

# STUDI PELUANG APLIKASI PRODUKSI PEMBERSIH PADA INDUSTRI TEMPE

## *(STUDY ON APPLICATION OPPORTUNITIES OF CLEANER PRODUCTION IN THE TEMPEH INDUSTRY)*

Andes Ismayana and Faisal Arif Rangkuti

Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agricultural Technology

IPB University

Email: andesismayana@apps.ipb.ac.id

### **ABSTRACT**

*The purpose of this study was to examine the opportunities for applying cleaner production in the tempeh industry through the identification of material and energy flow, analysis of the feasibility of alternative cleaner production technically, financially, and environmentally, as well as determining the opportunity opportunities for implementing cleaner production. The research method had for steps, i.e. quick scan stage, identification of material and energy flow, feasibility analysis that had consisted technical, financial (Pay back period and B/C), and environmental aspect, and exponential comparison method for the selection of priority applications. Stages of the processing of tempeh were done by the process of soaking, boiling, hulling, separation of epidermis, washing, cooling, fermentation, and packaging. With a scale of 250 kg soybean production, the industry had produced 393.176 Kg of tempeh, and also had produced wastewater 3597.5 liters and solid waste in the form of epidermis and germs 142.824 kg. Alternative cleaner production opportunities were (1) Good house keeping with B/C 1.17 and PBP 2.02 years, (2) the use of huller machines had a B/C 4.01 and PBP value of 1.38 years, (3) epidermis flour with B/C 1.67 and PBP 2.37 months), and (4) water recycle with B/C 4.22 and PBP 6.28 months..*

*keywords: B/C, cleaner production, exponential comparison method, pay back period, tempeh*

### **PENDAHULUAN**

Kedelai merupakan sumber protein nabati paling populer bagi masyarakat Indonesia. Kandungan protein kedelai mencapai 46,2 g/100 g (basis kering) (Astawan 2016). Menurut BSN (2012), komoditi kedelai digunakan untuk memproduksi bahan pangan yaitu sebanyak 50% dari konsumsi kedelai Indonesia digunakan untuk memproduksi tempe, 40% untuk memproduksi tahu, dan 10% dalam bentuk produk lain (seperti tauco, kecap, dan lain-lain). Indonesia juga tercatat sebagai negara produsen tempe terbesar di dunia dengan produksi tempe mencapai 2,4 juta ton tempe per tahunnya yang dihasilkan oleh sekitar 81000 pengrajin tempe dan menjadi pasar komoditi kedelai terbesar di kawasan Asia (PUSIDO 2012).

Tempe merupakan makanan tradisional Indonesia yang berharga relatif murah di pasar dan mengandung protein yang cukup tinggi, sehingga tempe sangat digemari oleh berbagai kalangan masyarakat. Berdasarkan pedoman Kementerian Pertanian (2016) hasil SUSENAS menurut Badan Pusat Statistik tahun 2015, angka konsumsi produk tempe oleh masyarakat Indonesia

mencapai 6,99 Kg per orang per tahun dan pada tahun 2017 angka konsumsi produk tempe naik menjadi 7,06 Kg per orang per tahun. Kenaikan angka konsumsi tempe pada masyarakat menunjukkan bahwa kegiatan produksi tempe yang dilakukan oleh produsen-produsen tempe mengalami peningkatan. Tumbuhnya produsen-produsen tempe yang baru pastinya dapat mendorong industri tempe dalam memenuhi kebutuhan dan permintaan akan konsumsi tempe tersebut.

Permasalahan yang muncul adalah terkait isu lingkungan terhadap hasil samping aktivitas industri tempe. Produsen tempe yang umumnya tergolong industri rumahan atau Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) belum sampai pada tahap mampu melakukan perbaikan dari segi pemilihan bahan baku, transportasi, proses produksi dan penanganan limbah yang dihasilkannya. Menurut Krisdiana (2007), keseluruhan total industri tempe merupakan UMKM yang memiliki sistem produksi, pengelolaan keuangan, dan pengolahan limbah masih dilakukan secara konvensional dan manual. Kondisi seperti ini menunjukkan bahwa ketidakefisienan selama proses produksi masih sering terjadi. Ketidakefisienan ini mengakibatkan kegiatan produksi dan daya saing suatu industri menjadi rendah. Ketidakefisienan dalam kegiatan produksi juga disebabkan oleh pemborosan atau *waste*. Menurut Hines dan Taylor (2000), pemborosan merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk. Hal ini diduga menjadi resiko timbulnya limbah hasil dari produksi terhadap lingkungan sekitarnya. Berbagai upaya untuk perbaikan terhadap kualitas produk tempe dan lingkungan sekitar pabrik mulai diperhatikan. Walaupun demikian beberapa industri tempe telah memiliki standar HACCP, sangat memperhatikan kualitas produk tempennya sendiri. Mulai dari pemilihan bahan baku, proses produksi hingga penanganan limbah yang dihasilkan aktivitas produksi guna memberikan jaminan tempe yang higienis dan berkontribusi terhadap upaya menjaga lingkungan sekitar agar tidak tercemar oleh limbah-limbah hasil kegiatan produksi.

Industri menengah atau rumahan selama ini hanya melakukan strategi penangan limbah melalui pendekatan *end-of pipe* atau menurunkan tingkat pencemaran limbah yang terbentuk. Pengelolaan limbah pada saat ini seharusnya tidak hanya sekedar untuk menurunkan tingkat atau kualitas pencemaran terhadap limbah yang terbentuk (*end of pipe treatment*), namun juga harus dilakukan untuk meminimalkan proses terbentuknya limbah dan meningkatkan pemanfaatan limbah secara finansial. Prinsip-prinsip pengelolaan limbah tersebut dinamakan teknologi pengelolaan limbah melalui produksi bersih (*cleaner production*). Produksi bersih merupakan sebuah strategi pengelolaan lingkungan terpadu yang bersifat preventif, proaktif dan antisipatif yang perlu diterapkan secara terus menerus pada proses produksi dan daur hidup produk (UNEP 2003). Produksi bersih memiliki prinsip pada upaya 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*) secara menyeluruh pada setiap tahap proses produksi (Indrasti dan Fauzi 2009) sehingga bertujuan untuk meminimasi limbah yang tercipta dengan melakukan tingkat efisiensi yang lebih baik dalam penggunaan bahan mentah, energi, dan air. Produksi bersih juga mendorong performansi lingkungan yang lebih baik melalui mengurangi pemakaian sumber-sumber bahan pembangkit limbah dan emisi serta mereduksi dampak produk terhadap lingkungan dari siklus hidup produk dengan rancangan yang ramah lingkungan namun efektif dari segi biaya (Wulandari 2017).

