

PELUANG PENERAPAN PRODUKSI BERSIH MENUJU INDUSTRI HIJAU NATA DE COCO YANG BERKELANJUTAN

ABSTRAK

Proses produksi natade coco dapat berdampak negatif ke lingkungan apabila tidak ada pengelolaan limbah yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi inefisiensi pada proses produksi dan untuk memberikan alternatif langkah perbaikan dalam penerapan produksi bersih di industri nata de coco. Metode yang digunakan adalah observasi, dan wawancara dengan panduan daftar periksa. Hasil menunjukkan bahwa efisiensi proses produksi sebesar 82,5%. Prosentase inefisiensi terbesar terjadi pada proses pemanenan yang menghasilkan NPO sebesar 19,65% untuk nata reject, diikuti dengan lapisan kulit nata sebesar 4,57% dan sisa potongan nata sebesar 4,34%. Penerapan produksi bersih yang dilakukan dapat memberikan manfaat positif dari sisi lingkungan dan ekonomi. Langkah yang dapat dilakukan berupa penetapan prosedur operasional standard penggunaan bahan (gula pasir, asam cuka, ZA) pada proses pencampuran, penjualan koran bekas penutup nampan dari proses fermentasi kepada pihak ketiga, penggunaan air bekas pencucian dan perendaman untuk proses pencucian dan perendaman berikutnya, pemanfaatan kotoran hasil penyaringan, limbah pembersihan kulit dan potongan nata reject untuk pembuatan pupuk, pemanfaatan kembali sisa cairan fermentasi dan pemanfaatan sisa potongan nata untuk dijual ke pihak ketiga/ pedagang minuman jelly drink. Langkah penerapan produksi bersih akan mengurangi dampak terhadap lingkungan dan mendorong industri hijau nata de coco yang berkelanjutan.

Kata kunci: *berkelanjutan, industri, nata de coco, produksi bersih*

ABSTRACT

Nata de coco production process can have a negative impact to the environment if no management of the waste. This study aims to identify inefficiencies in the production process and to provide alternative corrective actions in the application of cleaner production in nata de coco industry. The method used was observation, and interviews with a checklist guide. The results showed that the efficiency of the production process by 82.5 %. The percentage of the biggest inefficiencies occur in the process of harvesting that produce NPO by 19.65 % to reject nata , followed by a layer of skin nata of 4.57 % and the remaining pieces of nata was 4.34 % . The implementation of clean production can provide positive benefits in terms of environmental and economic. The actions can be taken by establishing standard operating procedures using ingredients (sugar, vinegar , ZA) in the mixing process , selling of old newspapers that cover the tray from the fermentation process to third parties , the use of used washing and soaking water to the washing process and subsequent immersion , the use of screening results , skin cleansing waste and reject nata pieces for the manufacture of fertilizer , reuse the remaining liquid fermentation and utilization of the remaining pieces of nata to be sold to a third party / drink jelly

drink merchant . Application of cleaner production actions would reduce the impact on the environment and encourage green sustainability industry nata de coco.

Keywords: *clean production, industry, nata de coco, sustainability*

PENDAHULUAN

Industri pengolahan *nata de coco* merupakan salah satu agroindustri yang dalam proses produksinya menghasilkan limbah baik itu berupa limbah cair, maupun limbah padat. Limbah yang dihasilkan dari industri *nata de coco* dapat berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak ditangani dengan benar seperti timbulnya bau yang dapat mengganggu lingkungan sekitarnya dan pencemaran air. 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 hingga menjadi produk yang bernilai.

Produksi bersih 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 pembangkit 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 (Hakimi & Budiman, 2006). 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*).

