ZIRAA'AH, Volume 39 Nomor 2, Juni 2014 Halaman 72-80 E- ISSN 2355-3545

LIFE CYCLE ASSESSMENT PADA PEMBIBITAN KELAPA SAWIT UNTUK MENGHITUNG EMISI GAS RUMAH KACA

(Life Cycle Assessment Of Palm Oil Seedlings For Calculating The Greenhouse Gas Emissions)

Hisyam Musthafa Al Hakim[1], Wahyu Supartono[2], Agustinus Suryandono[2]
[1)]Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru
[2)]Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogjakarta
email: hisyam.alhakim@gmail.com

ABSTRACT

Palm oil plantations in Indonesia is growing every year due to increased consumption of vegetable oil in line with the increase in the population of the world that are used as food , cosmetics , renewable sources , etc. Challenges in the development of palm oil plantations are problems and negative issues; land conflicts, damage to biodiversity, and environmental damage issues. Environmental damage caused by palm oil plantations became the object of attack developed countries and Non Governmental Organization (NGO), with the pretext to cause an increase in Greenhouse Gas (GHG) emissions that cause global warming. This research aimed to determine the Greenhouse Gas (GHG) emissions in palm oil seedling production. Methods carried out were studying the environmental aspects of a product by Life Cycle Assessment (LCA) in which all environmental aspects were analyzed and evaluated throughout its life cycle. Steps in LCA were goal and scope definition, life cycle inventory, life cycle impact assessment, and life cycle interpretation. The result showed that in the palm oil seedling sources of Greenhouse Gas (GHG) emissions derived from the use of diesel fuel, NPK fertilizer, pesticides, and fungicides. Total emissions of Greenhouse Gases (GHG) is 0.50685 kg CO_2 eq / seed. Diesel fuel became the biggest emissions is 0,332 kg CO_2 eq / seed or 65.5 % and emissions from the use of NPK fertilizers is 0.1703 kg CO_2 eq / seed or 33.6 % of total Greenhouse Gas (GHG) emissions in palm oil seedling.

Keyword: *Life Cycle Assessment, Palm Oil Seedling, Greenhouse Gas (GHG)*

PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia berkembang setiap tahunnya, pada tahun 1967 produksi *Crude Palm Oil(CPO)* sebesar 167.669 ton menjadi 26,5 juta ton pada tahun 2012. (Ditjenbun, 2013; AALI, 2013). Saat ini Indonesia menjadi produsen CPO terbesar di dunia dengan jumlah produksi sekitar 50% dari total produksi CPO dunia. Peningkatan konsumsi CPO dunia dikarenakan meningkatnya konsumsi minyak nabati dunia sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk dunia yang digunakan sebagai bahan makanan, kosmetik, dan detergen (Wicke dkk, 2008). Tantangan dibalik perkembangan pesat tersebut adalah bermunculan masalah dan isu negatif pada perkebunan kelapa sawit antara lain konflik lahan yang terjadi antara perusahaan kelapa sawit dengan masyarakat, kerusakan *biodiversity* dan isu kerusakan lingkungan. Kerusakan lingkungan yang disebabkan perkebunan kelapa sawit menjadi obyek serangan negara maju dan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM), dengan dalih sebagai penyebab peningkatan Gas Rumah Kaca (GRK) yang menyebabkan pemanasan global.

ZIRAA'AH, Volume 39 Nomor 2, Juni 2014 Halaman 72-80 E- ISSN 2355-3545

Industri kelapa sawit terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pembibitan kelapa sawit, perkebunan kelapa sawit, pengolahan CPO, dan pengolahan produk turunan. Semua tahapan tersebut memiliki potensi yang berdampak pada lingkungan hal ini karena dalam prosesnya memerlukan beberapa bahan atau material yang bisa memiliki dampak lingkungan. Penelitian ini akan dibahas pada tahapan pembibitan kelapa sawit. Pembibitan kelapa sawit terdiri dari *prenursery* yaitu kecambah ditanam pada polibag kecil selama kurang lebih 90 hari sebanyak 500.000 kecambah/hektar dan *main nursery* yaitu bibit dipindah pada polibag besar selama kurang lebih 225 hari sebanyak 15.000 bibit/hektar. Tahapan pembibitan kelapa sawit membutuhkan material untuk melakukan proses yaitu bahan bakar fosil, pupuk NPK, pestisida, dan fungisida yang memiliki potensi dampak lingkungan khususnya *Global Warming Potential (GWP).*