Keuntungan yang dapat diperoleh oleh suatu industri dalam penerapan konsep produksi bersih yaitu mengurangi biaya produksi, mengurangi limbah, meningkatkan produktivitas, mengurangi konsumsi energi, meminimisasi pembuangan limbah termasuk penanganan limbah, dan memperbaiki nilai produk samping (Indrasti dan Fauzi 2009). Oleh karena itu, kajian peluang penerapan produksi bersih pada industri perlu dilakukan untuk mengetahui atau mendapatkan informasi tentang jumlah dan jenis limbah yang terbentuk pada proses produksi

dan inefisiensi proses yang mungkin terjadi. Kajian produksi bersih mampu memberikan informasi alternatif yang dapat dilakukan oleh suatu industri untuk mengurangi limbah yang terbentuk dengan meminimalisir atau mengganti bahan yang mengakibatkan terbentuknya limbah, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan memberikan keuntungan secara finansial. Rekomendasi alternatif penerapan produksi bersih yang dikaji berfokus pada keuntungan finansial pada suatu industri (Wulandari 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aliran material pada setiap tahap proses produksi, serta limbah yang dihasilkan, menentukan peluang penerapan produksi bersih pada industri tempe, dan menentukan kelayakan peluang penerapan produksi bersih secara teknis, lingkungan dan finansial.

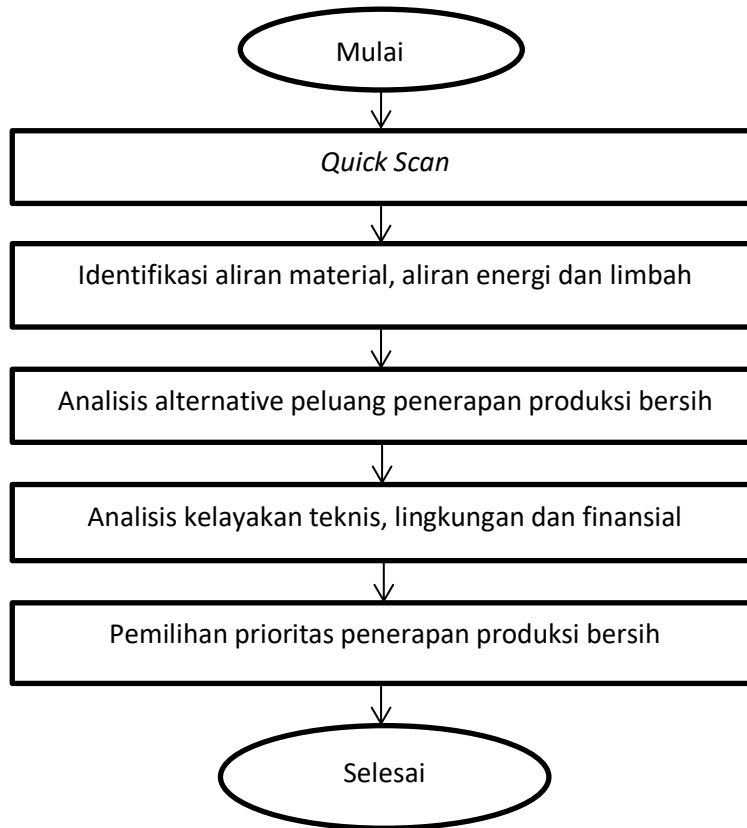
## **METODE**

Upaya mengatasi permasalahan lingkungan oleh industri tempe harusnya perlu dilakukan secara menyeluruh dan terus-menerus. Upaya tersebut dapat dilakukan melalui konsep produksi bersih, yaitu strategi pengelolaan lingkungan yang bertujuan untuk mencegah dihasilkan limbah pada sumber. Selain memberikan keuntungan berupa pengurangan resiko negatif terhadap lingkungan, produksi bersih juga dapat memberikan keuntungan secara finansial. Saat ini usaha-usaha penanganan limbah industri sudah mengarah kepada pengurangan resiko terhadap lingkungan. Upaya tersebut dilakukan dengan cara memanfaatkan limbah industri sebagai produk samping. Dalam rangka menciptakan *green industry* dan meningkatkan daya saing industri tempe, maka perlu adanya kajian tentang alternatif-alternatif produksi bersih yang dapat diterapkan.

Aplikasi produksi bersih diawali dengan persiapan dan perencanaan yang menghasilkan tujuan program produksi bersih. Disamping itu, perlu mengenalkan konsep produksi bersih kepada perusahaan. Perlu dilakukan kajian langsung dilapangan untuk mengetahui area yang memiliki potensi diterapkannya produksi bersih. Kajian ini akan menghasilkan berbagai alternatif yang dapat dilaksanakan dan tidak dapat dilaksanakan. Alternatif produksi bersih didiskusikan dan dianalisis terlebih dahulu untuk dapat diaplikasikan di lapangan. Diskusi dilakukan dengan pihak manajemen sebagai pengambil keputusan dalam pelaksanaan alternatif produksi bersih. Alternatif produksi bersih yang dapat diaplikasikan kemudian dilakukan evaluasi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap lingkungan kinerja perusahaan. Beberapa contoh kegiatan produksi bersih pada industri pengolahan kedelai adalah pemanfaatan limbah cair industri tahu atau tempe untuk dijadikan biogas atau usaha dalam *Recycling* air sisa proses produksi agar dapat dimanfaatkan kembali (Zannah 2017).

## **Tahapan Penelitian**

Penelitian dilakukan dalam 3 tahap, yaitu kajian (*quick scan*), identifikasi, dan analisis. Alur penelitian akan dijelaskan dalam diagram alir berikut :



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

### **Kajian (*Quick Scan*)**

Kajian (*Quick Scan*) merupakan tahap yang bertujuan untuk mengumpulkan seluruh data dan informasi proses produksi. Kajian (*Quick Scan*) merupakan kajian awal tentang proses produksi dari suatu perusahaan yang dilanjutkan dengan analisis singkat dan tepat serta menjadi indikator dari potensi penerapan produksi bersih. Kajian dapat dilakukan dengan pihak perusahaan dan observasi lapang.

