

Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca pada Industri Kelapa Sawit (Studi Kasus: PT. X)

Natasya Aulia Sucipto dan Abdu Fadli Assomadi
Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
e-mail: abdufadliassomadi@gmail.com

Abstrak—PT. X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di industri kelapa sawit di Indonesia dimana kegiatan operasional perusahaan juga membutuhkan bahan baku, energi listrik, dan beragam aktivitas bisnis lainnya yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) tidak langsung (*Scope 3*). Oleh karena itu, perlu dilakukan inventarisasi emisi GRK untuk mendapatkan informasi mengenai beban emisi PT. X pada jangka waktu tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan besar beban emisi *Scope 3* PT. X dan potensi reduksi emisi GRK yang dilakukan berdasarkan metodologi yang dikembangkan oleh Greenhouse Gas Protocol. Data yang digunakan adalah data tahun 2019 hingga tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban emisi terbesar berasal dari kategori pembelian barang dan jasa, kemudian emisi dari susut energi di jaringan listrik, lalu emisi dari perjalanan bisnis. Terdapat potensi pengurangan emisi sebesar 2.853.109,61-ton CO₂ dengan menerapkan kerjasama dengan pemasok untuk mendapatkan sertifikasi *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO) dan potensi pengurangan emisi sebesar 74.379,14 ton CO₂ dengan menerapkan teknologi CO₂ capture dalam pengolahan biogas yang dimiliki oleh PT. X.

Kata Kunci—Gas Rumah Kaca (GRK), Inventarisasi Emisi, Industri Kelapa Sawit.

I. PENDAHULUAN

PERTUMBUHAN permintaan dan produksi minyak kelapa sawit dalam beberapa dekade terakhir telah mencatat peningkatan yang signifikan. Faktor-faktor seperti hasil produksi yang tinggi dan harga yang lebih rendah telah menjadikan minyak kelapa sawit sebagai minyak goreng utama di Asia dan Afrika [1]. Pada tahun 2020, Indonesia menghasilkan 45,74 juta ton minyak sawit mentah/ *Crude Palm Oil* (CPO), dimana 25,94 juta ton di ekspor yang menghasilkan devisa sebesar USD 17,36 miliar [2].

Namun, ekspansi industri kelapa sawit juga membawa dampak negatif bagi lingkungan, termasuk peningkatan emisi gas rumah kaca. Sektor pangan, termasuk industri kelapa sawit, menyumbang sekitar 33,3% dari total emisi gas rumah kaca di seluruh dunia, dengan sekitar 71% dari total emisi ini berasal dari sektor berbasis lahan seperti pertanian dan perubahan penggunaan lahan [3]. Oleh karena itu, pemerintah berusaha untuk terus mengembangkan industri kelapa sawit nasional dengan memperhatikan prinsip berkelanjutan dengan menerapkan kebijakan. Salah satu kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah adalah dengan mewajibkan perusahaan perkebunan kelapa sawit di Indonesia untuk mendapatkan ISPO (*Indonesian Sustainable Palm Oil*) untuk mencegah dan menurunkan kerusakan lingkungan serta emisi gas rumah kaca melalui penerapan praktik-praktik yang bertanggung jawab dalam pengelolaan kebun.

Pemanasan global menggambarkan kenaikan temperatur

rata-rata atmosfer, laut dan daratan Bumi yang disebabkan oleh aktivitas manusia yang melepaskan karbondioksida (CO₂) dan gas-gas lain yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer [3]. Kenaikan suhu ini memberikan dampak langsung pada perubahan lingkungan dan sangat merugikan keberlangsungan dari ekosistem yang ada.

Upaya global untuk mengatasi pemanasan global membutuhkan kerja sama dari berbagai komunitas dunia. Salah satu organisasi internasional yang berfokus pada perubahan iklim adalah *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), yang bertujuan untuk menjaga konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer pada tingkat yang aman bagi iklim bumi dan menyediakan solusi untuk masalah perubahan iklim. Paris Agreement, yang menjadi bagian dari UNFCCC, bertujuan untuk mengendalikan peningkatan suhu global di bawah 2°C di atas tingkat zaman pra-industri, dengan upaya lebih lanjut untuk mencapai batas 1,5 °C. Indonesia juga telah berkomitmen dengan menetapkan *Nationally Determined Contribution* (NDC) yang mencakup target reduksi emisi sebesar 29% pada tahun 2030 dengan upaya sendiri, dan 40% jika ada dukungan internasional.