Permasalahan dan isu kerusakan lingkungan yang menghadang industri kelapa, diperlukan suatu metode pendekatan sistematik untuk menganalisis dampak lingkungan. Salah satu metode yang tepat untuk menganalisis dampak lingkungan ini adalah *Life Cycle Assessment (LCA)*. LCA bertujuan untuk mengidentifikasi dampak lingkungan, sumber polusi dan emisi gas rumah kaca yang kemudian bisa mengetahui potensi dampak pada pemanasan global, perubahan iklim, *eutrophication*, *acidification*, dan kesehatan manusia (Pleanjai dkk, 2007). LCA kini umum digunakan sebagai alat untuk pengukuran keberlanjutan lingkungan (Van Zutphen dan Wijbrans, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada pembibitan kelapa sawit. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat kepada usaha pembibitan kelapa sawit untuk bisa melakukan upaya efisiensi penggunaan bahan/material sehingga bisa mengurangi Gas Rumah Kaca (GRK).

METODE PENELITIAN

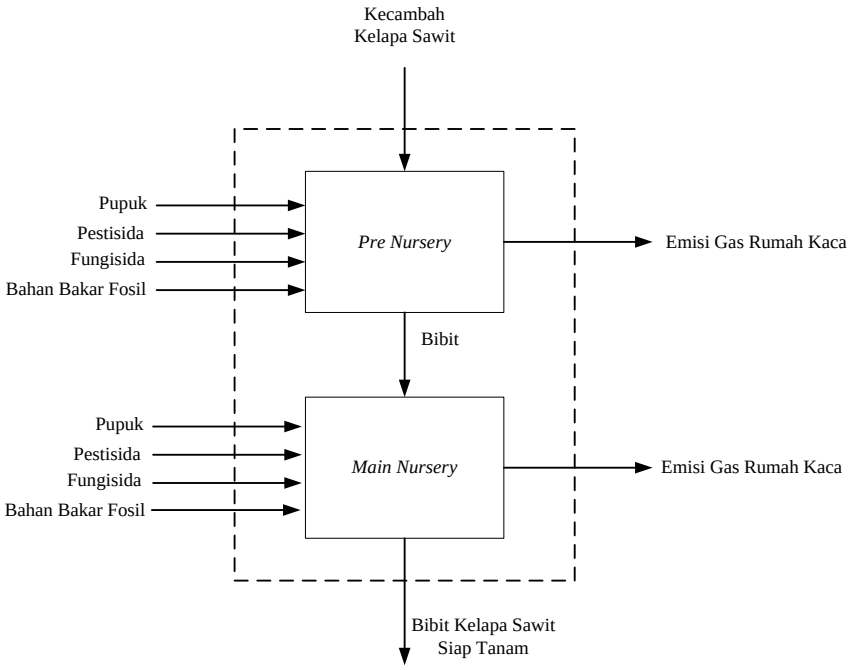
Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September-Desember tahun 2012 di pembibitan kelapa sawit pada satu perusahaan perkebunan kelapa sawit di Provinsi Kalimantan Selatan.

