

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Industri Pembuatan Kecap**

Industri kecap mencakup usaha pembuatan kecap dengan kedelai/ kacang-kacangan lainnya termasuk kecap ikan dan pembuatan tauco baik dari kedelai/ kacang-kacangan lainnya yang masih segar, maupun dari hasil sisa pembuatan kecap (Kementrian Perdagangan, 2017).

Kecap kedelai manis adalah produk cair yang diperoleh dari hasil fermentasi kacang kedelai (*Glycine max L*) dan gula, gula merah dengan atau tanpa proses karamelisasi dengan atau tanpa penambahan bahan lain dengan karakteristik dasar total gula tidak kurang dari 40% (BPOM, 2006). Berdasarkan SNI 3543: 2013 bagian 1, kecap kedelai manis didefinisikan sebagai produk berbentuk cair yang dibuat dari cairan fermentasi kedelai atau bungkil kedelai ditambah gula dengan atau tanpa menambahkan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Proses fermentasi kecap terdiri dari 2 tahap yaitu fermentasi padat (fermentasi koji/ tempe) dan fermentasi cair (fermentasi moromi). Kapang yang digunakan dalam fermentasi padat adalah *Aspergillus sp.* dan *Rhizopus sp.*. Fermentasi padat disebut koji jika menggunakan *Aspergillus sp.* dan jika menggunakan *Rhizopus sp.* disebut tempe. Fermentasi padat memerlukan waktu selama 3 – 5 hari. Selanjutnya koji dikeringkan untuk kemudian direndam dalam air garam 20 – 30%. Proses perendaman koji dalam air garam disebut fermentasi moromi. Fermentasi moromi memerlukan waktu selama 14 – 28 hari. Cairan hasil fermentasi moromi disebut moromi. Selanjutnya moromi ditambah dengan rempah-rempah dan dikentalkan sehingga diperoleh kecap (Rahayu, 1985).

Bahan baku yang digunakan untuk produksi kecap adalah kedelai hitam, gula merah dan garam. Terdapat 3 tahapan utama dalam proses produksi kecap yaitu perebusan kedelai, proses fermentasi dan pemasakan. Sebelum direbus, kedelai direndam dalam air bersih kemudian dibersihkan dari pengotornya. Kedelai yang sudah bersih dimasukkan ke dalam bejana untuk direbus. Setelah

direbus, kedelai ditiriskan dan didinginkan di atas tampah. Tampah tersebut ditutup dengan tampah lain. Karena terus berulang kali dipakai, tampah biasanya mengandung spora kapang sehingga berfungsi sebagai inokulum. Seringkali juga ditaburan *starter* (ragi) secara merata ke permukaan kedelai. Kedelai yang telah ditumbuhi kapang dan miselium ini dinamakan koji yang selanjutnya dijemur. Proses penjemuran dilanjutkan dengan perendaman koji di air garam yang bertujuan untuk menyeleksi mikroba karena garam merupakan senyawa yang selektif terhadap pertumbuhan mikroba. Koji dimasukkan ke dalam tangki yang telah diisi air garam. Di dalam tangki, sari kedelai akan terekstraksi dari kedelainya dan air garam akan tercampur dengan sari kedelai karena dilakukan pengadukan selama proses berlangsung. Hasil dari fermentasi kedelai kemudian di masak dengan ditambahkan gula merah dan air. Kecap yang telah masak kemudian disaring dan didinginkan sebelum dikemas ke dalam botol gelas dan botol plastik (Dewiandratika, 2007)

## **2.2. Limbah Industri**

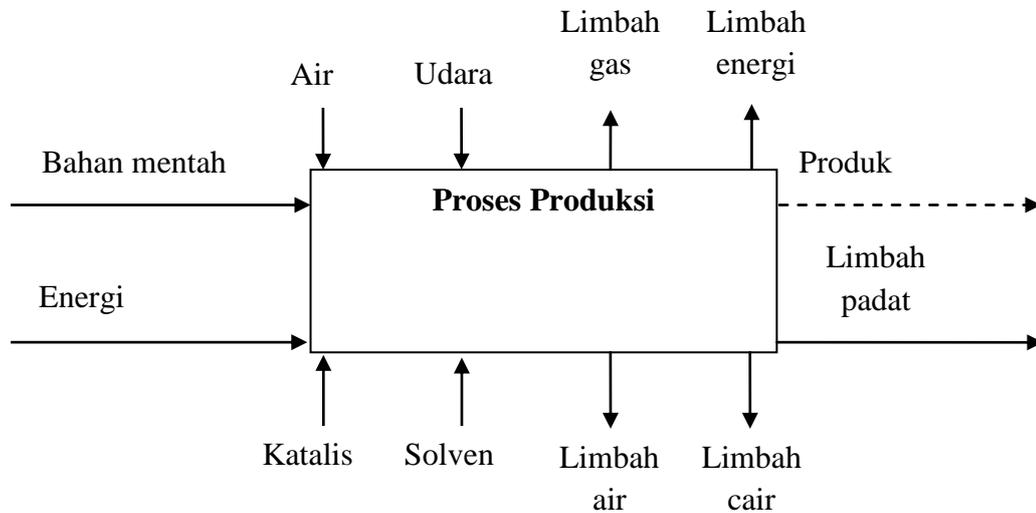
### **2.2.1. Limbah Industri Pangan**

Limbah adalah produk samping yang tidak di inginkan ataupun bahan yang rusak, cacat atau berlebihan dalam proses produksi. Sumber sekunder timbulnya limbah adalah kelebihan energi yang dibutuhkan untuk memproses dan juga untuk mengolah limbah yang dihasilkan (Mulholand, 2006).

Menurut ILO (2013), limbah lingkungan antara lain:

- a. Energi, air, atau bahan baku yang dikonsumsi namun berlebihan dari apa yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.
- b. Polutan dan limbah material yang dilepaskan ke lingkungan seperti emisi udara, pembuangan air limbah, limbah berbahaya dan limbah padat (sampah atau sisa yang dibuang).

Zat berbahaya yang mempengaruhi kesehatan manusia atau lingkungan hidup pada saat digunakan dalam proses produksi atau terkandung dalam produk.