Konsep keefisiensi dan produksi bersih hampir serupa. Menurut Purwanto (2000), perbedaan yang jelas diantara keduanya adalah keefisiensi bermula dari isu efisiensi ekonomi yang mempunyai manfaat lingkungan positif, sedangkan produksi bersih bermula dari isu efisiensi lingkungan yang mempunyai manfaat ekonomi positif. Menurut *World Business Council for Sustainable Development* (2000), *Ecological Economic Efficiency* atau keefisiensi merupakan filosofi

manajemen yang mendorong suatu usaha atau perusahaan untuk mencari perbaikan lingkungan dan dapat menghasilkan manfaat ekonomi secara parallel. Penerapan metode dari *United Nation Division for Sustainable Development Environmental Management Accounting* (UNSD EMA) yang lebih sistematis akan memberikan informasi yang lebih baik tentang biaya produksi serta berfungsi untuk mempromosikan proses produksi bersih itu sendiri (Gale, 2006). Environmental Management Accounting (EMA) menunjukkan kombinasi pendekatan yang menyediakan transisi data dari perhitungan ekonomi, biaya dan neraca massa untuk meningkatkan efisiensi bahan, mengurangi resiko dampak lingkungan dan menurunkan biaya pengolahan limbah (Jasch, 2003). Perusahaan penggilingan beras Filipina menggunakan EMA sebagai alat yang mendukung pengambilan keputusan tentang investasi lingkungan dalam konteks pertumbuhan pasar produk kulit beras terkarbonasi dan mekanisme pembangunan berkelanjutan (Burritt *et al.*, 2009). Sedangkan menurut

Burritt & Saka (2006), penggunaan metode pengukuran keefisiensi dengan informasi yang diperoleh dari EMA sangat berguna, dan perlu ditingkatkan karena penerapan EMA membantu bisnis di Jepang dalam proses produksi dan konsumsi menuju keberlanjutan. Penerapan keefisiensi pada proses produksi keju di Belanda menurut van Middelaar *et al.*, (2011) adalah dengan cara mengurangi dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan dan dengan menurunkan risiko dampak dari proses produksi susu di peternakan misalnya memakai bahan pakan yang dapat mengurangi emisi gas metana dari sapi, mengurangi dampak pemakaian bahan yang harus diimpor misalnya dengan menggunakan bahan lokal atau produk antara. Menurut Park & Behera (2014), penggunaan indikator keefisiensi untuk simbiosis jaringan industri berdasarkan *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) berupa indikator ekonomi dan tiga indikator lingkungan yaitu penggunaan bahan, konsumsi energi dan emisi CO₂.

Produksi bersih atau ekoefisiensi dapat diterapkan di semua sektor industri kecil dan menengah. Hasil penelitian Fernández-Viñé *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa industri kecil menengah di Venezuela mengetahui peraturan resmi lingkungan yang ada tetapi mereka kurang memahami permintaan konsumen tentang produk ramah lingkungan. Rao *dkk* (2006), menyatakan bahwa indikator-indikator lingkungan yaitu bahan baku, energi, air dan limbah pada industri kecil menengah di negara berkembang (studi kasus di negara Filipina) berhubungan secara signifikan terhadap kinerja lingkungan industri. Alternatif penerapan produksi bersih pada industri kerupuk dapat berupa *good housekeeping, recycle, reduce dan reuse* (Probowati & Burhan, 2011). Penelitian sebelumnya dari Hakimi & Budiman (2006), menyebutkan opsi produksi bersih pada penanganan limbah *nata de coco* di Kota Bogor adalah pemanfaatan kotoran hasil penyaringan, perebusan dan pembersihan kulit untuk pembuatan pupuk.

Pemanfaatan limbah pengolahan kelapa berupa air kelapa merupakan cara mengoptimalkan pemanfaatan buah kelapa. Limbah air kelapa cukup baik digunakan untuk substrat pembuatan *nata de coco*. Dalam air kelapa terdapat berbagai nutrisi yang bisa dimanfaatkan bakteri penghasil *nata de coco*. Air kelapa mempunyai potensi yang baik untuk dibuat menjadi minuman fermentasi, karena kandungan zat gizinya, kaya akan nutrisi yaitu gula, protein, lemak dan relatif lengkap sehingga sangat baik untuk pertumbuhan bakteri penghasil produk pangan (Pambayun, 2002). Agroindustri *nata de coco* berpotensi untuk dikembangkan di daerah pesisir seperti di daerah Yogyakarta karena dekat dengan sumber bahan baku kelapa yang banyak ditemui. Proses produksi *nata de coco* terdiri dari penyaringan, perebusan, penempatan dalam wadah fermentasi, pendinginan, penambahan starter, fermentasi (pemeraman) selama 7 hari pada suhu kamar, pemanenan, pembersihan kulit, dan pemotongan. Potensi limbah cair yang banyak dihasilkan berupa air bekas

