



Analisis Swot Strategi Pemanfaatan Pome Menjadi Biogas pada PT Gawi Makmur Kalimantan

Rizki Yoga Pratama

Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

Penulis Korespondensi: rizkiyoga329@gmail.com

Abstract. *This study aims to analyze the strategy for utilizing Palm Oil Mill Effluent (POME) as biogas at PT Gawi Makmur Kalimantan using SWOT analysis. POME contains high organic matter and can be processed through anaerobic treatment to produce biogas, so its utilization can support waste management, alternative energy use, and operational sustainability. This research employed a descriptive qualitative approach. Data were collected through semi-structured interviews, direct observation, documentation, and literature review involving five informants directly related to POME and biogas operations. Data were analyzed through data reduction, data presentation, conclusion drawing, and classification of internal and external factors into Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats. The findings show that POME utilization at PT Gawi Makmur Kalimantan is already implemented through an integrated anaerobic treatment system and the resulting biogas is utilized to support operational energy needs. The main strengths are continuous POME availability, competent human resources, management commitment, operational experience, standard operating procedures, and regular maintenance. Weaknesses include fluctuations in POME characteristics, pipe blockage, sludge accumulation, maintenance requirements, weather influences, and unstable biogas production. Opportunities include alternative energy development, reduced dependence on fossil fuel, cost efficiency, technological development, and renewable energy opportunities. Threats include regulatory changes, rapid technological development, operational disruption, and possible declines in fresh fruit bunch production. The resulting strategies emphasize installation optimization, POME monitoring, preventive maintenance, human resource development, gradual technology upgrades, regulatory anticipation, and improved energy utilization.*

Keywords: *Biogas; POME; Renewable Energy; Strategy; SWOT.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan menganalisis strategi pemanfaatan Palm Oil Mill Effluent (POME) menjadi biogas pada PT Gawi Makmur Kalimantan dengan menggunakan analisis SWOT. POME memiliki kandungan bahan organik tinggi dan dapat diolah melalui proses anaerobik untuk menghasilkan biogas, sehingga pemanfaatannya dapat mendukung pengelolaan limbah, penggunaan energi alternatif, dan keberlanjutan operasional perusahaan. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Data diperoleh melalui wawancara semi-terstruktur, observasi langsung, dokumentasi, dan studi literatur dengan melibatkan lima informan yang berkaitan dengan kegiatan POME dan operasional biogas. Analisis data dilakukan melalui reduksi data, penyajian data, penarikan kesimpulan, serta pengelompokan faktor internal dan eksternal ke dalam Strengths, Weaknesses, Opportunities, dan Threats. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan POME telah berjalan melalui sistem pengolahan anaerobik terintegrasi dan biogas dimanfaatkan untuk mendukung kebutuhan energi operasional. Kekuatan utama meliputi ketersediaan POME secara berkelanjutan, kompetensi SDM, komitmen manajemen, pengalaman operasional, SOP, dan pemeliharaan berkala. Kelemahan meliputi perubahan karakteristik POME, penyumbatan pipa, penumpukan lumpur, kebutuhan pemeliharaan, pengaruh cuaca, dan produksi biogas yang belum selalu optimal. Peluang meliputi pengembangan energi alternatif, pengurangan ketergantungan BBM, efisiensi biaya, perkembangan teknologi, dan energi terbarukan. Ancaman meliputi perubahan regulasi, perkembangan teknologi yang cepat, gangguan operasional, serta kemungkinan penurunan produksi TBS. Strategi yang dihasilkan diarahkan pada optimalisasi instalasi, monitoring POME, preventive maintenance, peningkatan kompetensi SDM, pembaruan teknologi bertahap, antisipasi regulasi, dan peningkatan pemanfaatan biogas.

Kata kunci: Biogas; POME; Renewable Energy; Strategy; SWOT.

1. LATAR BELAKANG

Industri kelapa sawit menghasilkan produk utama berupa crude palm oil sekaligus menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Palm Oil Mill Effluent (POME) merupakan salah

satu limbah cair yang memiliki kandungan bahan organik tinggi dan berkaitan dengan tingginya beban Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD). Karakteristik tersebut membuat POME menjadi persoalan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik, tetapi pada saat yang sama memberikan peluang untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas melalui proses pengolahan anaerobik (Badan Pusat Statistik, 2025; Arya et al., 2022; Pambudi et al., 2021).

