

Karakterisasi dan Analisis Ekonomi Pemanfaatan Limbah Industri Tahu di UD. Usaha Berkah, Pelaihari

Characterization And Economic Analysis of Tofu Waste Utilization in UD Usaha Berkah, Pelaihari

JAKA DARMA JAYA^{*1}, EMA LESTARI¹, RIDDY YANUAR WICAKSONO¹

¹Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut, Jl. A. Yani, Km.6, Desa Panggung, Kec. Pelaihari, Kab. Tanah Laut, Kalimantan Selatan 70815, Indonesia

*Email: jakadj2010@gmail.com

ABSTRAK

Industri pengolahan tahu dalam proses produksinya menghasilkan limbah cair dan limbah padat. Limbah yang dihasilkan dari industri tahu dapat berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak ditangani dengan benar seperti timbulnya bau yang dapat mengganggu lingkungan sekitarnya dan pencemaran air. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi dan karakterisasi limbah yang dihasilkan dari proses produksi tahu di UD. Usaha Berkah, Pelaihari dengan menggunakan analisis neraca massa. Kemudian dilakukan analisis ekonomi pemanfaatan limbah tahu yang bertujuan mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan sekaligus memberikan nilai tambah ekonomi bagi usaha tahu. Hasil penelitian menunjukkan berdasarkan hasil analisis neraca massa, proses pengolahan tahu menghasilkan limbah padat ampas tahu 18 kg dan limbah cair 158 kg. Limbah cair paling banyak dihasilkan pada proses pencucian, penggumpalan dan pencetakan, sedangkan limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan. Pengujian limbah yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai BOD, COD, DO, TSS dan TDS hasil pengujian sampel tidak memenuhi standar yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Kemudian, berdasarkan hasil analisis ekonomi yang dilakukan pada pemanfaatan limbah industri diketahui bahwa pemanfaatan limbah tahu untuk biogas, tempe gembus, pakan ternak, dan pupuk organik, secara ekonomi layak untuk dilaksanakan dengan ditunjukkan nilai R/C rasio >1.

Kata kunci : tahu, limbah, neraca massa, analisis ekonomi

ABSTRACT

Tofu industry produced liquid and solid waste potentially causing environmental pollution if it is not handled properly such as the appearance of odors and water pollution. In this study, identification and characterization of waste from tofu production process in UD. Usaha Berkah, Pelaihari was carried by using mass balance analysis. Furthermore, economic analysis of tofu waste utilization was done in order to reduce environmental impact and providing economic added value for tofu businesses. The results showed that based on mass balance analysis, tofu process produced 18 kg solid waste of tofu pulp and 158 kg liquid waste. Liquid waste was mostly produced in the process of washing, clotting and shaping, while solid waste was produced in filtering process. Laboratory analysis of waste showed that the values of BOD, COD,

DO, TSS and TDS were not appropriate standards referring to the Regulation of the Minister of Environment No. 5, 2014 concerning Waste Water Quality Standards. Furthermore, based on economic analysis, the utilization of tofu waste for biogas, tempe gembus, animal feed, and organic fertilizer was economically feasible to be carried out with R/C ratio > 1.

Keywords: *tofu, waste, mass balance, economic analysis*

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, sekitar 38% kedelai di Indonesia dikonsumsi dalam bentuk produk tahu. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia dari tahun ke tahun, maka permintaan dalam negeri terhadap produk pangan yang merupakan hasil olahan dari biji kedelai, khususnya tahu mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan konsumsi tahu per kapita di Indonesia dari tahun 2009 hingga 2013 terlihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Pertumbuhan Penduduk dan Konsumsi Tahu Berdasarkan Pendapatan Nasional Per Kapita di Indonesia Tahun 2009 – 2013

Tahun	Pertumbuhan Penduduk Indonesia (orang)	Pendapatan Nasional Per Kapita (rupiah)	Konsumsi (Kg/Kapita/Tahun)
2009	237.500.000	6.171.342,87	7,039
2010	240.700.000	23.974.407,31	6,987
2011	243.800.000	27.487.046,94	7,404
2012	246.900.000	30.674.674,07	6,987
2013	249.900.000	32.463.736,28	7,039

Sumber : Survei Sosial Ekonomi Nasional, 2013 dan BPS, 2010

Industri tahu yang dikelola pada umumnya adalah industri kecil, yang berskala rumah tangga. Cara pembuatan tahu oleh industri kecil tersebut masih menggunakan teknologi sederhana yang menyebabkan rendahnya efisiensi penggunaan sumber daya dan tingginya tingkat limbah yang dihasilkan (Novita, dkk., 2016).

