

**POTENSI PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA DAN
PENGUNAAN ENERGI DALAM SISTEM PRODUKSI MINYAK KELAPA
SAWIT MENTAH (CRUDE PALM OIL-CPO) STUDI KASUS: PT. SINARMAS
AGRO RESOURCES AND TECHNOLOGY TBK**

Wieddy^{*)}, Winardi Dwi Nugraha^{)}, Pertiwi Andarani^{**)}**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
email: ^{*)}wieddyasudardi@gmail.com

Abstrak

Aktivitas perkebunan dan kegiatan sistem produksi untuk menghasilkan minyak kelapa sawit menimbulkan dampak emisi gas rumah kaca dan menggunakan energi yang besar. Namun, pengaruh emisi gas rumah kaca yang dihasilkan belum dikaji lebih jauh walaupun dampaknya sangat besar terhadap lingkungan. Penelitian ini dilakukan di anak perusahaan PT. Sinarmas Agro Resources And Technology Tbk yaitu PT. Khresna Duta Agroindo Unit Pelakar di daerah kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan model life cycle assessment (LCA), menganalisis emisi gas rumah kaca dan pemakaian energi, serta potensi penurunan masing-masing emisi. Metode yang digunakan adalah dengan analisis tahapan LCA yaitu goal and scope definition, life cycle inventory dengan menggunakan perhitungan berupa rumus perhitungan emisi gas rumah kaca dan energi, life cycle impact assessment, serta interpretation. Dari penelitian ini didapatkan bahwa emisi senyawa di pabrik jauh lebih tinggi dibandingkan emisi di perkebunan tanpa dilakukan perhitungan LUC (Land Use Clearing). Emisi di perkebunan (E_{FFB}) pada tahun 2014 adalah 12,50 kgCO₂eq/Ton FFB dan meningkat pada tahun 2015 menjadi 17,96 kgCO₂eq/Ton FFB dengan nilai paling tinggi dari penggunaan pupuk urea di perkebunan yang juga mengalami peningkatan pemakaiannya di tahun 2014 ke tahun 2015. Sementara emisi di pabrik (E_{CPO}) pada tahun 2014 adalah sebesar 2509,9 kgCO₂eq/Ton CPO dan menurun pada tahun 2015 menjadi 2057,1 kgCO₂eq/Ton CPO dengan nilai paling tinggi di dapatkan dari CO₂ pengolahan EFB. Untuk hasil dari perhitungan efisiensi energi didapatkan NER pada tahun 2014 adalah 3,27 dan menurun pada tahun 2015 menjadi 3,17, sementara untuk NEP pada tahun 2014 adalah 26,13 MJ/kg Biodiesel dan menurun pada tahun 2015 menjadi 25,74 MJ/kg Biodiesel, dengan energi input terbesar adalah dari penggunaan listrik di pabrik.

Kata Kunci: Kelapa Sawit , LCA, GRK, NER,NEP

Abstract

[Potential In Decreasing Greenhouse Gases and The Utilizing Energy Of Crude Palm Oil (CPO) Production System Case Study : PT. Sinarmas Agro Resources And Technology Tbk]. Plantation activity and production system activities to produce palm oil has implications greenhouse gases emissions and use a lot of energy. But, the influence of greenhouse gases emissions produced not yet examined further although it has significant impact on the environment. The research was conducted in subsidiary of PT.Sinarmas Agro Resources and Technology Tbk, that is PT.Khresna Duta Agro Indo Pelakar unit at sarolangun district, Province of jambi. The purpose of this research is to develop a model life

cycle assessment (LCA), analyzing greenhouse gases emissions and the utilizing energy, and the reduction of each emission. The Methods which is used are analyze stage LCA, namely goal and scope definition, life cycle inventory using a formula calculation of greenhouse gases emissions and energy, life cycle impact assessment, and interpretation. From the research obtained that emission compounds in plant is much higher than emissions in plantation without LUC (land use clearing) calculation. Emissions in plantation (E_{FFB}) in 2014 is 12,05 kgCO₂eq/Ton FFB and increased in 2015 be 17,96 kgCO₂eq/Ton FFB with the highest is use of fertilizer urea in plantation that has also increased usage by year 2014 to year 2015. While emissions in plant (E_{CPO}) in 2014 is 2509,9 kgCO₂eq/Ton CPO and descending in 2015 be 2057,1 kgCO₂eq/Ton CPO with believe to be the highest is CO₂ from EFB Treatment. For a calculation result of energy efficiency obtained NER in 2014 is 3,27 and descending in 2015 be 3,17, meanwhile NEP in 2014 is 26,13 MJ/kg biodiesel and descending in 2015 be 25,74 MJ/ kg biodiesel, with the highest energy input was the electricity in plant.

Keywords: Palm Oil, LCA, GRK, NER, NEP.