Mendukung pengendalian emisi gas rumah kaca, inventarisasi emisi gas rumah kaca menjadi langkah awal yang penting. Inventarisasi gas rumah kaca terbagi menjadi emisi langsung (*Scope 1*) dan emisi tidak langsung (*Scope 2* dan 3). Jumlah rata-rata emisi dari *Scope 1* dan 2 adalah 26% dari total keseluruhan emisi yang dihasilkan, sehingga emisi yang tidak termasuk *Scope 1* dan 2 akan masuk ke dalam kategori *Scope 3*. Dengan demikian, emisi *Scope 3* perlu diperhitungkan dalam upaya mengurangi emisi GRK [4]. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber dan beban emisi gas rumah kaca *Scope 3* di PT. X, serta menentukan potensi reduksi emisi yang dapat dilakukan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi perusahaan dalam meningkatkan kinerja lingkungan dan menentukan kebijakan yang berkelanjutan.

II. INVENTARISASI EMISI

Inventarisasi emisi merupakan tindakan untuk melakukan pengelolaan dan menganalisis data emisi, sehingga dapat diperoleh informasi kuantitatif besaran emisi. Umumnya Inventarisasi Emisi dinyatakan sebagai kuantitas beban pencemar dan GRK dalam setahun, atau dalam unit massa per waktu. Emisi GRK mengacu pada lepasnya GRK ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu [5]. Hasil inventarisasi emisi dapat digunakan untuk menentukan proyeksi masa depan dan menghitung emisi masa depan untuk melacak perkembangan. Kemudian, strategi untuk

Tabel 1.
Data Aktivitas Kategori Pembelian Barang dan Jasa

Barang	2019	2020	2021
TBS	4,060,626.94	3,845,784.89	4,336,458.06
CPO	3,455,331.10	2,893,755.08	3,051,647.99
PK	1,122,499.87	989,984.20	922,945.27
Bleaching earth	47,439.82	45,510.32	51,758.96
Phosphoric acid	3,397.46	3,169.10	3,566.63
Citric acid	406.02	161.59	81.03
Methanol	64,179.60	63,334.10	66,725.02
Sodium methylate	9,860.61	9,745.02	10,213.60
Hydrochloric acid	5,704.24	5,749.52	5,882.34
Sodium hydroxide	814.96	372.02	682.17
Filter Aid (Fuller's Earth)	371.42	346.24	275.47
Sulphuric acid	60.47	35.03	145.90

Tabel 2.
Data Aktivitas Kategori Kegiatan yang Berhubungan dengan Bahan Bakar dan Energi (diluar cakupan 1 dan cakupan 2)

Wilayah	2019	2020	2021
DKI Jakarta (Marunda)	56,613.05	58,845.45	64,531.32
Jawa (Surabaya)	36,438.83	40,279.40	44,540.74
Sumatera Utara (Belawan)	40,687.42	39,326.37	44,416.70
Lampung (Lampung)	64,585.03	68,692.40	67,989.82
Riau (Lubuk Gaung)	57,949.45	50,386.73	54,579.25
Kalimantan Tengah (Tarjun)	938.49	358.57	441.46

Tabel 3.
Data Aktivitas Kategori Perjalanan Bisnis

Sumber Emisi	2019	2020	2021
	Total Jarak (miles)		
Jarak Pendek	825,754	222,339	191,713
Jarak Menengah	7,333,001	2,260,870	1,504,086
Jarak Jauh	2,174,277	857,990	833,418

Tabel 4.
Faktor Emisi Susut Energi di Jaringan

Wilayah	Faktor Emisi	2019	2020	2021
	(ton CO ₂ /MWh)	(ton CO ₂ /MWh)		
DKI Jakarta	0.87	0.081	0.08	0.075
Jawa	0.87	0.081	0.08	0.075
Sumatera Utara	0.94	0.088	0.086	0.081
Lampung	0.94	0.088	0.086	0.081
Riau	0.94	0.088	0.086	0.081
Kalimantan Tengah	1.31	0.122	0.12	0.113

Tabel 5.
Intensitas Emisi Scope 3 per Unit Produksi

Tahun	Intensitas Emisi (ton CO ₂ /ton total produksi)	Intensitas Emisi (ton CO ₂ /ton CPO)	Intensitas Emisi (ton CO ₂ /ton PK)
2019	3.05	3.85	14.65
2020	2.75	3.46	13.40
2021	2.76	3.49	13.29

mengurangi emisi diidentifikasi dan tindakan yang sesuai diambil [6].