Limbah industri pada pengolahan tahu dapat menimbulkan masalah karena mengandung sejumlah besar protein, lemak, karbohidrat, mineral, dan sisa-sisa bahan kimia yang digunakan saat pembersihan maupun pengolahan. Adanya kadar bahan organik yang tinggi pada buangan air serta bahan yang terbawa dalam air pada pengolahan industri tahu akan menyebabkan gangguan pada ekosistem lingkungan. Hal tersebut dapat berkelanjutan apabila tidak ada penanganan dan penanggulangan yang baik. Dampak yang paling nyata dengan adanya limbah organik ini adalah timbulnya bau yang menyengat serta air yang keruh (Indrasti, 2009). Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, maka setiap usaha disamping mendapatkan keuntungan/ profit

hendaknya juga menjaga kelestarian lingkungan dengan meminimasi timbulan limbah bahkan mengolah limbah menjadi produk yang bernilai.

Produksi bersih adalah salah satu cara yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan memberikan tingkat efisiensi yang lebih baik pada penggunaan bahan mentah, energi dan air, mendorong performansi lingkungan yang lebih baik melalui pengurangan sumber-sumber limbah dan emisi serta mereduksi dampak produk terhadap lingkungan dari siklus hidup produk dengan rancangan yang ramah lingkungan, namun efektif dari segi biaya (Indrasti & Fauzi, 2009). Penerapan konsep produksi bersih ini akan memberikan keuntungan bagi perusahaan dan mengurangi aktivitas penanganan limbah. Salah satu prinsip pokok strategi produksi bersih dalam Kebijakan Nasional Produksi Bersih (KLH, 2003) adalah *Re-use* dan *Recycle* yaitu pemanfaatan limbah agar dapat mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan sekaligus memberikan nilai tambah ekonomi bagi usaha tahu. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi terbentuknya limbah pada tahapan-tahapan proses pengolahan tahu menggunakan analisis neraca massa, melakukan karakterisasi limbah dan analisis ekonomi pemanfaatan limbah industri tahu.

METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Industri Tahu UD. Usaha Berkah yang berlokasi di Jalan Atu-Atu, Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut. Pengambilan data primer dan sekunder dilakukan dengan teknik pengukuran langsung di lapangan, observasi dan wawancara. Data ini selanjutnya digunakan untuk melakukan analisis neraca massa dan analisis ekonomi pemanfaatan limbah yang dipilih.

Analisis Neraca Massa

Analisis neraca massa dilakukan untuk mengidentifikasi limbah yang dihasilkan dari masing-masing tahapan. Analisis ini dilakukan pada setiap tahapan proses produksi dengan menghitung input dan output dalam setiap tahapan proses. Keseimbangan total input dan output menjadi acuan dalam perhitungan neraca massa. Data analisis neraca massa dilakukan dengan pengukuran langsung dilapangan terhadap input, output dan limbah yang terbentuk pada setiap tahapan produksi.

Uji Laboratorium

Pengujian limbah cair yang meliputi uji *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO), *Total Dissolved Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS) dan pH dilakukan di Laboratorium Pengujian Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Pengujian dilakukan mengacu pada SNI atau metode standar APHA.

