

**POTENSI DAMPAK LINGKUNGAN DALAM SISTEM PRODUKSI  
MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH (CRUDE PALM OIL-CPO)  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE LIFE CYCLE ASSESSMENT  
(ECO-INDICATOR 99)  
(STUDI KASUS : PT. SINAR MAS AGRO RESOURCES AND  
TECHNOLOGY TBK)**

**Desinta Sawitri Giandadewi<sup>\*)</sup>, Pertiwi Andarani<sup>\*\*)</sup>, Winardi Dwi Nugraha<sup>\*\*)</sup>**

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
email: <sup>\*)</sup> [desintasg@gmail.com](mailto:desintasg@gmail.com)

**Abstrak**

*Industri Crude Palm Oil (CPO) saat ini telah menjadi industri pertanian yang paling besar di Indonesia, dengan produksi CPO mencapai 25 juta ton per tahun dan luas area perkebunan kelapa sawit mencapai 9 juta hektar. Besarnya produksi yang dihasilkan, tentunya juga dapat menimbulkan emisi sebagai dampak samping dari proses produksi dan akan timbul efek secara tidak langsung terhadap lingkungan berupa dampak. Studi ini bertujuan untuk menganalisis potensi dampak lingkungan yang timbul dari proses produksi CPO yang ada di wilayah Provinsi Jambi, Kab. Merangin, Desa Jelatang dengan mengembangkan model Life Cycle Assessment (LCA) berdasarkan sistem produksi yang ada disana. Setelah diketahui dampak yang timbul, disusun upaya pengendalian dampak yang dapat dilakukan oleh perusahaan. Studi ini memiliki system boundary yaitu cradle-to-gate. Untuk mengidentifikasi dampak lingkungan yang timbul disana, digunakan metode LCA yang dibantu dengan software SimaPro v. 7.1 dan metodologi eco-indicator 99. Berdasarkan studi ini impact yang dihasilkan yang paling besar baik itu dari aktivitas perkebunan dan industri adalah climate change, berasal dari penggunaan pupuk dari aktivitas perkebunan yang menghasilkan emisi N<sub>2</sub>O ditambah dengan palm oil mill effluent (POME) yang menghasilkan gas metana. Terdapat 2 skenario teknologi bersih yang diusulkan agar dapat mengurangi dampak yang ada yaitu (1) pengolahan biogas dari POME dan (2) pengolahan bioetanol dari empty fruit bunch (EFB).*

**Keywords:** LCA, LCIA, industri kelapa sawit, perkebunan kelapa sawit, crude palm oil.

**Abstract**

**[Potential Environmental Impact in the System Production of Crude Palm Oil (Crude Palm Oil-CPO) Using Life Cycle Assessment (Eco-Indicator 99) (Case Study: PT. Sinar Mas Agro Resources and Technology Tbk)].** Industry of Crude Palm Oil (CPO) has now become the largest agricultural industries in Indonesia, with CPO production reached 25 million tonnes per year and palm oil plantation area reaches 9 million hectares. The amount produced, of course, can also cause emissions as a side effect of the production process and there will be indirect effects on the environment as an impact. This study aimed to analyze the potential environmental impacts arising from the production of CPO in the Jambi Province, Kab. Merangin, Desa Jelatang by developing models Assessment Life Cycle (LCA) based on production systems that exist there. After know the impact, organized efforts to control the impact that can be done by the company. This study has a system boundary is cradle-to-gate. To identify environmental impacts that arise therein, the method used LCA assisted with software SimaPro v. 7.1 and methodology eco-indicator 99. Based on these studies the greatest impact generated from the activities and industrial

*estates are climate change, derived from the use of fertilizers from plantation activities that produce N<sub>2</sub>O emissions coupled with a palm oil mill effluent (POME) which produce methane. There are two scenarios proposed clean technologies in order to reduce the existing impact, namely (1) the processing of biogas from POME and (2) the processing of bioethanol from empty fruit bunch (EFB).*

**Keywords:** LCA, LCIA, industri kelapa sawit, perkebunan kelapa sawit, crude palm oil.

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Dengan produksi global hampir 60 juta ton dan pasar minyak nabati global lebih dari 35% berat di 2012 (MPOB, 2013), minyak sawit merupakan minyak nabati yang paling banyak diproduksi di dunia. Beragam berbagai kegunaan dalam makanan, kosmetik dan komoditas lainnya, serta biofuel, dikombinasikan dengan harga pasar di bawah pesaingnya (MPOB, 2013), membuat minyak sawit dan yanggo-produk, minyak inti sawit, produk yang menarik.

Dampak lingkungan yang berpotensi timbul tidak hanya dari aktivitas perkebunan, tetapi juga pabrik atau industri minyak kelapa sawit (palm oil mills), karena adanya limbah cair dan limbah padat. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah tersebut berpotensi mencemari lingkungan. Tentunya, harus dikaji lebih lanjut agar dapat diidentifikasi bagaimana skenario pengelolaan lingkungan yang paling baik, khususnya untuk menurunkan dampak lingkungan potensial.