pencucian dan perendaman nata, air bekas pencucian alat serta cairan sisa fermentasi, sedangkan potensi limbah padat yang dihasilkan dari *nata de coco* tidak sempurna (*reject*) yang dibuang, koran bekas, kulit ari dari pembersihan nata, serta kotoran hasil penyaringan. Sejauh ini belum ada pengelolaan lingkungan pada industri kecil tersebut karena belum mempunyai IPAL sehingga limbah langsung dibuang ke lingkungan tanpa proses terlebih dahulu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi inefisiensi proses produksi *nata de coco* dalam penggunaan bahan, energi, dan air serta memberikan rekomendasi alternatif langkah perbaikan penerapan produksi bersih di industri *nata de coco* berdasarkan kelayakan secara lingkungan, teknis, dan ekonomi.

METODOLOGI

Penelitian ini bersifat kualitatif dengan obyek penelitian yang diamati adalah sebuah industri kecil *nata de coco* di daerah Yogyakarta pada bulan Juni 2014. Data primer berupa hasil wawancara,

pengamatan langsung di lapangan, pengukuran yang digabung dengan data sekunder yang telah dianalisis. Tahapan penelitian terdiri dari 3 tahap yaitu melakukan identifikasi terhadap proses produksi *nata de coco*, penggunaan bahan, air dan energi serta *Non Product Output* (NPO) dengan metode *mind mapping*, analisis hasil dan penentuan alternatif peluang produksi bersih. Analisis data dilakukan terhadap data hasil pengamatan dan pengukuran ditambah dengan data sekunder dari industri. Alternatif langkah produksi bersih ditentukan berdasarkan analisis kelayakan secara lingkungan, teknis, dan ekonomi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis NPO dan Perhitungannya

Analisis input dan output pada setiap tahapan proses produksi *nata de coco* meliputi penggunaan bahan baku dan bahan penunjang, bahan bakar, NPO dan jumlah produk yang dihasilkan. Perhitungan neraca massa untuk pengolahan *nata de coco* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Neraca Massa untuk Pengolahan *Nata de coco*

Tahapan Proses	Jenis NPO	Jumlah	Prosentase NPO (%)
Penyaringan	Kotoran (serabut, pasir, batok kelapa)	12,12 kg	1
	abu	3,85 kg	0,32
Perebusan	Uap air	12,09 L	1
	Sisa cairan fermentasi	6,69 L	0,56
Pemanenan	Nata <i>reject</i>	238,13 kg	19,65
	Lapisan kulit nata	55,4 kg	4,57
Pembersihan kulit	Sisa nata potong	52,63 kg	4,34

Nilai efisiensi proses produksi *nata de coco* sebesar 82,5%. Prosentase NPO yang tertinggi terdapat pada proses pemanenan sebesar 19,65% yaitu dengan terbentuknya *nata reject* atau *nata* yang tidak sempurna terbentuk sehingga tidak bisa dipanen dan harus dibuang. Kemungkinan terjadinya *nata reject* yang tinggi ini disebabkan oleh proses fermentasi yang kurang sempurna atau kondisi lingkungan tempat kerja kurang

higienis sehingga memperbesar peluang terjadinya kontaminasi dalam fermentasi *nata de coco*.

