



AGROINDUSTRIAL TECHNOLOGY JOURNAL

Available online at : ejournal.unida.gontor.ac.id

LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) PADA PRODUK JAMU KUNYIT ASAM DI UD. AL MANSYURIEN KAMAL BANGKALAN

Life Cycle Assessment (LCA) in Herbal Turmeric Acid Products at UD. AL-Mansyurien Kamal Bangkalan

Achmad Arba'i¹⁾, Raden Faridz^{2*)}, Abdul Aziz Jakfar³⁾

^{1) 2) 3)}Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo
Madura, Jl. Raya Telang PO BOX 2 69162 Kamal-Bangkalan

^{*)} E- mail: rafasasraningrat@gmail.com

ARTICLE INFO :

Diterima 15 September 2019., Diperbaiki 20 Oktober 2019, Disetujui 10 November 2019

Abstrak

Jamu kunyit asam merupakan suatu produk minuman herbal yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Peningkatan produksi jamu atau minuman herbal akan menyebabkan terjadinya peningkatan terhadap limbah yang dihasilkan oleh industri minuman herbal jamu kunyit asam. Penelitian ini bertujuan untuk menilai daur hidup jamu kunyit asam dan mengetahui dampak lingkungan dari produksi jamu kunyit asam di UD. AL-Mansyurien. Metode penelitian ini adalah Life Cycle Assessment menggunakan software OpenLCA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses produksi jamu kunyit asam UD. AL-Mansyurien menghasilkan limbah cair (sisa air pencucian), limbah padat (ampas kunyit, ampas asam jawa, ampas gula pasir, ampas gula jawa) serta emisi gas buang (energi listrik, gas LPG, dan Premium). Berdasarkan analisis penilaian daur hidup jamu kunyit asam diketahui bahwa dalam 1 kg jamu kunyit asam menghasilkan dampak, Climate Change dengan emisi CO₂ sebesar 2.63E+03 kg CO₂-eq, Eutrophication dengan emisi PO₄ sebesar 0.01998E+0 kg PO₄-eq, Photochemical Oxidation dengan emisi gas ethylene sebesar 0.01284E+0 kg ethylene-eq.

Kata kunci : *emisi, jamu kunyit asam, life cycle assessment, open LCA*

Abstract

Turmeric acid is an herbal beverage product favored by Indonesian people. Increasing the production of herbs or herbal drinks will cause an increase in the waste produced by the herbal beverage industry, herbal turmeric acid. This study aims to assess the life cycle of sour turmeric herbs and find out the environmental impact of the production of sour turmeric herbs at UD. AL-Mansyurien. This research method is the Life Cycle Assessment using OpenLCA software. The results showed that the production process of UD. Turmeric acid herbal medicine. AL-Mansyurien produces liquid waste (residual washing water), solid waste (turmeric pulp, tamarind pulp, granulated sugar, Java sugar pulp) and exhaust emissions (electricity, LPG gas, and Premium). Based on the analysis of life-cycle analysis of sour turmeric herbs it is known that in 1 kg of herbal acid turmeric produces an impact, Climate Change with CO₂ emissions of 2.63E + 03 kg CO₂-eq, Eutrophication with PO₄ emissions of 0.01998E + 0 kg PO₄-eq, Photochemical Oxidation with ethylene gas emissions of 0.01284E + 0 kg ethylene-eq.

Keywords: *Emissions, Life Cycle Assessment, OpenLCA, Saffron herbal medicine*

PENDAHULUAN

Industri di daerah Bangkalan pada tahun 2010 hingga tahun 2013 mengalami peningkatan setiap tahunnya untuk industri menengah dan industri kecil (Disperindag 2015). Salah satu industri yang ada di Kabupaten Bangkalan yaitu industri jamu UD. Mansyurien. Pada tanggal 05 April 2012 UD. Mansyurien mendapat Sertifikat Produksi Pangan Industri rumah tangga P-IRT No: 2.13.35.26.01.0065.21.

UD. Mansyurien ini merupakan industri jamu yang terletak di daerah Bangkalan. UD. Mansyurien melakukan pemasaran jamunya di daerah Surabaya, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep dan lain sebagainya. Selain itu, produk jamu juga dipasarkan ke luar pulau Jawa seperti pulau Kalimantan, Sulawesi. Produk UD. Mansyurien meliputi jamu kunyit asam, jamu beras kencur, jamu sirih pinang, jamu temu lawak, dan jamu pokok. Dari berbagai produk jamu yang dihasilkan ada dua produk jamu yang permintaannya banyak di pasaran yaitu jamu beras kencur dan kunyit asam. Pada produk jamu kunyit asam volume penjualan periode 2017 sampai 2018 sebanyak 6.000 botol, jamu beras kencur sebanyak 4500 botol.

Banyaknya permintaan membuat produk kunyit asam menjadi produk

unggulan yang dimiliki oleh UD. Mansyurien tersebut, dengan kapasitas produksi 750 botol per bulan. Minuman jamu tradisional kunyit asam ini biasanya diminum langsung sebagai minuman penyegar dan juga berhasiyat sebagai minuman penambah nafsu makan dan menambah sistem kekebalan tubuh. Dengan adanya pengembangan jamu siap minum bisa menambah nilai jual jamu itu sendiri. Harga dipasaran 350 ml dibandrol dengan harga Rp. 2.000,00 sedangkan jika sudah dikemas dan mendapat izin edar PIRT dijual dengan harga Rp. 6.000,00 dengan isi bersih 350 ml. Dalam pengolahan obat-obatan tradisional ini menjadi jamu siap minum menghasilkan limbah baik limbah padat, cair, maupun gas. Limbah padat berupa sisa bahan baku yang masih utuh, sedangkan limbah cair dapat dihasilkan dari proses pencucian dan air pencucian barang-barang yang digunakan, dan limbah gas diperoleh dari proses perebusan menggunakan kompor gas sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Maka perlu adanya penanganan yang lebih efisien atau pengolahan terhadap limbah yang dihasilkan dalam proses produksi jamu agar tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar.