### **Identifikasi aliran material, aliran energi dan limbah**

Hasil *quick scan* dianalisis menjadi neraca massa dan neraca energi. Neraca massa merupakan diagram aliran yang menampilkan jumlah *input-output* pada proses produksi. Neraca energi menampilkan jumlah *input-output* energi yang terjadi pada proses produksi, sehingga akan diketahui jumlah konsumsi energi dan *loss* energi yang mungkin terjadi. Limbah dan *loss* kemudian diidentifikasi sumber terbentuknya dan jumlahnya untuk dilakukan penyusunan alternatif produksi bersih.

### **Analisis Peluang Penerapan Produksi Bersih**

Analisis peluang penerapan produksi bersih dilakukan dengan dua cara yaitu wawancara dan studi literatur. Wawancara dilakukan dengan pihak perusahaan ataupun manajemen serta didiskusikan dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti *Reduce*, *Reuse* dan *Recycle*

sebagai prinsip utama produksi bersih. Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan dan menganalisis data sekunder yang didapatkan dari buku-buku acuan dan jurnal yang bertujuan untuk menemukan upaya penerapan produksi bersih yang baik untuk diaplikasikan.

### **Analisis Kelayakan**

Analisis kelayakan meliputi analisis teknis, finansial, dan lingkungan. Hasil kelayakan menghasilkan penentuan alternatif produksi bersih yang dilanjutkan dengan implementasi. Analisis secara teknis bertujuan untuk melihat kelayakan aplikasi alternatif produksi bersih secara teknis. BAPEDAL (2001) menyebutkan beberapa kriteria yang dapat menjadi pertimbangan untuk menentukan kelayakan teknis yaitu tidak merubah kualitas produk, memperhatikan aspek kesehatan dan keselamatan pekerja, tersedianya tempat untuk penambahan atau pemasangan alat baru, memperhatikan kemampuan sumber daya manusia serta kemungkinan diperlukannya tenaga ahli.

Analisis aspek finansial dilakukan untuk menghitung keuntungan yang diperoleh melalui penerapan produksi bersih. Analisa finansial dilakukan dengan menghitung *Payback period* dan *Benefit Cost Ratio*. Perhitungan *Payback period* dan B/C ratio dari alternatif produksi bersih bertujuan untuk pelaku industri mengetahui waktu mendapatkan pengembalian investasi dan kelayakan proyek. Semakin kecil nilai *Payback period* maka akan semakin cepat tingkat pengembalian biaya investasinya. Perhitungan *Payback period* dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam memilih alternatif produksi bersih yang akan diterapkan di industri. Perhitungan atau rumus *Payback period* dijelaskan dalam persamaan berikut :

$$\textit{Payback Period} = \frac{\textit{Total Investasi}}{\textit{Keuntungan per bulan}}$$

Perhitungan B/C ratio untuk mengetahui kelayakan proyek secara finansial. *Benefit Cost Ratio* adalah perbandingan jumlah nilai dari pendapatan (*benefit*) dan pengeluaran (*cost*) proyek selama umur finansialnya. Jika nilai B/C ratio > 1, maka proyek dinyatakan layak secara finansial sehingga dapat dilaksanakan. Jika nilai B/C ratio = 1, maka proyek boleh dilaksanakan atau tidak. Jika nilai B/C ratio < 1, maka proyek dinyatakan tidak layak secara finansial sehingga tidak dapat dilaksanakan (Soekartawi 1993). Perhitungan atau rumus *Benefit Cost Ratio* dijelaskan dalam persamaan berikut :

$$\textit{Benefit Cost Ratio} = \frac{\textit{Total Penerimaan}}{\textit{Total Biaya}}$$

Analisis kelayakan lingkungan dilakukan dengan mempertimbangkan perbaikan kualitas lingkungan. Alternatif produksi bersih yang dihasilkan nantinya dianalisis dampaknya terhadap lingkungan. Sesuai dengan tujuan umum produksi bersih menurut BAPEDAL (2001), bahwa setiap alternatif kegiatan yang mungkin dilakukan harus memasukkan pertimbangan perbaikan kualitas lingkungan dalam proses pengambilan keputusan. Jika terdapat suatu alternatif yang secara finansial dan teknis menguntungkan namun tidak memberikan dampak positif terhadap lingkungan, maka alternatif tersebut tidak layak untuk dipilih. Beberapa pertimbangan lingkungan yang dapat digunakan adalah pengurangan penggunaan sumber daya terkait upaya konservasi lingkungan seperti pemakaian air dan energi serta pengurangan

pemakaian bahan berbahaya yang dapat menciptakan terciptanya limbah B3 dan polusi terhadap lingkungan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Industri tempe yang menjadi objek penelitian adalah industri percontohan untuk para pelaku usaha perajin tempe, yaitu sebagai pusat inovasi terhadap proses produksi tempe yang bersih, berkualitas dan memenuhi standar keamanan pangan; menjadi pusat inovasi terhadap peralatan Teknologi Tepat Guna (TTG) yang higienis, mudah dan menguntungkan. Aliran material dan aliran energi yang diamati pada penelitian ini yaitu pada proses produksi tempe yang meliputi proses perendaman, perebusan, pemecahan kedelai, pemisahan kulit ari, pemisahan lembaga, pencucian, perebusan air (untuk proses pencampuran), penirisan dan peragian, pengemasan dan inkubasi. Bahan baku yang digunakan adalah kedelai sebanyak 250 Kg dengan produk tempe yang dihasilkan sebanyak 393,176 Kg.

### Tahapan Proses Produksi Tempe

#### (1) Perendaman I

Perendaman kedelai ditunjukkan untuk mengangkat kotoran seperti kulit luar kedelai dan ranting yang masih menempel pada kedelai. Penambahan air ini juga mengakibatkan kedelai yang awalnya berbentuk kecil menjadi berubah fisiknya menjadi lebih besar dan lunak. Menurut Astawan *et al* (2016), perendaman dan perebusan dapat memberi efek kepada derajat pengembangan kedelai, dan setelah mengalami proses perendaman bobotnya menjadi dua kali dari bobot awal.

#### (2) Perebusan Kedelai

Proses perebusan ini bertujuan yaitu untuk membunuh mikroorganisme kontaminan yang dapat mempengaruhi kualitas biji kedelai yang akan diolah menjadi tempe. Perebusan juga berfungsi untuk membuat tekstur kedelai menjadi lebih lunak yang nantinya akan bertujuan untuk kemudahan biji kedelai menyerap asam di proses perendaman selanjutnya (Rokhmah 2008).