PENDAHULUAN

Latar belakang

Peningkatan Gas Rumah Kaca berasal dari berbagai sumber, seperti CO₂ dari industri, pembangkit listrik, pembakaran bahan bakar fosil dan transportasi, sedangkan CH₄ berasal dari lahan pertanian dan limbah yang tidak diproses. Gas-gas tersebut menahan lebih banyak radiasi dari yang dibutuhkan oleh bumi dan hasilnya suhu di permukaan bumi pun naik. (Badan Litbang Pertanian, 2011).

Menurut estimasi Direktorat Jenderal Perkebunan, Indonesia dapat memproduksi 31.948.951 ton kelapa sawit pada tahun 2015. Sementara itu berdasarkan data yang diolah GAPKI (2016), total ekspor minyak kelapa sawit mentah atau crude palm oil (CPO) dan turunannya yang berasal dari Indonesia pada tahun 2015 mencapai 26,40 juta ton atau naik 21% dibandingkan dengan total ekspor 2014 yaitu 21,76 juta ton. Adapun produksi CPO dan turunannya 2015 diprediksi mencapai 32,5 juta ton.

Namun demikian, menurut Laurance, dkk (2010) dan Yule (2010), sustainability dalam produksi minyak kelapa sawit sering dipertanyakan oleh

beberapa negara dan NGOs (Non-Governmental Organizations). Untuk dapat mengidentifikasi dan menganalisis dampak-dampak lingkungan yang dapat terjadi, metode yang sering digunakan adalah life cycle assessment (LCA). Penelitian-penelitian terkait dampak lingkungan akibat produksi biodiesel telah dilakukan, baik di Indonesia maupun negara-negara lain, seperti Malaysia, Thailand, Brazil, dan lain-lain. Hidayatno, dkk (2011) meneliti LCA produksi biodiesel dari minyak sawit di Indonesia dengan menggunakan metode cradle-to-gate. Berdasarkan hasil penelitian Hidayatno, dkk (2011) 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.

Studi ini dilakukan untuk mengetahui besar emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dengan menggunakan life cycle assessment (LCA) dan bagaimana dampaknya terhadap kondisi lingkungan udara penting dilakukan untuk melihat keefektifan CPO yang di produksi dan juga dapat mengurangi pemakaian energi.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan model Life Cycle Assessment (LCA) berdasarkan sistem produksi minyak kelapa sawit mentah (CPO) di PT. Sinarmas Agro Resources and Technology Tbk, menganalisis emisi gas rumah kaca (GRK) dan pemakaian energi dari sistem produksi CPO di PT. Sinarmas Agro Resources and Technology Tbk berdasarkan model LCA, dan menganalisis potensi penurunan emisi GRK dan penggunaan energi jika skenario produksi bersih diterapkan

METODOLOGI

Teknik Pengambilan dan Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini akan dilakukan identifikasi data-data yang diperlukan terlebih dahulu, dan melakukan wawancara dengan pihak perusahaan. 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. Data yang diperlukan adalah semua data input dalam proses yang terlibat, dimulai dari perkebunan kelapa sawit hingga di industri pengolahannya. Selain itu, juga dibutuhkan data total FFB yang dihasilkan, jumlah CPO yang di olah, pemakaian pupuk di perkebunan, pemakaian bahan kimia selama proses produksi, total pemakaian bahan bakar di perkebunan, proses produksi, kegiatan dipabrik, dan konsumsi listrik di perkebunan dan di pabrik. Oleh karena itu, pengumpulan data dilakukan berdasarkan studi lapangan.

Teknik Pengolahan dan Analisis Data

1. Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca dan Energi Sistem Produksi Minyak Kelapa Sawit

Menurut Saswattecha et al (2015) formulasi perhitungan untuk model

pengaruh produksi minyak kelapa sawit adalah sebagai berikut

Activity Level :

$$A_{FFB \alpha} = A_{\alpha} / FFB$$

$$A_{CPO \alpha} = A_{\alpha} / CPO$$

Emisi :

$$E_{FFB \epsilon, \alpha} = A_{FFB \alpha} \times EF_{\epsilon, \alpha}$$

$$E_{CPO \epsilon, \alpha} = A_{CPO \alpha} \times EF_{\epsilon, \alpha}$$

$$E_{Overall \epsilon, \alpha} = \sum (E_{FFB \epsilon, \alpha} \times \% \text{ Source}) + E_{CPO \epsilon, \alpha}$$

$$E_{FFB \epsilon} = \sum \alpha E_{FFB \epsilon, \alpha}$$

$$E_{CPO \epsilon} = \sum \alpha E_{CPO \epsilon, \alpha}$$

$$E_{Overall \epsilon} = \sum \alpha E_{Overall \epsilon, \alpha}$$

Keterangan :

α = Index untuk aktivitas baik di produksi, transportasi, dan semua input yang digunakan untuk proses produksi

ϵ = Index untuk polutan yang dihasilkan meliputi CO₂, CH₄, N₂O

%Source = % source dari FFB

A_{α} = Tingkat aktivitas (activity unit/year (y))

$A_{FFB \alpha}$ = Tingkat aktivitas pada perkebunan kelapa sawit (activity unit/t FFB/y)

