penakaran, perendaman, pengoperasian mesin penggiling, pengadukan pada proses memasak, penyaringan, pemberian larutan cuka tahu pada tahap penggumpalan, pencetakan, dan pemotongan. Kebutuhan energi pada mesin penggiling digunakan sumber energi berupa bahan bakar solar dan listrik. Kebutuhan untuk tahap memasak menggunakan sumber energi dari bahan bakar biomassa (sekam padi dan kayu bakar).
2. Pada proses produksi tahu untuk nilai energi yang digunakan di industri Desa Sampang (metode tradisional) yaitu 19,77 MJ atau 0,13 MJ/kg untuk energi manusia; 106,05 MJ atau 0,71 MJ/kg untuk energi bahan bakar solar; dan 122,54 MJ atau 0,82 MJ/kg untuk energi bahan bakar biomassa berupa sekam padi. Sedangkan nilai energi yang digunakan di industri Desa Brani (metode modern/ketel uap) yaitu 32,22 MJ atau 0,09 MJ/kg untuk energi manusia; 52,41 MJ atau 0,15 MJ/kg untuk energi listrik; 214,11 MJ atau 0,61 MJ/kg untuk energi bahan bakar biomassa berupa kayu bakar.
3. Perbandingan tingkat efisiensi dari kedua industri pengolahan tahu ini pada sumber energi manusia 55,07% (Desa Sampang metode tradisional) dan 96,27% (Desa Brani metode modern/ketel uap), sumber energi mesin penggiling 53,72% (energi bahan bakar solar pada Desa Sampang metode tradisional) dan 83,58% (energi listrik pada Desa Brani metode modern/ketel uap), serta 22,19% (sekam padi pada Desa Sampang metode tradisional) dan 10,15% (kayu bakar pada Desa Brani metode modern/ketel uap).
4. Hasil dari perbandingan yang diperoleh dari data kedua industri pengolahan tahu ini melakukan penghematan energi manusia untuk melakukan tahapan produksi secara bersama-sama atau 2 orang agar tidak banyak menguras tenaga, penghematan juga dilakukan pada mesin penggiling dengan mengurangi penggunaan bahan bakar solar dan beralih ke energi listrik namun lebih baik lagi jika dilakukan pengolahan energi listrik yang tidak berasal dari PLTU agar tujuan mengurangi emisi penggunaan bahan bakar yang berasal dari fosil ini terwujud, serta penghematan pada kayu bakar yang digunakan agar lebih memilih kayu bakar yang memiliki jenis baik seperti

kondisinya yang kering agar memudahkan dan mempercepat proses perebusan air pada tungku ketel uap yang selanjutnya digunakan untuk pemasakan bubur kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K., Irwanto, A. K., Siregar, N., Agustina, E., Tambunan, A. H., Yamin, M., Hartulistiyoso, E., Purwanto, Y. A., Wulandani, D., Nelwan, L. O. (1998). Energi Dan Listrik Pertanian. *Japan International Cooperation Agency*, IPB, Bogor.
- Adiprama, T. R., & Ciptomulyono, U. (2012). Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 1: 465-470.
- Almanda, D. & Kusuma, B. (2015). Audit Energi Listrik Pabrik. *Jurnal Resistor*, 1(1): 27-36.
- Amalia, M. 2019. Audit Energi pada Peternakan Ayam *Broiler* di Desa petir Kecamatan Dramaga. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Bintoro, P. A., Maselia, P., Kintoko, A. W., Defanda, A. A., Fitriyanto, A., Ramadhan F., Kartika, M., Septiani U. A., & Elvionita, D. (2017). Pembuatan Tahu Rumahan Khas Ledok Kulon. *Jurnal Pemberdayaan*, 1(2): 245-252.
- Cervinca, V. (1980). Fuel and Energy Efficiency dalam Handbooks of Energy Utilization on Agricultural. Pimentel, D. CRC. Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA. <http://www.energyheeu.go.id>. Diakses 20 Juli 2021.
- Darpita, S. (2008). Audit Energi pada Pengolahan Susu Bubuk di PT Sari Husada Yogyakarta. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, UNSOED, Purwokerto.
- Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Permasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Tahu (On-Line). (2021). <http://www.pusri.co.id/budidaya/OlahPangan/TAHU.PDF>. Diakses 13 Juli 2021.