ISO 14064-1:2018 membagi inventarisasi emisi menjadi enam kategori yaitu: emisi dan pembuangan GRK langsung, emisi GRK tidak langsung dari energi yang diimpor, emisi GRK tidak langsung dari transportasi, emisi GRK tidak langsung dari produk yang digunakan oleh organisasi, emisi GRK tidak langsung terkait dengan penggunaan produk dari organisasi, dan emisi GRK tidak langsung dari sumber lain [7].

III. METODE PENELITIAN

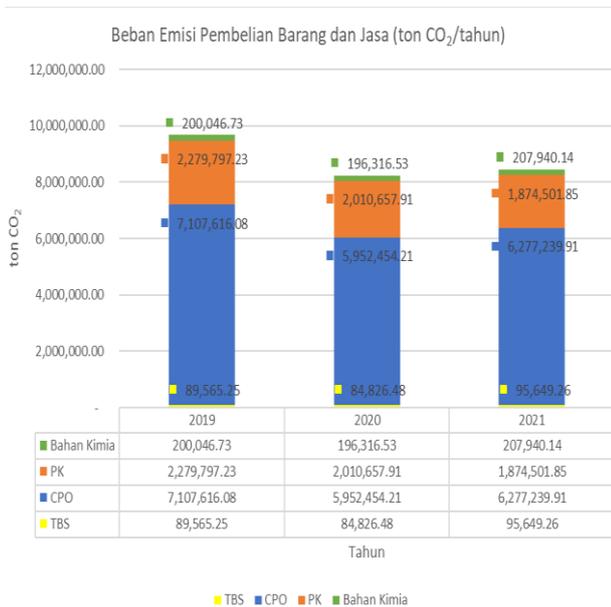
Pelaksanaan penelitian diawali dengan menentukan latar belakang dan ide penelitian kemudian mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan penelitian, mengkaji literatur yang relevan terkait inventarisasi emisi GRK Scope 3, mengumpulkan data, menganalisis dan membahas data yang

telah dikumpulkan, dan menarik kesimpulan dari pembahasan dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

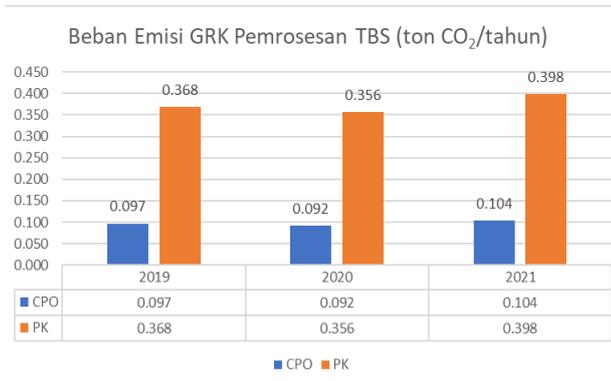
Perhitungan beban emisi gas rumah kaca Scope 3 PT. X dilakukan berdasarkan panduan "Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard" dan "Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions" yang diterbitkan oleh Greenhouse Gas Protocol [8][9].

Lingkup inventarisasi perusahaan didasarkan pada pendekatan kontrol operasional perusahaan, emisi dari aset yang di bawah kontrol perusahaan akan dihitung sebagai emisi langsung (yaitu, dalam Scope 1). Namun, emisi dari aset yang dimiliki oleh perusahaan tetapi di luar kontrol perusahaan (seperti investasi) akan dianggap sebagai emisi tidak langsung dan harus dihitung dalam inventaris Scope 3. Program pengurangan emisi diusulkan berdasarkan hasil perhitungan emisi Scope 3

Data yang dikumpulkan berupa data tahun 2019 hingga



Gambar 1. Beban Emisi Pembelian Barang dan Jasa.



Gambar 2. Beban Emisi Pemrosesan TBS.

2021. Data yang dikumpulkan berupa data tahun 2019 hingga 2021. Beberapa jenis data yang umumnya diperlukan dalam perhitungan emisi Scope 3 meliputi:

1. Data dari masing-masing kategori dan kegiatan Scope 3 yang relevan untuk perusahaan, seperti penggunaan energi dan produksi barang.
2. Data barang dan jasa yang dibeli dan dijual oleh perusahaan.
3. Data pemasok dan mitra dalam rantai nilai lainnya yang relevan, seperti seperti nama perusahaan, jenis produk yang dibeli, atau kategori pembelanjaan.
4. Data emisi untuk setiap sumber emisi yang ditentukan, seperti data emisi energi yang dibeli dari pemasok.