#### (3) Perendaman II

Perendaman ini mengakibatkan biji kedelai menjadi lebih besar akan tetapi biji kedelai tidak menyerap air sebanyak proses perendaman I dan perebusan. Biji kedelai yang membesar mengakibatkan struktur kulitnya menjadi lebih mudah dikupas (Rokhmah 2008). Efek dari perendaman biji kedelai dalam proses ini yaitu terciptanya limbah cair, dikarenakan air proses perendaman menjadi bersifat asam karena fermentasi oleh bakteri (Syarief 2002).

#### (4) Pemecahan Kedelai

Pemecahan kedelai pada proses produksi tempe dilakukan untuk membelah biji kedelai menjadi dua bagian, yang bertujuan untuk memudahkan proses selanjutnya yaitu pembersihan kedelai dari kulit ari.

#### (5) Pemisahan kulit ari

Proses pemisahan kulit ari bertujuan untuk menghilangkan kulit ari yang terdapat pada biji kedelai. Proses pemisahan kulit ari menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Air hasil proses menghilangkan kulit ari ini masih bersifat asam, sehingga langsung disalurkan ke pipa pembuangan air yang mengarah ke tempat pengolahan limbah cair.

#### (6) Pemisahan Lembaga

Proses ini merupakan lanjutan dari proses pemisahan kulit ari yang bertujuan untuk menghilangkan lembaga pada biji kedelai.

#### **(7) Pencucian Kedelai**

Pencucian kedelai bertujuan untuk mengurangi kandungan asam yang terdapat pada biji-biji kedelai, sedangkan pencucian kedelai menggunakan air panas bertujuan untuk sterilisasi dan membunuh mikroorganisme yang berbahaya agar nantinya tempe dapat di konsumsi. Pencucian kedelai dilakukan dengan teknik *batch* yaitu sebanyak tiga kali, dilakukan dua kali menggunakan air biasa dan satu kali dengan air panas.

#### **(8) Penirisan dan Peragian**

Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung di biji kedelai serta menurunkan suhu biji kedelai hingga sesuai dengan kondisi pertumbuhan kapang sebelum dikemas (Rokhmah 2008). Kadar air yang optimum saat penaburan ragi tempe yaitu sekitar 45-55% (Syarief 2002). Peragian dilakukan langsung di wadah penirisan ketika proses penirisan selesai, dilakukan dengan cara menambahkan ragi ke kedelai yang sudah ditiriskan lalu diaduk secara manual dan disaring terlebih dahulu menggunakan tampah dari rotan sebelum dikemas. Produk tempe dapat terbentuk dikarenakan adanya proses fermentasi dengan cara menambahkan ragi tempe kepada kedelai. Ragi tempe adalah bahan yang mengandung biakan jamur tempe dan digunakan sebagai agen pengubah bahan baku menjadi tempe, akibat tumbuhnya jamur tempe dan melakukan kegiatan fermentasi yang menyebabkan berubahnya sifat karakteristik kedelai menjadi tempe (Kasmidjo 1990).

#### **(9) Pengemasan**

Proses pengemasan terdiri atas proses memasukkan kedelai ke dalam kemasan, penimbangan, *sealing*, dan pemadatan. Proses pemadatan dilakukan agar biji kedelai yang dimasukkan kedalam kemasan menjadi padat agar saat inkubasi terjadi menghasilkan tempe yang padat. RTI memproduksi tempe dengan dua jenis berat kemasan yaitu kemasan plastik berukuran 350 gram dan 550 gram. Selanjutnya kedelai yang sudah selesai akan diletakkan di suatu wadah untuk dibiarkan fermentasi agar menjadi tempe.

#### **(10) Inkubasi (Fermentasi)**

Proses fermentasi juga dapat meningkatkan nilai gizi dan aktivitas antioksidan makanan sehingga makanan hasil fermentasi lebih mudah dicerna dan memiliki cita rasa yang lebih baik (Mukhoyaroh 2015).

### **Pencucian Alat**

Alat proses produksi tempe yang digunakan di RTI pada umumnya lebih banyak menggunakan wadah penampung berupa tangki. Alat lainnya adalah seperti mesin pemecah kedelai, *box* plastik sebagai wadah penampung kedelai dan keranjang plastik untuk proses pemisahan kulit ari. Setelah semua kedelai telah selesai diolah hingga proses pencucian menggunakan *mixer*, alat-alat yang sudah selesai digunakan selanjutnya akan dicuci. Peralatan dicuci dengan cara menyiram dan menggosok alat agar kotoran menempel yang dihasilkan dari proses produksi sebelumnya tidak mempengaruhi kualitas tempe yang akan diproduksi kemudian. Pencucian peralatan ini sudah menjadi standar operasional prosedur dikarenakan industri mengutamakan proses higienis dalam industri tempenya.

### **Pengolahan Limbah Cair**

Limbah cair hasil dari proses produksi tempe akan diolah sebelum dibuang ke lingkungan, dan industri tersebut memiliki metode pengolahan limbah cair dengan menggunakan reaktor

biogas dan sumur resapan. Reaktor biogas menampung sebagian limbah cair yang dihasilkan dari beberapa tahapan proses produksi tempe yang lalu tercampur dan mengalami proses fermentasi di dalam reaktor. Selain itu sebagian efluen limbah cair biogas dilakukan filtrasi menggunakan arang aktif, zeolite, tawas, pasir, batu split, ijuk dan pecahan batu merah untuk mengurangi bau serta memperbaiki kejernihan sehingga dapat dialirkan ke sumur resapan. Secara umum proses anaerobik akan terjadi di dalam reaktor biogas tempat berkumpulnya air limbah dan menghasilkan gas metana (Biogas). Biogas adalah gas yang dihasilkan dari pembusukan bahan-bahan organik oleh bakteri pada kondisi anaerob (Sugiharto 2005). Fermentasi bakteri anaerob (bakteri metan) pada limbah cair dapat mengurangi pencemaran lingkungan dengan parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) sampai 88%. Hasil biogas yang tercipta dari proses pengolahan limbah cair ini rencananya dimanfaatkan untuk digunakan pada proses perebusan kedelai dan juga proses pemasakan air.