Salah satu cara yang dapat dilakukan oleh sebuah industri *manufacture* untuk mengatasi pencemaran

terhadap lingkungan yaitu dengan menrapkan *life cycle assessment* (LCA) atau yang biasa dikenal penilaian daur hidup produk. LCA tersebut menghitung dampak lingkungan yang dihasilkan dalam suatu proses produksi dari suatu produk dalam setiap tahapan daur hidupnya. Dimulai dari bahan baku mentah, proses produksi, penjualan atau transportasi serta pembuangan limbah produk (ISO 14040). Ruang lingkup dari *life cycle assessment* (LCA) ada empat, yaitu *cradle to grave*, *cradle to gate*, *gate to gate*, dan *cradle to cradle*. Dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *cradle to grave*. *cradle to grave* merupakan penilaian dari sebagian siklus hidup produk mulai dari ekstraksi sumber daya sampai produk didistribusikan ke konsumen.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 Februari – 10 Juni 2019 di UD. Al Mansyurien perum Graha Kamal Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan.

Pengambilan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari

lapangan dengan melakukan pengamatan tempat produksi jamu kunyit asam, sedangkan untuk data sekunder adalah data yang diperoleh dari penelitian terdahulu atau dari literatur yang sudah ada.

Observasi

Tahapan observasi merupakan tahapan awal dalam melakukan sebuah penelitian yaitu bertujuan untuk mengetahui segala sesuatu yang berkaitan dengan topik yang diteliti. Observasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah proses produksi meliputi input, proses produksi dari jamu kunyit asam. Data yang dibutuhkan adalah data berupa proses produksi jamu kunyit asam, jumlah energi yang digunakan serta emisi yang dihasilkan dari proses produksi serta cemaran yang diakibatkan oleh produksi tahu baik berupa pencemaran udara, air dan lain sebagainya.

Studi Pustaka

Studi pustaka adalah salah satu tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan data-data terkait topik yang dibahas dalam penelitian. Biasanya didapatkan dari sumber-sumber terpercaya atau dari literatur berupa buku, jurnal, website resmi yang berisi penelitian penelitian terdahulu dan erat kaitannya dengan topik penelitian yang saat ini dibahas. Beberapa data yang dibutuhkan

pada penelitian ini adalah *life cycle assessment (LCA)*, proses pengolahan produk jamu kunyit asam beserta limbah yang dihasilkan serta dampak lingkungan yang terjadi dari produksi tersebut.

Life Cycle Assessment (LCA)

Metodologi dalam *Life Cycle Assessment (LCA)* terdiri atas empat fase, yaitu:

1. Goal and Scope Defenition

Tujuan dan ruang lingkup merupakan suatu fase untuk menentukan sebuah rencana kerja dari sebuah keseluruhan *Life Cycle Assessment (LCA)*. Fase ini terdiri atas tiga tahap yaitu pendefinisian tujuan, tahap pendefinisian lingkup, pendefinisian fungsi dan tahap pendefinisian unit fungsional, alternatif, aliran referensi

2. Life Cycle Inventory (LCI)

Dalam sebuah analisis persediaan, dua item berikut mungkin kontroversial: "Batasan Sistem" dan "Alokasi". Batasan sistem menentukan unit proses mana yang akan dimasukkan dalam *Life Cycle Assessment (LCA)*. Pemilihan batas sistem harus konsisten dengan tujuan dari studi dan proses yang penting tidak boleh dikecualikan dalam batasan sistem. Ketika salah satu dari dua atau lebih produk berasal dari unit proses yang sama, "alokasi" diperlukan. Alokasi berarti membagi arus input atau output

dari suatu proses atau sistem produk antara produk studi dan produk sampingan lainnya. Secara umum, input dan output dialokasikan berdasarkan rasio berat produk. Namun, ketika nilai pasar dari suatu produk cukup berbeda, *input* dan *output* mungkin dialokasikan dalam proporsi yang mencerminkan nilai ekonominya (Nirwanto 2012).

3. Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

Tahapan ini adalah sebuah tahap kesiapan untuk menghadapi suatu pengaruh dengan tujuan untuk menentukan karakter dan menduga pengaruhnya terhadap beban lingkungan yang telah diidentifikasi dalam kegiatan *Life Cycle Inventory*. Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan untuk mengetahui dampak lingkungan yang dihasilkan dari aktivitas *supply chain* perusahaan. Dalam *life cycle impact assessment* terdapat tiga langkah utama yaitu *characterization*, *normalization* dan *weighting* (Kautzar *et al.* 2015). Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing langkah tersebut.

a. *Characterization* merupakan tahapan dimana keseluruhan *input* dan *output* akan dinilai kontribusinya terhadap lingkungan sesuai dengan kategori dampak yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil dari tahap ini adalah suatu profil

dampak lingkungan dari sistem yang diamati.

- b. *Normalization* merupakan tahapan penyamaan satuan unit untuk semua kategori. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam melakukan analisa antar kategori dari dampak lingkungan yang telah didapatkan.
- c. *Weighting* merupakan tahapan dimana keseluruhan dampak yang telah dinilai akan dibandingkan dan disederhanakan dalam suatu basis ukuran yang sama.

4. *Interpretation*

Elemen utama dari fase ini adalah evaluasi hasil dan formulasi dari kesimpulan dan rekomendasi dari studi ini. Pada tahap ini dilakukan penafsiran atau analisa lebih mendalam terkait dengan hasil yang didapatkan dari proses-proses sebelumnya. Fase ini terdiri dari beberapa tahap antara lain sebagai berikut: □Pengecekan mengenai konsistensi dengan tujuan untuk menentukan apakah asumsi, metode, model dan data konsisten terhadap tujuan dan lingkup studi mengenai siklus hidup produk.

- a. Pengecekan mengenai kelengkapan dengan tujuan untuk memastikan semua informasi yang didapatkan

adalah relevan dan data yang dibutuhkan untuk fase interpretasi sudah tersedia dengan lengkap.