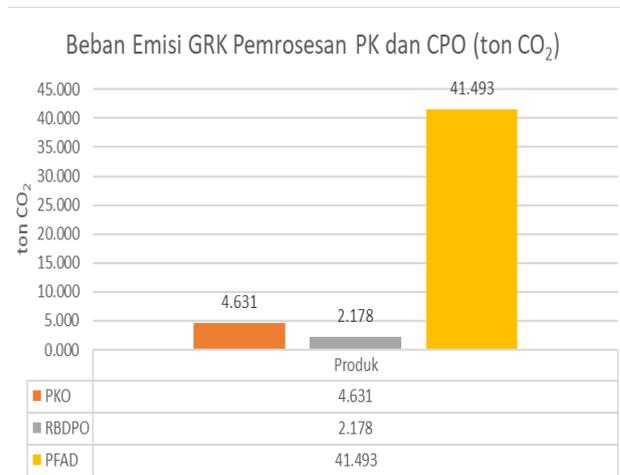
- Perhitungan emisi *Scope 3* meliputi beberapa langkah:
1. Identifikasi sumber emisi *Scope 3* yang relevan untuk perusahaan Anda.
 2. Kumpulkan data emisi untuk setiap sumber emisi yang ditentukan.
 3. Hitung jumlah emisi untuk setiap kategori dengan menggunakan rumus yang sesuai berdasarkan metode yang digunakan, yaitu:

a. Metode *Spend-Based*

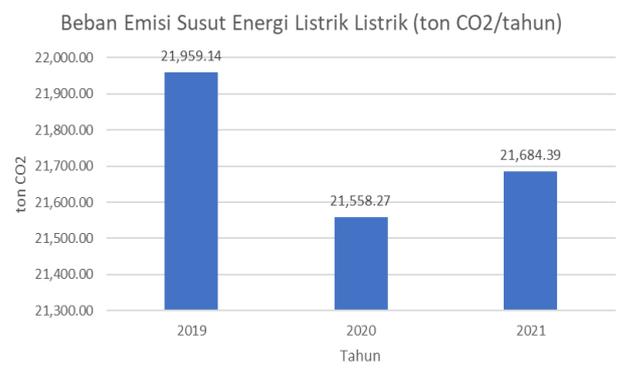
$$E = \text{Nilai Ekonomi (\$ atau Rp)} \times \text{FE (ton CO}_2\text{e/\$ atau Rp)} \quad (1)$$

b. Metode *Average Data*

$$E = \text{massa (ton)} \times \text{FE (ton CO}_2\text{e/ton)} \quad (2)$$



Gambar 3. Beban Emisi Pemrosesan CPO dan PK.



Gambar 4. Beban Emisi Susut Energi per Tahun.

c. Metode *Supplier Specific*

$$E = \text{massa (ton)} \times \text{FE Pemasok (ton CO}_2\text{e/ton)} \quad (3)$$

E = Emisi (ton CO₂e)

FE = Faktor Emisi

4. Jumlahkan emisi dari setiap kategori untuk menentukan emisi total *Scope 3*.

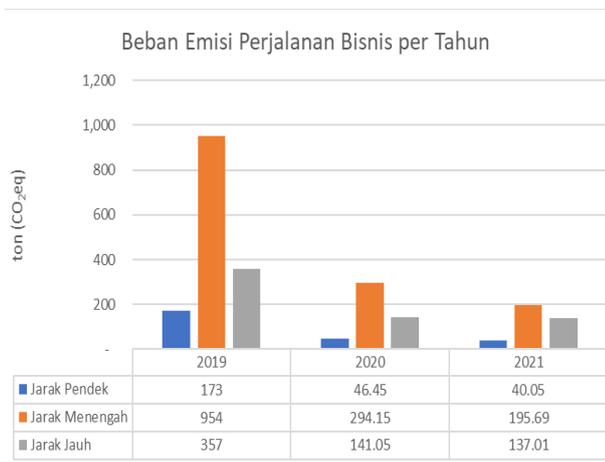
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Aktivitas