- Dewi, S. R. (2016). Pemahaman dan Kepedulian Penerapan *Green Accounting*: Studi Kasus UKM Tahu di Sidoarjo. *Prosiding Seminar Nasional Ekonomi dan Bisnis & Call For Paper FEB UMSIDA*, 497-511, Sidoarjo.
- Hakim, L., & Subekti, P. (2015). Rancang Bangun Ketel Uap Mini dengan Pendekatan Standar SNI Berbahan Bakar Cangkang Sawit untuk Kebutuhan Pabrik Tahu Kapasitas 200 kg Kedelai/Hari. *Jurnal Aptek*, 7 (1): 1-8.
- Hall. (1985). Energy and Resource Quality: The Ecology of Economic Process. John Willey & Sons Inc., Newyork
- Haloho, J.D., & Kartinaty, T. (2020). Perbandingan Bahan Baku Kedelai Lokal dengan Kedelai Import terhadap Mutu Tahu. *Journal TABARO*, 4 (1): 49-55.
- Heldman, D.R. & Singh, R.P. (1981). *Food Process Engineering*. AVI Publishing Company, Inc. New York.
- Jovanović, B., & Filipović, J. (2016). *Iso 50001 Standard-Based Energy Management Maturity Model - Proposal And Validation In Industry*. J. Clean. Prod. 112, 2744-2755. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.023>
- Kadir, A. 1995. *Energi: Sumberdaya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi*. UI-Press. Jakarta.
- Kastyanto, F. W. (1999). *Membuat Tahu*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Khomsan, A. (2004). *Pangan dan Gizi untuk Kesehatan*. Jakarta: Pt Raja Grafindo Persada.
- Nirbita, N. (2018). Analisis Kinerja Pemasaran Produk Tahu Asal Kecamatan Sokaraja Kabupaten Banyumas. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, UNSOED, Purwokerto.
- Paduloh, Fauzi, A., Fauzan, A., Zulkarnaen, I., & Ridwan, M. (2019). Pelatihan Pemanfaatan Limbah Sekam Padi menjadi Briket untuk Meningkatkan Nilai Ekonomis. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 17-23.
- Parker, S. P. (1981). *Encyclopedia of Energy* : 2nd Edition. McGraw-Hill Inc., New York.

- Perdana, M. (2019). Analisis Optimasi Agroindustri Tahu di Kelurahan Mertasinga Kecamatan Cilacap Utara Kabupaten Cilacap. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, UNSOED, Purwokerto.
- Rukmana, R. & Yuyun, Y. (1996). *Kedelai: Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sarwono, B., & Siragih, Y. P. (2005). *Membuat Aneka Tahu*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sholahudin, A. H. (1999). Audit Energi pada Proses Produksi CPO (*Crude Palm Oil*) di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Kertajaya PTP Nusantara VIII, Banten Selatan. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Suryadi. (1994). Audit Energi pada Proses Produksi Pupuk Urea di PT. PUPUK KUJANG (PERSERO) Cikampek Kabupaten Daerah Tingkat II Karawang Jawa Barat. *Skripsi*. Jurusan Mekanisasi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Taningtyas, E. L. (2010). Audit Energi Proses Produksi Tahu Metode Tradisional dan Metode Ketel Uap Superheated (Studi Kasus IKM Dusun Munthuk Kecamatan Sokaraja Kabupaten Banyumas). *Skripsi*. Fakultas Pertanian, UNSOED, Purwokerto.
- Wahyuni, E. (2006). Pola Konsumsi Energi pada Industri Kecil Tahu di Kabupaten Bogor, Jawa Barat (Studi Kasus: Industri Kecil Tahu di Kecamatan Ciampea dan Kecamatan Cibungbulang). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Warsinah. (2008). Analisis Kebutuhan Energi pada Produksi Saus Cabai di Pt Trimulya Mekar Jaya, Purwokerto. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Widaningrum, I. (2015). Teknologi Pembuatan Tahu yang Ramah Lingkungan (Bebas Limbah). *Jurnal Dedikasi*, 12: 14-21.
- Widyaningsih, T. D., & Murtini, E.S. (2006). Alternatif Pengganti Formalin pada Produk Pangan. Surabaya, Trubus Agrissarana. 9-10.