Sumber: Mulholland, 2006

Gambar 2. 1Proses produksi manufaktur secara umum

Limbah lingkungan tidak menambah nilai ke pelanggan. Limbah atau pemborosan tersebut merupakan target yang harus dikurangi atau dihilangkan untuk meningkatkan produktivita. Tabel 2.1 menguraikan dampak lingkungan yang berkaitan dengan limbah yang ditargetkan untuk dikurangi. Dengan mengurangi limbah-limbah produksi melalui upaya *lean manufacturing*, perusahaan dapat meningkatkan kinerja lingkungannya dan produktivitas secara keseluruhan (ILO, 2013). *Lean manufacturing* merupakan strategi, metode, atau budaya yang dirancang untuk mencapai suatu siklus produksi manufaktur sesingkat mungkin dengan mengurangi persediaan yang berpotensi tidak terpakai atau terbuang. Hasil yang diharapkan adalah memproduksi barang hanya untuk memenuhi permintaan konsumen secara tepat serta mengurangi persediaan yang tidak efektif. Hal tersebut akan berdampak pada berkurangnya bebabn biaya, kinerja yang lebih tinggi dan siklus produksi yang lebih singkat.

Tabel 2. 1Dampak lingkungan pada berbagai area produksi limbah

No.	Area Produksi Limbah	Dampak Lingkungan
1.	Kelebihan produksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsumsi bahan baku dan energi lebih banyak dalam membuat produk yang tidak dibutuhkan</li> <li>• Produk lebih dapat rusak atau kadaluarsa.</li> <li>• Extra bahan berbahaya yang digunakan berakibat extra pada emisi, limbah, paparan pekerja dan lain-lain.</li> </ul>
2.	Persediaan (inventaris)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extra tempat penyimpanan untuk barang setengah jadi – WIP.</li> <li>• Limbah dari kerusakan barang setengah jadi – WIP.</li> <li>• Extra bahan karena barang setengah jadi (WIP) yang rusak.</li> <li>• Lebih banyak energi yang digunakan untuk AC, pemanas, dan lampu pada ruang penyimpanan.</li> </ul>
3.	Transportasi dan perpindahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebih banyak energi yang digunakan untuk transportasi.</li> <li>• Emisi dari transportasi.</li> <li>• Lebih banyak pengepakan untuk melindungi komponen selama proses perpindahan.</li> <li>• Rusak dalam perjalanan.</li> <li>• Transportasi untuk bahan berbahaya memerlukan pengepakan dan pengiriman khusus.</li> </ul>
4.	Cacat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan baku dan energi yang dikonsumsi dalam membuat produk cacat.</li> <li>• Komponen cacat memerlukan proses daur ulang atau pembuangan.</li> <li>• Banyak yang diperlukan untuk perbaikan dan pengerjaan ulang, peningkatan penggunaan energi untuk pemanasan, pendinginan dan pencahayaan.</li> </ul>
5.	Kelebihan proses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebih banyak bagian dan bahan mentah yang dikonsumsi per unit produksi.</li> <li>• Proses yang tidak diperlukan meningkatkan limbah, penggunaan energi dan emisi.</li> </ul>
6.	Menunggu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potensi bahan membusuk atau komponen rusak menyebabkan pemborosan.</li> <li>• Energi terbuang dari pemanasan, pendinginan dan pencahayaan selama downtime produksi.</li> <li>• Terjadi kelebihan waktu akibat kelambatan aliran proses.</li> </ul>

Sumber: ILO, (2013)

Menurut Dirjen IKM (2007), pengelolaan limbah industri pangan (cair, padat dan gas) diperlukan untuk meningkatkan pencapaian tujuan pengelolaan limbah (pemenuhan peraturan pemerintah) serta untuk meningkatkan efisiensi pemakaian sumberdaya. Secara umum, pengelolaan limbah merupakan rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi (*reduction*), pengumpulan (*collection*), penyimpanan (*storage*), pengangkutan (*transportation*), pemanfaatan (*reuse, recycling*), pengolahan (*treatment*) dan atau penimpunan (*disposal*). Kriteria utama pengolahan limbah pada umumnya adalah pemenuhan baku mutu yang berlaku dengan biaya minimum.

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri. Limbah cair adalah limbah yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan. Limbah cair industri pangan merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan. Jumlah dan karakteristik limbah industri bervariasi menurut jenis industrinya. Sebagai contoh industri pembuatan kecap.

Air limbah industri adalah sisa dari suatu kegiatan industri yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan dan dapat menurunkan kualitas lingkungan (Kusumawati, 2011). Persyaratan baku mutu air limbah bagi usaha pembuatan kecap termasuk dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi usaha dan /atau kegiatan pengolahan kedelai dapat dilihat pada tabel 2.2.

Limbah yang dihasilkan dari suatu industri harus memenuhi kriteria baku mutu limbah yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku. Kajian terhadap penerapan produksi bersih pada industri merupakan langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja lingkungan. Air limbah merupakan salah satu parameter dalam mengukur kinerja lingkungan (Kusumawati, 2011).

Tabel 2. 2Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan /atau Kegiatan Pengolahan Kedelai

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)
BOD	150	1,5
COD	300	3
TSS	100	1
pH	6 – 9	6 – 9
Kuantitas air limbah paling tinggi (m <sup>3</sup> /ton)	10	20

Limbah padat industri kecap berupa ampas kedelai hitam dan ampas kecap yang mengandung protein, lemak dan karbohidrat. Menurut (Sipayung, 2001), limbah padat pabrik kecap dapat dimanfaatkan menjadi bahan pakan ternak dengan formulasi ransum ternak yang baik. Ampas kecap mengandung protein sebesar 24,9%, kalsium 0,39% dan 0,33% fosfor. Ampas kecap bisa diberikan secara langsung sebagai pakan ternak dengan komposisi 20% dari ransum (Widyati dan Widalestari, 1996).

### 2.2.2. Keluaran Bukan Produk (KBP)

Setiap keluaran (*output*) yang bukan *output* produk secara definisi merupakan sebuah *non product output* (NPO) baik dalam bentuk limbah padat, cair dan emisi gas. Limbah dan emisi dihasilkan oleh bahan baku dan penolong serta bahan operasi termasuk energi dan air yang digunakan dalam proses produksi. Bahan baku dan bahan penolong serta kemasan yang dimaksudkan untuk menjadi produk, namun pada tingkat tertentu menjadi limbah dan emisi. Alasannya karena inefisiensi produksi, potongan bahan yang tidak terpakai (*scrap*), pemeliharaan yang buruk, kurangnya kualitas dan lain-lain. Untuk semua alasan tersebut, persentase kerugian (*loss/scrap*) harus diukur, dihitung atau diperkirakan. Bahan-bahan operasi seperti energi dan air secara definisi bukan bagian dari produk karena itu harus menjadi NPO dan berakhir di limbah dan emisi. (Jasch, 2009).