Penetapan Tujuan dan Ruang Lingkup Penelitian

Penetapan tujuan dan ruang lingkup merupakan komponen yang paling penting dari LCA karena penelitian dilakukan sesuai dengan pernyataan yang dibuat dalam fase ini, yang mendefinisikan tujuan studi, hasil yang diharapkan dari penelitian, batasan sistem, unit fungsi dan asumsi. Dua elemen penting dalam tahapan ini adalah penentuan unit fungsi dan batasan sistem. Dampak lingkungan yang dihitung pada penelitian ini adalah *Global Warming Potential (GWP)* dalam bentuk emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dilepaskan pada pembibitan kelapa sawit. Unit fungsi yang digunakan untuk emisi gas rumah kaca adalah kg CO_2 eq /bibit kelapa sawit. Ruang lingkup penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

ZIRAA'AH, Volume 39 Nomor 2, Juni 2014 Halaman 72-80 E- ISSN 2355-3545



Gambar 1. Ruang Lingkup LCA Pembibitan Kelapa Sawit

Inventarisasi Siklus Hidup Pembibitan Kelapa Sawit

Proses pada tahapan pembibitan kelapa sawit menghasilkan limbah dalam bentuk padat, cair, dan gas. Sesuai dengan tujuan penelitian semua limbah dikonversikan menjadi unit fungsi gas rumah kaca karbon dioksida (kg CO_2 eq), perhitungan total emisi sebagai berikut:

$EM_{total} = EM_{BB} + EM_{NPK} + EM_{PES} + EM_{FUNG}$

Keterangan:

EM_{total}= Emisi total yang dilepaskan (kg CO_2 eq/ bibit)

EM_{BB}= Emisi yang dilepaskan Bahan Bakar (kg CO_2 eq/ bibit)

EM_{NPK} = Emisi yang dilepaskan Pupuk NPK (kg CO_2 eq/ bibit)

EM_{PES}= Emisi yang dilepaskan Pestisida (kg CO_2 eq/ bibit)

EM_{FUNG} = Emisi yang dilepaskan Fungisida (kg CO_2 eq/ bibit)

Tabel 1. Faktor Emisi Per Satuan Unit Sumber Emisi

No	Sumber Emisi	Unit	kgCO_2 eq / unit	Referensi
1	Pestisida	kg	11,025	Pehnelt dkk (2012)
2	Fungisida	kg	5,177	West dkk (2002)

Perhitungan emisi pada setiap tahapan menggunakan faktor emisi pada tabel 1 dan perhitungannya sebagai berikut.

$EM_{sd} = \sum_a (U_a . EF_a)$

Keterangan:

EM_{sd} = Emisi yang dilepaskan sumber emisi (kg CO_2 eq/ bibit)

U_a = Jumlah sumber emisi (kg)

EF_a = Faktor emisi(kg CO_2 eq/ kg sumber emisi)

a = Jenis sumber emisi

Perhitugan emisi pupuk NPK sesuai dengan pedoman IPPC sebagai berikut:

ZIRAA'AH, Volume 39 Nomor 2, Juni 2014 Halaman 72-80 E- ISSN 2355-3545

Emisi N_2O $= [N_2O_{Direct-N} + N_2O_{(ATD)}-N + N_2O_{(L)}-N]44/28$

$= [(F_{SN}.EF_1) + (F_{SN}.Frac_{GASF}.EF_4) + (F_{SN}.Frac_{LEACH}-(H).EF_5)]44/28$

Keterangan:

$N_2O_{Direct-N}$ = Emisi N_2O−N yang dihasilkan dari pengelolaan tanah (kg N_2O−N pertahun)

$N_2O_{(ATD)}$−N = Emisi N_2O−N yang dihasilkan dari penguapan N ke atmosfer pada pengelolaan tanah (kgN_2O−N pertahun)

$N_2O_{(L)}$–N = Emisi N_2O−N yang dihasilkan dari penghancuran dan limpasan pemakaian N untuk pengelolaan tanah (kgN_2O−N pertahun)

F_{SN} = Jumlah pupuk buatan N yang digunakan pertahun (N kg/ thn)

EF_1 = Faktor emisi untuk N_2O dari penggunaan N (kg N_2O N/kg N)