$A_{CPO \alpha}$ = Tingkat aktivitas pada produksi kelapa sawit (activity unit/ton (t) CPO/y)

$CF_{\mu, \epsilon}$ = Faktor klasifikasi dampak μ senyawa kimia ϵ (impact unit/kg of compound ϵ)

CPO = Hasil CPO (t CPO/y)

$E_{FFB \epsilon, \alpha}$ = Senyawa kimia karena aktivitas perkebunan kelapa sawit (kg pollutant/t FFB/y)

$E_{CPO \epsilon, \alpha}$ = Senyawa kimia karena aktivitas kegiatan pabrik kelapa sawit (kg pollutant/t CPO/y)

$E_{Overall \epsilon, \alpha}$ = Senyawa kimia selama aktivitas secara keseluruhan pada proses produksi kelapa sawit (kg pollutant/t CPO/y)

$E_{FFB \epsilon}$ = Total emisi senyawa kimia aktivitas perkebunan kelapa (kg pollutant/t FFB/y)

$ECPO_{\epsilon}$ = Total emisi senyawa kimia karena aktivitas kegiatan pabrik kelapa sawit (kg pollutant/t CPO/y)

$E_{Overall\epsilon}$ = Total emisi Senyawa kimia selama aktivitas secara keseluruhan pada proses produksi kelapa sawit (kg pollutant/t CPO/y)

$EF_{\epsilon, \alpha}$ = Faktor emisi senyawa (g of compound ϵ /kg of activity α)

FFB = Produksi FFB (t FFB/y)

Untuk mengetahui kesetimbangan energi bersih (netenergy balance) akan digunakan persamaan berikut ini (Kamahara, dkk, 2010):

$$NER = (EF + EB) / EI$$

$$NEP = EF + EB - EI$$

Keterangan:

NER : Net energy ratio

NEP : Net energy production

EF : output energi bahan bakar (MJ / kg)

EB : output energi produk samping/by-product (MJ / kg)

EI : total energi input (MJ / kg)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Goal & Scope Definition

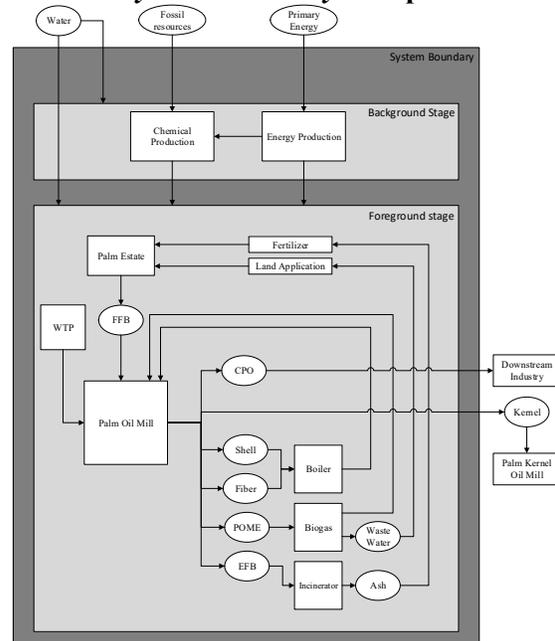
Tujuan dari analisis LCA dalam penelitian ini adalah menghitung emisi gas rumah kaca (GRK) dan pemakaian energi dari sistem produksi CPO (Crude Palm Oil) lalu mengembangkan model LCA berdasarkan sistem produksi minyak kelapa sawit mentah, kemudian mengkaji potensi penurunan emisi GRK dan penggunaan energi jika skenario produksi bersih diterapkan. Analisis LCA pada proses produksi dan kegiatan perkebunan ini digunakan untuk mengetahui tingkat emisi gas rumah kaca dan energi yang dapat dikurangi dari aspek input bahan yang digunakan.

Ruang lingkup LCA (system boundary) yang dievaluasi yaitu pada kegiatan perkebunan dan proses produksi CPO di pabrik. Fokus di dalam analisis LCA ini terutama pada proses yang

meghasilkan emisi gas rumah kaca dan membutuhkan energi paling besar.

Batasan dalam evaluasi LCA ini adalah hanya pada proses yang menghasilkan emisi gas rumah kaca dan material input serta output yang menghasilkan energi.

Analisis *System Boundary* Kelapa Sawit



Gambar 1 *System Boundary* Palm Oil

System boundary adalah batas lingkup sistem yang akan di bahas dan relevan dengan penelitian ini. Background Stage adalah lingkup data yang mempengaruhi produksi limbah. Sementara Foreground Stage adalah lingkup data keseluruhan proses produksi yang menghasilkan output. Dari gambar 5.1 background stage meliputi water atau air yang berasal dari waduk di unit pelakar yang akan digunakan sebagai input bahan baku utama dalam WTP (Water Treatment Plant) untuk kegiatan di Palm Oil Mil, chemical production seperti penggunaan bahan kimia berupa pupuk serta pestisida, dan energy production berupa penggunaan diesel baik untuk transportasi maupun

penggunaan genset menunjang kegiatan operasional.