Data aktivitas diperoleh dari inventarisasi perusahaan. Dalam kategori pembelian barang dan jasa, emisi GRK berasal dari proses pengolahan, pembuatan, dan/atau penyediaan barang dan jasa yang dibeli oleh perusahaan sebagai bahan baku produksi yang terdiri dari tandan buah segar (TBS), *crude palm oil* (CPO), *palm kernel* (PK), dan bahan kimia. Pada kategori kegiatan yang berhubungan dengan bahan bakar dan energi (diluar cakupan 1 dan cakupan 2), emisi GRK berasal dari susut energi pada saat transmisi dan distribusi energi listrik yang digunakan oleh perusahaan. Dalam kategori perjalanan bisnis, emisi GRK berasal dari perjalanan udara yang dilakukan oleh karyawan perusahaan untuk kegiatan bisnis yang dibagi menjadi perjalanan jarak pendek (<300 mil), menengah (300 mil – <2300 mil), dan jauh (≥2300 mil). Data aktivitas dapat dilihat pada Tabel 1-3.

B. Faktor Emisi

Faktor emisi yang digunakan untuk perhitungan emisi TBS, CPO, dan PK menggunakan data yang berasal dari



Gambar 5. Beban Emisi Perjalanan Bisnis per Tahun Berdasarkan Jarak.

penelitian yang dilakukan oleh Andarani yang menganalisis neraca energi dan emisi gas rumah kaca berdasarkan proses produksi TBS, CPO, dan PK tanpa memperhitungkan perubahan tata guna lahan (*Land Use Change (LUC)*) di pabrik P, PT. X yang berlokasi di Sumatera [10]. Faktor emisi yang digunakan untuk perhitungan emisi dari pembelian bahan kimia diperoleh dari *International Sustainability and Carbon Certification (ISCC)* dan Biograce yang menyediakan faktor emisi untuk emisi langsung dan tidak langsung. Emisi tidak langsung merupakan emisi yang berasal dari emisi hulu suatu bahan baku misalnya seperti bahan kimia.

Faktor emisi yang digunakan dalam perhitungan ini bervariasi tergantung pada wilayah lokasi refinery. Faktor emisi untuk menghitung susut energi pada saat transmisi dan distribusi (*T&D losses*) didapatkan dengan mengalikan faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan dari KLHK sesuai wilayah dengan persentase susut energi. Data persentase susut energi dari PLN digunakan untuk menghitung faktor emisi susut energi pada masing-masing wilayah tersebut.

Faktor emisi yang digunakan untuk perhitungan ini berasal dari US EPA (*US Environmental Protection Agency*), nilai faktor emisi terdiri dari CO₂, CH₄, dan N₂O. Pada penelitian ini, perhitungan difokuskan pada emisi CO₂ sehingga faktor emisi dalam bentuk CH₄, dan N₂O dikonversi menjadi CO₂ ekuivalen dengan mengalikannya dengan *global warming potential (GWP)* yang dikeluarkan oleh IPCC AR5 [11].

C. Perhitungan Beban Emisi Kategori Pembelian Barang

Berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi yang telah dikumpulkan, perhitungan emisi menggunakan metode *Average Data* seperti pada Persamaan 2.

Setelah mendapatkan data emisi CO₂ pembelian barang per tahunnya, data emisi CO₂ dibagi dengan jumlah produk dalam tahun yang sama. Hal ini dilakukan untuk mengetahui emisi yang dihasilkan berdasarkan produknya. Tandan buah segar yang telah dipanen dari perkebunan akan diproses untuk menghasilkan produk antara yaitu CPO dan PK. PK yang dibeli akan diekstrak menjadi *palm kernel oil (PKO)*. Sedangkan CPO yang dibeli akan diolah menjadi *refined, bleached and deodorized palm oil (RBDPO)* dan *palm fatty acid distillate (PFAD)*. Beban emisi GRK pemrosesan dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3.