$Frac_{GASF}$ = Fraksi N pupuk buatan yang menguap sebagai NH_3 dan NOx, kg N penguapan/(kg Ndigunakan)

EF_4 = Faktor emisi untuk N_2O dari N endapan atmosfer pada tanah dan permukaan air [kg N–N_2O/(kg NH3–N + NOx–N penguapan)]

$Frac_{LEACH}-(H)$ = fraksi dari semua penggunaan N digunakan pada pengelolaan tanah yang hilang pada penghancuran dan limpasan, kg N/(kg N digunakan)

EF_5 = Faktor emisi untuk N_2O dari penghancuran N dan limpasan, kg N_2O-N/ (kg N penghancuran dan limpasan)

Tabel 2. Standar Faktor Emisi dan Fraksi Pupuk NPK

No	Faktor	Nilai Standar	Nilai Kisaran
1	EF_1 (kg N_2O -N/kg N)	0,01	0,003 – 0,03
2	EF_4[kg N_2O – N/(kg NH3–N + NOx–N penguapan)]	0,01	0,002 – 0,05
3	EF_5kg N_2O -N/(kg N penghancuran dan limpasan)	0,0075	0,0005 – 0,025
4	$Frac_{GASF}$ (kg N penguapan/(kg N digunakan)	0,1	003 – 0,3
5	$Frac_{LEACH}-(H)$kg N/(kg N digunakan)	0,30	0,1 – 0,8

Sumber: IPCC, 2006

Perhitungan emisi bahan bakar traktor dan alat pertanian sesuai dengan pendoman IPPC sebagai berikut:

$$\text{Emission GHG} = \sum_j \left(Fuel_j.\ EF_j\right)$$

Emission = Jumlah emisi (kg)

$Fuel_j$ = Konsumsi bahan bakar (TJ)

EF_j = Faktor emisi (kg/TJ)

j = jenis bahan bakar

Tabel 3. Standar Faktor Emisi Mesin Pertanian (kg GHG / TJ)

No	Bahan Bakar	CO_2			CH_4			N_2O		
		Standar	Bawah	Atas	Standar	Bawah	Atas	Standar	Bawah	Atas
1	Boiler (Biomas)	100.000	84.700	117.000	30	10	100	4	1,5	15
2	Boiler (Biogas)	54.600	46.200	66.000	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
3	Truk (Solar)	74.100	72.600	74.800	3,9	1,6	9,5	3,9	1,3	12
4	Mesin pertanian (Solar)	74.100	72.600	74.800	4,15	1,67	10,4	28,6	14,3	85,8

Sumber: IPCC, 2006

ZIRAA'AH, Volume 39 Nomor 2, Juni 2014 Halaman 72-80 E- ISSN 2355-3545

Analisis Dampak Lingkungan

Dampak lingkungan yang dikaji adalah emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang menyebabkan potensi pemanasan global / *Global Warming Potential* (GWP). Semua emisi dikonversikan menjadi setara CO_2 ekuivalen (CO_2 eq).

Tabel 4. Potensi Pemanasan Global Emisi Gas Rumah Kaca

No	Gas Rumah Kaca	Potensi Pemanasan Global (100 Tahun)
1	CO_2	1
2	CH_4	25
3	N_2O	298

Sumber: IPCC, 2007

Interpretasi

Tahapan Interpretasi adalah melakukan evaluasi tahapan inventarisasi dan analisis dampak lingkungan yang kemudian disimpulkan. Hasil dari kesimpulan digunakan sebagai dasar untuk memberikan rekomendasi yang diberikan kepada pihak perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembibitan kelapa sawit dibagi menjadi tahap 2 yaitu *prenursery* dan *main nursery*.*Pre nursery* kecambah ditanam pada polibag kecil selama kurang lebih 90 hari sebanyak 500.000 kecambah/hektar. Pada *main nursery* bibit dipindah pada polibag besar selama kurang lebih 225 hari sebanyak 15.000 bibit/hektar. Ruang lingkup pada penelitian ini adalah data penggunaan sumber daya yang digunakan untuk proses pembibita kelapa sawit. Transportasi sumber daya dari pabrik sampai ke lokasi pembibitan di luar ruang lingkup penelitian ini.

