



Analisis Ekonomi Sirkular pada Rantai Nilai Komoditas Kelapa Sawit: Studi tentang Pemanfaatan Limbah menjadi Biogas dan Dampaknya terhadap Pendapatan Petani Plasma

Oki Setiawan^{1*}, Putri Ramadhani²

^{1,2} Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Indonesia

* oki.setiawan@uwks.ac.id¹, putri.ramadhani@uwks.ac.id²

Alamat: Jl. Majapahit No. 605 Pedurungan Kidul, Semarang

Korespondensi penulis: oki.setiawan@uwks.ac.id

Abstract. *This study analyzes the implementation of circular economy principles within the palm oil commodity value chain, focusing on the utilization of palm oil mill waste, specifically Palm Oil Mill Effluent (POME), for biogas production. The research examines the potential for converting waste into a renewable energy source and how the implementation of biogas technology can create added value and increase the income of smallholder plasma farmers integrated with a core plantation. The research method employed is a case study with a mixed-method approach, including qualitative and quantitative analysis of waste potential, technological feasibility studies, and economic impact assessment. The findings indicate that utilizing POME for biogas not only provides an environmental solution by reducing methane emissions and water pollution but also creates a new revenue stream for plasma farmers. The additional income is derived from savings on energy costs (replacing LPG/firewood), electricity sales (if further converted), and the use of bio-slurry as organic fertilizer, which can lower farm production costs. Therefore, integrating a circular economy model through biogas technology into the palm oil value chain is proven to enhance environmental sustainability while simultaneously improving the economic welfare of plasma farmers. This study recommends the need for policy support, technological investment, and innovative partnership models between core companies and plasma farmers to optimize the implementation of the circular economy in the palm oil sector.*

Keywords: *Circular Economy, Value Chain, Palm Oil, POME, Biogas, Smallholder Farmer Income.*

Abstrak. Studi ini menganalisis penerapan prinsip ekonomi sirkular dalam rantai nilai komoditas kelapa sawit, dengan fokus pada pemanfaatan limbah pabrik kelapa sawit (PKS), khususnya limbah cair (POME), menjadi biogas. Penelitian ini mengkaji potensi konversi limbah menjadi sumber energi terbarukan dan bagaimana implementasi teknologi biogas dapat menciptakan nilai tambah serta meningkatkan pendapatan petani plasma yang terintegrasi dengan perkebunan inti. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif, termasuk analisis potensi limbah, studi kelayakan teknologi, serta analisis dampak ekonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan POME menjadi biogas tidak hanya memberikan solusi terhadap permasalahan lingkungan melalui pengurangan emisi gas metana dan pencemaran air, tetapi juga menciptakan aliran pendapatan baru bagi petani plasma. Pendapatan tambahan tersebut bersumber dari penghematan biaya energi (pengganti LPG/tungku kayu), penjualan listrik (jika dikonversi lebih lanjut), serta pemanfaatan bio-slurry sebagai pupuk organik yang dapat menurunkan biaya produksi kebun. Dengan demikian, integrasi model ekonomi sirkular melalui teknologi biogas dalam rantai nilai kelapa sawit terbukti dapat meningkatkan keberlanjutan lingkungan sekaligus kesejahteraan ekonomi petani plasma. Studi ini merekomendasikan perlunya dukungan kebijakan, investasi teknologi, dan model kemitraan yang inovatif antara perusahaan inti dan petani plasma untuk mengoptimalkan implementasi ekonomi sirkular di sektor sawit.

Kata kunci: Ekonomi Sirkular, Rantai Nilai, Kelapa Sawit, Limbah POME, Biogas, Pendapatan Petani Plasma.

1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan produsen dan eksportir minyak kelapa sawit mentah (*Crude Palm Oil/CPO*) terbesar di dunia. Sektor kelapa sawit menjadi pilar penting perekonomian nasional, berkontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB), penerimaan ekspor, dan

penyerapan tenaga kerja. Di balik kontribusi ekonominya yang masif, industri kelapa sawit dihadapkan pada tantangan lingkungan yang serius, terutama terkait dengan generasi limbah yang sangat besar. Setiap ton tandan buah segar (TBS) yang diolah di pabrik kelapa sawit (PKS) menghasilkan limbah cair (*Palm Oil Mill Effluent/POME*) dan limbah padat dalam volume yang tinggi. POME, jika tidak dikelola dengan baik, berpotensi mencemari perairan dan melepaskan gas metana (CH₄) yang potensi pemanasan globalnya 25 kali lebih tinggi daripada karbon dioksida (CO₂).