Pengolahan POME secara anaerobik dapat menghasilkan biogas yang terutama mengandung metana dan karbon dioksida. Penangkapan metana memberikan manfaat ganda karena pengelolaan limbah dapat dihubungkan dengan pemanfaatan energi alternatif. Pemanfaatan biogas dari POME juga dapat mendukung efisiensi energi dan mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi konvensional, sehingga memiliki relevansi dengan agenda keberlanjutan perusahaan (Foong et al., 2021; Alengebawy et al., 2024).

PT Gawi Makmur Kalimantan telah memanfaatkan POME untuk menghasilkan biogas sebagai bagian dari kegiatan operasional. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang telah berjalan belum sepenuhnya optimal karena masih dipengaruhi oleh perubahan karakteristik POME, gangguan aliran, penumpukan lumpur, kebutuhan pemeliharaan, kompetensi operator, perkembangan teknologi, serta perubahan lingkungan eksternal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan pemanfaatan POME tidak cukup ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi juga oleh kemampuan perusahaan mengelola faktor internal dan eksternal secara strategis.

Analisis SWOT digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman sebagai dasar penyusunan alternatif strategi. Literatur menunjukkan bahwa SWOT dapat membantu organisasi menghubungkan kondisi internal dengan lingkungan eksternal dan mengarahkan proses pengambilan keputusan strategis (Benzaghta et al., 2021; Bright & Cortes, 2019). Dalam konteks POME, pendekatan ini penting karena pengembangan biogas berkaitan dengan aspek teknis, sumber daya manusia, pemeliharaan, biaya, teknologi, regulasi, dan keberlanjutan (Foong et al., 2021).

Penelitian ini berfokus pada identifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pemanfaatan POME menjadi biogas pada PT Gawi Makmur Kalimantan serta perumusan strategi SO, WO, ST, dan WT. Kebaruan penelitian terletak pada pemetaan faktor strategis berdasarkan kondisi lapangan perusahaan dan penerjemahannya menjadi strategi pengembangan yang operasional, terutama terkait monitoring POME, preventive maintenance, kompetensi SDM, pembaruan teknologi, dan efisiensi energi. Tujuan penelitian adalah

menganalisis kondisi pemanfaatan POME, merumuskan strategi pengembangan, serta mengidentifikasi tantangan dan hambatan pemanfaatan POME di masa mendatang.

2. KAJIAN TEORITIS

SWOT merupakan alat analisis strategis yang mengelompokkan faktor internal menjadi Strengths dan Weaknesses serta faktor eksternal menjadi Opportunities dan Threats. Kekuatan menunjukkan sumber daya atau kemampuan yang mendukung pencapaian tujuan, sedangkan kelemahan menunjukkan keterbatasan yang perlu diperbaiki. Peluang berasal dari perubahan lingkungan yang dapat dimanfaatkan, sedangkan ancaman merupakan kondisi eksternal yang berpotensi menghambat pencapaian tujuan (Bright & Cortes, 2019; Benzaghta et al., 2021).

Keunggulan SWOT bukan hanya pada identifikasi faktor, tetapi pada kemampuan menghubungkan faktor internal dan eksternal untuk menghasilkan alternatif strategi. Strategi SO memanfaatkan kekuatan untuk mengambil peluang, WO menggunakan peluang untuk mengatasi kelemahan, ST memanfaatkan kekuatan untuk menghadapi ancaman, sedangkan WT meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman. Kerangka tersebut relevan untuk pengembangan POME karena keputusan perusahaan harus mempertimbangkan kemampuan internal sekaligus perubahan teknologi, regulasi, dan kondisi produksi (Benzaghta et al., 2021; Puyl et al., 2022).

POME adalah limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan pengolahan kelapa sawit dan memiliki kandungan bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai substrat dalam proses anaerobic digestion. Dalam kondisi tanpa oksigen, mikroorganisme menguraikan bahan organik dan menghasilkan biogas yang mengandung metana dan karbon dioksida. Kandungan metana membuat biogas memiliki nilai energi dan dapat dimanfaatkan untuk mendukung kebutuhan energi perusahaan (Pambudi et al., 2021; Arya et al., 2022).

Pemanfaatan POME menjadi biogas dapat dipandang sebagai bentuk perubahan limbah menjadi sumber daya bernilai tambah. Strategi pengembangannya tidak hanya berkaitan dengan proses biologis, tetapi juga memerlukan pengelolaan instalasi, monitoring kualitas POME, pemeliharaan, kompetensi tenaga kerja, investasi, dan adaptasi terhadap perkembangan teknologi. Kajian mengenai pemanfaatan biogas POME juga menunjukkan pentingnya aspek teknologi, tata kelola, ekonomi, dan lingkungan dalam memastikan keberlanjutan pemanfaatannya (Foong et al., 2021; Sodri & Septriana, 2020).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Pendekatan tersebut dipilih karena penelitian diarahkan untuk memahami kondisi strategis,

pengalaman, pandangan, dan informasi yang berkaitan dengan pemanfaatan POME menjadi biogas pada objek penelitian, bukan untuk menguji hubungan antarvariabel secara statistik (Miles, Huberman, & Saldaña, 2019).

