

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan industri yang kian pesat membuat perhatian khusus pada isu keberlanjutan dalam melestarikan lingkungan dan keberlangsungan makhluk hidup. *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030 dapat menjadi motivasi transformatif di seluruh dunia yang dianut oleh seluruh negara bagian PBB pada tahun 2015 dengan tujuan untuk mengatasi berbagai tantangan global secara keseluruhan dan membuat dunia yang jauh lebih baik untuk era masa depan (Sarwani et al., 2013). Keberlanjutan ini terus digalakkan dan dikembangkan untuk menjamin kelestarian dan menyesuaikan diri untuk jangka panjang. Dalam mencapai tujuan ini, *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) memberi energi kepada para anggotanya untuk menerima konsep *eco-efficiency* yang dorongan mendasarnya adalah untuk mengurangi jumlah energi dan bahan yang digunakan dalam pedoman generasi untuk mencapai keuntungan finansial dan lingkungan (WBCSD, 2000b). *Eco-efficiency* suatu produk adalah penilaian finansial suatu produk dengan dampak lingkungan yang disebabkan oleh produk tersebut (Huppel & Ishikawa, 2005). *Eco-efficiency* meningkat ketika dampak lingkungan berkurang dan dipertahankan dan ketika nilai finansial dari suatu barang meningkat (Picazo-Tadeo et al., 2011).

Minyak kelapa sawit menjadi produk unggulan Indonesia yang memberikan kontribusi pada kemajuan perekonomian Indonesia. Indonesia menjadi negara pengekspor minyak kelapa sawit terbesar dunia diikuti oleh Malaysia, Thailand, Colombia, Nigeria dan Papua Nugini. Menurut *United States Department of Agriculture/USDA* (2022), Indonesia adalah produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia dengan menyediakan 59,7% kebutuhan minyak global (Pareira, 2023). Kontribusi sektor minyak sawit terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia pada tahun 2022 adalah sebesar 4,28% dengan nilai ekspor minyak sawit dan produk turunannya mencapai USD 33,52 miliar (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2022). Dapat dikatakan bahwa dengan keberadaan kawasan perkebunan kelapa sawit telah berhasil meningkatkan

pendapatan masyarakat komunitas petani kelapa sawit di pedesaan (Syahza et al., 2020). Industri kelapa sawit tidak hanya berdampak pada keberlanjutan ekonomi, namun juga berdampak pada keberlanjutan sosial dan lingkungan.

Industri minyak sawit Indonesia menghadapi tantangan signifikan di pasar internasional terkait standar yang berlaku di berbagai negara mengenai pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK). Menurut Amerika Serikat tahun 2020, menyatakan bahwa biodiesel berbasis minyak sawit Indonesia belum memenuhi ambang batas pengurangan GRK sebesar 20% untuk klasifikasi produk ramah lingkungan. sejalan dengan hal tersebut, Uni Eropa melalui *Renewable Energy Directive* (EU RED) mempersyaratkan nilai pengurangan emisi GRK minimal 35%, yang juga belum dapat dipenuhi oleh biodiesel Indonesia (Hasibuan & Thaheer, 2017). Merespons tantangan keberlanjutan ini, Indonesia telah mengimplementasikan berbagai inisiatif sertifikasi, termasuk *Indonesian Sustainable Palm Oil Certification System* (ISPO), standar *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO) (RSPO, 2020), serta *International Sustainability and Carbon Certification* (ISCC). ISCC khususnya telah menjadi instrumen penting bagi perusahaan perkebunan Indonesia dalam mengakses pasar bahan bakar nabati Eropa (ISCC, 2024). Akibat isu ini juga berdampak secara ekonomi karena terjadi penurunan ekspor CPO pada tahun 2019 hingga 2021. Indonesia mengekspor *crude palm oil* (CPO) mencapai 2,7 juta ton pada tahun 2019, terjadi penurunan pada tahun 2020 menjadi 2,1 juta ton pada 2020 dan tahun 2021 hanya 1,9 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2022).