### Penggunaan Energi

Proses produksi tempe menggunakan beberapa alat dan mesin yang sumber tenaganya berasal dari listrik seperti mesin pemecah kedelai, kipas, *mixer* dan lainnya. RTI menggunakan sumber daya listrik yang berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebesar 2814,4 Watt per hari dengan kapasitas listrik 1300 VA dan juga menggunakan bahan bakar LPG untuk proses produksi sebanyak 18 Kg per hari atau setara dengan 882 MJ. Berdasarkan hasil *quick scan*, terjadi *loss* energi yang dikarenakan daya listrik yang masuk lebih besar daripada daya listrik yang dibutuhkan untuk menunjang kegiatan proses produksi. Daya listrik yang digunakan dikonversi kedalam satuan energi per kg produk dan dibedakan menjadi energi pada proses produksi dengan energi diluar proses produksi terkait. Jumlah energi yang digunakan dalam proses produksi pembuatan tempe dijelaskan pada Tabel 1.

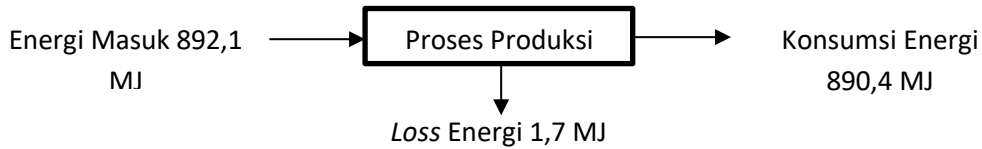
Tabel 1 Konsumsi Energi

Proses	Jenis Energi	Konsumsi energi		
		kWh	MJ	MJ/Kg
Perendaman I	Listrik	0,011	0,039	0,0001
Perebusan	Listrik + LPG	183,7	661,3	2,6452
Perendaman II	Listrik	0,008	0,029	0,0001
Pemecahan Kedelai	Listrik	0,15	0,54	0,0021
Pemisahan Kulit Ari	Listrik	0,029	0,104	0,0004
Pemisahan Lembaga	Listrik	0,006	0,021	0,0001
Pencucian	Listrik + LPG	61,24	220,4	0,8816
Penirisan & Peragian	Listrik	0,469	1,688	0,0067
Pengemasan	Listrik	0,4	1,44	0,0058
Fermentasi	Listrik	0,96	3,456	0,0138
Pencucian Alat	Listrik	0,032	0,115	0,0005
Energi Diluar Proses Produksi	Listrik	0,356	1,282	0,0051
<b>Total Energi</b>	<b>Listrik + LPG</b>	<b>247,4</b>	<b>890,4</b>	<b>3,5624</b>



Tabel 2 Energi Masuk

	Jenis Energi	kWh	MJ	MJ/Kg
Energi masuk	Listrik + LPG	247,8	892,1	3,5684



Gambar 2 Penggunaan energi pada Industri Tempe di RTI

### Alternatif Produksi Bersih

Produksi Bersih merupakan tindakan efisiensi pemakaian bahan baku, air dan energi, dan pencegahan pencemaran, dengan sasaran peningkatan produktivitas dan minimisasi timbulan limbah (Gunawan 2006). Alternatif produksi bersih dibuat berdasarkan analisis jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan pada setiap proses produksi. Limbah yang dihasilkan pada Industri tempe yaitu merupakan limbah cair, limbah padat dan *loss* energi. Limbah cair yang terbentuk berasal dari proses perendaman, perebusan, pemisahan kulit ari dan lembaga, pencucian kedelai dan pencucian alat. sementara limbah padat yang tercipta adalah hasil dari proses pemisahan kulit ari dan lembaga. Limbah tersebut dapat diminimalisir ataupun dimanfaatkan dengan cara *reduce* dan *reuse* untuk meningkatkan keuntungan dan meminimalisir dampaknya terhadap lingkungan.

#### 1. *Good House Keeping* (Penggunaan High Pressure Cleaner, HPC)

*Good House Keeping* (GHK) atau tata kelola yang baik merupakan suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan atas kemauannya sendiri dalam memberdayakan sumberdaya yang dimiliki untuk mengatur penggunaan bahan baku, air dan energi secara optimal dan bertujuan untuk meningkatkan produktifitas kerja dan upaya pencegahan pencemaran lingkungan (KLH 2003). Usaha dalam mewujudkan minimasi pemakaian air dalam proses pencucian alat di RTI salah satunya adalah dengan menggunakan *High Pressure Cleaner* (HPC) untuk proses pencucian alat sehingga air yang dikeluarkan tidak terlalu banyak (Maulani 2017).

Penggunaan HPC dapat memberi kemudahan pencucian alat dan merupakan suatu usaha minimasi penggunaan air dikarenakan air langsung dapat diatur dengan mesin HPC, sedangkan awalnya menggunakan selang adalah hal yang sulit untuk mengontrol konsumsi penggunaan airnya sehingga sering terjadi pemborosan dalam proses pencucian alat. Berdasarkan perhitungan pada Lampiran 2, penggunaan HPC dapat mengefisiensikan air sebanyak 104 L/hari sehingga dapat menghemat biaya sebesar Rp. 1166/hari dan didapatkan nilai *B/C ratio* yaitu 1,17. Nilai *B/C* lebih dari 1 menunjukkan bahwasannya alternatif produksi bersih ini layak dilaksanakan dan akan mengalami *pay back period* selama 2,02 tahun.

Usaha untuk menggunakan air dengan hemat adalah suatu usaha yang sangatlah penting, dikarenakan sumberdaya air berasal dari lingkungan dan air memiliki kapasitas persediaan dari alam. Sumberdaya air merupakan hal penting dalam menunjang sebuah aktivitas kegiatan sehari-hari seperti kegiatan rumah tangga, bidang pertanian, produksi pangan hingga aktivitas industri.

Usaha untuk efisiensi penggunaan air sangatlah layak diperjuangkan, dikarenakan berguna untuk mengimbangi kebutuhan masyarakat terhadap air dan melestarikan lingkungan.