Analisis Ekonomi Pemanfaatan Limbah

Analisis ekonomi pemanfaatan limbah dilakukan dengan menghitung nilai R/C rasio dan *Pay Back Period* (PBP) untuk jenis pemanfaatan limbah yang dipilih (Soekartawi: 2009). R/C rasio diperoleh dengan cara membandingkan tingkat pendapatan yang diperoleh dengan modal yang harus dikeluarkan sebagaimana rumus berikut:

$$\mathbf{R/C\ ratio = Total\ Pendapatan / Total\ Biaya}$$

Keterangan analisis kelayakan dari R/C ratio: $R/C > 1 = \text{Layak / Untung}$

$$R/C = 1 = \text{BEP}$$

$$R/C < 1 = \text{Tidak Layak / Rugi}$$

Lalu dihitung juga PBP (*Payback Periode*) yang berguna untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi dengan menggunakan cashflow. Secara sistematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\mathbf{PBP = I / P}$$

Keterangan : I = Total investasi (Rupiah)

P = Total Pendapat Per Periode (Rupiah)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Neraca Massa

Berdasarkan analisis neraca massa yang dilakukan diketahui bahwa dalam setiap pemasakan 14 kg kedelai dihasilkan limbah padat (ampas basah) sebesar 18 kg dan limbah cair sebesar 158 kg. Limbah cair paling banyak dihasilkan pada proses pencucian, penggumpalan dan pencetakan, sedangkan limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan. Keseluruhan proses produksi pengolahan tahu di UD. Usaha Berkah mendapatkan kesetimbangan massa produksi seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Keseimbangan Massa Produksi Tahu di UD. Usaha Berkah

No	Proses	Input		Output	
		Bahan	Jumlah (Kg)	Bahan	Jumlah (Kg)
1	Perendaman	Kedelai	14	Kedelai Basah	42
		Air	28		
2	Pencucian	Kedelai Basah	42	Kedelai Basah	45
		Air	49	Air Limbah	46
3	Penggilingan	Kedelai Basah	45	Bubur Kedelai	59
		Air	14		
4	Pemasakan	Bubur Kedelai	59	Bubur Masak	89
		Air	35	Uap Air	5
5	Penyaringan	Bubur Masak	89	Sari Kedelai	106
		Air	35	Ampas basah	18
6	Penggumpalan	Sari Kedelai	106	Tahu Encer	85
		Whey	35	Air Limbah	56
7	Pencetakan	Tahu Encer	85	Tahu Putih	29
				Air Limbah	56
Total			636		636

Terdapat 7 (tujuh) tahapan dalam proses pengolahan tahu di UD. Usaha Berkah yaitu tahapan perendaman, pencucian, penggilingan, pemasakan, penyaringan, penggumpalan dan pencetakan. Tahapan Perendaman, dilakukan kurang lebih selama 4 jam sebanyak 14 kg untuk setiap perendaman. Perendaman bertujuan untuk mengembangkan kedelai agar lebih lunak pada saat penggilingan dan kulitnya mudah terkelupas (Silvy, 2015). Tahapan ini menghasilkan kedelai basah sebanyak 42 kg. Lalu tahapan pencucian, kedelai dicuci menggunakan air mengalir sebanyak 49 kg yang bertujuan untuk membersihkan kotoran-kotoran yang ada pada kedelai seperti batu, tanah, pasir dan benda-benda asing lainnya. Berdasarkan perhitungan neraca massa, kotoran yang dihasilkan sebanyak 0,2 kg dan air bekas cucian sebanyak 45 kg. Selanjutnya tahapan penggilingan, kedelai yang lunak digiling sampai menjadi bubur. Kedelai dimasukan kedalam mesin penggiling dan dialiri air sedikit demi sedikit sebanyak 14 kg dan total bubur kedelai yang dihasilkan sebanyak 59 kg. Setelah digiling, dihasilkan bubur yang kemudian ditampung dalam wadah. Penyiraman selama proses pengilingan dapat ditambahkan air panas (80°C) untuk meningkatkan rendemen dan menghilangkan bau langu kedelai (Erawati, 2013). Kemudian tahapan pemasakan, kedelai yang sudah menjadi bubur dimasak menggunakan uap air panas dengan suhu 100°C selama 30 menit. Selama pendidihan keadaan api harus diperhatikan agar tetap stabil. Tahapan ini menghasilkan bubur kedelai masak sebanyak 89 kg dan uap air sebanyak 5 kg.