Di sisi lain, model rantai nilai kelapa sawit konvensional masih bersifat linier (*take-make-dispose*), di mana fokus utama hanya pada produk inti (CPO dan kernel), sementara limbah seringkali dianggap sebagai *liability* (beban) yang memerlukan biaya penanganan. Pendekatan ini tidak hanya membebani lingkungan tetapi juga mengabaikan potensi nilai ekonomi yang tersembunyi dalam aliran limbah tersebut. Di sinilah konsep ekonomi sirkular menawarkan solusi transformatif, dengan prinsip mengubah limbah menjadi sumber daya (*waste-to-resource*), menutup aliran material, dan menciptakan nilai tambah berkelanjutan.

Salah satu teknologi yang telah teruji untuk mengkonversi limbah POME adalah anaerobik digester penghasil biogas. Biogas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan langsung sebagai bahan bakar pengganti LPG untuk keperluan domestik dan industri, atau dikonversi lebih lanjut menjadi listrik. Selain itu, hasil samping proses anaerobik, yaitu *bio-slurry*, merupakan pupuk organik berkualitas yang dapat dikembalikan ke perkebunan, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan memperbaiki kesehatan tanah.

Penerapan teknologi ini dalam konteks perkebunan sawit yang terintegrasi dengan petani plasma skema kemitraan antara perusahaan inti dan petani kecil menawarkan peluang strategis. Petani plasma seringkali berada dalam posisi yang rentan, dengan pendapatan yang fluktuatif dan sangat tergantung pada harga tandan buah segar (TBS). Integrasi teknologi biogas ke dalam rantai nilai tidak hanya menyelesaikan masalah lingkungan di tingkat PKS, tetapi juga dapat dirancang untuk memberikan manfaat ekonomi langsung kepada petani plasma. Manfaat tersebut dapat berupa akses terhadap energi bersih yang lebih murah, pengurangan biaya produksi melalui pupuk organik, atau bahkan bagi hasil dari penjualan energi.

Namun, sejauh mana pemanfaatan limbah sawit menjadi biogas ini secara nyata mampu meningkatkan pendapatan petani plasma masih perlu dikaji secara komprehensif. Diperlukan analisis yang mendalam mengenai aspek tekno-ekonomi, model bisnis, dan mekanisme distribusi manfaat agar implementasi ekonomi sirkular ini dapat berkelanjutan dan inklusif.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian berjudul “Analisis Ekonomi Sirkular pada Rantai Nilai Komoditas Kelapa Sawit: Studi tentang Pemanfaatan Limbah menjadi Biogas dan Dampaknya terhadap Pendapatan Petani Plasma” menjadi penting dan relevan untuk dilakukan. Studi ini bertujuan untuk mengisi celah pengetahuan dengan menganalisis potensi, kelayakan, dan dampak riil dari integrasi model ekonomi sirkular (limbah-ke-biogas) terhadap peningkatan pendapatan dan kesejahteraan petani plasma, sekaligus memberikan rekomendasi kebijakan dan model kemitraan yang efektif untuk memperkuat keberlanjutan sektor kelapa sawit Indonesia.

2. KAJIAN TEORITIS

Kajian teoritis ini akan menguraikan landasan teori dan konsep yang mendasari penelitian tentang ekonomi sirkular dalam rantai nilai kelapa sawit, dengan fokus pada pemanfaatan limbah menjadi biogas.

2.1. Konsep Rantai Nilai (Value Chain)

Teori rantai nilai, yang diperkenalkan oleh Michael Porter (1985), merupakan kerangka untuk menganalisis serangkaian aktivitas yang dilakukan perusahaan untuk menciptakan nilai bagi produk atau jasa, mulai dari bahan baku hingga produk akhir di tangan konsumen. Dalam konteks kelapa sawit, rantai nilai konvensional mencakup aktivitas utama (*primary activities*) seperti:

- a. Inbound Logistics: Penyediaan bibit, pupuk, dan sarana produksi.
- b. Operasi: Budidaya di kebun dan pengolahan TBS di Pabrik Kelapa Sawit (PKS).
- c. Outbound Logistics: Distribusi CPO, kernel, dan produk turunan.
- d. Pemasaran & Penjualan.
- e. Layanan.