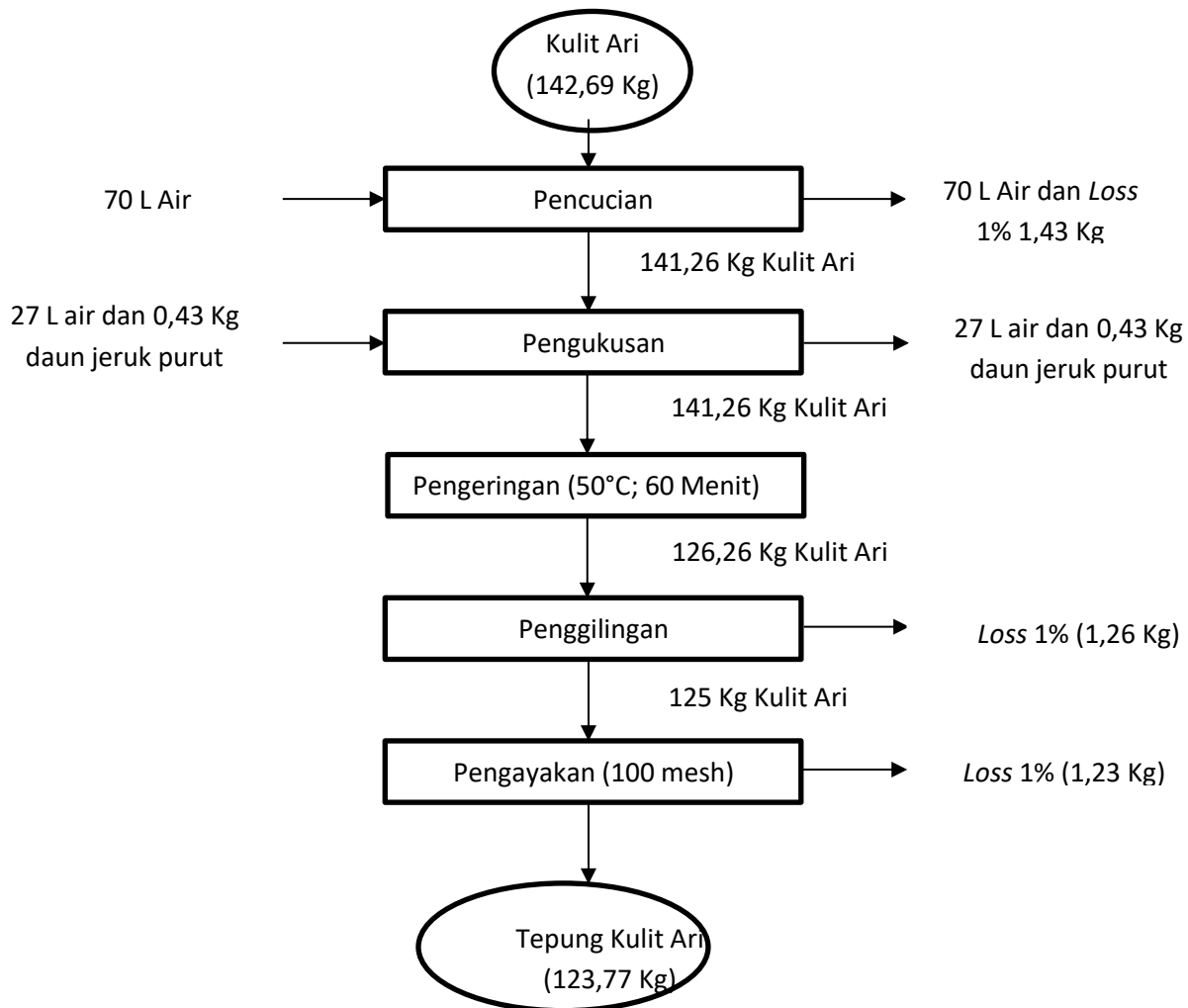
## 2. Mesin pemecah kedelai dan pemisah kulit ari yang terintegrasi

Proses pemisahan kulit ari dan lembaga merupakan salah satu proses yang penting di dalam proses produksi tempe. Apabila kulit ari dan lembaga kedelai tidak dibuang dari kedelai yang nantinya akan di proses, maka akan memberi pengaruh kepada cita rasa produk tempe itu sendiri. Pemisahan kulit ari dan lembaga kedelai di RTI dilakukan dengan cara manual, yaitu dengan mengambil kulit ari dan lembaga yang mengambang di air oleh pengrajin. Proses pemisahan kulit ari dan lembaga di RTI ini merupakan dua proses yang menggunakan sumberdaya air yang banyak sehingga juga menghasilkan limbah cair yang banyak. Penggunaan sumberdaya air dalam proses pemisahan kulit ari dan lembaga kurang lebih sebesar 37,7% dari total pemakaian air produksi tempe di Industri Penggunaan air dapat diminimalkan sehingga limbah cair yang dihasilkan sedikit. Usaha dalam meminimasi penggunaan sumberdaya air ini yaitu dengan cara menggunakan mesin pemecah dan pemisah kulit ari serta lembaga yang terintegrasi dalam suatu proses kerja (Ghaisani 2018).

Mesin pemecah kedelai serta pemisah kulit ari ini bernama *Huller*. Mesin ini dilengkapi dengan penggerak listrik dengan daya sebesar 220 Watt dengan kapasitas mesin  $\pm 30$  kg per jam dengan harga investasi mesin sebesar Rp 8.5000.000. Mesin yang berfungsi sebagai pemecah dan pemisah ini adalah salah satu usaha dalam mewujudkan efisiensi penggunaan air dalam proses produksi dikarenakan mesin ini memecahkan kedelai dan memisahkan kulit arinya dengan menggunakan air perendaman sebelumnya. Mesin ini dapat mengurangi penggunaan air dalam pembuatan tempe sebanyak 1481 Liter. Mesin ini sangat dapat diinterpretasikan ke dalam proses produksi tempe di RTI dikarenakan memberikan dampak pada penggunaan sumberdaya air yang akan berkurang, sehingga jumlah limbah cair yang dihasilkan juga berkurang. Penggunaan mesin pemecah kedelai dan pemisah kulit ari terintegrasi ini dapat menghemat biaya produksi sebesar Rp. 16.893,9/hari yang diperoleh dari penghematan penggunaan listrik dan air serta didapatkan nilai *B/C ratio* yaitu 4,01 yang menunjukkan bahwa alternatif produksi bersih ini sangat layak dilaksanakan. Investasi dari mesin ini akan mengalami *pay back period* selama 1,38 tahun.