Penelitian dilaksanakan pada PT Gawi Makmur Kalimantan dengan objek berupa strategi pemanfaatan limbah sawit POME menjadi biogas. Informan dipilih berdasarkan pengetahuan dan pengalaman langsung terhadap pengolahan POME serta operasional biogas. Lima informan yang diwawancarai terdiri atas Mill Manager, Kepala Biogas, Mandor Biogas, Operator Biogas, dan Operator Kolam Limbah. Wawancara dilaksanakan pada 30 Juli sampai 2 Agustus 2026.

Data primer diperoleh melalui wawancara dan observasi, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, laporan, peraturan, jurnal ilmiah, buku, dan sumber kelembagaan. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara semi-terstruktur, dan dokumentasi. Dokumentasi digunakan sebagai data pendukung sekaligus bahan triangulasi terhadap hasil wawancara dan observasi.

Analisis data dilakukan melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Data yang telah direduksi diklasifikasikan ke dalam faktor internal dan eksternal, kemudian dianalisis menggunakan SWOT. Keabsahan data dilakukan melalui triangulasi sumber dan triangulasi teknik. Matriks SWOT kemudian digunakan untuk merumuskan strategi SO, WO, ST, dan WT.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Pemanfaatan POME

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan POME pada PT Gawi Makmur Kalimantan telah berada pada tahap pemanfaatan limbah sebagai sumber energi, bukan sekadar pengelolaan limbah. Berdasarkan wawancara dengan lima informan, POME dari proses pengolahan TBS dialirkan menuju mixing and hydrolysis tank untuk pencampuran dan pengondisian awal, kemudian dipompa menuju CSTR digester dengan double membrane untuk proses penguraian anaerobik. Biogas yang terbentuk selanjutnya melalui H₂S Bio Scrubber, separator, dan dehumidity unit sebelum dialirkan dengan gas blower menuju sistem pemanfaatan energi. Sistem juga dilengkapi flare sebagai bagian dari pengamanan ketika biogas tidak digunakan. Hasil samping digester dialirkan menuju output tank, post-digester covered lagoon, kemudian post treatment atau green field.

Rangkaian tersebut menunjukkan bahwa perusahaan telah memiliki sistem yang menghubungkan pengolahan POME, produksi biogas, pemurnian biogas, pemanfaatan energi,

dan pengelolaan hasil samping. Meskipun demikian, informan menilai pemanfaatan POME masih memerlukan optimalisasi terutama pada monitoring, pemeliharaan, teknologi, dan efisiensi operasional. Temuan ini menunjukkan bahwa fokus pengembangan tidak lagi hanya pada membangun sistem, tetapi pada peningkatan efektivitas sistem yang telah tersedia.

Tabel 1. Ringkasan kondisi pemanfaatan POME. Sumber: diolah dari hasil wawancara penelitian (2026).

Aspek	Temuan utama
Status pemanfaatan	POME telah dimanfaatkan menjadi biogas.
Alur proses	Pengondisian POME → digester anaerobik → pemurnian biogas → pemanfaatan energi.
Manfaat	Mendukung kebutuhan energi operasional dan pengelolaan limbah.
Pendukung	Ketersediaan POME, SDM, instalasi, SOP, dan dukungan manajemen.
Kendala	Fluktuasi karakteristik POME, penyumbatan pipa, lumpur, maintenance, cuaca.
Kondisi pengembangan	Sudah berjalan, tetapi masih perlu optimalisasi.

Analisis Faktor Internal dan Eksternal

Faktor internal menunjukkan bahwa perusahaan memiliki basis yang cukup kuat untuk mempertahankan pemanfaatan POME. Kekuatan utama adalah ketersediaan POME secara berkelanjutan, komitmen manajemen, sumber daya manusia yang cukup kompeten, pengalaman kerja dan pelatihan internal, SOP dan pemeliharaan instalasi secara berkala, serta kemampuan mengubah POME menjadi energi listrik untuk mendukung operasional. Ketersediaan POME sebagai bahan baku internal memberikan keuntungan karena perusahaan tidak perlu mencari substrat dari pihak luar.