- b. Analisis kontribusi dimana terjadi perhitungan kontribusi keseluruhan pada hasil dari berbagai faktor. Analisis ini menjawab pertanyaan tentang kontribusi dari aliran lingkungan, proses, dan dampak yang spesifik terhadap nilai akhir.
- c. Analisis gangguan yang mempelajari efek dari perubahan kecil di dalam sistem dari hasil *Life Cycle Assessment (LCA)*. Terjadinya perubahan kecil pada hasil akan menjadi sebuah gangguan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Goal and Scope Definition

UD. AL- Mansyurien merupakan salah satu sebuah industri rumah tangga yang bergerak dibidang pengolahan jamu. Industri ini diprakasai oleh Ibu Endah sebagai penjual jamu tradisional Yang berada di Perumahan Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan. UD. Al-Mansyurien tersebut merupakan industri rumah tangga yang memproduksi minuman jamu tradisional yaitu Jamu Kunyit Asam, Jamu Beras Kencur, Jamu Pokak, Jamu Sirih Pinang, dan Jamu

Temu Lawak. UD. AL- Mansyurien ini didirikan sejak tahun 2014 dengan nama merek dagang jamu BU- DE selanjutnya pada tahun 2016 nama merek dagangnya dirumah menjadi Jamu Natural dan sudah ditetapkan sebagai merek dagang nasional.

Bahan baku yang digunakan pada produksi jamu kunyit asam di UD. AL- Mansyurien ini berupa kunyit dan asam sebagai bahan baku utama yang didapatkan langsung dari daerah surabaya. Perusahaan ini menjalankan kegiatan produksi berdasarkan pesanan konsumen. Konsumen yang memesan biasanya berasal dari daerah bangkalan dan surabaya dan sebagian besar produk yang dipesan akan dijual kembali kepada masyarakat baik itu ditoko atau langsung kerumah. Untuk pemesanan jamu biasanya tidak hanya satu produk melainkan bersama produk lainnya akan tetapi pemesanan terbanyak ialah adalah jamu kunyit asam.

Pada penelitian ini, target yang akan dilakukan adalah dengan melakukan analisis *Life Cycle Assessment* pada objek penelitian yaitu produk jamu kunyit asam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan penilaian terhadap *Life Cycle Assessment* mulai dari proses pembelian bahan baku sampai pada pendistribusian kekonsumen sehingga hasil akhir dari penelitian ini adalah dapat menentukan

emisi-emisi yang dihasilkan dari setiap proses serta penanganan limbah jamu kunyit asam untuk meminimalkan dampak terhadap lingkungan yang disebabkan oleh adanya produksi jamu kunyit asam.

Sedangkan fungsi dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses produksi jamu kunyit asam beserta limbah dan emisi yang dihasilkan, dan unit fungsi dari penelitian ini adalah menganalisis dampak lingkungan yang diakibatkan oleh proses produksi jamu kunyit asam di UD. AL- Mansyurien. Ruang lingkup yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan ruang lingkup *Cradle to Grave* yaitu analisis daur hidup dimulai dari bahan baku (raw material) berupa kunyit dan asam hingga produk jamu kunyit asam sampai ditangan konsumen.

UD. AL-Mansyurien tersebut telah memiliki Sertifikat Produksi Pangan Industri Rumah Tangga (P-IRT) NO: 2.13.35.26.01.0065.21 yang mana dengan adanya surat izin P-IRT ini menunjukkan bahwa industri mempunyai izin untuk melakukan kegiatan industri yang diberikan kepada semua jenis industri dalam kelompok industri kecil. Selain surat izin P-IRT UD.AL-Mansyurien juga memiliki surat izin dari Departemen Kesehatan (Depkes) dengan nomor SP.75/13.37/04. Jamu Kunyit asam merupakan minuman yang berhasiat bagi

tubuh. Apalagi dengan adanya produk siap minum seperti jamu natural. UD.AL-Mansyurien memproduksi jamu kunyit asam sebanyak 110 botol dalam sekali produksi, dengan harga Rp. 5.000,00 per botol sedangkan untuk harga dipasaran Rp. 6.000,00 per botol dengan isi 350 ml.

Berikut ini adalah penjabaran dari neraca massa masing masing tahapan dalam produksi jamu kunyit asam sekali masak di UD. AL_Mansyurien Kamal Bangkalan:

Transportasi Bahan Baku

Tabel 1. Neraca massa produksi jamu kunyit asam pada proses tranportasi bahan baku.

Proses	Input	Output
Transportasi bahan baku	Premium 2 L= 2 kg	Kunyit = 10 kg Asam Jawa = 5 kg Gula Pasir = 15 kg Gula Jawa = 5 kg Garam = 0,5 kg Emisi Premium 2 liter ^a = 2 kg
Total	2 kg	Bahanbaku 32,5 kg

Sumber : data primer diolah (2019)

A = P premium = 0,89 – 0,95 kg/ liter

Berdasarkan **Tabel 1** neraca diatas bahwa proses transportasi dalam pengambilan bahan baku di pasar pabean Surabaya membutuhkan premium sebagai bahan bakar. Emisi dari premium akan menimbulkan dampak terhadap lingkungan yang berupa CO_2 , CH_4 dan N_2O .

Untuk melakukan perhitungan dampak terhadap penggunaan bahan bakar preium dapat dilihat di bagian

perhitungan emisi dan neraca masa, nilai *net calorific value* dan nilai faktor emisi.

$$\text{Konsumsi energi} = 2 \text{ kg} \times 0,000033 \text{ TJ/kg} = 0,000066 \text{ TJ}$$

$$\text{Emisi } CO_2 \text{ bensin} = 0,000066 \text{ TJ} \times 69.300 \text{ TJ/kg} = 4.574 \text{ kg/Transportasi}$$

$$\text{Emisi } CH_4 \text{bensin} = 0,000066 \text{ TJ} \times 33 \text{ TJ/kg} = 0,002178 \text{ kg/Transportasi}$$

$$\text{Emisi } N_2O \text{ bensin} = 0,000066 \text{ TJ} \times 3 \text{ TJ/kg} = 0,000198 \text{ kg/ Transportasi}$$

Penimbangan Bahan Baku

Tabel 2. Neraca massa produksi jamu kunyit asam pada proses penimbangan

Proses	Input	Output
Penimbangan	Kunyit = 2 kg Asam Jawa = 1 kg Gula Pasir = 3 kg Gula Jawa = 1 kg Garam = 1 ons = 0,1 kg Air = 36 L = 36 kg	Kunyit = 2 kg Asam Jawa = 1 kg Gula Pasir = 3 kg Gula Jawa = 1 kg Garam = 1 ons = 0,1 kg Air = 36 L = 36 kg
Total	43,1 kg	43,1 kg

Sumber : data primer diolah (2019)

A = ρ air = 1 gr/cm³= 997 kg/cm³

UD. Al-Mansyurien menggunakan lebig dari satu bahan dalam pembuatan jamu kunyit asam ini sehingga ketika semua bahan diatas dicampur untuk menghasilkan produk jamu kunyit asam yang baik. Bahan baku pembuatan jamu kunyit asam sendiri didapat dari kota Surabaya. Bahan yang digunakan dalam sekali produksi jamu kunyit asam sebanyak 7,1 kg + 36 liter air sehingga

menjadi 110 produk kemasan jamu kunyit asam dengan netto 350 ml per botol.