Pre Nursery

Pada tahapan *pre nursery* ini terdiri dari berbagai kegiatan yang memiliki potensi melepaskan emisi gas rumah kaca yaitu; persiapan lahan, pemberantasan hama dan penyakit, dan pemupukan. Alat berat digunakan pada kegiatan persiapan lahan pembibitan untuk menumbang dan merumpuk, alat berat ini membutuhkan bahan bakar fosil (solar). Hasil dari pembakaran bahan bakar solar tersebut memiliki melepaskan emisi gas rumah kaca. Kegiatan pemberantasan hama dan penyakit juga memiliki potensi dalam melepaskan gas rumah kaca, untuk parameter ini jumlah emisi yang dihitung adalah emisi yang terjadi untuk memproduksi bahan kimia yaitu fungisida dan pestisida. Kegiatan pemupukan menggunakan pupuk NPK melepaskan emisi gas rumah kaca, karena dalam pupuk NPK terdapat kandungan N yang akan bereaksi dan menghasilkan gas rumah kaca N_2O.

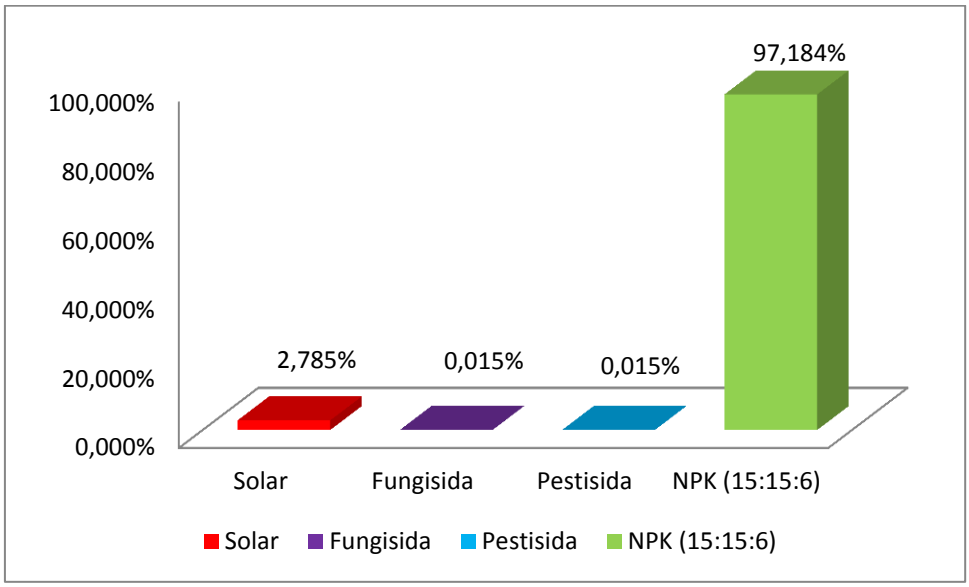
Tabel 5. Emisi Gas Rumah Kaca *Pre Nursery*

Sumber Emisi	Jumlah Penggunaan	Emisi (kg CO_2/bibit)
Solar	0,00028 liter	0,000933486
Fungisida	0,000001 kg	0,000005177
Pestisida	4,608E-07 kg	5,08032E-06
NPK (15:15:6)	0,035 kg	0,032575125
Total Emisi kg CO_2 eq/bibit		**0,033518869**

Sumber: Pengolahan data

ZIRAA'AH, Volume 39 Nomor 2, Juni 2014 Halaman 72-80 E- ISSN 2355-3545

Penggunaan pupuk NPK meskipun sangat kecil akan tetapi bisa menimbulkan potensi gas rumah kaca yang besar karena nilai radiasi pemanasan global N_2O lebih besar 298 kali lipat dibanding CO_2 untuk masa radiasi 100 tahun (IPCC, 2007). Hasil pengamatan dan pehitungan emisi pada tahapan pre nusrsery dapat dilihat pada tabel 5.