Untuk dapat mengidentifikasi dan menganalisis dampak-dampak lingkungan yang dapat terjadi, metode yang sering digunakan adalah life cycle assessment (LCA). Selain itu, LCA adalah alat yang biasa digunakan untuk menganalisis penghematan energi dan pengurangan emisi gas rumah kaca, audit lingkungan dan energi global yang berfokus pada kehidupan siklus produk, serta efisiensi penggunaan sumber daya seperti tanah, air, energi dan sumber daya alam lainnya. Berdasarkan hasil penelitian

(Wijono, 2013) tersebut, dampak lingkungan yang terjadi adalah perubahan iklim (40,52%), formasi foto-oksidan (33,55%), dan eutrofikasi (25,42%). Dampak terbesar dihasilkan dari unit perkebunan kelapa sawit (Wijono, 2013). Penelitian tentang perbandingan dampak lingkungan dari produksi biodiesel dari minyak sawit dan *Jatropha* dilakukan oleh Nazir dan Setyaningsih (2010) dengan menggunakan software Simapro ver.7.

Tujuan dari penelitian ini, oleh karena itu, adalah untuk menilai dampak lingkungan dari produksi minyak sawit di Indonesia. Maka dari itu digunakanlah model untuk mengukur efek dari setiap produksi yang ada. PT. SMART Tbk diambil sebagai studi kasus karena merupakan salah satu perusahaan yang memiliki sistem produksi CPO yang paling lengkap di Indonesia. Hasil dan kesimpulan dapat berguna untuk pengembangan kebijakan tambahan dalam sektor produksi minyak sawit berkelanjutan.

### Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, antara lain :

1. Mengembangkan model Life Cycle Assessment (LCA) berdasarkan sistem produksi minyak kelapa sawit (CPO) di PT. SMART Tbk
2. Menganalisis potensi dampak lingkungan pada kondisi sistem eksisting di PT. SMART Tbk
3. Menyusun upaya pengendalian potensi dampak lingkungan yang dapat dilakukan di PT. SMART Tbk

## METODOLOGI

Metodologi penelitian ini meliputi :

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2016 di PT. SMART Tbk yang memiliki anak perusahaan pabrik kelapa sawit di Provinsi Jambi, tepatnya di Desa Jelatang, Kecamatan Pamenang, Kabupaten Merangin-Bangko.

### Teknik Pengambilan Data

Pada tahap pengumpulan data ini akan dilakukan pengumpulan data primer maupun data sekunder. Data yang didapatkan berupa data dari perusahaan dan data yang diambil oleh peneliti secara langsung pada rantai produksi maupun data-data lain yang diperoleh melalui proses wawancara dengan pegawai. Prosedur validasi data dilakukan dengan kunjungan di tempat, di tempat pengukuran, komunikasi dan diskusi melalui e-mail dan telepon, dan melalui wawancara untuk memperoleh bukti dan untuk memverifikasi keandalan data yang dikumpulkan. Data yang diperlukan adalah semua data input dalam proses yang terlibat, sejak dari perkebunan kelapa sawit sampai di industri pengolahannya. Sistem produksi minyak kelapa sawit dapat berbeda-beda tergantung dari perusahaan. Oleh karena itu, pengumpulan data dilakukan berdasarkan studi lapangan.

**Tabel 1 Contoh data input**

Proses	Komponen
Perkebunan	Jumlah pupuk yang digunakan Herbisida/pestisida Air Diesel Data karakteristik perkebunan Karakteristik tanah, umur perkebunan, jumlah tanaman, Total luas lahan (ha) Emisi yang dihasilkan
Industri minyak sawit	Berat FFB Bahan bakar diesel untuk bahan baku Konsumsi air dalam proses Jumlah Kernels, Shells (t) Listrik, Steam Input Bahan kimia yang digunakan Karakteristik dan jumlah limbah cair atau POME

Proses	Komponen
	Karakteristik dan jumlah limbah padat atau EFB dan semua bahan/material/energi lain yang diperlukan
Transportasi	Jarak antara perkebunan dan industri (jalur truk) Jarak antara industri CPO dan <i>storage</i> gudang penyimpanan Konsumsi diesel untuk kendaraan Ritase kendaraan

### Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Untuk melakukan pengolahan data penilaian dampak lingkungan digunakan *software* SimaPro v 7.1. Untuk mengolah data menggunakan *software* ini maka diperlukan beberapa tahapan yakni definisi *boundary*, *life cycle inventory*, dan penentuan dampak lingkungan. *Boundary* pada penelitian ini terbatas pada *cradle to gate* dimulai dari perkebunan kelapa sawit hingga menjadi produk jadi (CPO) atau *finish product*. Pada tahapan *Life Cycle Inventory* maka dilakukan ekstraksi bahan atau material yang digunakan pada proses pengolahan minyak kelapa sawit mentah di PT. SINAR MAS AGRO RESOURCES AND TECHNOLOGY TBK. Sedangkan pada tahapan penentuan dampak lingkungan dilakukan beberapa tahapan yakni *characterization* dan *normalisation*. Data yang menjadi inputan pada penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari perusahaan.