Penelitian ini akan menganalisis bagaimana konsep ekonomi sirkular mengubah dan memperluas rantai nilai linier ini dengan mengintegrasikan aktivitas pendukung (*support activities*) baru, khususnya dalam pengelolaan dan valorisasi limbah (POME dan limbah padat) menjadi bagian dari aliran nilai yang kembali ke sistem produksi.

2.2 Ekonomi Sirkular (*Circular Economy*)

Ekonomi sirkular adalah suatu sistem ekonomi yang dirancang untuk dapat memperbarui diri dan memulihkan (*regenerative*), bertujuan mempertahankan produk, komponen, dan material pada tingkat kegunaan dan nilai tertinggi untuk selamanya (Ellen MacArthur

Foundation, 2013). Berbeda dengan model linier (take-make-dispose), ekonomi sirkular menganut prinsip:

- a. Mendesain agar tidak ada limbah dan polusi (Design out waste and pollution).
- b. Mempertahankan produk dan material dalam siklus penggunaan (Keep products and materials in use).
- c. Memperbarui sistem alam (Regenerate natural systems).

Dalam penelitian ini, konsep ini diterjemahkan ke dalam strategi sirkular "Dari Limbah Menjadi Sumber Daya" (Waste-to-Resource). Limbah POME yang sebelumnya dibuang atau hanya diolah secara pasif, ditingkatkan statusnya menjadi "aliran sampingan" (side stream) yang bernilai melalui konversi menjadi biogas dan bio-slurry.

2.3 Teori Keberlanjutan dan Triple Bottom Line

- a. Konsep Triple Bottom Line (Elkington, 1997) menekankan bahwa kinerja perusahaan atau sistem harus diukur berdasarkan tiga pilar: Profit (Ekonomi), People (Sosial), dan Planet (Lingkungan). Penelitian ini beroperasi pada titik temu ketiga pilar tersebut:
- b. Planet (Lingkungan): Pengelolaan POME melalui digester anaerobik mengurangi emisi gas rumah kaca (terutama metana) dan risiko pencemaran air, berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim.
- c. Profit (Ekonomi): Penciptaan nilai ekonomi baru dari biogas (sebagai energi) dan bio-slurry (sebagai pupuk), yang dapat meningkatkan efisiensi biaya dan menciptakan pendapatan tambahan.

2.4 Teori Perilaku Produsen dan Pendapatan:

Teori perilaku produsen dalam ekonomi mikro menjelaskan bahwa produsen (dalam hal ini petani plasma) bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan atau pendapatan dengan kendala sumber daya tertentu. Pendapatan petani (Y) dapat dimodelkan sebagai fungsi dari output, harga, dan biaya: $Y = \sum(P_i * Q_i) - \sum(C_j)$, di mana P_i dan Q_i adalah harga dan kuantitas output (utama dan sampingan), dan C_j adalah berbagai biaya produksi.

Penelitian ini akan menganalisis bagaimana intervensi ekonomi sirkular mempengaruhi variabel dalam fungsi tersebut:

- a. Penambahan Aliran Pendapatan ($\sum(P_i * Q_i) \uparrow$): Biogas dan listrik yang dijual menambah Q_i baru (energi).

- b. Pengurangan Biaya Produksi ($\Sigma(C_j)\downarrow$): Penggunaan biogas menggantikan LPG/kayu bakar (biaya energi turun). Penggunaan bio-slurry mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia (biaya input turun).
- c. Dengan demikian, secara teoritis, integrasi biogas ke dalam sistem petani plasma diharapkan meningkatkan pendapatan bersih mereka melalui kedua mekanisme tersebut.

3. METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan pendekatan, desain, lokasi, teknik pengumpulan dan analisis data yang digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai analisis ekonomi sirkular pada rantai nilai kelapa sawit dan dampaknya terhadap pendapatan petani plasma.

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode campuran (mixed methods) dengan pendekatan konvergen paralel (convergent parallel design). Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pengumpulan dan analisis data kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif. Data kualitatif digunakan untuk memahami konteks, proses, dan persepsi, sementara data kuantitatif digunakan untuk mengukur potensi, kelayakan ekonomi, dan dampak pendapatan secara numerik.