Dengan diketahuinya jumlah produk yang dihasilkan dari TBS, CPO, dan PK. Maka dapat diketahui beban emisi yang

dihasilkan tiap satuan produk menggunakan perhitungan sebagai berikut.

$$E_{\text{tiap satuan produk}} = \frac{\text{beban emisi}}{\text{jumlah produksi}} \quad (4)$$

D. Perhitungan Beban Emisi Kategori Kegiatan yang berhubungan dengan bahan bakar dan energi (diluar cakupan 1 dan cakupan 2)

Susut jaringan sendiri adalah indikator seberapa banyak energi yang hilang pada saat distribusi energi listrik dari PLN ke perusahaan. Perhitungan emisi menggunakan metode *Average Data*, faktor emisi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.

$$E = \text{jumlah (MWh)} \times \text{FE (ton CO}_2\text{e/MWh)} \quad (5)$$

Hasil perhitungan menunjukkan beban emisi GRK dari susut energi adalah sebesar 21.959,14-ton CO₂/tahun untuk tahun 2019, 21.558,27-ton CO₂/tahun untuk tahun 2020, dan 21.684,39-ton CO₂/tahun untuk tahun 2021. (Gambar 4)

E. Perhitungan Beban Emisi Kategori Perjalanan Bisnis

Beban emisi *Scope 3* kategori perjalanan bisnis dihitung dengan menggunakan data jarak tempuh dikalikan dengan faktor emisi dari US EPA berdasarkan kategori jarak. Perhitungan dilakukan dengan metode *average data* berdasarkan jarak. (Gambar 5)

$$E = (\text{Jarak (penumpang-mil)} \times \text{FE (ton CO}_2\text{eq/penumpang-mil)}) \times \text{Jumlah tiket dengan perjalanan yang sama} \quad (6)$$

Hasil perhitungan menunjukkan beban emisi GRK dari perjalanan bisnis adalah sebesar 1.484-ton CO₂/tahun untuk tahun 2019, 482-ton CO₂/tahun untuk tahun 2020, dan 373 ton CO₂/tahun untuk tahun 2021.

F. Total Beban Emisi

Pembelian barang menyumbang emisi *Scope 3* terbesar dibandingkan emisi dari susut energi di jaringan listrik, dan emisi perjalanan bisnis. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kebutuhan jumlah bahan baku dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan produksi dan permintaan pasar. Variasi total beban emisi per tahun pada Gambar 4.12 dipengaruhi oleh variasi kebutuhan produksi pada tahun masing-masing. Tinggi rendahnya permintaan pasar mempengaruhi kebutuhan produksi dengan demikian kebutuhan bahan baku juga meningkat.

Kebanyakan kebutuhan energi PT. X masih dipasok melalui jaringan listrik PLN. Variasi jumlah emisi dari susut energi di jaringan distribusi dipengaruhi oleh variasi pemakaian listrik tiap tahunnya. Semakin rendah pemakaian listrik di operasional perusahaan, maka semakin rendah pula emisi yang dihasilkan dari susut energi begitu juga sebaliknya. Emisi dari susut energi dari jaringan memberikan gambaran sebenarnya mengenai emisi yang dihasilkan dari pemakaian listrik terutama sebelumnya perusahaan belum pernah memperhitungkan emisi ini di perhitungan pemakaian listrik di *Scope 2*.

Perjalanan bisnis perusahaan yang dihitung adalah perjalanan yang menggunakan perjalanan udara menggunakan pesawat. Penggunaan pesawat menghasilkan emisi yang berasal dari pemakaian bahan bakar. Hasil perhitungan emisi perjalanan bisnis pada Gambar. X, emisi yang dihasilkan dari kegiatan perjalanan bisnis mengalami penurunan sejak 2020 hingga 2021. Penurunan emisi disebabkan oleh adanya pandemi Covid-19 yang melanda

dunia sejak awal tahun 2020 yang menyebabkan diterapkannya kebijakan *Social Distancing* sehingga kebanyakan kegiatan dilakukan secara daring (dalam jaringan) atau *online* serta perjalanan dibatasi.

Total beban emisi *Scope 3* dari perhitungan diatas dapat memberikan gambaran intensitas emisi berdasarkan hasil produksi kelapa sawit. Hasil produksi kelapa sawit PT. X terbagi menjadi CPO dan PK.