Pada bagian foreground stage, alur sistem dimulai dari Palm Estate yang menghasilkan FFB (Fresh Fruit Bunch) atau biasa disebut TBS (Tandan Buah Segar), FFB ini merupakan input utama yang digunakan dalam proses produksi di Palm Oil Mill. Dari pengolahan FFB yang dilakukan akan dihasilkan produk berupa CPO (Crude Palm Oil) dan Kernel. Untuk kernel akan didistribusikan ke pabrik selanjutnya untuk pengolahan lanjutan. Sementara limbah yang dihasilkan adalah limbah padat berupa Shell atau Cangkang, Fiber atau Serat, EFB (Empty Fruit Bunch) atau janjangan kosong, dan limbah cair berupa POME (Palm Oil Mill Effluent). Shell dan Fiber akan digunakan sebagai input pada Boiler untuk menghasilkan uap yang akan digunakan kembali untuk proses produksi di Palm Oil Mill yang menggunakan uap. EFB akan dibakar menggunakan Incinerator, dimana abu yang dihasilkan dari proses pembakaran akan digunakan sebagai pupuk di Palm Estate. Lalu untuk POME akan digunakan sebagai input dalam pengolahan biogas, output yang dihasilkan berupa listrik untuk sumber listrik utama yang digunakan dalam kegiatan produksi di pabrik, sisa Waste water dari pengolahan biogas akan di alirkan ke kolam limbah, yang kemudian digunakan sebagai pupuk untuk aktivitas perkebunan yaitu Land Application.

Life Cycle Inventory (LCI)

Life Cycle Inventory (LCI) atau ekstraksi inventori dan emisi, mencakup pengumpulan data dan perhitungan input dan output ke lingkungan dari sistem yang sedang dievaluasi. Data yang dikumpulkan mencakup aktivitas di perkebunan dan kegiatan produksi di pabrik yang berpotensi menimbulkan emisi gas rumah kaca dan penggunaan energi.

Tabel 1 Hasil Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Perkebunan

Sumber Emisi	2014 (kgCO ₂ e q/FFB)	2015 (kgCO ₂ e q/FFB)
Pupuk Urea (kg N)	2,419	4,536
Pupuk N (kg N)	0,148	0,397
Pupuk P ₂ O ₅ (kg P ₂ O ₅)	0,294	1,034
Pupuk MgO (kg MgO)	0,195	1,131
Pupuk K ₂ O (kg K ₂ O)	1,361	1,307
Pupuk CaO (kg CaO)	0,003	0,075
Pupuk Borite (kg B ₂ O ₃)	0,003	0,008
Pupuk ZnSO ₄ (kg ZnSO ₄)	0,050	0,135
Pupuk CuSO ₄ (kg CuSO ₄)	0,041	0,090
Pupuk MgSO ₄ (kg MgSO ₄)	0,070	0,109
CO ₂ dari herbisida, pestisida dan rodentisida	0,067	0,083
N ₂ O dari penggunaan pupuk Urea	3,559	6,674
N ₂ O dari penggunaan pupuk N	0,123	0,329
N ₂ O dari penggunaan JJK	0,023	0
N ₂ O dari penggunaan LA	2,420	0,020
CO ₂ dari penggunaan diesel di kebun	1,047	1,080
CO ₂ dari penggunaan avtur untuk pesawat pupuk	0,088	0,340
CO ₂ dari grid	0	0
CO ₂ dari penggunaan diesel untuk transport	0,588	4,707
E _{FFB}	12,50	17,96

Tabel 2 Hasil Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Pabrik

Sumber Emisi	2014 (kgCO ₂ e q/CPO)	2015 (kgCO ₂ e q/CPO)
CO ₂ biologi dari produksi energi	964,77	941,94
CO ₂ biologi dari pembakaran EFB	1513,22	1083,86
CO ₂ Fossil dari listrik grid	0	0
CO ₂ Fossil dari konsumsi diesel	3,307	5,935
CH ₄ dari pengolahan POME menjadi Biogas	0	0
CO ₂ dari penggunaan NaOH	0,004	0,007
CO ₂ dari penggunaan fosfat	0,025	0,030
CO ₂ dari penggunaan sulfit	0,013	0,017
CO ₂ dari penggunaan HCl	-	0,059
CO ₂ dari penggunaan alum	0,185	0,156
CO ₂ dari penggunaan sodium karbonat	0,304	0,220
CO ₂ dari penggunaan CaCO ₃	0,1	0,108
CO ₂ dari penggunaan diesel untuk transport CPO	28,00	24.820
CO ₂ dari penggunaan diesel untuk transport PK	0	0
E _{CPOe,a}	2509,9	2057,1

Tabel 3 Hasil Perhitungan Energi yang dihasilkan

Proses Input	2014 (MJ/Biodiesel)	2015 (kgCO ₂ e q/CPO)
Perkebunan		
Urea (CH ₄ N ₂ O)	0.234857 265	0.4381597 57
Triple Super Phosphate (P ₂ O ₅)	0.002851 5	0.0017213 68
Rock Phosphate (P ₂ ,Ca)	-	-