Total biaya keluaran bukan produk (KBP) merupakan penjumlahan biaya KBP dari *input*, biaya KBP dari proses produksi dan biaya KBP dari *output*.

Secara umum total biaya KBP berkisar antara 10-30% dari total biaya produksi. Pemahaman atas keluaran bukan produk (KBP) atau *non product output* (NPO) merupakan langkah awal dalam melakukan analisis sebelum penerapan konsep produksi bersih. Dengan menganalisa masukan dan keluaran bukan proses produksi dengan cara terperinci perusahaan memiliki peluang lebih lanjut guna mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas. Dengan melihat KBP merupakan pendekatan yang efektif untuk mengidentifikasi peluang perbaikan lebih lanjut. Dengan menganalisa *input* (masukan) dan *output* (keluaran) dari setiap proses produksi secara lebih dekat untuk mengidentifikasi peluang produksi bersih yang dapat diterapkan lebih lanjut dalam rangka mengurangi biaya produksi dan meningkatkan produktivitas.

Bentuk keluaran bukan produk antara lain meliputi: bahan baku yang kurang berkualitas, barang jadi yang ditolak atau diluar spesifikasi produk yang ditentukan (semua tipe), pemrosesan kembali (*reprocessing*), limbah padat (beracun/ tidak beracun), limbah cair (jumlah dari kontaminan, keseluruhan air yang tidak terkandung dalam produk final), energi yang tidak terkandung dalam produk akhir (seperti uap, listrik, oli, diesel dan lain-lain), emisi (termasuk kebisingan dan bau), kehilangan dalam penyimpanan, kerugian pada saat penanganan dan transportasi (internal maupun eksternal), pengemasan barang, klaim pelanggan dan *trade return*, kerugian karena kurangnya perawatan dan kerugian karena permasalahan kesehatan dan lingkungan.

## **2.3. Produksi Bersih**

### **2.3.1. Pengertian Produksi Bersih**

Produksi bersih merupakan tindakan efisiensi pemakaian bahan baku, air, energi, dan pencegahan pencemaran dengan sasaran peningkatan produktivitas dan minimasi timbulan limbah. Pola pendekatan produksi bersih adalah pola preventif atau pencegahan timbulnya pencemar dengan melihat suatu proses produksi dijalankan dan daur hidup suatu produk. Pengelolaan pencemaran dimulai dengan melihat sumber timbulan limbah mulai dari bahan baku, proses produksi, produk dan transportasi sampai ke konsumen dan produk menjadi

limbah (Purwanto, 2013). Produksi bersih merupakan sebuah strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan terpadu yang perlu diterapkan secara terus menerus pada proses produksi dan daur hidup produk dengan tujuan untuk mengurangi resiko terhadap manusia dan lingkungan (UNEP, 2003). Produksi bersih adalah strategi pengelolaan lingkungan yang mengarah pada pencegahan dan terpadu agar dapat diterapkan pada seluruh siklus produksi dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan memberikan tingkat efisiensi yang baik pada penggunaan bahan baku, energi dan air, mendorong performansi lingkungan yang lebih baik melalui pengurangan sumber-sumber pembangkit limbah dan emisi serta mereduksi dampak produk terhadap lingkungan dari siklus hidup produk dengan rancangan yang ramah lingkungan namun efektif dari segi biaya (UNIDO, 2002). Tujuan produksi bersih adalah untuk memenuhi kebutuhan akan produk secara berkelanjutan dengan menggunakan bahan yang dapat diperbarui, bahan tidak berbahaya dan penggunaan energi secara efisien dengan tetap mempertahankan keanekaragaman. Sistem produksi bersih berjalan dengan pengurangan bahan, air dan energi (Kunz et al, 2003). Produksi bersih menurut Kementerian Lingkungan Hidup didefinisikan sebagai strategi pengelolaan yang bersifat preventif, terpadu dan diterapkan secara terus menerus pada setiap kegiatan mulai dari hulu ke hilir yang terkait dengan proses produksi, produk dan jasa untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumberdaya alam, mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan mengurangi terbentuknya limbah pada sumbernya sehingga dapat meminimasi resiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2003).

Penerapan produksi bersih dalam industri dapat dilakukan menurut proses yang berjalan, mulai dari proses produksi hingga menghasilkan produk sampai kepada konsumen. Produksi bersih juga merupakan upaya yang positif yang layak dipertimbangkan oleh industri karena disamping mengurangi beban pencemaran juga dapat meningkatkan pendapatan perusahaan. Pada proses industri, produksi bersih berarti meningkatkan efisiensi pemakaian bahan baku, energi dan mencegah atau mengganti penggunaan bahan berbahaya dan beracun,

mengurangi jumlah dan tingkat racun serta emisi dan limbah sebelum meninggalkan proses.

Keberhasilan penerapan produksi bersih di industri ditandai dengan:

1. Berkurangnya pemakaian air,
2. Peningkatan efisiensi energi,
3. Penanganan limbah yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku,
4. Adanya pengurangan timbulan limbah cair maupun padat.

### **2.3.2. Prinsip Produksi Bersih**

Pola pendekatan produksi bersih dalam melakukan pencegahan dan pengurangan limbah yaitu dengan strategi 1E4R (*Elimination, Reduce, Reuse, Recycle, Recovery/ Reclaim*) (UNEP, 1999). Prinsip-prinsip pokok dalam strategi produksi bersih dalam Kebijakan Nasional Produksi Bersih (KLH, 2003) dituangkan dalam 5R (*Re-think, Re-use, Reduce, Recovery and Recycle*) (Purwanto, 2013).

1. *Elimination* (pencegahan) adalah upaya untuk mencegah timbulan limbah langsung dari sumbernya, mulai dari bahan baku, proses produksi sampai produk.
2. *Re-think* (berpikir ulang) adalah suatu konsep pemikiran yang harus dimiliki pada saat awal kegiatan akan beroperasi dengan implikasi:
  - Perubahan dalam pola produksi dan konsumsi berlaku baik pada proses maupun produk yang dihasilkan sehingga harus dipahami betul apa saja daur hidup produk.
  - Upaya produksi bersih tidak dapat berhasil dilaksanakan tanpa adanya perubahan pola pikir, sikap dan tingkah laku dari semua pihak terkait (pemerintah, masyarakat maupun kalangan usaha).
3. *Reduce* (pengurangan) adalah upaya untuk menurunkan atau mengurangi timbulan limbah pada sumbernya.
4. *Reuse* (pakai ulang/ penggunaan kembali) adalah upaya yang memungkinkan suatu limbah dapat digunakan kembali tanpa perlakuan fisika, kimia atau biologi.