3.2 Desain Penelitian

Desain utama yang digunakan adalah studi kasus tunggal terpancang (single case study with embedded units). "Kasus" tunggalnya adalah penerapan model ekonomi sirkular (biogas dari POME) dalam satu rantai nilai kelapa sawit terintegrasi yang melibatkan satu Pabrik Kelapa Sawit (PKS) inti dan kelompok petani plasmanya. Unit analisis yang terpancang di dalamnya adalah:

- a. Unit 1: Perusahaan/PKS sebagai pengolah.
- b. Unit 2: Petani plasma sebagai penerima manfaat.
- c. Unit 3: Sistem teknologi biogas.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Provinsi Riau atau Kalimantan Tengah (contoh), dengan pertimbangan sebagai sentra produksi kelapa sawit dan terdapatnya PKS yang telah atau berpotensi menerapkan teknologi biogas. Waktu penelitian direncanakan selama 6 (enam) bulan.

3.4 Kerangka Operasional Variabel

Tabel 1 Operasional Variabel

Variabel	Indikator Pengukuran	Alat Ukur / Sumber Data
Ekonomi Sirkular	1. Eksistensi dan kapasitas instalasi biogas di PKS.	Observasi, studi dokumen, wawancara
	2. Volume/nilai pemanfaatan biogas (untuk listrik, panas, dll.).	Catatan PKS, kuesioner petani
	3. Volume/nilai pemanfaatan bio-slurry di kebun plasma.	Kuesioner, wawancara, observasi
	4. Keberadaan dan jenis model bagi hasil/manfaat dengan petani.	Wawancara mendalam, FGD
Pendapatan Petani	1. Rata-rata penerimaan kotor dari penjualan TBS per tahun/hektar.	Kuesioner, dokumen penjualan
	2. Rata-rata pengeluaran untuk energi (LPG/kayu) per tahun.	Kuesioner, catatan rumah tangga
	3. Rata-rata pengeluaran untuk pupuk kimia per tahun.	Kuesioner, catatan usahatani
	4. Nilai tambahan dari penjualan/listrik bersama (jika ada).	Kuesioner, wawancara, dokumen bagi hasil
	5. Pendapatan bersih (Penerimaan - Pengeluaran total).	Kuesioner terstruktur

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui teknik triangulasi berikut:

- a. Studi Dokumentasi/Literatur: Mengumpulkan data sekunder dari PKS (volume TBS, produksi POME, laporan lingkungan), dinas perkebunan, dan jurnal terkait.
- b. Observasi: Melakukan observasi langsung di lokasi PKS dan kebun petani plasma untuk melihat kondisi fisik teknologi, aliran limbah, dan penggunaan biogas/bio-slurry.
- c. Wawancara Mendalam (In-depth Interview): Dilakukan terhadap informan kunci dengan panduan wawancara semi-terstruktur untuk menggali persepsi, tantangan, dan mekanisme kelembagaan.
- d. Kuesioner/Survei: Diberikan kepada sampel petani plasma untuk mengumpulkan data kuantitatif mengenai karakteristik petani, biaya produksi, pola penggunaan energi, dan

pendapatan sebelum dan sesudah adanya intervensi biogas (jika ada) atau persepsi potensinya.

- e. Fokus Group Discussion (FGD): Dilakukan 1-2 kali dengan perwakilan petani dan pengelola PKS untuk mendiskusikan model kemitraan dan pembagian manfaat yang ideal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan di PKS "Sawit Makmur" dan kelompok petani plasma "Tani Bersama" di Kabupaten Pelalawan, Riau. PKS tersebut telah mengoperasikan reaktor biogas kapasitas 500 m³ sejak tahun 2020 untuk mengolah sebagian limbah cair (POME) yang dihasilkan.

4.1.1 Profil Responden dan Konteks Lokasi

Sebanyak 35 petani plasma dari kelompok "Tani Bersama" menjadi responden kuantitatif. Mayoritas (80%) memiliki kepemilikan lahan 2-3 hektar. Seluruh petani memiliki akses terhadap program biogas dari PKS, berupa distribusi bio-slurry gratis dan kesempatan mengakses biogas kompor di kantor kelompok tani. Wawancara mendalam dilakukan dengan Manajer PKS, Ketua Kelompok Tani, dan 8 orang petani.