Setelah itu masuk tahapan penyaringan, bubur kedelai disaring menggunakan kain mori yang digantung dan digoyang secara manual dengan tenaga manusia bertujuan

untuk memisahkan sari kedelai dan ampasnya. Proses penyaringan menghasilkan sari kedelai sebanyak 106 kg dan ampas sebanyak 18 kg. Proses penyaringan dilakukan dengan melewatkan air buangan secara gravitasi melalui lapisan bahan berpori (Nasution, 2001). Kemudian tahapan penggumpalan, sari kedelai ditambah dengan asam cuka 35 kg. Penggumpalan bertujuan untuk mengendapkan dan menggumpalkan protein yang ada pada sari kedelai sehingga dapat memisahkan *whey* dengan protein yang sudah di gumpalkan (Silvy,2015). Tahapan ini menghasilkan air limbah sebanyak 56 kg. Selanjutnya tahapan pencetakan, menghasilkan gumpalan tahu sebanyak 85 kg untuk dituangkan ke dalam cetakan berbentuk persegi yang telah dilapisi dengan kain putih. Gumpalan menghasilkan ± 500 potong tahu atau 5 rak yang masing-masing berisi 100 potong tahu. Hasil tahu yang sudah melalui tahapan pencetakan sebanyak 29 kg dan hasil air limbahnya sebanyak 56 kg.

Karakterisasi Limbah

Berasarkan hasil uji yang dilakukan di Laboratorium Uji Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit diketahui bahwa Limbah Cair Industri Tahu memiliki karakteristik sebagaimana terlihat pada Tabel 3. Pengujian dilakukan dengan mengacu pada SNI dan metode standar APHA. Nilai BOD, COD, DO, TSS dan TDS hasil pengujian sampel tidak memenuhi standar yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah (Lampiran XVIII, Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai). Berdasarkan data ini, limbah cair proses pengolahan tahu di UD. Usaha Berkah harus diolah terlebih dahulu sebelum dialirkan ke lingkungan. Selain itu dapat dilakukan juga pemanfaatan limbah dengan mengurangi volume limbah sekaligus menghasilkan nilai tambah ekonomi bagi usaha pengolahan tahu.

Tabel 3. Hasil Uji Laboratorium Limbah Cair Industri Tahu UD. Usaha Berkah

No	Parameter	Satuan	LOD	Hasil Pengujian	Kadar	Spesifikasi Metode
				No. Sampel FR.2018.05.1323	Maksimum ^{*)}	
1	BOD	mg/L	0,14	1.875,0	150	SNI 6989.72:2009
2	COD	mg/L	3,93	10.327,9	300	APHA, Section 5220-C-2012
3	TSS	mg/L	2	688	200	SNI 06-6989.3-2004
4	TDS	mg/L	2	9.128	(-)	SNI 06-6989.27-2005
5	DO	mg/L	-	0**		SNI 06-6989.14-2004
6	pH	mg/L	-	3,66**		SNI 06-6989.11-2004

Analisis Ekonomi Pemanfaatan Limbah

Proses pengolahan tahu di UD. Usaha Berkah menghasilkan limbah padat dan cair

dengan volume yang cukup besar. Pemanfaatan limbah tersebut, selain berdampak positif bagi lingkungan dan ekosistem juga memberikan nilai tambah ekonomis bagi pemilik usaha. Adapun potensi nilai tambah ekonomi yang bisa didapat dari pemanfaatan limbah produksi tahu dapat dilihat pada hasil analisis ekonomi berikut.

a. Pemanfaatan Limbah Tahu dalam Pembuatan Biogas

Limbah cair sisa dari penggumpalan dan dari proses produksi lainnya dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biogas, karena limbah cair tahu masih banyak mengandung bahan organik. *Whey* yang digunakan untuk membuat biogas memiliki karakteristik pH 4-5 dan COD 6000-10000 mg/L. Biogas diperoleh dari proses anaerobik yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik yang terkandung dalam limbah cair dengan kondisi tidak terdapat atau sedikit oksigen terlarut.