5. *Recycle* (daur ulang) adalah upaya mendaur ulang limbah untuk memanfaatkan limbah dengan memprosesnya kembali ke proses semula melalui perlakuan fisika, kimia dan biologi.
6. *Recovery/ Reclaim* (pungut ulang, ambil ulang) adalah upaya mengambil bahan-bahan yang masih mempunyai nilai ekonomi tinggi dari suatu limbah kemudian dikembalikan ke dalam proses produksi dengan atau tanpa perlakuan fisika, kimia dan biologi.

Meskipun prinsip produksi bersih dilakukan dengan strategi 1E4R ataupun 5R, namun perlu ditekankan pada 2R pertama yaitu pencegahan dan pengurangan. Bila strategi 2R pertama tersebut masih menimbulkan pencemaran atau limbah, kemudian baru dilakukan strategi 3R berikutnya yaitu reuse, recycle, dan recovery sebagai suatu strategi tingkatan pengelolaan limbah (Purwanto, 2004).

Terkait dengan permasalahan jika masih terbentuk limbah maka dapat dilakukan strategi berikut sebagai upaya terakhir yaitu:

1. *Treatment* (pengolahan), dilaksanakan agar buangan dapat memenuhi baku mutu lingkungan.
2. *Disposal* (pembuangan), limbah yang termasuk dalam kategori berbahaya dan beracun perlu dilakukan penanganan khusus.

Pada hirarki prioritas manajemen limbah, yang menjadi prioritas utama adalah dengan mengurangi konsumsi bahan baku yang berpotensi menimbulkan limbah. Dengan adanya pengurangan volume dalam proses diharapkan dapat mengurangi pula jumlah limbah beracun yang dihasilkan, selanjutnya akan mengurangi biaya operasi, akan mengurangi kesulitan pengolahan limbah serta mengurangi kemungkinan timbulnya penyakit dan pengaruh buruk terhadap manusia dan lingkungan.

Prinsip-prinsip pokok dalam strategi produksi bersih adalah (Indrasti, N.S. dan Fauzi A. M., 2009):

1. Mengurangi atau meminimalkan penggunaan bahan baku, air dan energi serta menghindari pemakaian bahan baku beracun dan berbahaya serta mereduksi terbentuknya limbah pada sumbernya sehingga mencegah dan atau

mengurangi timbulnya masalah pencemaran dan kerusakan lingkungan serta risikonya terhadap manusia.

2. Perubahan terhadap pola produksi dan konsumsi berlaku baik terhadap proses maupun produk yang dihasilkan.
3. Upaya produksi bersih ini tidak dapat berhasil dilaksanakan tanpa adanya perubahan dalam pola pikir, sikap dan tingkah laku dari semua pihak terkait baik dari pihak pemerintah, masyarakat maupun kalangan industri. Selain itu juga perlu diterapkan pola manajemen di kalangan industri maupun pemerintah yang telah mempertimbangkan aspek lingkungan.
4. Mengaplikasikan teknologi ramah lingkungan, manajemen dan prosedur standar operasi sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan. Kegiatan-kegiatan tersebut tidak selalu membutuhkan biaya investasi yang tinggi dan waktu yang diperlukan untuk pengembalian modal investasi relatif singkat.
5. Pelaksanaan program produksi bersih lebih mengarah pada pengaturan sendiri (*self regulation*) dan peraturan yang sifatnya musyawarah mufakat daripada pengaturan secara command and control. Jadi pelaksanaan program produksi bersih ini tidak hanya mengandalkan peraturan pemerintah saja, tetapi lebih didasarkan pada kesadaran untuk mengubah sikap dan tingkah laku.

### **2.3.3. Perangkat Produksi Bersih**

Perangkat produksi bersih menurut Purwanto (2005) dan GTZ – Pro LH (2007) meliputi :

1. *Good Housekeeping* (tata kelola yang baik) merupakan serangkaian 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 produktivitas kerja dan upaya pencegahan pencemaran. Upaya-upaya tersebut berkaitan dengan langkah praktis yang harus segera dilaksanakan oleh perusahaan.

Konsep *good housekeeping*:

- a. Rasionalitas pemakaian masukan bahan baku, air dan energi untuk mengurangi kerugian masukan bahan berbahaya dan beracun serta mengurangi biaya operasional.
- b. Mengurangi volume dan atau toksisitas limbah, limbah air dan yang berkaitan dengan produksi.
- c. Menggunakan limbah dan atau mendaur ulang masukan.
- d. Memperbaiki kondisi kerja dan keselamatan kerja dalam perusahaan.
- e. Mengadakan perbaikan organisasi.

Dengan menerapkan *good housekeeping* maka perusahaan mendapat berbagai keuntungan selain itu juga dapat mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh kegiatan perusahaan.

2. Pengelolaan bahan berbahaya dan beracun, merupakan upaya upaya penanganan bahan yang dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya.
3. Penggantian bahan baku, merupakan upaya untuk menggaanti dengan bahan yang kurang berbahaya dan kurang beracun, bahan yang tidak mudah rusak dan bahan yang menimbulkan limbah yang tidak dapat diurai di lingkungan.
4. Perbaikan prosedur operasi, merupakan upaya untuk mengembangkan dan memodifikasi prosedur operasional standar dengan langkah yang lebih praktis dan efisien.
5. Modifikasi proses dan peralatan, merupaka upaya modifikasi proses maupun peralatan produksi sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan menurunkan timbulan limbah.
6. Penggantian teknologi merupakan upaya mengganti teknologi produksi untuk meningkatkan efisiensi dan menurunkan timbulan limbah, mengubah urutan proses produksi menjadi lebih efisien serta memperbaiki tata letak peralatan produksi untuk lebih meningkatkan produktivitas dan penggunaan bahan, air dan energi yang lebih efisien.
7. Modifikasi dan reformulasi produk merupakan upaya memodifikasi spesifikasi produk untuk meminimalkan resiko terhadap lingkungan selama proses produksi dan setelah produk tersebut digunakan.