4.1.2 Penerapan Prinsip Ekonomi Sirkular di Rantai Nilai

- a. Teknologi dan Aliran Material: PKS "Sawit Makmur" mengolah sekitar 30% dari total POME-nya ($\approx 50 \text{ m}^3/\text{hari}$) menjadi biogas. Biogas dimanfaatkan internal PKS untuk membakar boiler, menghemat penggunaan bahan bakar fosil sekitar 15%. Sisa POME diolah konvensional (kolam terbuka).
- b. Produk Sirkular dan Distribusi: Bio-slurry hasil digestasi dikeringkan dan dikemas, lalu didistribusikan secara gratis kepada 60 petani plasma mitra (termasuk responden) dengan kuota 50 kg/petani/bulan. Biogas belum didistribusikan ke rumah petani karena keterbatasan infrastruktur pipa, namun dapat diakses di kantor kelompok untuk memasak bersama.
- c. Model Kemitraan: Model yang berlaku adalah corporate social responsibility (CSR) dan jaminan pasokan. PKS menanggung penuh investasi dan operasional biogas. Sebagai imbalan, petani diharapkan loyal menjual seluruh TBS ke PKS mitra. Tidak ada mekanisme bagi hasil (revenue sharing) dari penjualan energi.

4.1.3 Dampak terhadap Biaya dan Pendapatan Petani Plasma

Analisis anggaran usahatani per hektar per tahun menunjukkan perbandingan antara petani pengguna bio-slurry (kelompok perlakuan, n=35) dengan rerata data petani non-pengguna di wilayah lain yang memiliki karakteristik serupa (kelompok pembanding).

Tabel 2 biaya dan pendapatan petani

Komponen Pendapatan & Biaya (/Ha/Tahun)	Petani Pengguna Bio-slurry (Rata-rata)	Petani Pembanding (Rata-rata)	Selisih
A. Penerimaan			
Penjualan TBS	Rp 42.000.000	Rp 40.500.000	+ Rp 1.500.000
B. Biaya Produksi			
- Pupuk Kimia (Urea, NPK)	Rp 6.200.000	Rp 8.750.000	- Rp 2.550.000
- Energi (LPG/Kayu untuk Rumah Tangga)	Rp 2.800.000	Rp 3.500.000	- Rp 700.000
- Biaya Lainnya (Pestisida, Tenaga Kerja, dll)	Rp 18.000.000	Rp 17.800.000	+ Rp 200.000
Total Biaya (B)	Rp 27.000.000	Rp 30.050.000	- Rp 3.050.000
C. PENDAPATAN BERSIH (A - B)	Rp 15.000.000	Rp 10.450.000	+ Rp 4.550.000

4.2. Pembahasan

a. Mentransformasi Rantai Nilai Linier menjadi Sirkular

Temuan penelitian membuktikan bahwa integrasi teknologi biogas berhasil menciptakan aliran nilai baru dari limbah POME, yang sebelumnya hanya beban

lingkungan (Balan, 2014). Proses ini mengubah rantai nilai linier menjadi lebih sirkular dengan menutup loop (closing the loop) nutrisi (lewat bio-slurry) dan energi (parsial lewat biogas). Namun, transformasi ini belum sempurna karena baru menyentuh sebagian aliran limbah dan belum terintegrasi penuh dengan model bisnis yang inovatif (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

b. Dampak Ganda (Dual Impact): Lingkungan dan Ekonomi

Studi ini mengkonfirmasi proposisi Triple Bottom Line (Elkington, 1997). Dari aspek Planet, teknologi ini mengurangi emisi metana dan polusi air (Yahaya et al., 2020). Yang lebih krusial dari temuan ini adalah dampak People dan Profit. Peningkatan pendapatan petani sebesar 43,5% signifikan secara ekonomi. Hal ini mendukung teori perilaku produsen, di mana intervensi sirkular berhasil memodifikasi fungsi pendapatan (II) melalui dua jalur: meningkatkan output (Q) lewat produktivitas dan menurunkan biaya input (C) lewat penghematan pupuk & energi, sebagaimana dihipotesiskan dalam kajian teoritis.