Muriate of Potash (K,Cl)	-	-
Kieserite (Mg)	0.003587 767	0.0034273 5
Dolomite (Mg, Ca)	0.000128 406	0.0032042 79
Herbicides	0.002233 82	0.0030491 41
Palm Oil Mill		
Penggunaan Diesel	0.053704 551	0.0963986 27
Listrik	1,872437 519	1,9418932 13
NaOH	0,000190 224	0,0003260 95
Fosfat	0,000154 105	0,0001853 65
Sulfit	0,000000 558	0,0000005 9
Alum	0,079644 895	0,0674480 44
HCL	-	-
Sodium Karbonat	0,001526 135	0,0011055 73
CaCO ₃	0,095273 481	0,1007368 41
Transportasi		
Total konsumsi diesel untuk transportasi	0,039693 459	0,0442224 65
Total penggunaan diesel untuk transport	0,382019 629	0,3386313 85
Biodiesel		
Listrik	3,211	3,211
Produksi methanol	0,378	0,378
Bahan baku methanol	4,521	4,521
EI	10,8783	11,15051
By Product (EB)		
Biogas	0,935733 273	0,8902516 61

Perhitungan Efisiensi Energi

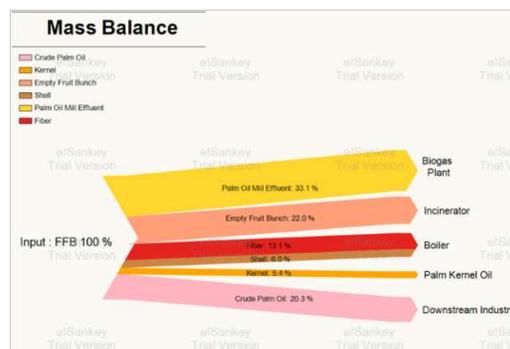
Menurut Kamahara dkk (2010) untuk EF atau energi *output* adalah LHV (*Low Heating Value*) dengan nilai 36,5 MJ/Kg Biodiesel.

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai NER pada tahun 2014 adalah 3,44 dan menurun pada tahun 2015 menjadi 3,35, sementara untuk NEP pada tahun 2014 adalah 26,56 MJ/kg Biodiesel dan

menurun pada tahun 2015 menjadi 26,24 MJ/kg Biodiesel.

Interpretasi

Fase interpretasi adalah fase terakhir dari tahapan *Life Cycle Assessment* yang merupakan kombinasi dari hasil pada *Life Cycle Inventory* dan *Life Cycle Impact Assessment* yang digunakan untuk menginterpretasikan, menarik kesimpulan dan rekomendasi yang konsisten dengan *goal and scope* dan *system boundary* yang telah disusun sebelumnya dan diidentifikasi sebelumnya.



Gambar 2 Mass Balance

Dari mass balance yang dibuat, dengan Input berupa 100 % FFB (Fresh Fruit Bunch), dapat dihasilkan CPO (Crude Palm Oil) sebesar 20,3 % yang akan dikirim ke Down Industry, Kernel sebesar 5,4 % diteruskan ke palm kernel mill, Shell sebesar 6,0% dan Fiber sebesar 13,1 % dijadikan bahan baku untuk Boiler, EFB (Empty Fruit Bunch) sebesar 22,0 % di bakar dengan incinerator, dan POME (Palm Oil Mill Effluent) sebesar 33,1% di jadikan bahan baku untuk Biogas Plant.

Menurut IPCC 2006 hasil estimasi perhitungan emisi senyawa sendiri dalam satuan CO₂eq untuk beban emisi yang dihasilkan yang merupakan satuan konversi dari nilai GWP (*Global Warning Potential*), Dari hasil perhitungan gas rumah kaca didapatkan bahwa emisi senyawa di pabrik lebih tinggi dibandingkan emisi di perkebunan, Emisi