## 3. Tepung Kulit Ari Kedelai

Limbah padat hasil industri tempe adalah salah satu limbah padat yang dapat dimanfaatkan menjadi suatu produk yang memiliki nilai ekonomis dikarenakan kandungan nutrisi dari kulit ari kedelai antara lain protein kasar sebesar 14,45%, lemak kasar sebesar 3,04%, abu sebesar 3,15%, serat kasar sebesar 47,01%, dan energimetabolis sebesar 3060,48 Kkal/kg (Rohmawati *et al* 2015). Ditinjau dari segi fisiknya, kulit ari biji kedelai bertekstur sangat tipis, lembut, mudah berbau dan tidak dapat bertahan lama sedangkan dari nutrisi yang terkandung dalam kulit ari kedelai memiliki kandungan yang cukup baik sehingga memiliki potensi untuk dimanfaatkan dan diolah menjadi tepung (Ghozali 2016). Limbah padat kulit ari dan lembaga yang dihasilkan produksi tempe sangat memungkinkan untuk diolah menjadi tepung. Proses pembuatan tepung dari kulit ari dan lembaga dapat dilihat dari Gambar 16. Berdasarkan perhitungan pada Lampiran 5, pengolahan limbah padat berupa kulit ari dan lembaga kedelai hasil proses pembuatan tempe diperoleh keuntungan sebesar Rp. 148.524/hari dengan nilai *B/C ratio* sebesar 1,67 dan memiliki PBP dengan jangka waktu 0,2 tahun



Gambar 3 Neraca Massa Pembuatan Tepung Kulit Ari Kedelai

#### 4. Water Recycle

Usaha dalam mengurangi limbah cair yang tercipta dan meminimumkan penggunaan sumberdaya air dapat dilakukan dengan cara *Water Recycle* atau daur ulang air hasil sisa proses produksi tempe. Filtrasi adalah salah satu sistem pengolahan limbah cair yang merupakan proses pemisahan zat padat melalui fluida yang membawanya menggunakan medium berpori untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat yang tersuspensi dan koloid, serta zat-zat lainnya. Selain itu, filtrasi dapat menghilangkan bakteri secara efektif dan juga membantu penyisihan warna, rasa, bau, besi dan mangan (Mulyana *et al* 2013). Filtrasi yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair proses pemisahan lembaga, pencucian kedelai dan pencucian alat adalah dengan sistem saringan pasir lambat *up flow* (SPL). Sistem SPL *up flow* juga sangat sesuai untuk pengolahan air yang bakunya mempunyai kekeruhan yang rendah dan relatif tetap. Pengolahan dengan saringan pasir lambat *up flow* merupakan teknologi pengolahan air yang sangat sederhana dan memiliki biaya operasi yang rendah akan tetapi menghasilkan kualitas air yang cukup baik sehingga sangat layak digunakan secara teknis (Said dan Herlambang 1999).

Filtrasi menggunakan SPL *up flow* berguna dalam daur ulang air untuk mengolah limbah cair hasil proses produksi tempe sebanyak 1847 L. Air yang di *Recycle* dapat digunakan kembali (*Reuse*) untuk kegiatan produksi sehingga dapat meminimasi penggunaan air dalam satu proses pembuatan tempe selanjutnya. Berdasarkan perhitungan pada Lampiran 4, pembangunan *Water Recycle* dengan metode SPL *up flow* ini dapat menghemat biaya produksi sebesar Rp. 21.102,6/hari yang diperoleh dari penghematan penggunaan listrik dan air. Berdasarkan dari hasil perhitungan didapatkan nilai B/C *ratio* yaitu 4,22 yang menunjukkan bahwasannya alternatif produksi bersih ini sangat layak dilaksanakan secara finansial. Investasi dari usaha *Water Recycle* ini akan mengalami *pay back period* selama 0,5 tahun.

Tabel 3 Nilai uji kelayakan finansial alternatif produksi bersih

Peluang produksi Bersih	B/C Ratio	PBP (Tahun)	Keuntungan (Rp/hari)	Investasi awal (Rp)
Penggunaan mesin <i>High Pressure Cleaner</i>	1,17	2,02	1.186,54	875.000
Penggunaan mesin <i>Huller</i>	4,01	1,38	16.893,9	8.500.000
Pembuatan Tepung Kulit Ari Kedelai	1,67	0,2	148.524	10.575.000
<i>Water Recycle</i>	4,22	0,52	21.102,6	3.978.000

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Limbah yang tercipta dari proses produksi tempe berupa kulit ari dan lembaga kedelai, air sisa proses pemisahan kulit ari, air sisa proses pemisahan lembaga, air sisa proses pencucian kedelai, air sisa proses pencucian alat, dan *loss* energi. Alternatif produksi bersih yang layak diimplementasikan dari aspek teknis, lingkungan maupun finansial adalah penggunaan HPC (*Good House Keeping*), penggunaan mesin pemecah kedelai dan pemisah kulit ari yang terintegrasi satu proses kerja (*Huller*), pembuatan tepung kulit ari dan *Water Recycle*.

### Saran

Perlunya penelitian lebih lanjut untuk penerapan alternatif produksi bersih yang direkomendasikan untuk melihat pengaruh produksi bersih pada kegiatan produksi di Rumah Tempe Indonesia. Rumah Tempe Indonesia dapat menyediakan pihak khusus yang menangani

bagian teknis dan lingkungan sehingga alternatif produksi bersih dapat diterapkan, mengingat manfaat alternatif tersebut cukup baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Artiyani A, Firmansyah NH. 2016. Kemampuan filtrasi *up flow* pengolahan filtrasi *up flow* dengan media pasir zeolit dan arang aktif dalam menurunkan kadar fosfat dan deterjen air limbah domestik . *Jurnal Industri Inovatif*. 6(1):8-15.
- Astawan M, Wresdiyati T, Widowati S, Ichsan M. 2016. Karakteristik fisikokimia tepung tempe kecambah kedelai. *Jurnal Gizi Pangan*. 11 (1): 35-42.
- BAPEDAL.2001. *Buku Panduan Model Penerapan Produksi Bersih*. Jakarta (ID).
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tempe: Persembahan Indonesia untuk Dunia. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. Pusat Informasi dan Dokumentasi (PUSIDO). 2012. *Tempe: Persembahan Indonesia untuk Dunia*. Jakarta (ID).
- Darmajana DA, Hanifah U, Taufan A, Novrinaldi, Afifah N. 2013. Efisiensi penggunaan air dan energi berbasis produksi bersih pada industri kecil tahu : studi kasus IKM tahu “sari rasa”. *Jurnal Pangan*. 22(4):287-394.
- Ghaisani S. 2018. Analisis proses produksi tempe dengan pendekatan produktivitas hijau (studi kasus : Rumah Tempe Indonesia) [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor
- Ghozali A. 2016. Potensi pemanfaatan limbah kulit ari kedelai sebagai bahan baku industri pangan [Skripsi]. Yogyakarta (ID) : Universitas Gadjahmada.
- Gunawan Y. 2006. Peluang penerapan produksi bersih pada sistem pengolahan air limbah domestik *waste water treatment plant #48* (Studi Kasus PT Badak NGL Bontang [Tesis]. Semarang (ID) : Universitas Diponegoro.
- Hines P, Taylor D. 2000. *Going Lean*. Cardiff (UK): Lean Enterprise Research Centre.
- Ifdholy M. 2018. *Life Cycle Assessment* (LCA) produk tempe (Studi kasus: Rumah Tempe Indonesia, Bogor, Jawa Barat) [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Indrasti NS, Fauzi AM. 2009. *Produksi Bersih*. Bogor (ID) : IPB Press.
- Indriyati. 2008. Strategi teknologi produksi bersih melalui tata kelola yang apik (GHK). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 9(4): 15-19.
- Kasmidjo R. 1990. *Tempe: Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan Serta Pemanfaatannya*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- [KEMANTAN] Kementerian Pertanian. 2016. Komoditas Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan. Jakarta (ID): Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. Panduan Produksi Bersih dan Sistem Manajemen Lingkungan Untuk Usaha/ Industri Kecil dan Menengah. Jakarta (ID): KLH.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. Kebijakan Produksi Bersih Nasional. Jakarta (ID): KLH.
- Krisdiana R. 2007. Karakteristik biji kedelai yang sesuai dengan preferensi penggunan. Kajian pada industri tahu dan tempe di Jawa Barat. Di Dalam Harnowo D et al. editor. Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Bogor(ID) : Balitkabi.
- Marimin, Magfiroh N. 2010. *Aplikasi Teknik Pengambilan Keputusan dalam Manajemen Rantai Pasok*. Bogor (ID): IPB Press.