Hasil dari pengolahan data pada SimaPro tersebut akan menghasilkan tiga macam *assessment* yaitu *network*, *characterization impact assessment* dan juga *normalization impact assessment*. Hasil *network* ini memberikan informasi hubungan dari setiap proses yang memiliki pengaruh dalam menghasilkan dampak.

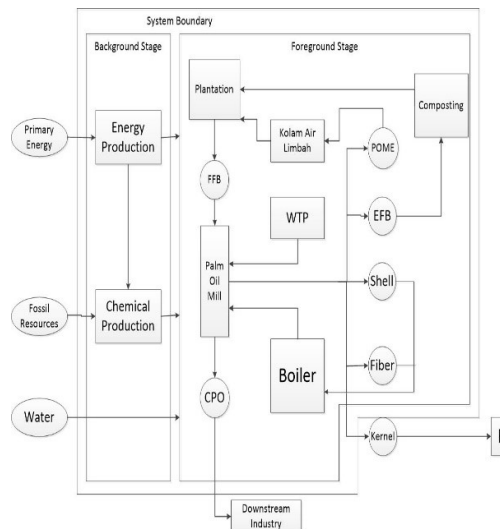
Pada tahap penilaian dampak (*impact assessment*) dilakukan penentuan dampak terhadap lingkungan yang telah diperoleh dari tahapan LCI (*Life Cycle Inventory*). Metode pada *software* SimaPro yang digunakan untuk memperkirakan besarnya dampak yang terjadi adalah Eco-

Indicator 99. Metode ini dipilih karena merupakan metode yang paling penting dan direkomendasikan berdasarkan ISO 14040-43.

Hasil analisa yang dilakukan oleh *software* SimaPro akan menghasilkan keluaran (output) berupa grafik hasil dari karakterisasi dari masing-masing produksi. Grafik ini merupakan hasil analisis dari dampak lingkungan yang merupakan dampak dari proses produksi. Dalam grafik ini, menunjukkan bahwa produksi mendominasi dalam beberapa kategori dampak, sedangkan proses pengolahan yang lain yang mendominasi kategori dampak lainnya. Hal ini juga menunjukkan bahwa tidak ada data tentang penggunaan lahan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Goal and Scope



**Gambar 1 Goal and Scope**

Dalam Gambar 1 yang merupakan *system boundary*, terdapat *background stage* dan *foreground stage*. *Background stage* adalah proses yang tidak terlihat secara langsung dimana dalam *stage* ini terdapat input yang mempengaruhi limbah yang akan dihasilkan nantinya. Misalnya pemakaian energi (listrik, solar) dan pemakaian bahan kimia. Sedangkan *foreground stage* adalah proses yang

terlihat secara langsung dimana dalam *stage* ini melingkupi semua proses mulai dari perkebunan sampai menghasilkan output yang berupa CPO, dan produk sampingnya yang berupa limbah padat dan limbah cair.

Titik permulaan penelitian ini dimulai dari aktivitas perkebunan hingga dihasilkannya *Fresh Fruit Bunch* (FFB), dan saat dalam stasiun penerimaan FFB sebelum diolah hingga dihasilkannya *Crude Palm Oil* (CPO) sampai disimpan di *storage tanks*.

### Inventory Data

Berdasarkan pengamatan dan penelitian di lapangan, terdapat beberapa aktivitas yang membutuhkan suatu *input* misalnya pemupukan dan penggunaan herbisida. Dalam tabel 5.1 terdapat beberapa data dari perkebunan divisi IV Jelatang yang dibutuhkan dalam penelitian ini dan dimasukkan kedalam *software* SimaPro.

**Tabel 2 Data Perkebunan**

Parameter	2014	2015
Pemakaian Pupuk		
- N	0,506 ton	0,828 ton
- P205	64,34 ton	44,112
- K <sub>2</sub> O	81,1504 t	99,69 ton
- MgO	1,2105 t	3,839 ton
- B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,307 ton	6,025 ton
Composting (JJK)	1.389.680 kg	1.552.180 kg
Land Application	186.356 m <sup>3</sup>	120.236 m <sup>3</sup>
Pemakaian Herbisida		
- Glyphosate	268,56 kg	348,63 kg
- Metsulfuron Methyl	8,794 kg	8,308 kg
- Paraquat Dichloride	88,527 kg	46,368 kg
- Triclopyr Butoxy (Garlon)	45,3324 kg	17,433 kg
Konsumsi diesel truk pengangkut TBS	17.242 liter	14.844 liter
Total Luas lahan	203,3 Ha	203,3 Ha
Produksi TBS	14.788,74 ton	26.067,84 ton
Jarak ke mill	20 km	20 km
Berat muatan truk sekali angkut	2,54 ton	4,92 ton