Perhitungan intensitas emisi dilakukan dengan membagi total emisi dengan total volume produksi produk. Dengan begitu, akan didapatkan nilai emisi per unit produksi (Tabel 5). Variasi intensitas emisi dipengaruhi oleh fluktuasi produksi pada masing-masing tahun.

$$\text{Intensitas emisi} = \frac{\text{Total beban emisi}}{\text{Hasil produksi}} \quad (7)$$

G. Strategi Reduksi Emisi

1) Kerja Sama dengan Pemasok

Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa emisi dari kategori pembelian barang merupakan emisi terbesar dibandingkan kategori lainnya. Penyumbang terbesar dalam emisi dari kategori pembelian barang adalah pembelian CPO dan PK. Salah satu upaya yang dapat dilakukan oleh perusahaan yang bergerak di industri kelapa sawit untuk menurunkan emisi yang dihasilkan dari pembelian CPO dan PK adalah mendorong para pemasok untuk mendapatkan sertifikasi seperti RSPO (*Roundtable on Sustainable Palm Oil*) dengan tujuan untuk mengubah pasar dan mendorong adopsi standar berkelanjutan dalam produksi dan penggunaan minyak kelapa sawit. Standar tersebut terwujud dalam bentuk 8 prinsip, 43 kriteria, dan 139 indikator yang dikenal sebagai Prinsip dan Kriteria Minyak Sawit Berkelanjutan [12].

Terdapat pengurangan emisi sebesar 35% pada produksi 1 kg RBDPO oleh produksi bersertifikat RSPO dibandingkan dengan produksi tanpa sertifikasi RSPO (3,41 kg CO₂ eq./kg RBDPO untuk yang bersertifikat dan 5,34 kg CO₂ eq./kg RBDPO untuk yang tidak bersertifikat). Pengurangan emisi terbesar terjadi pada perubahan tata guna lahan, pengeringan lahan gambut, dan pengolahan limbah POME. Kepemilikan sertifikat RSPO memastikan pemasok mengadopsi praktik-praktik keberlanjutan yang efektif dalam mengurangi emisi. Potensi reduksi emisi dari pembelian CPO dan PK apabila seluruh pemasok PT. X mendapatkan sertifikasi RSPO adalah 2.853.109,61-ton CO₂.

2) CO₂ Capture untuk Produksi Metanol dari POME

Produk utama dari biogas adalah metana sebesar 50-75% dari total biogas akan tetapi biogas juga mengandung karbon dioksida sebesar 25-50% dari total biogas dimana hanya metana yang akan digunakan sedangkan karbon dioksida akan dilepaskan ke atmosfer [13]. Salah satu potensi pemanfaatan karbon dioksida adalah untuk produksi metanol. Perhitungan beban emisi menunjukkan pembelian bahan kimia terbesar di PT. X adalah metanol sehingga pemanfaatan karbon dioksida dari pengolahan biogas untuk produksi metanol membantu mengurangi emisi.

Dalam hal pemanfaatan CO₂ dari pengolahan biogas, PT. X perlu mengimplementasikan teknologi *water scrubbing* untuk menangkap CO₂ dari gas hasil penangkapan metana. CO₂ yang telah dipisahkan dapat dikompres menjadi bentuk cairan dan kemudian dimanfaatkan untuk produksi metanol dengan penambahan H₂ [14].

Dalam penerapannya, unit operasi ini mampu menghasilkan sekitar 20.712 kg metanol per jam dari pengolahan 44.938 kg POME per jam. Berdasarkan dokumen internal perusahaan, salah satu pabrik biogas milik PT. X di Jambi mampu mengolah 93.810 m³ POME atau setara dengan 81.562.345,20 kg dalam satu tahun. Dengan memanfaatkan teknologi tersebut, jumlah metanol yang dapat dihasilkan dari pabrik biogas tersebut mencapai sekitar 37.592,22 ton metanol. Kebutuhan metanol pada tahun 2021 sebesar 66.752,02 ton. Oleh karena itu, metanol yang dihasilkan oleh pabrik biogas dapat membantu mengurangi pembelian metanol dan juga mengurangi emisi yang biasanya terjadi dari pembelian metanol. Dengan melakukan perhitungan, terdapat potensi reduksi emisi sebesar 74.379,14 ton CO₂.

V. KESIMPULAN

Sumber dan beban emisi GRK *Scope 3* di PT. X berasal dari kategori pembelian barang dan jasa, kegiatan yang berhubungan dengan bahan bakar dan energi (diluar cakupan 1 dan cakupan 2) yaitu susut energi di jaringan transmisi dan distribusi listrik, dan perjalanan bisnis. Berdasarkan perhitungan beban emisi kategori pembelian barang dan jasa, diketahui beban emisi dari pembelian barang dan jasa tahun 2019 adalah 9.677.025,29-ton CO₂/tahun, untuk tahun 2020 sebesar 8.244.255,13-ton CO₂/tahun, dan untuk tahun 2021 sebesar 8.455.331,15-ton CO₂/tahun. Untuk hasil perhitungan emisi GRK dari susut energi adalah sebesar 21.959,14-ton CO₂/tahun untuk tahun 2019, 21.558,27-ton CO₂/tahun untuk tahun 2020, dan 21.684,39-ton CO₂/tahun. Untuk hasil perhitungan emisi GRK dari perjalanan bisnis adalah sebesar 1.484-ton CO₂/tahun untuk tahun 2019, 482-ton CO₂/tahun untuk tahun 2020, dan 373-ton CO₂/tahun untuk tahun 2021.