Di sisi lain, kelemahan berasal dari perubahan debit, pH, dan kandungan bahan organik POME; penyumbatan pipa; penumpukan lumpur pada digester; kebutuhan pemeliharaan yang membutuhkan waktu dan biaya; pengaruh cuaca; serta kondisi produksi biogas yang dapat kurang optimal ketika karakteristik POME berubah. Kelemahan tersebut memperlihatkan bahwa stabilitas proses tidak hanya bergantung pada instalasi, tetapi juga pada konsistensi kondisi bahan baku dan kedisiplinan pengelolaan operasional.

Faktor eksternal memberikan peluang berupa meningkatnya pemanfaatan biogas sebagai energi alternatif, peluang mengurangi ketergantungan terhadap BBM, potensi efisiensi biaya operasional, perkembangan teknologi biogas, pengembangan energi terbarukan, dan peningkatan nilai tambah limbah. Sebaliknya, ancaman meliputi perubahan regulasi pemerintah, perkembangan teknologi yang cepat, risiko gangguan operasional, potensi peningkatan biaya akibat perubahan regulasi, penurunan produksi TBS, dan penurunan volume POME yang dapat berdampak pada produksi biogas.

Tabel 2. Rekapitulasi faktor SWOT. Sumber: diolah dari hasil wawancara penelitian (2026).

S (Kekuatan)	W (Kelemahan)	O (Peluang)	T (Ancaman)
POME tersedia berkelanjutan	Fluktuasi debit, pH, bahan organik	Biogas sebagai energi alternatif	Perubahan regulasi
Komitmen manajemen	Penyumbatan pipa	Mengurangi ketergantungan BBM	Perkembangan teknologi cepat
SDM cukup kompeten	Penumpukan lumpur digester	Efisiensi biaya operasional	Gangguan operasional
Pengalaman & pelatihan	Maintenance membutuhkan waktu/biaya	Pengembangan teknologi biogas	Potensi peningkatan biaya
SOP & maintenance berkala	Pengaruh cuaca	Pengembangan energi terbarukan	Penurunan produksi TBS
POME dapat menjadi energi listrik	Produksi biogas belum selalu optimal	Nilai tambah limbah	Penurunan volume POME

Strategi SWOT

Strategi SO diarahkan pada pemanfaatan kekuatan internal untuk menangkap peluang eksternal. Ketersediaan POME yang berkelanjutan, dukungan manajemen, kompetensi SDM, dan kemampuan perusahaan menghasilkan energi dapat digunakan untuk mengoptimalkan instalasi biogas dan meningkatkan kontribusinya terhadap kebutuhan energi operasional. Strategi ini juga dapat diarahkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap BBM dan meningkatkan nilai tambah limbah.

Strategi WO berfokus pada pemanfaatan peluang untuk mengatasi kelemahan. Peningkatan kompetensi operator diperlukan agar perubahan karakteristik POME dapat ditangani dengan lebih baik. Perkembangan teknologi dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan stabilitas produksi biogas, sedangkan pembaruan teknologi secara bertahap dapat dilakukan untuk mengurangi gangguan operasional tanpa mengabaikan kemampuan perusahaan dalam menyediakan sumber daya.

Strategi ST menggunakan kekuatan internal untuk menghadapi ancaman. Pengalaman operasional dan kompetensi SDM dapat digunakan untuk meningkatkan kesiapan menghadapi gangguan, sementara dukungan manajemen dapat digunakan untuk merespons perubahan regulasi. Pemeliharaan instalasi juga perlu diperkuat untuk mengurangi risiko gangguan. Ketersediaan dan pengelolaan POME harus dijaga agar dampak penurunan produksi TBS terhadap produksi biogas dapat diminimalkan.

Strategi WT merupakan strategi defensif yang diarahkan untuk meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman. Prioritasnya adalah preventive maintenance, monitoring karakteristik POME, pembaruan teknologi secara bertahap sesuai kemampuan perusahaan, serta persiapan menghadapi perubahan regulasi dan peningkatan biaya operasional.

Tabel 3. Alternatif strategi hasil matriks SWOT. Sumber: diolah dari hasil penelitian (2026).

Strategi	Arah strategi utama
SO	Optimalisasi POME dan instalasi biogas untuk energi alternatif serta pengurangan ketergantungan BBM.
WO	Peningkatan kompetensi SDM, monitoring pH/debit/karakteristik POME, dan pemanfaatan teknologi.
ST	Pemanfaatan pengalaman, dukungan manajemen, dan maintenance untuk menghadapi regulasi dan gangguan.
WT	Preventive maintenance, monitoring konsisten, pembaruan teknologi bertahap, dan antisipasi regulasi.