Parameter	2014	2015
Ritase truk dalam setahun	1.165	1.003
Emisi akibat transport	18,3 kgCO <sub>2</sub> / ton TBS	9,44 kgCO <sub>2</sub> / ton TBS
Emisi dari kegiatan produksi kebun		
1. Emisi ke udara (kg)		
- Nitrogen	1.674,86	2.740,68
- K <sub>2</sub> O	46.255,73	56.823 kg
- CO <sub>2</sub> dari herbisida	4.511,73	4.616,05
- CO <sub>2</sub> dari penggunaan diesel	107.712	70.331 kg
2. Emisi ke tanah		
- N <sub>2</sub> O	833.750	953.283

Sumber : PT. SMART Tbk, 2016

Pabrik olahan minyak kelapa sawit yang dimiliki anak perusahaan PT. SMART Tbk yang ada di Kab. Merangin – Bangko, Provinsi Jambi tepatnya di Desa Jelatang ini berdiri semenjak tahun 1994. Kapasitas produksi dari pabrik ini yaitu 30 ton/jam. Dalam proses pengolahannya, diperlukan berbagai macam *input* mulai dari material, energi, transport, dan sebagainya. Dalam tabel 5.2 terdapat beberapa data dari pabrik kelapa sawit Jelatang *mill* yang dibutuhkan dalam penelitian ini dan dimasukkan kedalam *software* SimaPro.

**Tabel 3 Data Industri**

Parameter	2014	2015
TBS olah	112.632 ton	102.537 ton
Listrik bersumber dari genset	331,98 MWh	366,56 MWh
Listrik bersumber dari turbin uap	2.722,01 MWh	2.077,96 MWh
Pemakaian Solar untuk mill	160.501 liter	154.452 liter
Cangkang	5.828 ton	5.306 ton
Fiber	12.671 ton	11.535 ton
Empty Fruit Bunch (EFB)	23.653 ton	21.533 ton
Pemakaian Air	144.595,60 m <sup>3</sup>	148.123,95 m <sup>3</sup>
Pemakaian Bahan Kimia		
- CaCO <sub>3</sub>	167,6625	162,800 ton
- Soda Ash	12,704 ton	19,464 ton
- Alum	16,915 ton	23,120 ton
- B 120 +	0,2244 ton	0,306 ton

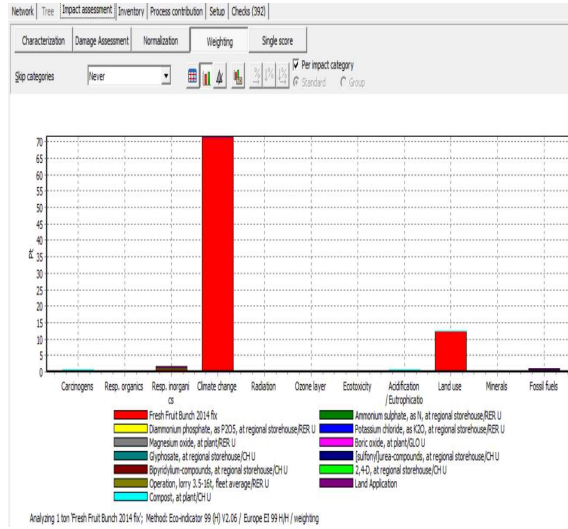
Parameter	2014	2015
- B 171 +	0,1784 ton	0,191 ton
- NaOH	0,83202 ton	0,23618 ton
- H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,10835 ton	0,00591 ton
Jumlah truk angkut		
- CPO	954	840
- Kernel	688	513
Produksi CPO	23.007,48 ton	19.977,07 ton
Produksi Kernel	5.395,82 ton	5.020,60 ton
Jarak truk CPO ke Talang Duku	250 km	250 km
Ritase truk CPO dalam setahun	954	840
Berat muatan truk CPO sekali angkut	24,04 ton	23,99 ton
Jarak truk Kernel ke Pelakar	35 km	35 km
Ritase truk Kernel dalam setahun	688	513
Berat muatan truk Kernel sekali angkut	8,37 ton	9,27 ton
POME	57.618 ton	57.554 ton
Steam Input	160.741.210 MJ	146.333.773 MJ
BOD Raw Effluent	1.308 ppm	1.408 ppm
COD influen	5.413 ppm	5.513 ppm
Emisi GHG operasional		
- Methane	576.180 kg	575.540 kg
- CO <sub>2</sub> fossil dari konsumsi diesel dan produksi energi	22.518.746 kg	20.526.541,4 kg
- CO <sub>2</sub> penggunaan bahan kimia	24.842,45 kg	36166,8 kg