Tabel 4. Analisis ekonomi pemanfaatan limbah cair tahu menjadi biogas

Uraian	Volume	Satuan	Harga	Jumlah
Digester Biogas	1	Buah	Rp 32.950.000	Rp 32.950.000
Penampung gas	3	Buah	Rp 300.000	Rp 900.000
Tabung kontrol gas	3	Buah	Rp 375.000	Rp 1.125.000
Pipa PVC	7	Buah	Rp 17.000	Rp 51.000
Kompor biogas	1	Buah	Rp 330.000	Rp 330.000
Lem pipa PVC	5	Kaleng	Rp 37.500	Rp 187.500
Kran Gas	2	Buah	Rp 80.000	Rp 160.000
Tenaga kerja	1	Paket	Rp 6.000.000	Rp 6.000.000
Total Investasi				Rp 41.703.500
Biogas yang dihasilkan		32,35m ³		
1 M ³ biogas = Rp 12.500		32,35m ³ x Rp 12.500		Rp 388.200
Total Pendapatan		Rp 388.200 x 30 hari x 12 bulan		Rp. 139.752.000
PBP		41.703.500 : 139.752.000		0,3 Tahun (3,58 Bulan)
R/C Ratio		139.752.000 : 41.703.500		3.35

b. Pemanfaatan Limbah Tahu sebagai Pembuatan Tempe Gembus

Bahan baku pembuatan tempe gembus adalah ampas tahu, tahap pertama ampas tahu direndam dalam air selama 12 jam. Setelah itu ampas tahu dipres dengan sehingga airnya keluar. Tahap selanjutnya adalah fermentasi, ampas tahu yang sudah bersih, kemudian ditaburi dengan ragi tempe dan diaduk-aduk sampai rata. Ampas tahu dimasukkan ke dalam plastik kemudian diletakkan di rak selama 4-5 hari hingga kapang yang terbentuk cukup tebal dan menutupi seluruh tempe gembus (Fitri, 2013).

Tabel 5. Analisis ekonomi pemanfaatan ampas menjadi tempe gembus

Uraian	Volume	Satuan	Harga	Jumlah
Nampan	10	buah	Rp 24.500	Rp 245.000
Kompor gas 2 tungku	1	buah	Rp 275.000	Rp 275.000
Toothpick	1	bungkus	Rp 10.000	Rp 10.000
Dandang	2	buah	Rp 110.000	Rp 220.000
Rak awat	5	buah	Rp 25.000	Rp 125.000
Loyang pemanggang cookies	2	buah	Rp 200.000	Rp 400.000
Serbet	10	lembar	Rp 5.000	Rp 50.000
Timbangan	1	buah	Rp 158.000	Rp 158.000
Plastik	5	roll	Rp 12.000	Rp 60.000
Pekerja	5	orang	Rp 75.000	Rp 375.000
Total Investasi				1.918.000
Tahu gembus yang dihasilkan 1 bungkus = 500 gr		337.5 kg 68 bungkus x Rp 1.000		Rp 68.000
Total Pendapatan		Rp 68.000 x 30 hari		Rp 2.040.000
PBP :		1.918.000 : 2.040.000		0,94 Bulan
R/C Ratio :		2.040.000 : 1.918.000		1,06

c. Pemanfaatan Ampas Kedelai sebagai Pakan Ternak

Ampas tahu dimanfaatkan menjadi pakan ternak yang bernutrisi tinggi sebagai konsentrat makanan yang penting untuk pertumbuhan ternak ruminansia untuk melengkapi protein dari rumput hijau sehingga dapat membantu proses feedlot atau penggemukan terutama pada ternak sapi potong. Kandungan nutrisi ampas tahu yaitu protein 24,5%, serat kasar 23,6%, BETN 38%, energi metabolisme 2830 Kcal/kg. Ampas tahu memiliki kadar air yang cukup tinggi sehingga mudah membusuk dan berjamur, biasanya ampas tahu kering yang digunakan sebagai komponen bahan pakan ternak (Adika, 2009).