Identifikasi Inefisiensi Tiap Tahapan Proses Produksi

Pada setiap tahapan proses produksi *nata de coco* terdapat inefisiensi untuk penggunaan bahan, air atau energi. Identifikasi ini digunakan untuk menentukan peluang penerapan produksi bersih pada proses produksi *nata de coco*.

a. Penyimpanan bahan baku dan bahan kimia penunjang

Penyimpanan bahan pada tempat yang tidak terlindungi sehingga meningkatkan risiko kerusakan bahan seperti terkontaminasi jamur, terkena debu sehingga kotor atau lembab terkena cairan dan udara sehingga bahan penunjang seperti gula pasir menjadi menggumpal karena pengemasan produk tidak diperhatikan serta tidak ada aturan FIFO (*First In First Out*) sehingga penggunaan bahan tidak sesuai urutan lamanya waktu simpan.

b. *Penyaringan*

Penyaringan tidak dilakukan saat penampungan bahan baku tetapi baru dilakukan pada saat sebelum perebusan sehingga meningkatkan risiko kerusakan bahan selama penyimpanan.

c. *Perebusan*

Proses preparasi atau persiapan perebusan membutuhkan waktu yang agak lama setiap harinya karena tungku yang dipakai berjumlah 5 buah dengan masing-masing tungku membutuhkan persiapan sekitar 10-15 menit dengan total waktu 1 jam untuk persiapan. Penggunaan kayu bakar yang belum kering serta kurangnya lubang udara pada tungku pembakaran memicu timbulnya banyak asap yang mengganggu kesehatan dan kenyamanan pegawai.

d. *Pencampuran*

Proses pencampuran dilakukan sesudah perebusan tanpa ada pengadukan karena tidak ada prosedur operasi standard serta tidak ada takaran pasti untuk setiap penggunaan bahan kimia sehingga terjadi pemborosan.

e. *Penuangan*

Larutan air kelapa dibawa menggunakan ember sehingga tercecer/ tumpah saat diangkat ke dalam ruang fermentasi, sedangkan penuangan larutan air kelapa panas menggunakan gayung berpotensi tumpah/ tercecer dan mengenai tangan pekerja

f. *Penambahan starter*

Terjadi pemborosan saat penuangan larutan starter karena dibutuhkan ketrampilan untuk membagi rata 1 botol starter ke dalam 5-6 nampan, potensi terjadi tumpahan/ ceceran larutan starter saat penuangan serta potensi adanya nampan yang terlewatkan tidak dituang larutan starter karena tidak ada penanda.

g. *Pemanenan*

Banyaknya nata de coco *reject* tidak sempurna pada proses pemanenan karena terjadi kontaminasi jamur akibat proses fermentasi yang kurang higienis serta pemborosan pemakaian air perendam nata karena harus diganti setiap hari, dan pemborosan koran penutup

nampan karena hanya sekali pakai

h. Pembersihan kulit

Banyaknya limbah kulit nata yang terbentuk karena kurang kontrol pada saat pembersihan dan penggunaan pisau yang tajam meningkatkan jumlah limbah karena adanya lapisan nata ikut terbang. Adanya pemborosan pemakaian air yang berlebihan untuk mencuci dan merendam *nata de coco* bersih.

i. Pemotongan

Timbulan limbah sisa potongan nata pada mesin pemotong tidak langsung dibersihkan akan menambah beban kerja mesin serta pemborosan pemakaian listrik.

Peluang Penerapan Tindakan Produksi Bersih

Peluang penerapan tindakan produksi bersih pada agroindustri *nata de coco* berdasarkan strategi 1E4R (*Elimination, Reduce, Reuse, Recycle, Recovery*). Hasil identifikasi peluang penerapan produksi bersih pada industri *nata de coco* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Peluang Penerapan Produksi Bersih