Sumber : PT. SMART Tbk, 2016

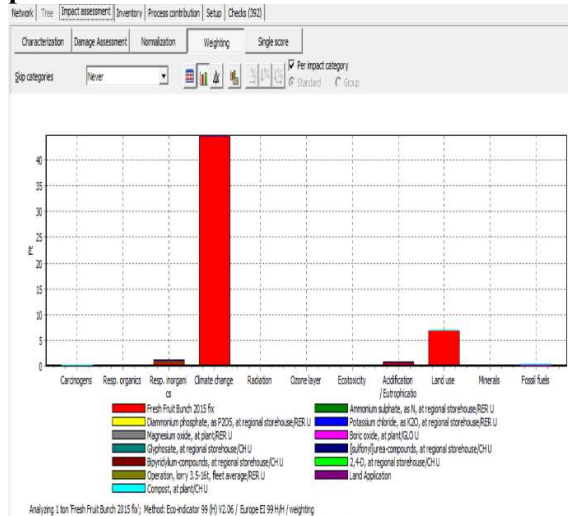
### Life Cycle Impact Assessment

LCIA juga dilakukan menggunakan *software* SimaPro versi 7.1 dan metode *eco-indicator* 99. Penilaian LCIA dibagi 2 berdasarkan sistem *boundary* yang telah dibuat, yaitu aktivitas perkebunan yang menghasilkan *Fresh Fruit Bunch* (FFB) dan yang kedua aktivitas industri yang menghasilkan *Crude Palm Oil* (CPO) dan kernel. LCIA 2014 dan 2015 dipisah berdasarkan data yang telah diperoleh dari aktivitas

perkebunan dan juga sistem produksi dari industri.



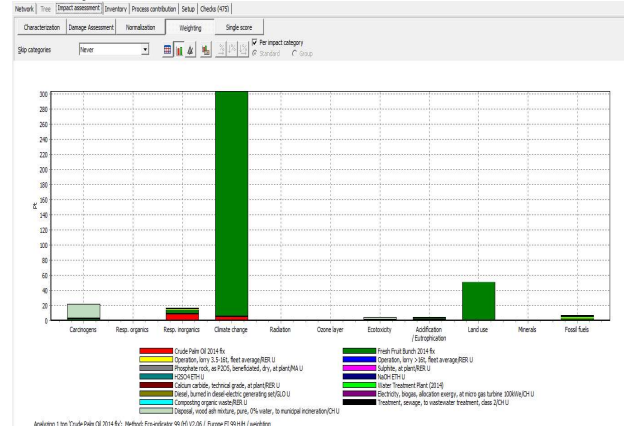
**Gambar 2 Weighting dalam life cycle impact assessment untuk aktivitas perkebunan 2014**



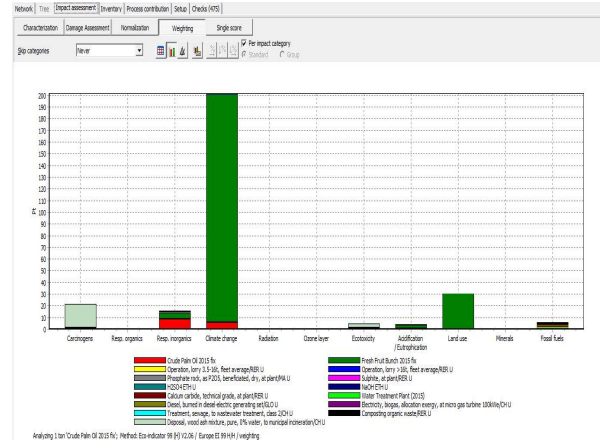
**Gambar 3 Weighting dalam life cycle impact assessment untuk aktivitas perkebunan 2015**

Hasil *weighting* dari proses perkebunan tahun 2014 dan 2015 menunjukkan bahwa kategori dampak yang sangat besar yaitu *climate change* dimana dampak dari *climate change* ini datang dari penggunaan lahan yang awalnya hutan menjadi kebun kelapa sawit, serta adanya emisi yang dihasilkan dari penggunaan pupuk yang menghasilkan emisi  $N_2O$ . Ditambah dengan emisi dari penggunaan herbisida

yang memberikan emisi ke tanah serta emisi dari penggunaan transportasi yang ada untuk aktivitas perkebunan. Dalam 2014 *climate change* dari proses perkebunan berkontribusi sebanyak 0,00367 DALY atau setelah di normalisasi sebanyak 71,7 Pt. Sedangkan dalam 2015 *climate change* berkontribusi sebanyak 0,00229 DALY atau setelah dinormalisasi sebanyak 44,8 Pt.