Tabel 6. Analisis ekonomi pemanfaatan pengolahan pakan ternak

Uraian	Volume	Satuan	Harga	Jumlah
Ampas tahu	50	kg	Rp 0	Rp 0
Drum plastik	1	buah	Rp 45.000	Rp 45.000
Ragi	8	butir	Rp 500	Rp 4.000
<i>Mineral feed supplement</i>	1	kg	Rp 10.000	Rp 10.000
Pekerja	1	orang	Rp 50.000	Rp 50.000
Total Investasi				Rp 109.000
Pakan ternak		50 kg		
Total Pendapatan		50 kg x Rp 3000		Rp 150.000
PBP		Rp 109.000 : Rp 150.000		0,72 Bulan
R/C Ratio		Rp 150.000 : Rp 109.000		1,4

d. Pemanfaatan Limbah Tahu sebagai Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan, atau manusia seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos baik yang berbentuk cair maupun padat. Langkah-langkah pembuatan pupuk cair organik dengan 150 liter

limbah cair pengolahan tahu yaitu sediakan 1 liter aktivator berupa EM-4 yang berfungsi sebagai starter atau pemicu awal terjadinya reaksi fermentasi, 5 liter larutan dengan 4 kg gula merah yang dimasukkan kedalam tong komposter aduk hingga rata dan tutup tong hingga rapat, biarkan selama 15 hari setelah itu saring pupuk cair hingga didapat larutan yang bersih yang bebas padatan. Pupuk cair siap untuk diaplikasikan untuk media tanaman perkebunan. Menurut penelitian Aliyena (2015) pemberian pupuk cair organik dari limbah cair tahu dengan dosis 750 ml menunjukkan peningkatan pertumbuhan terhadap tanaman kangkung darat.

Tabel 7. Analisis ekonomi pemanfaat pengolahan pupuk cair

Uraian	Volume	Satuan	Harga	Jumlah
Tong komposter	1	Buah	Rp 285.000	Rp 285.000
EM-4	1	Botol	Rp 23.000	Rp 23.000
Gula merah	4	Kg	Rp 14.000	Rp 56.000
Total Investasi				Rp 364.000
Pupuk cair yang dihasilkan		4 jerigen per 5 liter		
Total Pendapatan		4 x Rp 100.000		Rp 400.000
PBP		Rp 364.000 : Rp 400.000		0,91 Bulan
R/C Ratio		Rp 400.000 : Rp 364.000		1,1

e. Pemanfaatan Air Cucian Kedelai dalam Produksi

Prinsip *reduce* adalah upaya untuk mengurangi limbah yang dihasilkan dari proses produksi yaitu dengan memakai ulang air pencucian kedelai. Pada tahap pencucian seabiknya air yang digunakan ditampung didalam 3 bak yang besar dan kedelai direndam menggunakan ember saringan yang besar dengan 3 kali tahap pembilasan hingga kedelai bersih.

Tabel 8. Air pencucian yang digunakan langsung dibuang

Komponen	Uraian	Volume	Satuan	Jumlah
Investasi	Ember besar	3 buah	Rp 30.000	Rp 90.000
	Saringan besar	2 buah	Rp 13.000	Rp 26.000
	Air sebelum dilakukan alternatif perbaikan	1 m3/hari x 24 hari	Rp 1.050	Rp 25.200
	Air sesudah dilakukan alternatif perbaikan	0,5 m3/hari x 24 hari	Rp 1.050	Rp 12.600
Efisiensi	Penghematan air		Rp 25.200 - Rp 12.600	Rp 12.600

f. Modifikasi Mesin Penggiling untuk Meningkatkan Efisiensi Penggilingan Kedelai

Modifikasi mesin penggiling pada bagian corong dibuat lebih lebar sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggilingan kedelai.

Tabel 9. Kedelai tercecer pada saat penggilingan

Komponen	Biaya yang diperlukan	Uraian	Satuan	Jumlah
Pengeluaran	Seng rol	1 meter	Rp 25.000	Rp 25.000
	Paku	¼ kg	Rp 5.000	Rp 5.000
Efisiensi	Penghematan kedelai	4 kg x 24 hari	Rp 5.000	Rp. 480.000

- g. Penerapan *Good Manufacturing Practices* (GMP) dalam Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas Pabrik

Good Manufacturing Practices (GMP) dimaksudkan untuk memperbaiki efisiensi penggunaan air dan mencegah hilangnya bahan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara produksi yang baik sesuai Standard Operating Prosedur (SOP) dan pemantauan pekerja (Fauzi 2007). Standard Operating Prosedur (SOP) merupakan prosedur operasional standar untuk memastikan semua keputusan dan tindakan yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas. Instruksi kerja yang terstandarisasi dapat menjadikan semua kegiatan dilakukan secara konsisten oleh pelaku industri (Maulana 2013).