Pencucian

Tabel 3. Neraca massa produksi jamu kunyit asam pada proses Pencucian

Proses	Input	Output
Pencucian	Air = 10 Liter (10 kg) ^a Kunyit = 2 kg ^b	Air Limbah = 10 Liter (10 kg) Kunyit bersih = 2 kg ^c
Total	12 kg	12 kg

Sumber : data primer diolah (2019)

Keterangan :

A = ρ air = 1 gram/cm³ = 0,997 kg/cm³

B = kunyit yang masih dalam keadaan segar

C = kunyit yang sudah dilakukan proses pencucian dan siap untuk dilakukan proses produksi

Berdasarkan **Tabel 3** diketahui bahwa kunyit sebanyak 2 kg yang dicuci menggunakan air sebanyak 10 L menghasilkan air limbah sebanyak 10 L dan kedelai bersih sebanyak 2 kg. Pada tahapan ini diasumsikan bahwa tidak terjadi pengurangan pada massa masing-masing bahan yaitu kunyit dan air. Jadi, massa keduanya dianggap sama seperti semula.

Penumbukan / Penggilingan

Tabel 4. Neraca massa produksi jamu kunyit asam pada proses penumbukan / penggilingan

Proses	Input	Output
Penumbukan	Kunyit ^c = 2 kg	Bubur kunyit = 2 kg
Total	2 kg	2 kg

Sumber : data primer diolah (2019)

Berdasarkan **Tabel 4** tersebut dapat diketahui bahwa pada proses penumbukan input yang masuk dan output yang masuk sama tidak ada perubahan karena pada proses ini tidak menggunakan alat berdaya

listrik sehingga tidak membutuhkan bahan tambahan untuk menghaluskan kunyit, adapun alat yang digunakan dalam proses penumbukan adalah alu dan lumping tradisional.

Perebusan I

Tabel 5. Neraca massa produksi jamu kunyit asam pada proses perebusan I

Proses	Input	Output
Perebusan I	Air = 36 liter (36 kg) Bubur kunyit = 2 kg Asam jawa = 1 kg Gas LPG = 3 kg	Jamu kunyit asam = 38,5 kg ^a Gas yang menguap = 1,5 kg Air menguap = 0,5 kg Sisa gas = 1,5 kg
Total	42 kg	42 kg

Sumber : data primer diolah (2019)

Keterangan :

A = hasil perebusan I yang akan diolah di proses penyaringan I

Berdasarkan **Tabel 5** neraca diatas bahwa proses perebusan dengan penambahan air, bubur kunyit dan asam jawa membutuhkan gas LPG sebanyak 1,5 kg, dan akan menghasilkan emisi berupa CO₂, CH₄ dan N₂O.

Untuk melakukan perhitungan dampak terhadap penggunaan bahan bakar LPG dapat dilihat di bagian perhitungan emisi dan neraca masaa, nilai *net calorific value* dan nilai faktor emisi.

$$\text{Konsumsi energi} = 1,5 \text{ kg} \times 0,0000473$$

$$\text{TJ/kg} = 0,00007095 \text{ TJ}$$

$$\text{Emisi CO}_{2\text{LPG}} = 0,00007095 \text{ TJ} \times 63.100$$

$$\text{TJ/kg} = 4.476945 \text{ kg/perebusan I}$$

$$\text{Emisi CH}_{4\text{LPG}} = 0,00007095 \text{ TJ} \times 1 \text{ TJ/kg}$$

$$= 0,00007095 \text{ kg/perebusan I}$$

$$\text{Emisi } N_2O_{LPG} = 0,00007095 \text{ TJ} \times 0,1$$

$$\text{TJ/kg} = 0,000007095 \text{ kg/perebusan I}$$

Penyaringan I

Tabel 6. Neraca massa produksi jamu kunyit asam pada proses penyaringan I

Proses	Input	Output
Penyaringan I	Sari kunyit asam hasil rebusan I = 38,5 kg	Sari kunyit asam bersih = 35,5 kg ^a Ampas kunyit dan asam = 2,5 kg Uap air = 0,5 kg
Total	38,5 kg	38,5 kg

Sumber : data primer diolah (2019)

Keterangan :

A = yang akan diproses ke perebusan ke II

Dari **Tabel 6** diatas dapat diketahui bahwa input pada proses penyaringan adalah sari jamu kunyit asam sebanyak 37 kg yang diperoleh dari proses pemasakan I sedangkan output yang dihasilkan setelah melewati proses adalah berupa sari jamu kunyit asam bersih dan limbah padat dari bubur kunyit dan asam jawa.

Perebusan II

Tabel 7. Neraca massa produksi jamu kunyit asam pada proses perebusan II

Proses	Input	Output
Perebusan I	Sari kunyit asam bersih = 35,5 kg Gulapasir = 3 kg Gulamerah = 1 kg Garam = 0,1 kg Gas LPG = 3 kg	Jamu kunyit asam = 39,1 kg ^b Gas yang menguap = 1,5 kg Air yang menguap = 0,5 kg Sisa gas = 1,5 kg
Total	42,6 kg	42,6 kg

Sumber : data primer diolah (2019)

Keterangan :

B = hasil yang akan diproses di proses penyaringan ke II

Berdasarkan **Tabel 7** neraca diatas bahwa proses perebusan hasil penyaringan I dengan penambahan gula pasir 3 kg, gula merah 1 kg, dan garam 0,1 kg menghasilkan sari jamu kunyit asam 38,6 kg membutuhkan gas LPG sebanyak 0,5 kg, dan akan menghasilkan emisi berupa CO₂, CH₄ dan N₂O.