**Gambar 4 Weighting dalam life cycle impact assessment untuk aktivitas industri 2014**



**Gambar 5 Weighting dalam life cycle impact assessment untuk aktivitas industri 2015**

Dalam 2014 *climate change* dari proses industri berkontribusi sebanyak 0,0156 DALY atau setelah di normalisasi sebanyak 304 Pt. Sedangkan dalam 2015 *climate change* berkontribusi sebanyak 0,013 DALY atau setelah dinormalisasi sebanyak 202 Pt. Dalam 2014 *land use* dari proses industri berkontribusi sebanyak

662 PDF\*m2yr atau setelah di normalisasi sebanyak 51,6 Pt. Sedangkan dalam 2015 *land use* yang berkontribusi sebanyak 395 PDF\*m2yr atau setelah di normalisasi sebanyak 30,8 Pt.

Dalam kategori dampak *climate change* proses yang paling besar mempengaruhi dampaknya adalah dari aktivitas perkebunan yang menghasilkan emisi dinitrogen monoxide, dapat berupa *fertilizer*. Tahun 2014 nilai dinitrogen monoxide yang muncul dari proses ini menyumbang kontribusi sebanyak 316 Pt, sedangkan tahun 2015 nilainya mencapai 215 Pt.

### **Interpretation**

Bisa disimpulkan bahwa penyebab dampak dari *climate change* pada proses perkebunan adalah adanya emisi N<sub>2</sub>O dimana pada tahun 2014 sebanyak 76 Pt dan tahun 2015 sebanyak 49,3 Pt. Emisi ini dihasilkan akibat penggunaan pupuk atau *fertilizer* berupa pupuk kimia. Emisi CO<sub>2</sub> juga timbul dari transportasi yang digunakan dalam aktivitas perkebunan, baik itu pengangkutan FFB dari tempat pengumpulan hasil (TPH) sampai dikirim ke pabrik untuk diolah. Sebanyak 0,2891 Pt emisi CO<sub>2</sub> berkontribusi pada tahun 2014 dan pada tahun 2015 terdapat emisi CO<sub>2</sub> sebanyak 0,1696 Pt. Diharapkan dengan adanya peran teknologi atau dengan substitusi pemupukan yang penuh menggunakan pupuk organik, dapat mengurangi nilai emisi yang tinggi yang dapat mempengaruhi besarnya dampak perubahan iklim.

Sedangkan dalam aktivitas industri, penyebab dari tingginya dampak dari *climate change* adalah nilai emisi dari N<sub>2</sub>O yang berasal dari proses perkebunan yang ada, berupa proses *fertilizer* menggunakan pupuk kimia. Emisi N<sub>2</sub>O juga dapat berasal dari selama proses produksi CPO itu sendiri, penggunaan input yang berasal dari bahan kimia selama proses produksi. Tahun 2014 emisi NO<sub>2</sub> sebanyak 316 Pt dan tahun 2015 sebanyak 215 Pt. Selain

dari emisi N<sub>2</sub>O, dampak perubahan iklim juga dapat dipengaruhi oleh *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang dihasilkan. POME berpotensi memproduksi biogas yang diantaranya berupa gas metan (CH<sub>4</sub>) dan selanjutnya menimbulkan emisi CO<sub>2</sub>. Tahun 2014 emisi CH<sub>4</sub> sebanyak 2,27 Pt dan tahun 2015 sebanyak 2,42 Pt. Emisi CO<sub>2</sub> juga timbul dari penggunaan bahan kimia dan dari transportasi yang ada di industri. Diharapkan apabila potensi biogas ini bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi yang terbarukan sekaligus dapat mengurangi dampak lingkungan yang timbul.

Dari hasil perhitungan jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hansen (2007), yang meneliti *life cycle assessment* (LCA) tentang produksi *crude palm oil* yang ada di Malaysia, menunjukkan perbedaan dampak lingkungan yang timbul dengan PT. SMART Tbk yang ada di Jelatang.

Setelah data yang diperoleh dimasukkan ke dalam software, hasil *weighted* dari penelitian Hansen menunjukkan bahwa dalam proses perkebunan, dampak lingkungan paling tinggi yaitu *fossil fuels* sebesar 19,5 Pt. Sedangkan dalam sistem transportasi dampak lingkungan yang timbul adalah *fossil fuels* sebesar 6,2 Pt. Dari sistem produksi yang ada di industri atau pabrik, dampak lingkungan paling tinggi yaitu *respiratory inorganics* sebesar 13,8 Pt.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Sampattagul (2011), yang meneliti tentang *life cycle assessment* tentang *palm oil biodiesel* di Thailand memiliki *system boundary* dimulai dari proses perkebunan, produksi biodiesel, dan pemanfaatan biodiesel. *Software* SimaPro digunakan dalam penelitian ini namun metode yang digunakan untuk mengkalkulasi dampak adalah *Environmental Design of Industrial Products* (EDIP).