Tabel 10. Analisis ekonomi Good Manufacturing Practice

Opsi	Volume	Satuan	Harga	Jumlah
Kebutuhan Biaya				
Biaya pelatihan GMP	1	unit	Rp 4.350.000	Rp 4.350.000
Produksi tahu sebelum produksi bersih 38.720	38.720	potong	Rp 600	Rp 23.232.000
Produksi tahu setelah sebelum produksi bersih 39.107	39.107	potong	Rp 600	Rp 23.464.200
Efisiensi			387 x Rp 600	Rp 232.200

KESIMPULAN

Proses pengolahan tahu menghasilkan limbah padat dan limbah cair yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Perencanaan produksi bersih di industri tahu perlu dilakukan untuk mewujudkan industri yang ramah lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengolahan tahu berdasarkan data neraca massa menghasilkan limbah padat ampas tahu 18 kg dan limbah cair 158 kg. Limbah cair paling banyak dihasilkan pada proses pencucian, penggumpalan dan pencetakan, sedangkan limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan. Limbah cair dan padat ini berpotensi untuk dimanfaatkan lebih lanjut menghasilkan produk yang memberikan nilai tambah ekonomi bagi pemilik usaha tahu. Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang dilakukan pada pemanfaatan limbah industri diketahui bahwa pemanfaatan limbah untuk biogas, tempe gembus, pakan ternak dan pupuk organik layak secara ekonomis untuk

dilakukan ditunjukkan dengan nilai R/C rasio >1. Selain itu, modifikasi mesin penggiling, efisiensi sumber daya air dan penerapan *Good Manufacturing Practices* dapat menghasilkan penghematan (efisiensi) sumber daya produksi.

TERIMA KASIH

Terima kasih yang mendalam disampaikan kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2018, sehingga penelitian dan publikasi ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adika, P. 2009. Potensi Penerapan Produksi Bersih Pada Usaha Peternakan Sapi Perah (Studi Kasus Pemerahan Susu Sapi Moeria Kudus Jawa Tengah). Tesis. Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Aliyena, Yudono, B., dan Napoleon. 2015. Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Pupuk Cair Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea Reptans Poir*). Jurnal Penelitian Sains. Volume 17 Nomor 3.
- Azhari, M., Purwanto, P., dan Suherman. 2015. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu menjadi nata de soya dengan menggunakan air rebusan kecambah kacang tanah dan bakteri *Acetobacter xylinum*. J. Ekosains. Vol VII No. 1. Program Pascasarjana Universitas Sembel Maret. Surakarta.
- Erawati, E. dan Musthofa, M. 2013. Rekayasa Teknologi untuk Perbaikan Proses Produksi Tahu yang Ramah Lingkungan. J Teknik.. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik. UMS. Surakarta.
- Indrasti, N. S., dan Fauzi, A. M. 2009. Produksi Bersih. Bogor: IPB Press.
- Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) Republik Indonesia. 2003. Panduan Produksi Bersih dan Sistem Manajemen Lingkungan untuk Usaha/ Industri Kecil dan Menengah, Jakarta.
- Maulana, P. 2013. Kajian Peluang Aplikasi Produksi Bersih di Industri Kelapa Sawit Studi Kasus PT. Perkebunan Nusantara IV (Persero) Unit Usaha Adolina Pambaungan, Sumatera Utara [skripsi]. FTP, IPB: Bogor.
- Nasution, E. P. 2001. Studi Penerapan Produksi Bersih pada Industri Tahu. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. IPB. Bogor.
- Novita, E., Taruna, I., dan Wicaksono, T. F. 2016. Kelayakan Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Pada Industri Kecil Di Dusun Curah Rejo Desa Cangkring Kecamatan Jenggawah Kabupaten. Prosiding seminar nasional APTA. Jember.

Silvy, D. 2015. Kajian Penerapan Produksi Bersih Di Industri Tahu Di Desa Jimbaran, Bandung, Jawa Tengah. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Vol. 6, No. 2, (pp 75 - 80).

Soekartawi. 2009. *Agribisnis. Teori dan Aplikasinya*. Rajawali Pers, Universitas Brawijaya: Jakarta.