No	Strategi	Tindakan Penerapan Produksi Bersih
1	<i>Elimination</i>	Penyaringan kotoran saat bahan baku air kelapa masuk dalam penampungan
2	<i>Reduce</i>	- Penetapan prosedur operasional standard (SOP) penggunaan bahan (gula pasir, asam cuka, ZA) pada proses pencampuran - Penjualan koran bekas penutup nampan dari proses fermentasi kepada pihak ketiga
3	<i>Reuse</i>	- Penggunaan kembali air bekas pencucian dan perendaman untuk proses berikutnya melalui pembuatan

		bak penyaringan - Pemanfaatan kembali sisa cairan fermentasi untuk dibuat starter/ bibit baru
4	<i>Recycle</i>	Pembuatan pupuk kompos dari kotoran hasil penyaringan, limbah pembersihan kulit dan potongan nata <i>reject</i>
5	<i>Recovery</i>	Pemanfaatan sisa potongan nata untuk dijual ke pihak ketiga/ pedagang minuman <i>jelly drink</i>

Selain menggunakan strategi 1E4R dalam mengidentifikasi peluang penerapan produksi bersih, terdapat juga peluang penerapan produksi bersih dengan melaksanakan tata kelola yang baik (*good housekeeping*), yaitu:

1. Membuat standar operasi proses produksi untuk mengontrol jalannya proses produksi *nata de coco* sehingga meminimalisir terjadinya

kesalahan prosedur. Perlu modifikasi proses dengan memasukkan proses pengadukan setelah pencampuran untuk hasil akhir *nata de coco* yang lebih sempurna.

2. Melengkapi alat pelindung diri untuk kesehatan dan keselamatan pegawai seperti pemakaian masker, sarung tangan, sepatu karet, serta penutup kepala untuk menghindari kecelakaan kerja.
3. Melakukan pemisahan limbah padat, dan cair untuk memudahkan dalam proses pemanfaatan atau pembuangannya.
4. Menghindari terjadinya tumpahan/ ceceran bahan – bahan pembuat *nata de coco* dengan memberikan pengarahan dan pelatihan pada karyawan di bagian produksi.
5. Menghindari terjadinya pemborosan penggunaan air dengan menutup kebocoran selang air serta penggunaan spray di ujung selang untuk mengurangi debit air yang keluar.

6. Menjaga kebersihan dan kelembaban ruang produksi terutama ruangan fermentasi karena dapat mempengaruhi keberhasilan proses fermentasi dengan pengendalian suhu ruangan pada kisaran suhu 28 °C-32°C.
7. Melaksanakan *material handling* yang baik dalam penyimpanan dan penggunaan bahan.
8. Melakukan pencatatan dan pengendalian persediaan bahan baku serta menerapkan prinsip bahan yang masuk duluan yang harus dipakai untuk meminimalisir kerusakan bahan.

Analisis Kelayakan secara Lingkungan, Teknis dan Ekonomi

Analisis kelayakan langkah produksi bersih yang diterapkan pada industri *nata de coco* ini mencakup kelayakan secara lingkungan, teknis, dan ekonomi (Purwanto, 2013). Analisis kelayakan peluang penerapan produksi bersih dihitung per tahun.

- a. *Pemanfaatan kotoran hasil penyaringan, pembersihan kulit nata dan nata reject untuk pembuatan pupuk*

Manfaat dari segi lingkungan adalah berkurangnya limbah padat yang dihasilkan sebanyak 106.095,5 kg per tahun. Secara teknis langkah ini relatif mudah untuk dilaksanakan dengan biaya investasi rendah (*low cost*). Untuk pembuatan pupuk dari limbah padat industri *nata de coco*, limbah yang ada dikumpulkan dalam wadah kemudian ditambahkan kapur tohor untuk menetralkan pH bahan pupuk. Dalam 100 kg limbah padat ditambahkan 10 kg kapur tohor, setelah tercampur rata maka pupuk sudah siap untuk digunakan (Warisno, 2004). Langkah ini memerlukan tenaga kerja tambahan yang bertugas untuk mengumpulkan limbah padat untuk dicampurkan dengan kapur tohor sehingga menimbulkan biaya tambahan, tetapi akan mendatangkan nilai tambah bagi industri dengan waktu pengembalian yang relatif singkat. Sedangkan secara ekonomi meningkatkan keuntungan perusahaan sebesar Rp 31.591.080,- per tahun.