Gambar 2. Emisi Gas Rumah Kaca *Pre Nursery*

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada tahapan *pre nursery* penggunaan pupuk NPK menjadi sumber emisi terbesar dengan jumlah sekitar 97%. Pada tahapan pre nursery ini pada satu hektar bisa menampung 500.000 bibit, sehingga cukup efisien karena polybag yang digunakan kecil. Kebutuhan terbesar pada pembibitan adalah pupuk untuk nutrisi pertumbuhan dan kebutuhan air. Tahapan *pre nursery* kegiatan penyiraman sepenuhnya masih menggunakan tenaga manusia tidak perlu menggunakan pompa penyemprot sehingga bahan bakar solar yang digunakan sedikit dan emisi yang dilepas kecil. Total emisi pada tahapan *pre nursery* ini adalah sebesar 0,03351 kg CO_2 eq/bibit atau 33,51 gram CO_2 eq/bibit.

Main Nursery

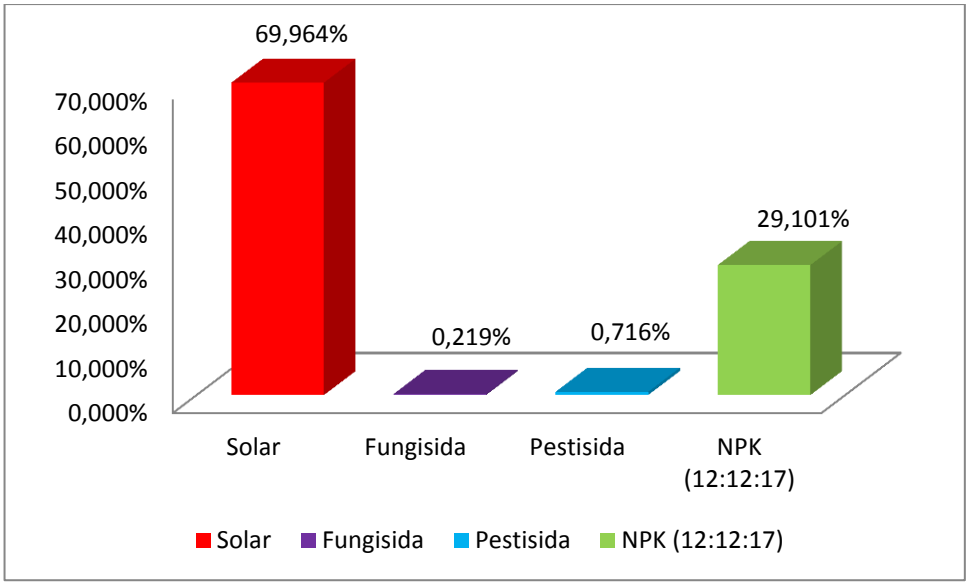
Pada tahapan main nursery sumber emisi yang ada sama dengan pada tahapan *pre nursery*, akan tetapi jumlahnya sangat berbeda hal ini disebabkan waktu tahapan *main nursery* lebih lama dibanding dengan *pre nursery*. Selain itu pada *main nursery* pada satu hektar hanya bisa digunakan untuk merawat 15.000 bibit. Kegitan yang paling berbeda dan berpengaruh terhadap emisi gas rumah kaca adalah penyiraman. Pada *main nursery* kegiatan penyiraman menggunakan mesin pompa yang membutuhkan bahan bakar solar, sehingga emisi yang dilepaskan oleh bahan bakar solar lebih besar dibanding tahap *pre nursery*. Jumlah emisi pada tahapan *main nursery* dapat dilihat pada tabel 6.