Untuk melakukan perhitungan dampak terhadap penggunaan bahan bakar LPG dapat dilihat di bagian perhitungan emisi dan neraca masaa, *nilai net calorific value* dan nilai faktor emisi.

$$\text{Konsumsi energi} = 1,5 \text{ kg} \times 0,0000473$$

$$\text{TJ/kg} = 0,00007095 \text{ TJ}$$

$$\text{Emisi } CO_{2LPG} = 0,00007095 \text{ TJ} \times 63.100$$

$$\text{TJ/kg} = 4.476945 \text{ kg/perebusan II}$$

$$\text{Emisi } CH_{4LPG} = 0,00007095 \text{ TJ} \times 1 \text{ TJ/kg}$$

$$= 0,00007095 \text{ kg/perebusan II}$$

$$\text{Emisi } N_2O_{LPG} = 0,00007095 \text{ TJ} \times 0,1$$

$$\text{TJ/kg} = 0,000007095 \text{ kg/perebusan II}$$

Penyaringan II

Tabel 8. Neraca massa produksi jamu kunyit asam pada proses penyaringan II

Proses	Input	Output
Penyaringan II	Sari kunyit asam hasil rebusan II = 39,1 kg	Sari kunyit asam bersih = 38,3 kg ^a Ampas gula pasir dan gula merah = 0,3 kg Uap air = 0,5 kg
Total	39,1 kg	39,1 kg

Sumber : data primer diolah (2019)

Keterangan :

A = hasil penyaringan perebusan ke II

Dari **Tabel 8** diatas dapat diketahui bahwa input pada proses penyaringan II adalah sari jamu kunyit asam sebanyak

38,3 kg yang diperoleh dari proses pemasakan II sedangkan output yang dihasilkan setelah melewati proses adalah berupa sari jamu kunyit asam bersih dan limbah padat dari gula pasir dan gula merah.

Pengemasan

Tabel 9. Neraca Massa Pada Produksi jamu kunyit asam Pada Proses Pengemasan.

Proses	Input	Output
Pengemasan	Sari jamu kunyit asam = 38,3 kg	Jamu kunyit asam
	Botolplastik = 110 X 16 gr = 1760 gram (1,76 kg)	dalam kemasan
	Stiker 110 X 1,2 gr = 132 gram (0,132 kg)	40,357 kg
	Tutupbotol = 110 X 1,5 gr = 165 gram (0,165)	
	Energi listrik = 650 W (0,65 Kwh)	
Total	40,357 kg + 1,5 Kwh	40,357 kg

Sumber: Data Diolah (2019)

Berdasarkan **Tabel 9** neraca massa pada proses pengemasan menggunakan listrik yaitu penggunaan pada *hair dryer* . penggunaan pada *hair dryer* yaitu 650 W (0,65 Kw). Emisi yang dihitung dalam penggunaan listrik adalah CO₂ (Afiuddin dan Ulvi 2016).

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{FC} \times \text{CEF}$$

Keterangan:

FC = jumlah listrik yang dikonsumsi (Kwh)

CEF = *Carbon Emission Factor* 0,59 (kg CO₂/Kwh)

Konsumsi listrik = jumlah alat yang digunakan x waktu operasi x daya = 1 x 2

jam/pengemasan x 0,65 Kw = 1,3 Kwh/pengemasan.

Emisi CO = FC x CFE = 1,3 Kwh x 0,59 kg/Kwh = 0,767 kg/pengemasan

Pendinginan atau Pembekuan

Tabel 10. Neraca Massa Pada Produksi jamu kunyit asam Pada Proses Pendinginan atau pembekuan

Proses	Input	Output
Pendinginan	Jamu kunyit asam dalam kemasan = 40,412 kg	Jamu kunyit asam daam beku = 40,412kg
	Energi listrik = 140 W (0,14 Kwh)	
Total	40,412 kg + 1,14 Kwh	40,412 kg

Sumber: Data Diolah (2019)

Berdasarkan **Tabel 10** neraca massa pada proses pembekuan menggunakan listrik yaitu penggunaan pada *Freezer Box* . penggunaan pada *Freezer Box* yaitu 140 W (0,14 Kw). Emisi yang dihitung dalam penggunaan listrik adalah CO₂ (Afiuddin dan Ulvi 2016).

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{FC} \times \text{CEF}$$

Keterangan:

FC = jumlah listrik yang dikonsumsi (Kwh)

CEF = *Carbon Emission Factor* 0,59 (kg CO₂/Kwh)

Konsumsi listrik = jumlah alat yang digunakan x waktu operasi x daya = 1 x 24 jam/pembekuan x 0,14 Kw = 3,36 Kwh/pembekuan

Emisi CO₂ = FC x CFE = 3,36 Kwh x 0,59 kg/Kwh = 1,9824 kg/pembekuan

Transportasi/ Pendistribusian

Berdasarkan Tabel 11 neraca di bawah bahwa proses transportasi atau pendistribusian ditoko- took yang ada di Kabupaten Bangkalan membutuhkan premium sebagai bahan bakar kendaraan bermotor premium sebanyak 2 liter Emisi dari premium akan menimbulkan dampak terhadap lingkungan yang berupa CO_2 , CH_4 dan N_2O .