- b. *Penggunaan kembali (reuse) air bekas sisa perendaman nata, air pembersihan nata dan air bekas pencucian botol serta nampan*

Dari segi lingkungan terjadi pengurangan potensi pencemaran perairan akibat limbah cair sebesar 917.000 liter per tahun. Volume air yang dibuang ke lingkungan berkurang banyak sehingga memberikan dampak positif terhadap lingkungan. Secara teknis relatif mudah untuk dilaksanakan dengan biaya sedikit (*low cost*). Langkah ini memerlukan peralatan tambahan berupa drum penyaringan dan penampung air dengan waktu pengembalian (*payback period*) sekitar 25 hari. Penilaian ekonomi memberikan penghematan biaya pemakaian air bersih sebesar Rp 229.250 per tahun.

c. Penjualan koran bekas penutup nampan fermentasi kepada pihak ketiga

Dari sisi lingkungan akan memperpanjang masa pakai kertas koran dan mengurangi timbulan limbah padat dengan mengurangi timbulan limbah padat sebanyak 2.730 kg per tahun. Secara teknis sangat mudah dilaksanakan dan tanpa biaya (*no cost*). Banyaknya koran bekas dari penutup nampan pada proses pemanenan nata dapat menambah keuntungan pihak

industri karena masih dapat dijual kembali ke pengumpul barang bekas daripada hanya dibakar saja dengan potensi pemasukan sebesar Rp 2.730.000,- per tahun.

d. Pemanfaatan kembali sisa cairan fermentasi untuk pembuatan starter

Dari sisi lingkungan, langkah ini mengurangi potensi pencemaran perairan akibat limbah cair sisa cairan fermentasi sebesar 2.341,5 liter per tahun. Secara teknis langkah ini sulit untuk dilakukan karena membutuhkan ketelatenan dan ketelitian dalam prosesnya berhubungan dengan bibit nata yang mempengaruhi produk akhir. Bibit nata (*starter*) rawan terkontaminasi dan rusak sehingga penanganan sebaiknya dalam kondisi higienis. Indikator kualitas bibit yang baik dan dapat dipakai adalah kekeruhan yang timbul secara merata, dan tidak terbentuk buih. Kekeruhan yang tidak merata menandakan bibit mungkin terkontaminasi oleh spora jamur, sedangkan terbentuknya buih menunjukkan adanya gas seperti CO₂ atau NH₃ yang terbentuk akibat adanya mikrobia kontaminan. Agar dihasilkan bibit yang berkualitas baik

harus dipastikan nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri *A. xylinum* tercukupi (Pambayun, 2002). dan secara ekonomis akan menghemat biaya pembuatan starter sebesar Rp 2.436.000,- untuk 3.480 botol setahun.

e. Penjualan sisa potongan nata kepada pedagang minuman jelly drink

Langkah ini akan berdampak positif terhadap lingkungan dengan pengurangan limbah padat sisa potongan nata sebanyak 18.420,5 kg per tahun. Secara teknis juga mudah dilaksanakan serta tanpa biaya investasi (*no cost*) dengan keuntungan yang diperoleh mencapai Rp 18.420.500,- per tahun. Sisa potongan nata yang masih tertinggal di mesin atau bak penampung masih dapat dimanfaatkan kembali dengan menjualnya ke pihak ketiga yaitu pedagang minuman nata/ *jelly drink* untuk diolah terlebih dahulu dengan pencucian dan perebusan dalam air gula atau sirup untuk mereka jual kembali sehingga memperpanjang umur produk.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan:

1. Tahapan proses yang inefisien pada industri pengolahan nata de coco terdapat pada proses pemanenan nata de coco yang menghasilkan NPO terbesar yaitu sebesar 19,65% berupa nata *reject*, diikuti dengan lapisan kulit nata sebesar 4,57% dan sisa potongan nata sebesar 4,34%. Efisiensi pada proses produksi sebesar 82,5%.
2. Penerapan produksi bersih di industri *nata de coco* akan memberikan manfaat ekonomi penghematan biaya produksi dari segi penggunaan bahan baku, bahan penunjang, dan penggunaan air serta peningkatan keuntungan yang diperoleh sebesar Rp 55.406.830,- per tahun. Sedangkan manfaat lingkungan berupa pengurangan timbulan limbah cair sebesar 919.341,5 liter/ tahun (72,8%), dan pengurangan timbulan limbah padat sebanyak 127.246 kg/ tahun (98,2%).