ZIRAA'AH, Volume 39 Nomor 2, Juni 2014 Halaman 72-80 E- ISSN 2355-3545

Tabel 6. Emisi Gas Rumah Kaca *Main Nursery*

Sumber Emisi	Jumlah Penggunaan	Emisi (kg CO2/bibit)
Solar	0,099333333 liter	0,33116541
Fungisida	0,0002 kg	0,0010354
Pestisida	0,000307267 kg	0,003387615
NPK (12:12:17)	0,185 kg	0,137746243
Total Emisi kg CO2 eq/bibit		**0,473334668**

Sumber: Pengolahan data



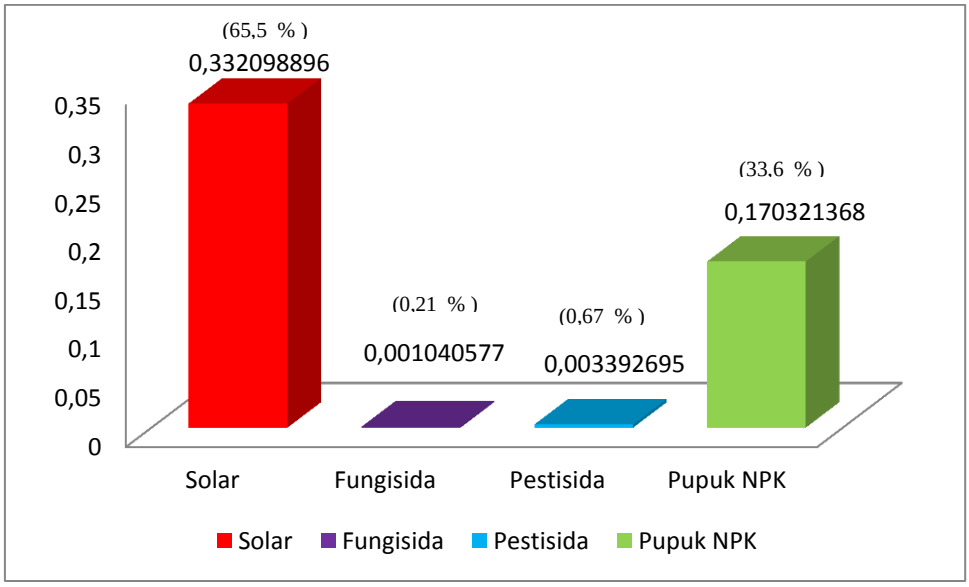
Gambar 3. Emisi Gas Rumah Kaca *Main Nursery*

Hasil perhitungan emisi tahapan *main nursery* menunjukkan bahwa bahan bakar solar menjadi sumber emisi terbesar yaitu sebesar 69% dan berikutnya adalah penggunaan pupuk NPK sebesar 29%. Sedangkan untuk fungisida dan pestisida hanya menyumbang 1% dari total emisi tahapan main nursery. Total emisi pada *main nursery* adalah sebesar 0,47334 kg CO_2 eq/ bibit atau sebesar 473,34 gram CO_2 eq/ bibit.

Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)

Sumber emisi pada tahapan *pre nursery* dan *main nursery* adalah sama yaitu bahan bakar solar, fungisida, pestisida, dan pupuk NPK. Jumlah emisi yang hasilkan pada *pre nursery* adalah sebesar 0,03351 kg CO_2 eq/bibit dan *main nursery* sebesar 0,47334 kg CO_2 eq/ bibit. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa emisi pada *main nursery* lebih besar dibanding *pre nursery*,hal ini sebanding dengan jumlah sumber daya dibutuhkan yang menjadi sumber emisi. Total emisi pada pembibitan kelapa sawit adalah sebesar 0,50685 kg CO_2 eq/ bibit. Sumber emisi yang besar adalah penggunaan bahan bakar solar dan pupuk NPK. Emisi dari bahan fungisida dan pestisida sangat kecil, dapat dilihat pada gambar 4.