- Maulani D. 2017. High Pressure Cleaner. *Blog Perkakas* [Internet]. [diunduh 2019 April 10]; Tersedia pada : <https://blog.perkakasku.com/2017/11/29/high-pressure-cleaner/>
- Mukhoyaroh H. 2015. Pengaruh jenis kedelai, waktu, dan suhu pemeraman terhadap kandungan protein tempe kedelai. *Florea*. 2 (2): 47-51.
- Mulyana Y, Purnaini R, Sitorus B. 2013. Pengolahan limbah cair domestik untuk penggunaan ulan (*Water Reuse*). *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Bersih*. 1(1):1-10.
- Pitono D. 2003. Sumbangan brantas untuk pembangunan berkelanjutan. *Makalah*. Dalam: Seminar Sistem Monitoring Pencemaran Lingkungan Sungai dan Teknologi Pengelolaannya di Hotel Panghegar Bandung, 8-9 Juli 2003.
- Purnama SG. 2016. *Modul Analisis Dampak Limbah Cair Industri Tempe Di Denpasar*. Bali (ID) : Universitas Udayana.
- Rangkuti AH. Teknik pengambilan keputusan multi kriterian menggunakan metode bayes, MPE, CPI, dan AHP. *Jurnal Comtech*. 2(1): 229-238.
- Rahayu SS, Budiarti VSA, Supriyanto E. 2012. Rekayasa pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dan Tempe dalam Upaya Mendapatkan Sumber Energi Pedesaan. *Jurnal Teknis*. 7(3): 129-139.
- Rohmawati D, Djunaidi IH, Widodo E. 2015. Nilai nutrisi tepung kulit ari kedelai dengan level inokulum ragi tempe dan waktu inkubasi berbeda. *Jurnal Ternak Tropika*. 16(1):30-33.
- Rokhmah, L. 2008. Kajian kadar asam fitat dan kadar protein selama pembuatan tempe kara bengkak (*Mucuna pruriens*) dengan variasi pengecilan ukuran dan lama fermentasi [Skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Said NI. 1995. Sistem pengolahan air limbah rumah tangga skala individual “tangki septik filter upflow”. *Majalah Analisis Sistem*. Tahun II:(3).
- Said NI, Herlambang. 1999. *Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Saringan Pasir Lambat Up Flow*. Jakarta (ID) : BPPT-Lingkungan.
- Said NI. 2006. Daur ulang air limbah (*Water Recycle*) ditinjau dari aspek teknologi, lingkungan dan ekonomi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 2(2):100-131.
- Satiawihardja. 1992. Teknologi pemanfaatan limbah untuk pakan : Fermentasi. *Wordpress* [Internet]. [Diakses pada 20 September 2018]. Tersedia pada : <https://jajo66.files.wordpress.com/2008/03/6fermentasi.pdf>
- Soekartawi. 1993. *Teori Finansial Produksi*. Jakarta(ID): Raja Grafindo Persada.
- Sugiharto. 2005. *Dasar – Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta (ID) : Universitas Indonesia.
- Suharto I. 2011. *Limbah Kimia Dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta (ID) : CV. Andi Offset.
- Sumaryanto. 2006. Peningkatan efisiensi penggunaan air irigasi melalui penerapan iuran irigasi berbasis nilai ekonomi air irigasi. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 24(2):77-91.
- Supardi, Imam, Sukanto. 1999. *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan Edisi Pertama*. Bandung (ID) : Penerbit Alumni.
- Syarief. 2002. *Wacana Tempe Indonesia*. Surabaya (ID) : Universitas Katolik Widya Mandala Press.
- Tim Pusindo BSN. 2012. *Tempe: Persembahan Indonesia untuk Dunia*. Jakarta: BSN.
- [UNEP]. United Nations Environment Programs. 2003. Resource Efficient and Cleaner Production. [Diakses pada 29 Juli 2018]. Di dalam : <http://www.unep.org/recp/>
- Wardjito, Suyadi. 2013. Desain rancang bangun mesin pemecah dan pemisah kulit ari kedelai dengan kapasitas 60 Kg/jam yang terintegrasi dalam satu proses kerja. *Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik*. 7(1):32-39.

- Widiasmoro Y. 2017. Perancangan unit pengolahan air bersih UMY (studi kasus : Air sumur di Unires Putri UMY, Tamantirto, Kasihan, Bantu) [Skripsi]. Yogyakarta (ID): Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Winarno FG. 1994. Enzim pangan. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari P. 2017. Kajian peluang penerapan produksi bersih pada *Packing House* komoditas pisang cavendish (studi kasus di PT Nusantara Tropical Farm, Lampung) [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Zannah N. 2017. Kajian peluang penerapan produksi bersih di industri tahu (studi kasus di Industri Tahu Bandung Raos Cap Jempol) [Skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.