Setelah diperoleh data dan dimasukkan ke dalam *software* SimaPro v

7.1, dampak dari proses perkebunan menunjukkan sebanyak  $1,03 \times 10^{-4}$  Pt. Dampak yang paling besar yaitu lepasnya zat-zat racun menuju udara, air dan tanah; *radioactive waste*; dan *global warming*. Hal ini terjadi karena penggunaan pupuk dan pestisida. Pupuk nitrogen mengakibatkan kontaminasi nitrit dalam air minum, dan berkontribusi untuk permasalahan oksigen dalam sumber daya air, dan emisi gas rumah kaca. Penyebab dampak lingkungan yang timbul hampir sama dengan penyebab dampak lingkungan yang ada di Jelatang Mill, yaitu dari proses pemupukan kimia dan juga herbisida. Hal ini menyebabkan dampak lingkungan yang paling tinggi dalam perkebunan di Jelatang Mill yaitu *climate change* atau perubahan iklim.

#### **Skenario Teknologi Bersih Pengolahan Biogas Dari POME**

POME yang dihasilkan mengandung gas metana yang apabila tidak diolah dapat mempengaruhi dampak lingkungan khususnya dampak terhadap *climate change*. Berdasarkan hasil analisis dampak lingkungan yang telah dilakukan sebelumnya, disimpulkan bahwa potensi dampak lingkungan yang paling tinggi dari proses produksi CPO adalah *climate change* pada tahun 2015 sebanyak 0,0103 DALY yang setelah dinormalisasi menjadi 202 Pt.

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, input listrik yang berasal dari perusahaan ada 2, yaitu listrik yang bersumber dari turbin uap dan listrik yang bersumber dari genset. Pada tahun 2015, emisi yang dihasilkan oleh penggunaan listrik dengan diesel berkontribusi sebanyak  $1,04E-6$  DALY atau 0,0203 setelah dinormalisasi terhadap kategori dampak *climate change*.

Dengan adanya pemanfaatan biogas dari limbah POME yang dihasilkan, diharapkan dapat mengurangi nilai dampak *climate change* yang telah dianalisis sebelumnya. Pada tahun 2015

sebanyak 366,56 MWh listrik yang diinput dari genset, akan dicoba disubstitusikan ke dalam *software* SimaPro dengan listrik yang dihasilkan dari biogas.

Setelah diinput, emisi yang dihasilkan dari listrik bersumber dari biogas menurun sebanyak 0,018 Pt atau sebelum dinormalisasi sebesar  $9,21E-7$  DALY yang berkontribusi terhadap kategori dampak *climate change*. Menurunnya nilai kontribusi dampak listrik dari 0,0203 Pt menjadi 0,018 Pt yang digunakan dari genset ke biogas dapat menunjukkan bahwa dengan memanfaatkan biogas yang dihasilkan dari POME dapat menjadi alternatif sumber listrik dan tentunya dapat membantu mengurangi dampak yang dihasilkan sebelumnya.

#### **Pemanfaatan EFB Sebagai Sumber Bioetanol**

Pemanfaatan EFB sebagai sumber energi terbarukan, dalam hal ini sebagai bahan baku pembuatan bioetanol berguna untuk menyelesaikan masalah krisis energi dan sebagai salah satu usaha untuk menyelamatkan lingkungan. Menurut Arum Sari (2013), 1 liter bioetanol menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,2 kg atau berkurang sekitar 80 persen emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan penggunaan bensin.

Menurut riset yang dilakukan oleh *University of Exeter*, UK, dalam 1 liter diesel menghasilkan emisi sebanyak 2,68 kg CO<sub>2</sub> per liter. Sedangkan dalam 1 liter bensin menghasilkan emisi sebanyak 2,31 kg CO<sub>2</sub> per liter. Hal ini menunjukkan bahwa EFB mempunyai potensi yang tinggi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena EFB merupakan energi terbarukan dan bioetanol yang dihasilkan dapat dikatakan sebagai produk ramah lingkungan.

Skenario pengolahan bioetanol dari EFB ini tidak dicoba dimasukkan kedalam *software* SimaPro v. 7.1 karena transportasi operasional yang ada di



perusahaan, memakai bahan bakar diesel (solar), contohnya truk pengangkut FFB dan truk pengangkut CPO. Seperti yang diketahui bioetanol direkomendasikan sebagai bahan bakar ramah lingkungan pengganti *petrol* atau bensin. Maka dari itu untuk pemakaian bahan bakar bioetanol akan menambah biaya investasi untuk pergantian mesin yang menggunakan bahan bakar bioetanol dan akan menambah pengeluaran perusahaan.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Model *Life Cycle Assessment* (LCA) berdasarkan sistem produksi yang ada di PT. SMART Tbk, dikembangkan menggunakan *software* SimaPro v. 7.1 dan metode *eco-indicator* 99. Dalam *network* aktivitas perkebunan tahun 2014 dengan *cut-off* 0,19% total nilai dalam proses aktivitas perkebunan sebanyak 87,9 Pt. Dengan kontribusi pupuk  $P_2O_5$  sebanyak 1,4 Pt, pupuk  $K_2O$  sebanyak 0,295 Pt dan pupuk kompos sebanyak 0,911 Pt. Dalam *network* aktivitas industri tahun 2014 dengan *cut-off* 0,39% total nilai dalam proses aktivitas industri sebanyak 411 Pt. Dengan kontribusi dari aktivitas perkebunan sebanyak 366 Pt, listrik dari diesel sebanyak 0,621 Pt, kolam air limbah sebanyak 0,0777 Pt dan aktivitas pembakaran di boiler yang menggunakan *fiber* dan *shell* sebanyak 25,3 Pt.
2. Potensi dampak lingkungan yang ada pada sistem eksisting di PT. SMART Tbk dalam aktivitas perkebunan dan aktivitas industri adalah *climate change*. Tahun 2014 aktivitas perkebunan dampak