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Indrasti, N & Fauzi, A, 2009, *Produksi Bersih*, Bogor: IPB Press.
- Pambayun, R, 2002, *Teknologi Pengolahan Nata De Coco*, Yogyakarta: Kanisius.
- Purwanto, 2013, *Teknologi Produksi Bersih*, Cetakan Pertama, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Warisno, 2004, *Mudah dan Praktis Membuat Nata de Coco I*, Jakarta: Agromedia Pustaka.

Jurnal

- Burritt RL, Herzig C, & Tadeo BD, 2009, Environmental Management Accounting For Cleaner Production: The Case Of A Philippine Rice Mill, *Journal of Cleaner Production*, 17(4), pp.431–439.
- Burritt RL, & Saka C, 2006, Environmental Management Accounting Applications and Eco-efficiency: Case Studies From Japan, *Journal of Cleaner Production*, 14, pp.1262–1275.

- Fernández-Viñé, MB, Gómez-Navarro, T, & Capuz-Rizo, SF, 2010, Eco-efficiency In The SMEs Of Venezuela, Current Status And Future Perspectives, *Journal of Cleaner Production*, 18(8), pp.736–746.
- Gale, R, 2006, Environmental Management Accounting As A Reflexive Modernization Strategy In Cleaner Production, *Journal of Cleaner Production*, 14, pp.1228–1236.
- Hakimi, R& Budiman D, 2006, Aplikasi Produksi Bersih (Cleaner Production) Pada Industri Nata De Coco, *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), pp.89–98.
- Jasch, C, 2003, The Use Of Environmental Management Accounting (EMA) For Identifying Environmental Costs, *Journal of Cleaner Production*, 11, pp.667–676.
- Park, HS,& Behera SK, 2014, Methodological Aspects Of Applying Eco-Efficiency Indicators To Industrial Symbiosis Networks, *Journal of Cleaner Production*, 64, pp.478–485.
- Probowati, BD, Burhan, 2011, Studi Penerapan Produksi Bersih

Untuk Industri
Kerupuk, *Agrointek*, Volume 5,
No 1, pp. 74-81.

Rao, P Castillo, O, Intal P, Sajid A,
2006, Environmental Indicators
for Small and Medium
Enterprises in The Philippines:
An Empirical Research, *Journal
of Cleaner Production*, (14),
pp.505–515.

Van Middelaar, CE, Berentsen
PBMDolman, Ma de Boer, IJM,
2011, Eco-Efficiency In The
Production Chain Of Dutch
Semi-Hard Cheese, *Livestock
Science*, 139(1-2), pp.91–99.

*untuk Usaha/ Industri Kecil dan
Menengah*, Jakarta.

Undang-Undang Nomor 32 Tahun
2009 tentang Perlindungan dan
Pengelolaan Lingkungan Hidup,
Jakarta.

Dokumen online

Purwanto, 2000, Pengukuran
Kinerja Lingkungan, Available
at: <http://andietri.tripod.com>,
diakses tgl 27 Oktober 2014.

WBCSD, 2000, Eco-
Efficiency, [http://www.wbcsd.ch/
ecocoeff1.htm](http://www.wbcsd.ch/ecocoeff1.htm), diakses tgl 10
September 2013.

Peraturan

Kementerian Lingkungan Hidup
Republik Indonesia, 2003,
*Panduan Produksi Bersih dan
Sistem Manajemen Lingkungan*