Strategi yang dapat dilakukan oleh PT. X adalah melibatkan pemasok dalam upaya penurunan emisi seperti membantu pemasok untuk mendapatkan sertifikasi RSPO dengan potensi reduksi 2.853.109,61-ton CO₂. Penerapan teknologi CO₂ capture di penangkap gas metana milik PT. X untuk memanfaatkan CO₂ yang dihasilkan dari pembuatan biogas sebagai metanol dengan potensi reduksi emisi sebesar 74.379,14-ton CO₂.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Pirker, A. Mosnier, F. Kraxner, P. Havlík, and M. Obersteiner, "What are the limits to oil palm expansion?," *Glob. Environ. Chang.*, vol. 40, pp. 73–81, Sep. 2016, doi: 10.1016/J.GLOENVCHA.2016.06.007.
- [2] Direktorat Jenderal Perkebunan, "Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022," 2022.
- [3] M. Crippa, E. Solazzo, D. Guizzardi, F. Monforti-Ferrario, F. N. Tubiello, and A. Leip, "Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions," *Nat. Food* 2021 23, vol. 2, no. 3, pp. 198–209, Mar. 2021, doi: 10.1038/s43016-021-00225-9.
- [4] Y. A. Huang, C. L. Weber, and H. S. Matthews, "Categorization of scope 3 emissions for streamlined enterprise carbon footprinting," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 43, no. 22, pp. 8509–8515, Nov. 2009, doi: 10.1021/ES901643A/SUPPL_FILE/ES901643A_SI_001.PDF.
- [5] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah," 2010.
- [6] U. Alyuz and K. Alp, "Emission inventory of primary air pollutants in 2010 from industrial processes in Turkey," *Sci. Total Environ.*, vol. 488–489, no. 1, pp. 369–381, Aug. 2014, doi:

- 10.1016/J.SCITOTENV.2014.01.123.
- [7] International Organization for Standardization, "ISO 14064-1:2018 Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals," 2018.
- [8] World Business Council on Sustainable Development and World Resources Institute, "Greenhouse Gas Protocol – Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard," Washington, 2019.
- [9] World Business Council on Sustainable Development and World Resources Institute, "Greenhouse Gas Protocol – Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions (version 1.0). Washington," Washington, 2019.
- [10] P. Andarani, W. D. Nugraha, and Wieddy, "Energy balances and greenhouse gas emissions of crude palm oil production system in Indonesia (Case study: Mill P, PT X, Sumatera Island)," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1823, no. 1, p. 20064, Mar. 2017, doi: 10.1063/1.4978137/584980.
- [11] "Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. | Scotland's Marine Assessment 2020." <https://marine.gov.scot/sma/content/climate-change-2014-synthesis-report-contribution-working-groups-i-ii-and-iii-fifth> (accessed Aug. 14, 2023).
- [12] Roundtable on Sustainable Palm Oil, "Review of outputs from RSPO Working Groups and Taskforces, RSPO P&C Review Phase 1," 2012. https://rspo.org/wp-content/uploads/RSPO_Phase_1_Specific_by_principle.pdf.
- [13] N. Sinaga, S. B. Nasution, and M. Mel, "Process Optimization of Biogas Production from Palm Oil Mill Effluent: A Case Study of a Crude Palm Oil Factory in Muaro Jambi, Indonesia," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 49, no. 2, pp. 155–169, 2018, Accessed: Aug. 14, 2023. [Online]. Available: <https://akademiabaru.com/submit/index.php/arfmts/article/view/2300>.
- [14] M. Mel *et al.*, "Transformation of Carbon Dioxide into Methanol," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 52, no. 1, pp. 55–62, 2018, Accessed: Aug. 14, 2023. [Online]. Available: <https://akademiabaru.com/submit/index.php/arfmts/article/view/2373>.