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) X merupakan salah satu unit PTPN V (Persero) Pekanbaru – Riau yang menghasilkan produk berupa *Crude Palm Oil* (CPO) dan kernel. PKS X dengan kapasitas produksi 60 ton/jam terletak di Kecamatan Tapung Hulu, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Pada kondisi riil, PKS X menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah padat yang dihasilkan berupa kosong (tankos) dengan nilai 23 % dari TBS yang diolah dan menjadi bahan organik dengan kekayaan unsur hara. Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) yang dikenal dengan istilah POME (*Palm Oil Mill Effluent*) mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi, sehingga LCPKS harus diolah

atau dimanfaatkan untuk pupuk. Berikut adalah data hasil produksi dan limbah PKS X Riau pada tahun 2022 yaitu:

Tabel 1.1. Data Produksi CPO dan Kernel PKS X Riau

No	Bulan	TBS Olah (Ton)	Hasil CPO (Ton)	Kernel (Ton)
1	Januari	24.075	5.544	923
2	Februari	22.939	5.327	900
3	Maret	26.426	6.180	951
4	April	25.632	5.969	994
5	Mei	23.614	5.521	781
6	Juni	25.021	5.873	866
7	Juli	26.503	6.199	1.013
8	Agustus	26.608	6.162	822
9	September	24.331	5.603	753
10	Oktober	25.497	5.960	989
11	November	24.096	5.658	877
12	Desember	22.383	5.274	672

Sumber: Data Produksi PKS X, 2022

Proses produksi tidak hanya menghasilkan produk utama, tetapi juga menghasilkan limbah padat dan limbah cair yang menjadi produk samping. Data limbah padat yang dihasilkan PKS X pada tahun 2022 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1.2. Data Limbah Padat dan Limbah Cair PKS X

No	Jenis Limbah Padat	Jumlah (Kg)	Jenis Limbah Cair	Jumlah (M ³)
1	Tankos (Kg)	838.114	POME	108.319
2	Abu Janjang (Kg)	56.430		
3	Solid Decanter (Kg) *	3.041.673		
4	Abu Boiler (Kg) *	1.483.781		

*Data pendistribusian tidak tersedia, hanya jumlah yang dihasilkan.

Sumber: Data Produksi PKS X, 2022

Berdasarkan tabel 1.1, PKS X menghasilkan 69.270 ton *crude palm oil* (CPO), 10.542 ton kernel. Pada tabel 1.2. menunjukkan data hasil selisih jumlah yang dihasilkan dengan jumlah pendistribusian, data limbah padat yaitu tandan kosong sebanyak 838.114 kg, abu janjang sebanyak 56.430 kg serta limbah cair berupa POME (*Palm Oil Mill Effluent*) sebanyak 108.310 m³ pada tahun 2022. Selain produk utama dan produk samping yang dihasilkan, proses produksi PKS X juga menimbulkan emisi salah satunya yaitu emisi gas rumah kaca (GRK) yang

dapat berdampak pada perubahan iklim. Nilai GRK berbeda-beda di setiap tempat industri kelapa sawit sehingga tidak bisa disamaratakan dan hal ini menjadi pendorong untuk dilakukannya penelitian ini dalam menilai dampak lingkungan secara spesifik dari proses produksi *crude palm oil* (CPO) dan kernel di PKS X. Identifikasi dan perhitungan penggunaan input (sumber daya dan energi) dan menghasilkan *output* (produk, limbah, dan emisi) pada produksi di PKS X akan menunjukkan dampak lingkungan yang lebih rinci dan akurat. Secara *social-economy*, PKS X tahun 2022 mempekerjakan 164 orang yang terdiri dari pimpinan 5 orang, 22 orang pada unit kantor, 28 orang unit *quality assurance*, 80 orang pengolahan/produksi dan 29 orang teknik. Dengan adanya industri kelapa sawit memberikan dampak positif dalam penyediaan lapangan kerja dan mempengaruhi pendapatan negara serta masyarakat setempat.