di perkebunan (E_{FFB}) pada tahun 2014 adalah 12,50 kgCO₂eq/Ton FFB dan meningkat pada tahun 2015 menjadi 17,96 kgCO₂eq/Ton FFB dengan nilai paling tinggi dari penggunaan pupuk urea di perkebunan yang juga mengalami peningkatan pemakaiannya di tahun 2014 ke tahun 2015, Sementara emisi di pabrik (E_{CPO}) pada tahun 2014 adalah sebesar 2509,9 kgCO₂eq/Ton CPO dan menurun pada tahun 2015 menjadi 2057,1 kgCO₂eq/Ton CPO dengan nilai paling tinggi di dapatkan dari CO₂ pengolahan EFB/ janjangan kosong. Meskipun emisi senyawa di perkebunan mengalami peningkatan dari tahun 2014 ke tahun 2015 tetapi nilai emisi yang dihasilkan masih jauh lebih kecil dari emisi yang dihasilkan di pabrik, karena kegiatan di pabrik menimbulkan emisi yang jauh lebih besar dibandingkan dengan aktivitas perkebunan. Emisi di perkebunan mengalami peningkatan dari tahun 2014 ke tahun 2015 karena total FFB yang dihasilkan menurun cukup jauh dari tahun 2014 ke tahun 2015, hal ini menyebabkan perusahaan mengoptimalkan pemakaian pupuk dengan harapan FFB yang dihasilkan juga dapat kembali meningkat, sementara untuk emisi dipabrik mengalami penurunan dari tahun 2014 ke tahun 2015 karena total FFB yang diolah menurun sehingga menyebabkan produksi CPO juga menurun, sehingga emisi yang dihasilkan dari proses produksi juga menurun. Jika dibandingkan dengan penelitian Al hakim (2013) jumlah emisi ini cukup kecil untuk perkebunan karena pada Pabrik Kelapa Sawit Pelaihari PT. Perkebunan Nusantara XII jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan perkebunan mencapai 172,41 kgCO₂eq/Ton FFB sedangkan di pabrik hanya 1296,1 kgCO₂eq/Ton CPO. Jika dibandingkan dengan penelitian lain nilai dari hasil perhitungan relatif kecil seperti pada penelitian Saswatecha (2015) di Thailand untuk aktivitas perkebunan emisi yang dihasilkan adalah 57 kgCO₂eq/Ton

FFB dan emisi pabrik yang dihasilkan tidak terlalu jauh yaitu 2332 kgCO₂eq/Ton CPO, tetapi perkebunan dan pabrik kelapa sawit di Thailand masih mengaplikasikan pemupukan sebanyak-banyaknya, menggunakan herbisida dengan jumlah yang tinggi, dan EFB masih dibuang dengan cara *open dumping*. Tetapi jika dibandingkan dengan penelitian Harsono (2011) emisi yang dihasilkan untuk perkebunan kelapa sawit dengan LUC (*Land Use Change*) lebih besar yaitu 5626,43 kgCO₂eq/Ton FFB. Dari perbandingan ketiga penelitian tersebut, hasil perhitungan gas rumah kaca yang dihasilkan oleh aktivitas perkebunan masih relatif kecil, tetapi nilai gas rumah kaca dipabrik masih cukup tinggi, hal tersebut diakibatkan masih banyak EFB yang di oleah dengan menggunakan insenerator, padahal emisi yang dihasilkan dari pengolahan tersebut sangat besar. Nilai gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses produksi masih bisa dilakukan pengurangan dengan cara pengolahan EFB yang lebih baik.

Hasil dari Perhitungan efisiensi energi didapatkan NER pada tahun 2014 adalah 3,27 dan menurun pada tahun 2015 menjadi 3,17 lalu untuk NEP pada tahun 2014 adalah 26,13 MJ/kg Biodiesel dan menurun pada tahun 2015 menjadi 25,74 MJ/kg Biodiesel. Menurut Kamahara dkk (2010) nilai NER untuk *palm biodiesel* adalah 6-9, tetapi dari hasil perhitungan nilai yang di hasilkan masih relatif lebih kecil karena kondisi dilapangan yang hanya sampai di pengolahan CPO. NEP yang dihasilkan perusahaan jika dikonversikan dengan luas lahan tanam adalah 392,4 GJ/ha pada tahun 2015. Jika dibandingkan dengan penelitian Al Hakim (2013), NER Pabrik Kelapa Sawit Pelaihari PT. Perkebunan Nusantara XII adalah 5,18 tetapi NEP yang dihasilkan jika dibandingkan dengan perusahaan jauh lebih rendah yaitu 36,179 GJ/ha. Sedangkan penelitian Pleanjai

(2009) di Thailand nilai NEP yang dihasilkan juga masih lebih rendah jika dibandingkan dengan perusahaan yaitu 100,84 GJ/ha, , tetapi untuk nilai NER yang dihasilkan hampir setara yaitu 3,58 pada penelitian ini. Jika dibandingkan dengan penelitian Kamahara dkk (2010) nilai NER cukup kecil yaitu 3,1 dan NEP yang dihasilkan juga masih lebih rendah yaitu 98GJ/ha, jika dibandingkan dengan ketiga penelitian tersebut, nilai NEP yang dihasilkan dari perhitungan jauh lebih besar, tetapi untuk nilai NER dari perhitungan jauh lebih kecil dibandingkan dengan hasil di penelitian. Nilai NER lebih baik jika di tingkatkan dengan mendata semua energi yang di input secara mendetail dari setiap proses, bukan hanya secara keseluruhan sehingga NER yang dihasilkan lebih tinggi dan mencapai *range* yang seharusnya yaitu 6-9. Untuk Nilai NEP yang dihasilkan sudah cukup tinggi, karena penggunaan energi sudah cukup optimal terutama dengan adanya biogas. Nilai NER dan NEP yang semakin besar lebih baik karena berarti memaksimalkan penggunaan energi.