ZIRAA'AH, Volume 39 Nomor 2, Juni 2014 Halaman 72-80 E- ISSN 2355-3545



Gambar 4. Emisi Gas Rumah Kaca Pembibitan Kelapa Sawit

Hasil perhitungan total emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada pembibitan kelapa sawit menunjukkan bahwa sumber emisi terbesar adalah penggunaan bahan bakar solar yaitu sebesar 65,5%. Penggunaan bahan bakar solar ini besar karena digunakan untuk mengoperasikan pompa air pada kegiatan penyiraman tahapan main nursery selama 2 kali sehari. Sumber emisi terbesar berikutnya adalah penggunaan pupuk NPK yaitu sebesar 33,6%.

Upaya pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang bisa dilakukan adalah dengan menurunkan penggunaan 2 sumber emisi (solar dan pupuk NPK). Penggunaan solar pada kegiatan penyiraman bisa dikurangi dengan mengganti proses penyiraman menggunakan tenaga kerja manusia. Saran tersebut perlu dikaji lebih mendalam dilihat dari aspek finansial, karena sebuah perusahaan akan memperhitungkan efisiensi biaya dalam memutuskan segala sesuatu. Saran berikutnya untuk menurunkan pupuk NPK adalah dengan mengganti pupuk buatan dengan pupuk organik, meskipun begitu perlu dilakukan penelitian terlebih dari terhadap efektifitas kinerjanya untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.

KESIMPULAN

Pada pembibitan kelapa sawit sumber emisi Gas Rumah Kaca (GRK) terbesar berasal dari penggunaan bahan bakar solar, pupuk NPK, pestisida, dan fungisida. Total emisi Gas Rumah Kaca (GRK) adalah sebesar 0,50685 kg CO_2 eq/ bibit. Solar menjadi kebutuhan energi terbesar yaitu 0,332 kg CO_2 eq/ bibit atau 65,5% dan emisi dari penggunaan pupuk NPK sebesar 0,1703 kg CO_2 eq/ bibit atau 33,6% dari total emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada pembibitan kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

AALI, 2013, "Sales volume and price highlight", Investor bulletin. Second Edition Februari.http://www.astra-agro.co.id, DiaksesMaret 2013.

Direktorat Jendral Perkebunan, 2013. "Luas Arel dan Produksi Perkebunan Seluruh Indonesia Menurut Pengusahaan, Kementerian Pertanian Indonesia, http://www.newsidx.com, Diakses Februari 2013.

IPCC, 2007, IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007, IPCC,

ZIRAA'AH, Volume 39 Nomor 2, Juni 2014 Halaman 72-80 E- ISSN 2355-3545

www.ipcc.ch, Diakses Februari 2013.

IPCC, 2006, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2: Energy, IPCC.

IPCC, 2006, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use, IPCC.

Pehnelt G. and Vietze C., 2012, "Recalculating GHG emissions saving of palm oil biodiesel", Environ. Dev. Sustain. DOI 10.1007/s10668-012-9387-z.

Pleanjai S., Gheewala S. H., and Garivait S., 2007, "Environmental Evaluation of Biodiesel Production from Palm Oil in a Life Cycle Perspective", Asian J. Energy Environ., Vol. 8, Issue 1 and 2, (2007), pp. 15-32.

Van Zutphen J.M. and WijbransR.A., 2011, "LCA GHG emissions in production and combustion of Malaysian palm oil biodiesel", Journal of Oil Palm & The Environment 2:86-92.

West T.O. and Marland G., 2002, "Synthesis of carbon sequestration, carbon emissions,and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States, Agriculture, Ecosystems and Environment 91:217–232.

WickeB., Dornburg V.,Junginger M.,Faaij A., 2008, "Different palm oil production systems for energy purposes and their green house gas implications", Biomass and bioenergy 32:1322–1337.