#### 2.3.4. Kendala Produksi Bersih

Hambatan dalam penerapan produksi bersih dikarenakan kurangnya komunikasi antara bagian yang bertanggung jawab atas proses produksi dan bagian pengelola limbah yang dihasilkan ditambah dengan faktor kepemimpinan, ketahanan terhadap perubahan, sistem *reward* yang tidak menguntungkan, kurangnya fleksibilitas dalam struktur organisasi dan kekhawatiran tentang kerahasiaan data (Lopes Silvia, dkk., 2013). Beberapa kendala yang dapat terjadi penerapan produksi bersih antara lain adalah:

1. Kendala Ekonomi

Kendala ekonomi terjadi apabila kalangan usaha tidak merasa mendapat keuntungan dalam penerapan produksi bersih. Sekecil apapun konsepnya, apabila tidak menguntungkan bagi perusahaan maka akan menyulitkan pihak manajemen untuk menerapkan konsep tersebut. Hambatan yang sering terjadi antara lain: besarnya biaya peralatan dan modal atau investasi dibandingkan dengan kontrol pencemaran secara konvensional sekaligus penerapan produksi bersih.

2. Kendala Teknologi

Kendala teknologi sering terjadi disebabkan kurangnya penyebaran informasi mengenai konsep produksi bersih, adanya kemungkinan pendekatan system baru yang tidak sesuai dan tidak memungkinkannya tambahan peralatan seta terbatasnya ruang kerja atau produksi.

3. Kendala Sumberdaya Manusia

Kendala sumberdaya manusia dipengaruhi oleh kurangnya dukungan dari pihak manajemen puncak, keengganan untuk berubah baik secara individu maupun organisasi, lemah komunikasi intern tentang proses produksi yang baik, pelaksanaan manajemen organisasi perusahaan yang kurang fleksibel, birokrasi yang sulit terutama dalam pengumpulan data primer dan kurangnya dokumentasi dan penyebaran informasi.

Kendala penerapan produksi bersih yang ditemui pada industri kecil dan menengah sangat beragam, terutama pada ada tidaknya komitmen dari pemilik atau manajemen. Banyak pemilik yang masih menjalankan industri seperti apa

adanya yang penting masih dapat bertahan di saat krisis dan memperoleh keuntungan, sehingga produksi bersih bukan menjadi prioritas. Faktor penghambat lain dijumpai pada industri skala kecil menengah adalah kurangnya sumberdaya manusia yang mengerti produksi bersih, ketersediaan teknologi yang terbatas, kurangnya permodalan untuk investasi peralatan serta pengusaha takut untuk mengambil resiko melakukan investasi jangka panjang.

### **2.3.5. Penerapan Produksi Bersih pada Industri**

Penerapan produksi bersih dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Adanya faktor pendorong dalam pengelolaan lingkungan khususnya produksi bersih menyebabkan industri lebih memperhatikan aspek lingkungan dengan dasar peningkatan efisiensi proses.

Produksi bersih dapat diterapkan pada berbagai sektor baik sektor produksi, produk maupun jasa untuk mencapai keefisiensi dan sudah banyak diterapkan seperti pada pertanian dengan *eco-farm*, perhotelan dengan *eco-hotel*, rumah sakit dengan *eco-hospital* atau perkantoran dengan *eco-office*. Penerapan produksi bersih dapat dilakukan dari pengelolaan internal melalui good house keeping sampai pada tahap penggantian teknologi ramah lingkungan yang memerlukan investasi. Langkah penerapan diawali dengan komitmen dari pemilik ataupun top management untuk melakukan efisiensi. Kemudian diikuti dengan kajian dan penentuan peluang yang dapat diterapkan. Apabila berhasil, kemudian mencari peluang baru untuk dilakukan upaya perbaikan secara terus menerus. Penerapan produksi bersih pada industri secara sistematis terdiri dari beberapa langkah yaitu (Purwanto, 2005):

#### **1. Perencanaan dan organisasi**

Langkah ini memerlukan komitmen dari manajemen untuk melakukan penerapan produksi bersih. Banyak dari industri kecil tidak mempunyai struktur organisasi, manajemen perusahaan dilakukan oleh pemilik perusahaan secara langsung. Komitmen, visi dan misi perusahaan untuk mengelola lingkungan dikomunikasikan kepada seluruh karyawan sehingga karyawan dapat mengetahui dan bekerja sama dengan pemilik usaha untuk

melakukan kegiatan industri yang dapat mengurangi potensi timbulnya limbah.

## 2. Kajian peluang produksi bersih

Kajian peluang produksi bersih dapat dilakukan dalam dua tahap yaitu kajian awal dan kajian rinci. Kajian awal dilaksanakan untuk memberikan gambaran mengenai penerapan produksi bersih di suatu perusahaan dengan mengumpulkan dan mengembangkan beberapa informasi dasar yang digunakan sebagai bahan kajian rinci dan evaluasi kelayakan. Kajian awal menggunakan diagram alir proses dan peninjauan lapangan.

Diagram alir proses merupakan salah satu metode terbaik untuk memperoleh informasi. Informasi dapat diperoleh pada setiap langkah proses paling tidak meliputi semua input (bahan baku, bahan penolong air dan listrik) dan output (produk, produk samping dan limbah). Menurut Purwanto (2013) kajian menggunakan diagram alir proses akan memberikan informasi mengenai bahan baku, air, energi, timbulan limbah dan emisi pada setiap proses/kegiatan.

Peninjauan lapangan dilakukan oleh tim pelaksana produksi bersih dengan mengamati setiap langkah proses untuk mengidentifikasi timbulan limbah, pemborosan dan menentukan peluang untuk perbaikan. Pengamatan langsung pada industri dapat mengamati pengelolaan pabrik, melihat tata kelola pabrik, menemukan sumber kebocoran, ceceran bahan dan melihat tata letak peralatan proses yang kurang efisien.

Kajian awal dapat dilengkapi dengan daftar periksa tentang masalah yang ada pada gudang, proses, kerumahtanggaan, staf, limbah pemasaran dan lingkungan secara umum. Hasil dari kajian awal meliputi diagram alir, peninjauan lapangan dan daftar periksa berupa masukan untuk menentukan peluang produksi bersih dengan membuat kesimpulan awal sebagai berikut (Purwanto, 2013):

- Identifikasi timbulan limbah pada setiap langkah proses
- Memprioritaskan pada limbah yang mempunyai nilai tinggi, bersifat racun atau bervolume besar

- Mengembangkan ide untuk mencegah atau mengurangi timbulan limbah dan meningkatkan efisiensi dan produktivitas
- Informasi terkait peluang penerapan produksi bersih ditindaklanjuti dalam kajian rinci

Kajian rinci digunakan untuk mengevaluasi kinerja lingkungan, efisiensi pemakaian bahan baku serta timbulan limbah. Kajian rinci memerlukan data secara kuantitatif dan akurat sehingga dapat menentukan peluang produksi bersih dengan tepat. Kajian rinci memerlukan informasi umum mengenai perusahaan, informasi mengenai peraturan perundang-undangan, standar lingkungan, neraca massa dan energi serta struktur biaya produksi.