Skenario Produksi Bersih

1. Pemanfaatan EFB (*Empty Fruit Bunch*) dengan Composting

Dengan pemanfaat EFB menggunakan composting penurunan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan menurun dari 1513,22 kgCO₂eq/Ton CPO menjadi 127,16 kgCO₂eq/Ton CPO, terjadi penurunan signifikan sebesar 1386,0584 kgCO₂eq/Ton CPO. Dari penurunan ini dapat disimpulkan efek gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses produksi juga dapat berkurang dari 2509,9 kgCO₂eq/Ton CPO menjadi 1123,87 kgCO₂eq, sehingga efek gas rumah kaca dapat diturunkan sebesar 55,22 %, hal ini dikarenakan faktor emisi untuk composting jauh lebih kecil dibandingkan dengan faktor emisi pembakaran EFB. Sementara untuk perhitungan energi pemakaian kompos

EFB juga dapat dijadikan sebagai tambahan energi input tetapi pengurangan energi tidak signifikan karena nilainya hanya sebesar 0,01217 MJ/Kg biodiesel, nilai tersebut berpengaruh sebesar 0,003 % pada NER dari 3,27 menjadi 3,26, dan nilai NEP menurun sebesar 0,03 % dari 26,13 MJ/kg biodiesel menjadi 26,12 MJ/kg biodiesel.

Pendanaan investasi EFB menjadi composting bisa diasumsikan dengan pabrik beroperasi 16 jam dan dapat menghasilkan 15360 ton kompos pertahun dari EFB yang diproduksi dengan nilai biaya investasi sebesar Rp. 23.890.058.476 untuk investasi pabrik dan peralatan lokan dan impor mesin dari luar negeri, diharapkan dari investasi tersebut perusahaan mendapatkan Rp. 9.216.000.000 per tahun jika pabrik terus beroperasi selama 16 jam per hari. Dari hasil perhitungan finansial *payback period* penelitian ini didapatkan hasil 1 tahun 5,35 bulan untuk dana investasi kembali dan layak secara finansial (Sembiring, 2007).

2. Pemanfaatan EFB (*Empty Fruit Bunch*) sebagai Bioetanol

Dengan pemanfaatan EFB sebagai bioetanol, perhitungan emisi gas rumah kaca tidak dilakukan karena belum ada penggunaan bensin pada aktivitas perkebunan maupun proses produksi di pabrik. Untuk perhitungan energi pengolahan bioetanol menjadi EFB juga dapat dijadikan sebagai tambahan energi input tetapi pengurangan energi tidak signifikan karena nilainya hanya sebesar 0,0306 MJ/Kg, nilai tersebut berpengaruh sebesar 0,003 % pada NER dari 3,27 menjadi 3,26, dan nilai NEP menurun sebesar 0,1 % dari 26,13 MJ/kg biodiesel menjadi 26,10 MJ/kg biodiesel.

Pendanaan investasi EFB menjadi bioetanol bisa diasumsikan dengan nilai biaya investasi sebesar Rp.1.051.501.560 untuk investasi pabrik dan peralatan berupa mesin. Dari hasil perhitungan finansial *payback period* penelitian ini

didapatkan hasil 4 tahun 2 bulan 28 hari untuk dana investasi kembali dan layak secara finansial (Apriana, 1995 dalam Damayanti, 2008).

3. Penjualan Listrik dari Biogas kepada PT.PLN

Listrik yang dihasilkan dari biogas plant masih digunakan untuk proses kegiatan pabrik. Sebagaimana yang diatur dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Tahun 2014 bahwa PT. PLN untuk membeli tenaga listrik dari pembangkit listrik tenaga biogas. Hal ini bisa meningkatkan kapasitas biogas yang dapat digunakan, karena semua biogas yang dihasilkan bisa di distribusika tanpa harus ada yang dibakar atau proses flare. Harga jual tenaga listrik dari PLTBg (Perusahaan Listrik Tenaga Biogas) sendiri sebanyak Rp,1050/kwh x F jika terkoneksi tegangan menengah atau Rp,1400/kwh x F jika terkoneksi tegangan rendah, dengan factor F merupakan faktor insentif sesuai dengan lokasi pembelian tenaga listrik, untuk pulau sumatera nilai F adalah 1,15. Dengan peraturan ini listrik dari biogas plant juga dapat dimanfaatkan kembali untuk di jual ke PT.PLN, dengan demikian dapat semakin memanfaatkan listrik yang dihasilkan dari biogas. Perhitungan emisi gas rumah kaca dan efisiensi energi tidak dilakukan pada skenario ini karena tidak ada penambahan input emisi maupun pengurangan efisiensi energi dalam sistem produksi CPO di PT. Kresna Duta Agroindo Unit Pelakar. Pada skenario ini hanya tambahan untuk menambah pemasukan secara finansial kepada perusahaan untuk meningkatkan kinerja produksi biogas yang dihasilkan.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil Analisis Life Cycle Assessment (LCA) perhitungan emisi gas rumah kaca dan efisiensi energi yang dilakukan pada aktivitas perkebunan