Tabel 11. Neraca massa produksi jamu kunyit asam pada proses pendistribusian jamu kunyit asam

Proses	Input	Output
Transportasi atau Distribusi	Jamu kunyit asam = 40,412 kg Premium 2 liter = 2 kg	Emisi Premium 2 liter = 2 kg
Total	42,412 kg	2 kg

Sumber: data primer diolah (2019)

Untuk melakukan perhitungan dampak terhadap penggunaan bahan bakar Premium dapat dilihat di bagian perhitungan emisi dan neraca masaa, nilai *net calorific value* dan nilai faktor emisi.

$$\text{Konsumsi energi} = 2 \text{ kg} \times 0,000033 \text{ TJ/kg} = 0,000066 \text{ TJ}$$

$$\text{Emisi } CO_2 \text{ bensin} = 0,000066 \text{ TJ} \times 69.300 \text{ TJ/kg} = 4.574 \text{ kg/Transportasi}$$

$$\text{Emisi } CH_4 \text{bensin} = 0,000066 \text{ TJ} \times 33 \text{ TJ/kg} = 0,002178 \text{ kg/ Transportasi}$$

$$\text{Emisi } N_2O \text{ bensin} = 0,000066 \text{ TJ} \times 3 \text{ TJ/kg} = 0,0000198 \text{ kg/ Transportasi}$$

Penilaian terhadap Dampak (Life Cycle Assessment atau LCA)

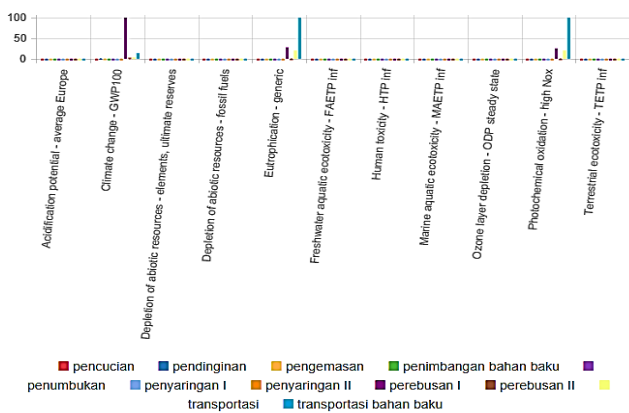
Tahap ketiga pada *Life Cycle Assessment* adalah tahap *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA) atau tahapan analisa mengenai jenis dan besarnya nilai tiap kategori dampak yang dihasilkan dari masing-masing proses pembuatan sebuah produk. (Harmonangan *et al.* 2017). Menurut ISO 14001 (1997) ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk menentukan penilaian terhadap dampak lingkungan antara lain yaitu penentuan kategori, klasifikasi, penentuan karakteristik, normalisasi, pengelompokan dan pembobotan. Penentuan kategori dilakukan dengan memilih kategori sesuai dengan lingkup penelitian yang digunakan, penentuan klasifikasi dilakukan dengan menetapkan data persediaan yang mendukung kategori dampak, penentuan karakteristik dilakukan dengan memberikan penilaian dari hasil indikator kategori dampak, sedangkan untuk normalisasi mengacu pada besarnya relatif pada setiap kategori dampak dari sistem produk yang dianalisa dalam penelitian serta pembobotan yang merupakan gabungan dari hasil indikator kategori berdasarkan kepentingan relatif. Pada penelitian ini, penilaian terhadap dampak yang dihasilkan dari produk jamu kunyit asam didasarkan pada analisa data

menggunakan Software Open LCA pada setiap proses produksi jamu kunyit asam.

Dari beberapa kategori dampak yang terdapat pada **Tabel 12**, tidak semua kategori memiliki nilai atau memiliki dampak pada penelitian ini. Dampak yang dihasilkan berdasarkan analisa *software* Open LCA pada proses produksi jamu kunyit asam ada 3 dan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Tabel 12. Kategori Dampak pada LCIA (Life Cycle Impact Assessment)

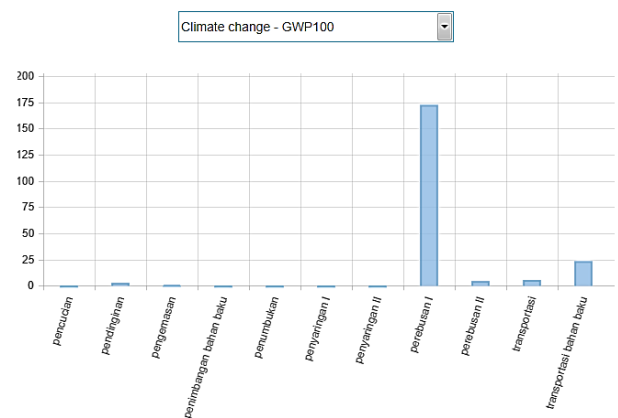
Acidification potential - average kg SO ₂ eq. Europe	
Climate change - GWP100	kg CO ₂ eq.
Depletion of abiotic resources - elements, ultimate reserves	kg antimony eq.
Depletion of abiotic resources - fossil fuels	MJ
Eutrophication – generic	kg PO ₄ --- eq.
Freshwater aquatic ecotoxicity - FAETP inf	kg 1,4-dichlorobenzene eq.
Human toxicity - HTP inf	kg 1,4-dichlorobenzene eq.
Marine aquatic ecotoxicity - MAETP inf	kg 1,4-dichlorobenzene eq.
Ozone layer depletion - ODP steady state	kg CFC-11 eq.
Photochemical oxidation - high Nox	kg ethylene eq.
Terrestrial ecotoxicity - TETP inf	kg 1,4-dichlorobenzene eq.



Gambar 1. Grafik LCIA Result Produksi jamu kunyit asam UD. AL-Mansyurien

Climate Change (Perubahan Iklim)

Perubahan iklim dapat didefinisikan sebagai perubahan suhu global yang disebabkan oleh efek rumah kaca akibat dari aktivitas manusia. Saat ini, kenaikan emisi dapat berpengaruh nyata terhadap perubahan iklim. Perubahan iklim adalah salah satu efek lingkungan dari kegiatan ekonomi dan sosial yang paling sulit ditangani karena ruang lingkupnya terlalu luas. Jenis gas yang memiliki pengaruh terhadap perubahan iklim adalah metana dan hexafluorida (Acero *et al.* 2015). Model karakterisasi pada software OpenLCA didasarkan pada faktor-faktor yang dikembangkan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC).