Langkah kajian rinci antara lain meliputi (Purwanto, 2013):

- Langkah 1: Pengumpulan informasi umum perusahaan  
Informasi mengenai perusahaan secara umum meliputi jenis produk, kapasitas produksi, bahan baku, utilitas (kebutuhan air, energi dan bahan penolong) serta jumlah karyawan yang terlibat langsung di dalam proses produksi.
- Langkah 2: Neraca massa dan energi  
Menghitung neraca massa dan energi secara menyeluruh pada setiap langkah proses sehingga dapat diketahui efisiensi perusahaan dan timbulan limbah secara rinci pada setiap langkah proses, berdasarkan pada perhitungan neraca massa dan energi dapat diketahui efisiensi massa yang menjadi produk dan efisiensi massa yang hilang dan menjadi limbah. Efisiensi energi dapat pula diketahui dari perhitungan neraca energi.
- Langkah 3: Perhitungan biaya produksi dan limbah  
Perhitungan biaya produksi dikembangkan berdasarkan data neraca massa dan energi serta informasi biaya. Berdasarkan data tersebut, didapatkan biaya produksi per satuan berat atau volume produk, biaya bahan baku per satuan produk. Biaya limbah tidak hanya biaya kehilangan tetapi perlu ditambahkan biaya pengolahan dan biaya penimbunan. Berdasarkan perhitungan biaya tiap langkah proses maka

dapat ditentukan pada langkah mana yang memberikan kontribusi biaya paling besar dan signifikan.

- Langkah 4: Identifikasi penyebab timbulan limbah

Secara umum penyebab dari timbulan limbah antara lain disebabkan oleh:

- a. Kerusakan bahan pada saat penyimpanan
- b. Bahan yang telah kadaluarsa karena persediaan yang berlebihan
- c. Prosedur operasi yang tidak dilaksanakan
- d. Pengendalian proses yang kurang baik
- e. Kebocoran, ceceran/tumpahan bahan
- f. Perawatan yang tidak dilakukan dengan baik
- g. Peralatan produksi yang rusak atau tidak sesuai

- Langkah 5: Penentuan peluang produksi bersih

Identifikasi penyebab timbulan limbah dan berbagai ide yang muncul untuk menyelesaikannya pada dasarnya merupakan peluang produksi bersih. Langkah-langkah penentuan peluang produksi bersih secara sistematis dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Langkah 1: Membuat daftar semua penyebab timbulan limbah yang telah dilakukan pada langkah 4 sampai pada akar permasalahan.
- b. Langkah 2: Penerapan produksi bersih. Berpikir berdasarkan tingkatan pertama yaitu pencegahan, pengurangan, pakai ulang, pungut ulang, pengolahan limbah dan penimbunan.
- c. Langkah 3: Penentuan tindakan produksi bersih. Apa yang bisa dilakukan untuk perbaikan meliputi kerumahtanggaan yang baik, perbaikan prosedur kerja, penggantian bahan baku, perbaikan teknologi dan proses, penggantian teknologi, dan penyesuaian spesifikasi produk.

3. Analisis kelayakan

Analisis kelayakan penerapan produksi bersih meliputi kelayakan lingkungan, teknis dan ekonomi. Kelayakan lingkungan untuk mengetahui apakah penerapan produksi bersih dapat mengurangi timbulnya limbah baik secara

kuantitas maupun kualitas. Kelayakan teknis berhubungan dengan penerapan teknologi dalam proses produksi. Tindakan produksi bersih layak secara teknis bila dengan modifikasi atau penggunaan teknologi baru mampu menjamin kualitas produk atau bahkan menaikkan kualitas. Sedangkan kelayakan ekonomi merupakan faktor penentu program produksi bersih. Analisis ekonomi dapat dilakukan dengan menghitung investasi, waktu pengembalian modal dan besarnya penghematan yang diperoleh dari penerapan produksi bersih.

Dalam membuat analisis kelayakan, ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu:

- a. Pertimbangan teknologi diantaranya ketersediaan teknologi yang dimiliki, keterbatasan fasilitas termasuk kesesuaian operasi yang ada, syarat untuk membuat suatu produk, keamanan operator dan pelatihan, potensi terhadap kesehatan dan dampak lingkungan.
- b. Pertimbangan ekonomi yaitu modal dan biaya operasi serta *pay – back periode*.

#### 4. Implementasi

Implementasi peluang produksi bersih meliputi penyediaan dukungan pembiayaan, kesiapan tim pelaksana yang melibatkan karyawan sebagai bagian dari pekerjaan rutinnya, pembuatan jadwal pelaksanaan, sistem monitoring dan pengukuran keberhasilan. Untuk mengetahui sampai sejauh mana implementasi peluang produksi bersih dikembangkan indikator kinerja kunci dengan sasaran yang meliputi efisiensi produktivitas, pengurangan timbulnya limbah dan peningkatan kesehatan dan keselamatan kerja.

#### 5. Monitoring dan evaluasi

Berdasarkan indikator kinerja kunci, dilakukan monitoring capaian penerapan secara terjadwal dan periodik. Evaluasi dan tinjauan ulang dilakukan terhadap capaian yang telah diperoleh dibandingkan dengan sasaran yang diprogramkan. Apabila sasaran yang diprogramkan tidak tercapai maka perlu dicari penyebab dan penyelesaiannya.