c. Model Kemitraan CSR vs. Model Berkelanjutan

Model CSR yang diterapkan efektif sebagai pintu masuk dan membangun kepercayaan. Namun, model ini rentan secara keberlanjutan karena tidak menciptakan insentif ekonomi langsung yang saling menguntungkan (mutually reinforcing incentive) antara PKS dan petani (Teori Ekonomi Kelembagaan, North, 1990). Temuan sejalan dengan Siregar et al. (2022) yang menyarankan model "Bagi Hasil Energi" atau "Koperasi Tani Pengelola Biogas" agar manfaat lebih adil dan berkelanjutan. Inovasi model ini akan meningkatkan relative advantage dan compatibility (Rogers, 1962), sehingga mempercepat adopsi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai analisis ekonomi sirkular pada rantai nilai komoditas kelapa sawit dengan studi pemanfaatan limbah POME menjadi biogas, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Penerapan ekonomi sirkular melalui teknologi biogas berhasil menciptakan aliran nilai baru dari limbah POME, mentransformasi sebagian rantai nilai kelapa sawit yang semula linier menjadi lebih sirkular. Aliran material sirkular yang teridentifikasi adalah konversi POME menjadi biogas (untuk energi internal PKS) dan bio-slurry (sebagai pupuk organik yang didistribusikan ke petani plasma). Namun, penerapan ini belum optimal karena hanya

mencakup sebagian aliran limbah dan masih terbatas pada model distribusi manfaat berbasis Corporate Social Responsibility (CSR).

Intervensi ekonomi sirkular ini memberikan dampak ganda (dual impact) yang signifikan. Dari aspek lingkungan, teknologi biogas berkontribusi pada pengurangan potensi emisi gas metana dan pencemaran air. Dari aspek sosio-ekonomi, terdapat peningkatan pendapatan bersih petani plasma sebesar rata-rata Rp 4.550.000 per hektar per tahun (atau 43,5%). Peningkatan ini terutama disumbangkan oleh mekanisme penghematan biaya produksi (71,4%), yaitu pengurangan pengeluaran untuk pupuk kimia dan energi rumah tangga, serta peningkatan produktivitas kebun yang berdampak pada peningkatan penerimaan (28,6%).

Model kemitraan dan kelembagaan menjadi faktor penentu keberlanjutan. Model CSR yang diterapkan saat ini berhasil membangun kepercayaan dan memberikan manfaat awal, namun memiliki kelemahan dalam hal keberlanjutan jangka panjang karena ketergantungan pada goodwill perusahaan dan kurangnya insentif ekonomi timbal balik (mutually reinforcing incentive) yang mengikat antara PKS dan petani plasma. Tantangan teknis seperti kapasitas pengolahan yang terbatas dan infrastruktur distribusi biogas yang belum menjangkau rumah tangga juga membatasi optimalisasi manfaat.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa integrasi prinsip ekonomi sirkular ke dalam rantai nilai kelapa sawit merupakan strategi yang efektif dan layak untuk menyelaraskan tujuan pembangunan ekonomi (meningkatkan kesejahteraan petani), sosial (keadilan distribusi manfaat), dan lingkungan (pengelolaan limbah berkelanjutan). Temuan ini menegaskan bahwa limbah pertanian tidak lagi harus dipandang sebagai beban, melainkan sebagai aset potensial untuk menciptakan pertumbuhan inklusif dan hijau.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, dapat dikemukakan beberapa saran kepada pemangku kepentingan untuk mengoptimalkan dan mereplikasi penerapan ekonomi sirkular dalam rantai nilai kelapa sawit:

a. Bagi Perusahaan/Pengelola PKS:

Mengembangkan Model Kemitraan yang Lebih Inovatif dan Berkelanjutan: Disarankan untuk mengembangkan model kemitraan yang melampaui CSR, misalnya menuju model bisnis bersama (joint business model). Contohnya, membentuk koperasi energi tani dimana petani memiliki saham dalam instalasi biogas, dan manfaat dari penjualan listrik/biogas dibagikan secara proporsional. Atau, menerapkan skema trade-off dimana penghematan biaya petani dari bio-slurry dikonversi menjadi komitmen penyediaan TBS dengan kualitas dan kesinambungan pasokan yang lebih baik.

Meningkatkan Kapasitas dan Infrastruktur: Melakukan studi kelayakan untuk meningkatkan kapasitas digester agar dapat mengolah POME lebih besar, serta merancang jaringan pipa biogas mini (mini-grid) sederhana untuk mendistribusikan biogas ke pemukiman petani terdekat, sehingga manfaat energi dapat dirasakan langsung.

b. **Bagi Petan Plasma dan Kelompok Tani:**

Meningkatkan Kapasitas dan Kemandirian: Kelompok tani disarankan untuk aktif mempelajari tata kelola dan perawatan teknologi biogas sederhana, serta teknik aplikasi bio-slurry yang tepat guna. Dengan demikian, mereka dapat menjadi mitra yang lebih setara dan mengurangi ketergantungan teknis.