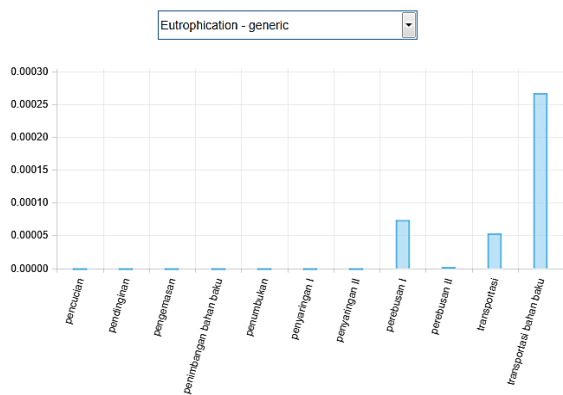


Gambar 2. Grafik *Climate Change* (perubahan iklim)

Eutrophication (Eutrofikasi)

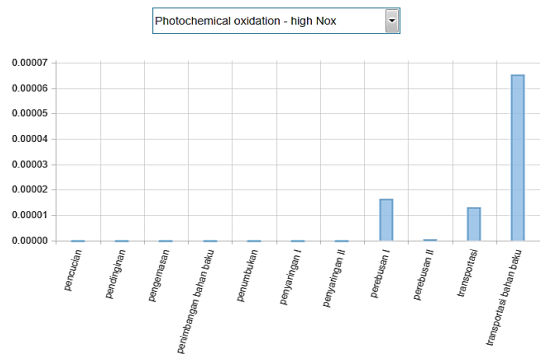
Eutrophication (Eutrofikasi) adalah fenomena yang dapat mempengaruhi

ekosistem air atau pencemaran terhadap ekosistem air akibat dari terlalu banyaknya nutrisi didalamnya (Auvaria *et al* 2013). Hal tersebut menyebabkan pertumbuhan tanaman yang berlebihan seperti ganggang di sungai yang menyebabkan kualitas air dan populasi hewan. Gas-gas yang berpotensi untuk memberikan dampak eutrofikasi adalah amonia, nitrat, oksida nitrogen dan fosfor.



Gambar 3 Grafik Eutrophication (eutrofikasi).

Photochemical Oxidation



Gambar 4. Grafik Photochemical Oxidation LCIA produk tahu.

Photochemical Oxidation adalah jenis polusi udara sekunder yang terbentuk di troposfer disebabkan oleh adanya reaksi Sulfat yang terbentuk dari

pembakaran bahan bakar fosil serta menciptakan bahan kimia lainnya. Biasanya terjadi di udara pada saat ada sinar matahari akan tetapi kelembaban rendah. Hal tersebut terjadi karena adanya oksida nitrogen yang mudah menguap. Dampak kategori bergantung pada jumlah karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO), dan amonium. Photochemical Oxidation atau asap fotokimia dapat menyebabkan masalah pernapasan, iritasi mata, dan lain sebagainya (Anonim 2017). Pada penelitian ini salah satu proses produksi jamu kunyit asam yang menghasilkan dampak photochemical oxidation adalah pada proses yang menghasilkan asap dikarenakan pada proses ini input yang masuk berupa bahan premium atau LPG yang menghasilkan emisi karbon yang bereaksi di udara sehingga menghasilkan gas. Etilen merupakan senyawa yang menyebabkan terjadinya photochemical oxidation ini.

Tabel 13. Akumulasi LCIA produk jamu kunyit asam UD. AL-Mansyurien (satu kali proses produksi)

Kategori Dampak	Proses	Nilai	Unit
Climate change GWP100	pendinginan	2.76629E+0	kg CO ₂ -eq
	pengemasan	7.67000E-1	eq
	Perebusan I	1.72512E+2	
	Perebusan II	4.48083E+0	
	Transportasi	5.45550E+0	
	Transportasi bahan baku	2.34373E+1	
Eutrophic ation	Perebusan I	7.37525E-5	kg PO ₄ -eq
	Perebusan II	1.91565E-1	kg

	Transportasi bahan baku	5.34600E-5 2.67300E-4	
<i>Photochemical Oxidation</i>	Perebusan I	1.63894E-5	kg ethylene-eq
	Perebusan II	4.25700E-7	
	Transportasi	1.30680E-1	
	Transportasi bahan baku	6.53400E-5	

Sumber : Data Primer Diolah (2019)

Tabel 14. Kategori Dampak Dalam Satu Kg

Kategori Dampak	Nilai	Unit
<i>Climate change GWP100</i>	3.70347E+0	kg CO ₂ -eq
	0.01998E+0	kg PO ₄ -eq
<i>Eutrophication</i>	0.01284E+0	kg ethylene-eq

Sumber : Data Primer Diolah (2019)

Tabel 15. Total Emisi Sekali Produksi.

Proses	Nilai (kg)			Keterangan
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Transportasi bahan baku	4,574	0,002178	0,000198	1x Transportasi
Perebusan I	4,476945	0,00007095	0,000007095	1xPerebusan
Perebusan II	4,476945	0,00007095	0,000007095	1xPerebusan
Pengemasan	2	0	0	1xPengemasan
Pendinginan	1,9824	0	0	1xPendinginan
Distribusi Produk	4,574	0,002178	0,000198	1xDistribusi
Total	22,06669	0,0044979	0,00041019	1x Produksi

Sumber : Data Primer Diolah (2019)

Interpretasi (Intepretation of Result)

Menurut Harjanto *et al.* (2012) intepretasi merupakan tahapan terakhir dalam ruang lingkup LCA. Interpretasi dilakukan untuk mengidentifikasi data yang memiliki kontribusi terbesar terhadap lingkungan dengan melakukan perbaikan. Dari data yang dianalisa kontribusi emisi terbesar pada produksi jamu kunyit asam di UD. AL-Mansyurien yaitu emisi gas Carbon Dioksida (CO₂)

yang akan menyebabkan pemanasan global. Dengan kemampuan *fotosintesis* pada siang hari, daun dari pohon mampu mengubah Carbon Dioksida (CO₂) sebagai sumber utama untuk menjadikan Oksigen (O₂) yang bermanfaat bagi semua kehidupan disekitar. Menurut Ramlan (2002) potensi penyerapan Carbon Dioksida (CO₂) pada pohon yaitu sebesar 13,2 ton CO₂ per tahun.