Tabel 2. 3Penilaian penentuan prioritas produksi bersih

Skala	Teknis	Ekonomi	Lingkungan
3	Mudah sekali untuk dilaksanakan	Tanpa biaya ( <i>no-cost</i> )	Memberikan efek yang signifikan terhadap perubahan lingkungan
2	Relatif mudah untuk dilaksanakan	Memerlukan biaya rendah ( <i>low cost</i> )	Sedikit efek terhadap perbaikan lingkungan
1	Susah untuk dilaksanakan	Memerlukan biaya tinggi ( <i>high cost</i> )	Tidak ada efek terhadap perbaikan lingkungan

(Indrasti dan Fauzi, 2009)

Tabel diatas menunjukkan penggunaan skala penilaian dalam menentukan prioritas penerapan peluang-peluang produksi bersih, dimana digunakan skor 1 – 3 untuk masing-masing penilaian alternatif peluang yang meliputi penilaian teknis, ekonomi dan lingkungan. Penilaian teknis meliputi teknologi dan biaya untuk melaksanakan penerapan produksi bersih. Penilaian ekonomi dianalisis berdasarkan kemampuan alternatif penerapan produksi bersih dalam memberikan nilai tambah dan keuntungan bagi industri. Sedangkan penilaian lingkungan berdasarkan dampak positif terhadap perbaikan lingkungan jika alternatif penerapan dilaksanakan di industri.

### 2.3.6. Indikator Kinerja

Untuk mengetahui sampai sejauh mana implementasi produksi bersih dikembangkan indikator kinerja kunci (*key performance indicator*) dengan sasaran yang meliputi efisiensi, produktivitas, pengurangan timbulan limbah dan peningkatan kesehatan dan keselamatan kerja (Purwanto, 2009).

Tabel 2. 4Indikator kinerja

No.	Sasaran	Pengukuran	Indikator Kinerja
1.	Peningkatan efisiensi kerja	Produktivitas kerja	Tingkat produktivitas
	Peningkatan efisiensi penggunaan bahan baku	Bahan baku Produk	Tingkat perolehan produk jadi Rasio perolehan produk jadi Rasio biaya produk Rasio produk gagal Rasio kerugian produk gagal

	Peningkatan efisiensi penggunaan listrik	Listrik	Tingkat pemakaian listrik Rasio biaya listrik
		Bahan bakar	Tingkat pemakaian bahan bakar Rasio biaya bahan bakar
2.	Penurunan timbulan limbah dan emisi	Limbah padat	Tingkat timbulan dan karakteristik limbah padat
		Limbah cair	Tingkat timbulan dan karakteristik limbah cair
3.	Peningkatan kesehatan dan keselamatan kerja	Kecelakaan kerja	Tingkat kecelakaan kerja

#### 2.4. Peluang Produksi Bersih Pada Industri Pangan

Pada proses produksi *nata de coco*, terjadi pemborosan penggunaan bahan baku, air, dan energi. Tindakan penerapan produksi bersih yang dilakukan akan memberikan manfaat positif dari sisi lingkungan dan ekonomi. Manfaat ekonomi yang diperoleh adalah penghematan biaya produksi dari segi penggunaan bahan baku, bahan penunjang, dan penggunaan air serta peningkatan keuntungan. Sedangkan manfaat lingkungan berupa pengurangan timbulan limbah cair dan pengurangan timbulan limbah padat. Langkah produksi bersih yang dapat diterapkan pada proses produksi *nata de coco* yaitu penjualan sisa potongan nata kepada pedagang minuman *jelly drink*, pemanfaatan kotoran hasil penyaringan, pembersihan kulit nata dan nata *reject* untuk pembuatan pupuk, penggunaan kembali (*reuse*) air bekas terakhir sisa perendaman nata, air pembersihan nata dan air bekas pencucian botol serta nampan untuk proses pencucian selanjutnya, penjualan koran bekas penutup nampan fermentasi kepada pihak ketiga, dan pemanfaatan kembali sisa cairan fermentasi untuk pembuatan starter (Ariyanti, 2014).

Industri slondok menggunakan bahan baku, bahan penolong, air, dan energi dalam proses produksinya serta menghasilkan produk dan keluaran bukan produk atau limbah baik padat, cair dan emisi. Timbulan limbah yang dihasilkan berupa limbah padat yaitu kulit, kotoran dan bonggol, sontrot (serat ubi kayu), kupasan tumpeng, abu sisa pembakaran, dan ceceran bahan. Limbah cair berupa air bekas cucian ubi kayu, limbah cair proses pengepresan, dan air sisa kukusan.

Sedangkan limbah yang berwujud gas berupa asap dan uap air. Beberapa peluang penerapan produksi bersih yang dapat dilakukan yaitu: penggantian bahan bakar dari kayu bakar ke pelet kayu penghematan sebesar Rp.133.000/bulan karena pelet kayu lebih rendah tingkat abu dan emisi, standarisasi dan pengecekan rutin terhadap garuk diperoleh penghematan sebesar Rp.260.000/bulan, penggunaan karung langsung pada mulut mesin pamarut dan menjaga area produksi dari ternak ayam akan menghemat Rp.39.000/bulan, langkah segera mematikan bara api begitu proses pengukusan selesai akan menghemat 2% kayu bakar sehingga penghematan biayanya sebesar Rp.8.000/bulan, memperpanjang masa pakai air proses pencucian ubi kayu akan menghemat air 1.500 L/bulan, penggunaan pipa air untuk mengisi bak pencucian menghemat air 150 L/bulan. Prioritas penerapan alternatif peluang produksi bersih yaitu perpanjangan masa pakai air proses pencucian ubi kayu, diikuti dengan penggantian bahan bakar dari kayu bakar ke pelet kayu (Prabowo, 2015).

Hasil penelitian di UD. Sinar Cerah menunjukkan bahwa konsumsi singkong untuk bahan baku adalah 50 ton/hari dengan konsumsi air 101,39 m<sup>3</sup> per hari, listrik 260,14 KWh per hari dan premium 4 liter per hari, solar 3 liter per hari. Rekomendasi peluang penerapan produksi bersih antara lain menggunakan tatakan saat proses pemotongan pongkol yang mampu mengurangi NPO 175 kg atau Rp. 175.000,- per hari, mengatur ulang bukaan keran penyemprotan singkong pada proses pencucian tahap 1 dapat mengurangi konsumsi air sebanyak 1,35 m<sup>3</sup> per hari, menggunakan air buangan dari proses pencucian tahap II dapat mengurangi konsumsi air 8,4 m<sup>3</sup> per hari, membuat SOP waktu pengendapan yang optimal sehingga mampu mengurangi kehilangan pati sekitar 73 kg per hari, mengumpulkan ceceran tepung tapioca di lantai jemur setelah proses pengeringan dapat meningkatkan produk akhir 60 kg atau Rp. 240.000; per hari, dan mengumpulkan ceceran tepung tapioka proses penepungan dan pengemasan meningkatkan produk akhir 110 kg atau Rp. 440.000,- per hari. Penerapan produksi bersih dapat meningkatkan keuntungan secara ekonomi dan lingkungan (Wijayanto, 2017).