dan proses produksi dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Cakupan *Life Cycle Assessment* (LCA) berdasarkan sistem produksi minyak kelapa sawit mentah (CPO) di PT. Sinarmas Agro Resources and Technology Tbk adalah dari aktivitas perkebunan dan kegiatan produksi di pabrik, cakupan ini meliputi *System boundary* atau batas lingkup sistem yang akan di bahas dan relevan dengan penelitian, *Background Stage* atau lingkup data yang mempengaruhi produksi limbah, dan *Foreground Stage* atau lingkup data keseluruhan proses produksi yang menghasilkan output. Sementara hasil *mass balance* berupa dari 100 % FFB (*Fresh Fruit Bunch*) yang diolah dapat dihasilkan CPO (*Crude Palm Oil*) sebesar 20,3 % yang akan dikirim ke *Downstream Industry*, Kernel sebesar 5,4 % diteruskan ke palm kernel mill, Shell sebesar 6,0% dan Fiber sebesar 13,1 % dijadikan bahan baku untuk Boiler, EFB (*Empty Fruit Bunch*) sebesar 22,0 % di bakar dengan incinerator, dan POME (*Palm Oil Mill Effluent*) sebesar 33,1% di jadikan bahan baku untuk Biogas Plant.
2. Potensi emisi gas rumah kaca dari hasil perhitungan didapatkan bahwa emisi senyawa di pabrik lebih tinggi dibandingkan emisi di perkebunan tanpa dilakukan perhitungan LUC (*Land Use Change*). Emisi senyawa perkebunan pada tahun 2014 adalah 12,50 kgCO₂eq/Ton FFB dan meningkat pada tahun 2015 menjadi 17,96 kgCO₂eq/Ton FFB, sementara emisi di pabrik pada tahun 2014 adalah sebesar 2509,9 kgCO₂eq/Ton CPO dan menurun pada tahun 2015 menjadi 2057,1 kgCO₂eq/Ton CPO , dengan nilai paling tinggi di dapatkan dari CO₂ pengolahan EFB / janjangan kosong. Untuk hasil dari perhitungan efisiensi energi didapatkan NER pada tahun 2014 adalah adalah 3,27 dan menurun

pada tahun 2015 menjadi 3,17 sementara untuk NEP pada tahun 2014 adalah 26,13 MJ/kg Biodiesel dan menurun pada tahun 2015 menjadi 25,74 MJ/kg Biodiesel, dengan energi input terbesar adalah dari penggunaan listrik di pabrik.

Upaya pengendalian yang dapat dilakukan untuk penurunan emisi gas rumah kaca dan efisiensi energi adalah skenario 1 pemanfaatan EFB (*Empty Fruit Bunch*) dengan composting yang dapat menurunkan efek gas rumah kaca sebesar 55,22 % dan mengurangi nilai NER sebanyak 0,003 % serta nilai NEP sebanyak 0,03 %, kemudian skenario 2 dengan pemanfaatan EFB (*Empty Fruit Bunch*) sebagai bioetanol yang dapat mengurangi nilai nilai NER sebanyak 0,003 % nilai NEP sebanyak 0,1 %, dan skenario 3 adalah penjualan listrik dari biogas ke PT. PLN.

Saran

Saran yang dapat menjadi pertimbangan bagi perusahaan antara lain :

1. Melakukan pengkajian data detail emisi tiap proses produksi untuk mempermudah pengurangan emisi dari setiap proses.
2. Melakukan peningkatan kualitas pengolahan EFB (*Empty Fruit Bunch*) yang masih dilakukan dengan pembakaran melalui incinerator.
3. Melakukan penelitian lebih lanjut tentang analisis kelayakan skenario teknologi bersih apabila diterapkan di perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 2011. Sinartani Agroinovasi. Edisi 21-27 September 2011 No.3423 Tahun XLI.
- Damayanti, Fransiska Eka. 2008. Kelayakan Usaha Bioetanol Ubi Kayu dan Molasesdi Kecamatan Cicurug Sukabumi (Kasus : PT.



- Panca Jaya Raharja). Skripsi Program Sarjana Ekstensi Manajemen Agribisnis Fakultas Pertanian, IPB.
- Hidayatno. A., Zagloel. T. Y. M., Purwanto. W. W., Carissa. Anggraini. L. 2011. *Cradle to gate simple life cycle assessment of biodiesel production in Indonesia*. Makara. Teknologi. Vol 15 (1): 9-16.
- 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.
- Laurance. W.F., Koh. L.P., Butler. R., Sodhi. N.S.. 2010. Improving the performance of round table on suitability palm oil for nature conservation. Conservation Biology 24: 377-381.
- Sambiring, Antoni. 2007. Analisis Kelayakan Finansial dan Ekonomi Usaha Pembuatan Kompos dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (Kasus : PT.XYZ). Skripsi Program Studi Manajemen Agribisnis Fakultas Pertanian, IPB.
- Saswattecha. K., Kroeze. C., Jawjit. W., Hein. L. 2015. Assessing the environmental impact of palm oil produced in Thailand. Journal of Cleaner Production 100: 150-169.
- Yule, C.M., 2010. Loss of biodiversity and ecosystem function in Indo-Malayan peat swamp forest. Biodiversity Conservation 19: 393-409.