Penelitian ini melakukan pengukuran *eco-efficiency analysis* dengan menilai dari aspek lingkungan dan aspek *socio-economy*. Penelitian terdahulu melakukan penilaian keberlanjutan mencakup tiga aspek utama dengan metode yang umum digunakan yaitu *Life Cycle Analysis* (LCA) untuk aspek lingkungan, *Life Cycle Costing* (LCC) untuk aspek lingkungan, dan *Social Life Cycle Analysis* (S-LCA) untuk aspek sosial. Omran et al., (2021) melakukan penilaian keberlanjutan siklus hidup yang komprehensif (LCSA) yang menggabungkan LCA, LCC, dan S-LCA pada industri kelapa sawit Malaysia, tetapi tidak secara khusus mengukur kinerja lingkungan dan efisiensi. Perkembangan penelitian terkait *eco-efficiency* di sektor kelapa sawit terus menunjukkan dinamika yang signifikan. Permpool et al., (2021) mengevaluasi *eco-efficiency* dalam produksi biofuel sebagai alternatif diesel pada fasilitas pengolahan kelapa sawit, dengan fokus pada aspek lingkungan melalui LCA dan aspek ekonomi melalui analisis pengurangan biaya produksi (LCC) pada industri kelapa sawit di Thailand. Dalam studi lanjutan di negara yang sama, Gheewala et al., (2022) mengembangkan pendekatan yang mengkombinasikan LCA dengan *Net Energi Balance* (NEB) dan *Net Energi Ratio* (NER) untuk menganalisis dampak lingkungan serta nilai ekonomis industri kelapa sawit, namun belum menginkorporasikan aspek sosial. Sementara itu, Bok et al., (2022) mengaplikasikan metodologi LCA dan LCC dalam konteks evaluasi dampak sertifikasi *Malaysian Sustainable Palm Oil*

(MSPO) terhadap petani kecil dalam rantai produksi minyak sawit di Malaysia. Penelitian Afrinaldi (2022) mengembangkan pendekatan baru untuk menghitung *eco-efficiency* dengan menggunakan *Economic input-output* (EIO) dan *Disability Adjusted Life Years* (DALY) untuk pendekatan sumber daya manusia yang memberikan perspektif baru tentang masalah sosial dan lingkungan.

Berdasarkan studi literatur, sebagian peneliti melakukan pengukuran *eco-efficiency* pada pendekatan konvensional dengan fokus pada 2 (dua) aspek yaitu aspek lingkungan dan aspek ekonomi. Namun, penelitian ini menggunakan pendekatan yang berbeda dengan menggabungkan aspek sosial dan ekonomi (*Socio-economy*) dalam analisis *eco-efficiency* industri kelapa sawit. Metodologi yang digunakan mengintegrasikan *Life cycle assessment* (LCA) untuk evaluasi dampak lingkungan dengan *Economic input-output* (EIO) untuk penilaian kinerja *socio-economy* berdasarkan konsep penelitian Norris (2006) yaitu kesejahteraan ekonomi berhubungan signifikan dengan sosial mulai dari perluasan layanan sosial terkait seperti pendidikan, jaminan sosial, dan perawatan kesehatan terkait dengan dimensi sosial. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk mengukur *eco-efficiency analysis* dalam menemukan nilai dampak lingkungan per-Rupiah nilai tambah pada proses produksi CPO dan kernel di Indonesia dengan mengintegrasikan dampak lingkungan dan dampak *socio-economy*.

Penelitian ini berkaitan dengan SDGs pada 3 aspek (lingkungan, sosial dan ekonomi) yaitu *Goal 1 (no poverty)*, *Goal 2 (zero hunger)*, *Goal 3 (good health and well being)*, *Goal 6 (clean water and sanitation)*, *Goal 7 (affordable and clean)*, *Goal 8 (decent work and economic growth)*, *Goal 12 (responsible consumption and production)*, *Goal 13 (climate action)*, *Goal 14 (life below water)* dan *Goal 15 (life on land)*. Penelitian ini berkontribusi signifikan terhadap pengembangan keilmuan Teknik Industri melalui pengintegrasian aspek *sustainability* yaitu dampak lingkungan dan dampak *socio-economy* dan memberikan masukan bagi pemangku kepentingan dan negara penghasil kelapa sawit terkhusus Indonesia untuk mengembangkan strategi keberlanjutan (lingkungan dan) dan perbaikan yang tepat dalam mencapai tantangan *Sustainable Development Goals* (SDGs).