Penyebab timbulan limbah di industri kecil kerupuk amplang Mega Bersaudara berasal dari proses produksi dan penggunaan bahan baku, bahan pelengkap air, energi berupa limbah padat dan limbah cair, didapat 12 alternatif peluang produksi bersih sebagai solusi untuk mengatasi timbulan limbah tersebut. Keuntungan yang diperoleh setelah penerapan alternatif peluang adalah penghematan penggunaan air sebanyak 28.800 L atau sekitar Rp. 141.120; sehingga berdampak signifikan terhadap perbaikan lingkungan dengan berkurangnya jumlah dan sumber timbulan limbah cair dan tambahan pendapatan total sebesar Rp. 26.370.000,- karena hasil dari pemanfaatan limbah padat (Wardiyatun, 2017).

Dalam proses pembuatan manisan carica menggunakan teknologi yang sederhana, sehingga cenderung terjadi bentuk inefisiensi dalam penggunaan bahan, energi dan air. Hal ini akan meningkatkan timbulan limbah pada proses produksi, sehingga dapat menyebabkan kerugian secara ekonomi dan lingkungan. Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi dengan cara menerapkan alternatif produksi bersih. Peluang penerapan produksi bersih pada proses pembuatan manisan carica dapat memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan yaitu penggunaan wadah penampung pada proses pengemasan dan penyaringan hasil rebusan sirup penghematan Rp.1.200.000/bulan serta mengurangi limbah cair 0,93% sebesar 240 liter/bulan. Penggunaan kembali air bekas cucian dapat menghemat Rp.380.424/bulan serta mengurangi limbah cair 59,52% sebesar 110.268 liter/bulan. Pemanfaatan kulit sebagai kompos diperoleh keuntungan Rp.2.220.000/bulan serta mengurangi limbah padat. Segera mematikan energi (listrik, LPG) jika sedang tidak dipakai dapat menghemat listrik 10,18% sebesar 72 kWh atau Rp.97.580/ bulan dan gas LPG 11,76% sebesar 8.275,5 MJ atau Rp. 1.946.000/ bulan (Arija, 2016).

Audit pada perusahaan pembuatan jus buah di Malaysia menunjukkan bahwa kontributor utama emisi CO<sub>2</sub> dari pabrik adalah listrik, air dan konsumsi bahan bakar bersama dengan limbah padat dan air limbah. Analisis menunjukkan bahwa total emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan di pabrik ini adalah 0,07 kg CO<sub>2</sub> per liter jus buah, dimana 88% disumbangkan oleh konsumsi listrik. Selanjutnya, enam

opsi utama produksi bersih dihasilkan dan diimplementasikan, opsi ini diharapkan dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> menjadi 0,048 kg CO<sub>2</sub> per liter jus dengan pengurangan sekitar 20% dari emisi saat ini. Perkiraan investasi yang diperlukan untuk pengurangan ini adalah 9455 USD dengan jangka waktu pengembalian 6 tahun (Rahim dan Abdul Aziz, 2015). Dari perhitungan (Ozilgen, 2016) pemanfaatan energi dan emisi karbon dioksida pada produksi kacang pistachio panggang, apricot kering, pretzel, keripik kentang, cokelat, baklava dan dua jenis kue yang berbeda. Produksi baklava membutuhkan energi yang tertinggi, 32.543 MJ / ton, dan pemanfaatan energi terkecil berasal dari dried pitted apricot yang membutuhkan energi sebesar 3125 MJ / ton. Sekitar 1-4% dari total emisi terjadi selama pengangkutan bahan-bahan ke pabrik; hingga 48% dari total emisi disebabkan oleh proses pengemasan. Energi yang dialokasikan untuk produksi camilan itu sendiri bervariasi antara 81 dan 96% dari total penggunaan energi dan menyebabkan 51-99% dari total emisi.

Kontributor utama untuk keseluruhan jejak karbon produk susu di Tehran adalah metana enterik 30%, listrik 14%, solar 8,9%, emisi pupuk 8,8% dan transportasi 8,6%. Rata-rata jejak karbon dari FPCM di tahap pertanian lebih tinggi dari laporan di Eropa sebelumnya, tetapi lebih rendah dari perkiraan sebelumnya 3 – 5 kgCO<sub>2</sub>-eq / kg susu. Mengembangkan infrastruktur untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan, seperti energi matahari dapat menjadi solusi untuk emisi yang berhubungan dengan energi dari sektor peternakan (Daneshi dkk, 2014).

Penelitian yang dilakukan (Willers dkk, 2014) bertujuan untuk mengukur konsumsi air tidak langsung dalam proses pemerahan dalam peternakan sapi perah menengah di wilayah barat daya negara bagian Bahia, Brasil, untuk mengedepankan pengelolaan lingkungan sumber daya air. Dampak lingkungan yang terkait dengan konsumsi air secara tidak langsung di seluruh produksi susu (mulai dari pemerahan susu sampai saat susu dipasarkan) telah diidentifikasi. Koefisien konsumsi air di sektor pemerahan susu rata-rata 3,4 L untuk 1 L produksi susu, untuk 541 L air yang dikonsumsi dengan produksi susu harian mendekati 160 L. Para pekerja yang menangani pemerahan dan kegiatan

pembersihan memiliki sedikit atau bahkan tidak ada instruksi tentang penggunaan air yang memadai. Diusulkan kepada pekerja pemerahan bahwa, jika usulan tindakan produksi bersih diterapkan dengan benar, mereka dapat berkontribusi terhadap pengurangan konsumsi air dan limbah tanpa mempengaruhi kualitas produksi akhir. Inisiatif ini terdiri dari tindakan kecil dan besar seperti pelatihan staf dan penggantian peralatan pembersihan dan pemupukan irigasi, yang dapat segera berkontribusi terhadap pencegahan atau pengurangan air limbah selama pemerahan. Berdasarkan penelitian (Middelaar, 2011), produksi 1 kg keju menghasilkan emisi GWP 8,5 kg CO<sub>2</sub>-eq, memerlukan luas lahan 6,8 m<sup>2</sup>, energi sebesar 47,2 MJ. Penerapan ekoefisiensi di proses produksi keju Belanda menghasilkan proses pengumpulan bahan baku dan penyimpanan mempunyai dampak lingkungan terendah.