Menurut Yani *et al* (2012) pada produksi gula sumber emisi berasal dari penggunaan bahan bakar pada boiler, solar, LPG, pengolahan limbah padat, dan limbah cair. Nilai total emisi yang dikeluarkan oleh pabrik gula tersebut adalah 105.196,70 ton CO₂. Sedangkan menurut Aghata (2016) nilai emisi yang dikeluarkan pada produksi 1 kg beras pandanwangi sebesar 0,45856 kg CO₂ dengan pendekatan *cradle to gate*, nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan produksi jamu kunyit asam. Dimana untuk 1 kg produksi jamu kunyit asam mengeluarkan emisi CO₂ sebesar 0.52539 kg CO₂ dengan menggunakan pendekatan *cradle to grave*. Jadi, untuk mengatasi karbon dioksida perlu adanya reboisasi agar karbon dioksida yan dikeluarkan oleh pabrik dapat diserap oleh pohon. Sedangkan pada penggunaan energi gas LPG tidak dapat dihindari lagi karena proses pemasakan menggunakan LPG sudah paling minimal dampak emisi,

adapun langkah yang bisa dilakukan adalah dengan memanfaatkan kadar CO₂ yang tinggi tersebut untuk hal lain seperti reboisasi di sekitar rumah industri karena gas CO₂ sangat bermanfaat untuk keberlangsungan fotosintesis tumbuhan. Dengan adanya reboisasi tersebut maka dampak dari gas CO₂ yang dihasilkan tidak berdampak langsung terhadap penipisan ozon atau efek gas rumah kaca. Selain memberikan kenyamanan atau hawa sejuk di sekitar rumah industri kegiatan reboisasi ini juga memberikan dampak positif terhadap suplai oksigen bagi masyarakat sekitar.

Adapun upaya atau langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalisir limbah yang dihasilkan dari proses produksi jamu kunyit asam UD. AL-Mansyurien Kamal Bangkalan. Dari analisis data Limbah yang dihasilkan dari proses produksi jamu kunyit asam antara lain adalah limbah cair hasil pencucian, limbah padat dari ampas kunyit, ampas gula pasir, dan ampas gula merah. Penanganan limbah ampas dari kunyit, asam jawa, gula pasir, dan juga gula merah tidak berdampak pada LCIA karena jumlahnya yang sedikit dan juga bahan yang alami akan tetapi limbah jika dibuang langsung tanpa penanganan terlebih dahulu akan mengakibatkan dampak jika proses produksi meningkat maka dari itu limbah

dari produksi jamu kunyit asam ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik dengan mengimplementasikan langsung sebagai campuran media tanaman. Dan menurut Fitria (2008) sedangkan pada limbah cair bekas pencucian kunyit dapat juga dimanfaatkan menjadi pupuk cair organik dengan menggunakan tambahan asam asetat dan EM4 (*effective microorganism 4*), cara menanggulangi air tersebut juga dapat dilakukan dengan cara *reuse* kembali air cucian tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap penilaian siklus daur hidup produk jamu kunyit asam UD. AL. Mansyurien dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Limbah yang dihasilkan dari proses produksi jamu kunyit asam UD. AL. Mansyurien meliputi limbah cair (sisa air cucian kunyit), limbah padat (ampas kunyit, ampas asam, ampas gula) serta emisi gas buang (energi listrik, gas LPG, dan juga bahan bakar fosil (premium)).
2. Hasil analisa penilaian dengan *softwareOpenLCA*, dalam 1 kg jamu kunyit asam diperoleh emisi CO₂ sebesar 3.70347E+0 kg CO₂eq, emisi PO₄ sebesar 0.01998E+0 kg PO₄-eq, dan emisi gas *ethylene* sebesar 0.01284E+0 kg *ethylene-eq*

SARAN

Setelah melakukan penilaian terhadap siklus daur hidup produk jamu kunyit asam UD. AL. Mansyurien Kamal Bangkalan terdapat beberapa saran yang diajukan antara lain:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai analisa lain yang bisa memberikan dampak terhadap lingkungan hidup yang lebih baik.
2. Perlu adanya penanganan penanganan lebih lanjut untuk limbah dan emisi yang dihasilkan agar lebih ramah lingkungan.
3. Perlu adanya pemberdayaan masyarakat akan pentingnya lingkungan yang bersih, indah, dan nyaman.

DAFTAR PUSTAKA

Afiuddin, A.E dan Ulvi, P. 2016. Perhitungan Emisi Karbon dan Kecukupan Ruang Terbuka Hijau di Lingkungan Kampus (Studi Kasus: Kampus Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya). *Seminar Nasional Maritim, Sains, dan Terapan* 1 (1): 1-5.

Aghata, R.M. 2016. Life Cycle Assessment (LCA) Untuk Rantai Pasok Agroindustri Beras Pandanwangi (Studi Kasus di Kecamatan Cianjur, Jawa Barat).

Skripsi. Bogor. Universitas Pertanian Bogor. Bogor.

Dinas Perindustri dan Perdagangan. 2015. *Jumlah Perusahaan dan Jumlah Tenaga Kerja di Perusahaan Industri*. Bangkalan.

Fitri, Y. 2008. Pembuatan pupuk Organik Cair Drai Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat Dan EM4 (*Effective Microorganism* 4). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

IPCC. 2006. *IPCC Guidelines for National Gas Inventories – Workbook (Volume 2)*. <http://www.ipcc.ch>.

ISO 14040 tahun 2005 tentang *Life Cycle Assessment*. 2006. Jakarta

ISO 14041 tahun 1997 tentang Sistem Manajemen Lingkungan. 2014. Jakarta.

Kautsar, Galuh Z., Yeni S., Rahmi Y. 2015. Analisis Dampak Lingkungan Pada Aktivitas Supply Chain Produk Kulit Menggunakan Metode LCA dan ANP. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. 3(1):200-211.

Nirwanto, Honsono. 2012. *Analisis Life Cycle Bioetanol Berbasis Singkong dan Tandan Kosong Kelapa Sawit di Indonesia*. (*Skripsi*). Teknik Bioproses UI.

Yani, M., Ikawati, P., dan Mas, N.M.
2012. Penilaian Daur Hidup (Life
Cycle Assessment) Gula Pada

Pabrik Gula Tebu. *Jurnal
Agroindustri Indonesia* 1(1):60-67