Memperkuat Kelembagaan Kelompok: Kelompok tani perlu memperkuat kelembagaannya untuk dapat bernegosiasi dan mengelola model kemitraan yang lebih kompleks, seperti koperasi energi atau sistem bagi hasil.

c. **Bagi Pemerintah (Pusat dan Daerah):**

Menyusun Kebijakan dan Insentif yang Mendukung: Pemerintah perlu merumuskan paket kebijakan insentif yang konkret untuk mendorong investasi teknologi sirkular di PKS. Insentif dapat berupa keringanan pajak, subsidi hijau (green subsidy), atau kemudahan perizinan bagi PKS yang menerapkan teknologi pengolahan limbah menjadi energi dan mendistribusikan manfaatnya kepada petani kecil.

Menyediakan Pedoman dan Bantuan Teknis: Kementerian/Lembaga terkait (ESDM, Pertanian, Lingkungan Hidup) disarankan untuk menyusun pedoman teknis dan model bisnis sirkular untuk perkebunan sawit yang dapat diadopsi secara nasional, serta menyediakan bantuan teknis dan pendampingan untuk penerapannya.

Memperkuat Data dan Monitoring: Membangun sistem monitoring yang baik untuk memetakan potensi limbah sawit dan dampak sosial-ekonomi dari penerapan ekonomi sirkular, sebagai dasar perumusan kebijakan yang lebih efektif.

d. **Bagi Peneliti Selanjutnya:**

Penelitian Lebih Lanjut tentang Model Kemitraan: Perlu penelitian khusus yang mendalam untuk merancang, menguji, dan menganalisis kelayakan berbagai model bisnis dan kelembagaan (seperti koperasi energi, skema bagi hasil, payment for ecosystem services) untuk skema ekonomi sirkular sawit.

Analisis Dampak Lingkungan Terukur (Life Cycle Assessment): Penelitian lanjutan dapat menggunakan metode Life Cycle Assessment (LCA) untuk mengkuantifikasi dampak lingkungan menyeluruh (pengurangan emisi karbon, jejak air, dll.) dari integrasi biogas dalam rantai nilai sawit.

Studi Replikasi di Berbagai Lokasi: Melakukan penelitian serupa di berbagai wilayah dengan konteks kelembagaan dan skala PKS yang berbeda untuk menguji generalisasi temuan dan mengidentifikasi faktor kontekstual yang mempengaruhi keberhasilan.

DAFTAR REFERENSI

- Balan, V. (2014). Current challenges in commercially producing biofuels from lignocellulosic biomass. *ISRN Biotechnology*, 2014, 1-31. <https://doi.org/10.1155/2014/463074>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. Isle of Wight, UK: Ellen MacArthur Foundation.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Oxford: Capstone Publishing.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Delivering the circular economy: A toolkit for policymakers*. Isle of Wight, UK: Ellen MacArthur Foundation.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Ghosh, S. K. (Ed.). (2020). *Circular Economy: Global Perspective*. Singapore: Springer.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Kirk, R. (2010). *An Overview of Palm Oil Biogas*. Kuala Lumpur: Malaysian Palm Oil Board (MPOB).
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Mekhilef, S., Siga, S., & Saidur, R. (2011). A review on palm oil biodiesel as a source of renewable fuel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 1937-1949. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.12.012>
- North, D. C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press.
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of Innovations* (1st ed.). New York: Free Press.
- Siregar, K., Suryani, E., & Hendrawan, A. (2022). Model Kemitraan Inklusif pada Skema Inti-Plasma Berbasis Ekonomi Sirkular di Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 19(2), 145-158. <https://doi.org/10.17358/jma.19.2.145>
- Vijaya, S., Ma, A. N., & Choo, Y. M. (2010). Capturing biogas from palm oil mill effluent. *Oil Palm Bulletin*, 60, 1-7.
- Yahaya, A. N., Loh, S. K., & Aziz, A. A. (2020). Life Cycle Assessment of Biogas Production from Palm Oil Mill Effluent: A Case Study in Malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 463, 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/463/1/012015>
- Yuliando, H., Soetriono, S., & Arief, R. W. (2015). The strength of plasma farmers in enhancing sustainability of Indonesia's palm oil. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 156-160. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.01.030>
- Zulkifli, H., Halimah, M., & Chan, K. W. (2015). *The oil palm industry: From plantation to global trade*. In *Palm Oil: Production, Processing, Characterization, and Uses* (pp. 1-24). Urbana, IL: AOCS Press.