paling tinggi yang pertama adalah *climate change* berkontribusi sebanyak 71,7 Pt. Proses yang mempengaruhi tingginya *climate change* adalah proses fertilisasi yang menghasilkan emisi  $N_2O$ . Dampak tertinggi kedua adalah *landuse* dengan nilai kontribusi sebanyak 12,4 Pt. Dampak tertinggi ketiga adalah *respiratory inorganics* dengan nilai total 1,56 Pt.

Tahun 2014 aktivitas industri dampak paling tinggi yang pertama adalah *climate change* berkontribusi sebanyak 304 Pt. Dampak tertinggi kedua adalah *landuse* dengan nilai kontribusi sebanyak 51,6 Pt. Dampak tertinggi ketiga adalah *carcinogens* dengan nilai total 22,1 Pt.

3. Upaya pengendalian yang dapat dilakukan oleh PT. SMART Tbk yaitu pengolahan biogas yang didapat dari *palm oil mill effluent* (POME) karena gas metana yang timbul dari POME apabila tidak dimanfaatkan secara baik dapat menyumbang emisi gas rumah kaca ke atmosfer yang dapat meningkatkan dampak dari *climate change*. Dalam input SimaPro, dengan memanfaatkan biogas yang dihasilkan dari POME sehingga menjadi alternatif sumber listrik dapat menurunkan nilai kategori dampak dari *climate change* dimana substitusi listrik dari diesel dengan listrik dari biogas menurunkan nilai dari 0,0203 Pt menjadi 0,018 Pt.

### Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya data *detail* mengenai kuantitas input yang dibutuhkan per proses termasuk data *steam*

- yang dibutuhkan dalam proses perebusan.
2. Perlu adanya data *detail* mengenai emisi yang dikeluarkan di tiap proses produksi CPO, termasuk proses komposting.
  3. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai analisis kelayakan skenario teknologi bersih apabila diterapkan di industri pertanian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arum Sari, Ajeng., Barlianti, Vera. 2014. *Desain Analisa Pemaparan Daur Hidup (Life Cycle Assessment) Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Berita Iptek, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2009, Tahun ke 47 No. 1, Hal. 42-47. ISSN / ISBN / IBSN : SSN No. 0125-9156
- Hansen, Sune Balle. 2007. *Feasibility Study of Performing an Life Cycle Assessment on Crude Palm Oil Production in Malaysia*. Department of Civil Engineering, University of Malaya. Int J LCA 12 (1) 50 – 58 (2007).
- Kamahara, H., Hasanudin, U., Widiyanto, A., Tachibana, R., Atsuta, Y., Goto, N., Daimon, H., Fujie, K. 2010. *Improvement potential for net energy balance of biodiesel derived from palm oil: A case study from Indonesian practice*. Biomass and Bioenergy 34: 1818-1824.
- Malaysian Palm Oil Board (MPOB). 2013. *Directory of oil palm seed producers and nursery operators*. Kelana Jaya, Selangor: MPOB, 5–7.
- Nazir, N. dan Setyaningsih, D. 2010. *Life cycle assessment of biodiesel production from palm oil and Jatropha oil in Indonesia*. Prosiding 7th Biomass Asia Workshop, Nov 29-Dec01, Jakarta.
- PRE. 2007. *Introduction to LCA with SimaPro 7: Product Ecology Consultants*
- PRE. 2007. *SimaPro 7 Tutorial: Product Ecology Consultants*.
- PRE. 2015. *SimaPro Database Manual. Methods Library : Product Ecology Consultants*.
- Rahayu, Ade Sri, dkk. 2015. *Konversi POME Menjadi Biogas. Pengembangan Proyek di Indonesia*. Jakarta: Winrock International.
- Sampattagul, Sate. 2011. *Life Cycle Assessment of Palm Oil Biodiesel Production in Thailand*. International Journal of Renewable Energy, Vol. 6, No. 1, January – June 2011.
- Wikipedia. Diakses tanggal 5 September 2016. Bahan Bakar Etanol.