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang telah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana mengukur *eco-efficiency analysis* untuk menemukan nilai dampak lingkungan yang dihasilkan per-Rupiah dari proses produksi CPO (*Crude Palm Oil*) dan kernel pada PKS X Riau?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur *eco-efficiency analysis* untuk menemukan nilai dampak lingkungan yang dihasilkan per-Rupiah dari proses produksi CPO (*Crude Palm Oil*) dan kernel pada PKS X Riau.

1.4. Batasan Penelitian

Agar permasalahan mudah dipahami, terfokus dan lebih terarah sesuai dengan perumusan yang telah ditetapkan, maka permasalahan dapat dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PKS X dibawah naungan PT.Perkebunan Nusantara V pada tahun 2023 untuk observasi langsung dan data yang digunakan adalah data 2022.
2. Perhitungan pendekatan *Life cycle assessment* (LCA) dilakukan dengan *boundary gate-to-gate* yaitu hanya mencakup proses produksi *crude palm oil* (CPO) dan kernel, serta unit proses pendukung (boiler, *water treatment plant* dan kamar mesin) agar lebih berfokus dan lebih spesifik pada proses produksi CPO dan kernel. Unit yang tidak termasuk dalam penelitian ini adalah unit laboratorium, unit kantor, dan unit pengolahan biogas.
3. Perhitungan dampak lingkungan dengan menggunakan *Software SimaPro versi 9* dan data base metode CML-IA 2000.
4. Pada tahapan *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA) dilakukan hanya sampai langkah karakteristik karena merujuk pada ISO 14042 yang menyatakan 3 langkah wajib pada tahapan ini yaitu kategorikan dampak seleksi, klasifikasi, dan karakterisasi

5. Dalam perhitungan *Economic input-output* (EIO), data yang digunakan adalah Tabel *Input-output* Indonesia yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Riau pada tahun 2016 anggaran 2021.

1.5. Pentingnya Penelitian

Penelitian ini penting dilakukan karena:

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan teknik industri mengenai pengintegrasian aspek *sustainability* yaitu dampak lingkungan menggunakan LCA dan dampak *socio-economy* menggunakan EIO. Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian pengukuran *eco-efficiency analysis* dan pengembangan penelitian serupa di masa mendatang.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi memberikan informasi kepada industri kelapa sawit mengenai *hotspot* perbaikan dalam lingkungan yang memberikan kontribusi dampak yang tinggi dari proses produksi CPO dan kernel sehingga diperlukan strategi perbaikan dan efisiensi produksi yang akan berdampak pada nilai ekonomi atau biaya jangka panjang. Dengan dilakukan penurunan 2% pada kadar air bahan bakar boiler dapat mengurangi emisi CO₂ sehingga membantu perusahaan dalam upaya minimasi dampak lingkungan.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, urgensi penelitian, dan langkah-langkah atau sistematika yang terlibat dalam pembuatan laporan tesis.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tinjauan literatur dan dasar-dasar teoritis untuk efisiensi perebusan. Referensi ini semua dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk buku, artikel, prosiding, dan lain sebagainya.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tahapan-tahapan penelitian secara sistematis sesuai dengan penelitian yang akan dan telah dilakukan. Penelitian dilakukan secara bertahap, meliputi studi pendahuluan, tinjauan pustaka, perumusan masalah, penetapan tujuan, analisis, serta hasil dan rekomendasi.

BAB 4. HASIL

Pada bab ini berisikan hasil pengumpulan dan pengolahan data primer maupun sekunder yang relevan dengan penilaian dampak lingkungan menggunakan LCA dan penilaian dampak *socio-economy* menggunakan EIO. Pada aspek lingkungan diolah data material, bahan baku, energi serta output yang dihasilkan berupa CPO, kernel, limbah padat, limbah cair serta emisi. Dari aspek ekonomi, data yang dikumpulkan adalah data Badan Pusat Statistik (BPS) 2016 anggaran 2021.

BAB 5. PEMBAHASAN

Pembahasan dilakukan mengenai hasil penelitian yang mencakup input dan output, evaluasi dampak lingkungan dan analisis *socio-economy*.

BAB 6. PENUTUP

Bab penutup adalah bab akhir yang pada penelitian berisikan kesimpulan penelitian yang menjawab tujuan dan saran untuk penelitian selanjutnya atau untuk tempat penelitian.