Strategi Prioritas Pengembangan

Temuan penelitian menunjukkan tujuh arah prioritas pengembangan, yaitu optimalisasi pengoperasian instalasi biogas, peningkatan kompetensi SDM, penguatan preventive maintenance, peningkatan monitoring karakteristik POME, pembaruan teknologi secara bertahap, antisipasi perubahan regulasi, dan optimalisasi biogas untuk efisiensi energi. Monitoring perlu difokuskan pada debit, pH, dan kandungan bahan organik sehingga perubahan kondisi POME dapat diketahui lebih awal.

Pembaruan teknologi perlu dilakukan secara bertahap berdasarkan kebutuhan, manfaat, biaya, dan risiko. Pada saat yang sama, pelatihan operator perlu dilakukan berkelanjutan agar kemampuan pengoperasian, monitoring, pemeliharaan, dan penanganan gangguan semakin baik. Preventive maintenance juga perlu diperkuat agar pemeliharaan tidak hanya dilakukan setelah terjadi kerusakan.

Ketujuh strategi tersebut memperlihatkan bahwa pengembangan POME menjadi biogas merupakan persoalan manajemen yang terintegrasi. Keberhasilan tidak hanya ditentukan oleh kemampuan teknologi menghasilkan biogas, tetapi juga oleh kualitas pengawasan, kompetensi manusia, pemeliharaan, kesiapan menghadapi perubahan, dan kemampuan perusahaan menghubungkan manfaat lingkungan dengan manfaat operasional (Foong et al., 2021; Sodri & Septriana, 2020).

Tantangan dan Hambatan Masa Mendatang

Tantangan utama berasal dari perubahan karakteristik POME, terutama perubahan debit dan kondisi limbah yang dapat memengaruhi stabilitas proses anaerobik. Kendala teknis berupa penyumbatan pipa dan penumpukan lumpur pada digester dapat menghambat aliran dan mengganggu proses penguraian. Selain itu, kebutuhan maintenance yang intensif menuntut pengawasan dan sumber daya biaya yang konsisten.

Dari sisi sumber daya manusia, operator harus memahami pengoperasian instalasi, monitoring, dan penanganan gangguan. Perkembangan teknologi menjadi tantangan karena perusahaan perlu mengevaluasi dan memperbarui teknologi agar sistem tetap efektif. Pada sisi eksternal, perubahan regulasi dapat menuntut penyesuaian sistem dan berpotensi meningkatkan kebutuhan investasi serta biaya operasional. Penurunan produksi TBS juga dapat mengurangi ketersediaan POME sebagai bahan baku biogas.

Temuan tersebut menegaskan bahwa strategi pengembangan harus bersifat adaptif. Monitoring yang konsisten, preventive maintenance, peningkatan kompetensi SDM, evaluasi teknologi, dan pemantauan regulasi menjadi mekanisme utama untuk menjaga keberlanjutan pemanfaatan POME.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pemanfaatan POME pada PT Gawi Makmur Kalimantan telah berjalan dan berkembang menjadi sistem pengelolaan limbah yang menghasilkan biogas untuk mendukung kebutuhan energi operasional. Sistem pengolahan mencakup pengondisian POME, proses digester anaerobik, pemurnian biogas, pemanfaatan energi, serta pengelolaan hasil samping. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perusahaan telah memiliki basis operasional yang mendukung pengembangan lebih lanjut, tetapi efektivitasnya masih perlu ditingkatkan.

Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa kekuatan utama perusahaan adalah ketersediaan POME, komitmen manajemen, kompetensi SDM, pengalaman operasional, SOP, pemeliharaan berkala, dan kemampuan menghasilkan energi. Kelemahannya berupa perubahan karakteristik POME, penyumbatan pipa, penumpukan lumpur, kebutuhan maintenance, pengaruh cuaca, dan produksi biogas yang belum selalu optimal. Peluang berasal dari pengembangan energi alternatif, pengurangan ketergantungan BBM, efisiensi biaya, perkembangan teknologi, dan energi terbarukan, sedangkan ancaman mencakup regulasi, teknologi yang cepat berubah, gangguan operasional, biaya penyesuaian, dan kemungkinan penurunan produksi TBS.

Strategi yang direkomendasikan adalah optimalisasi instalasi biogas, peningkatan kompetensi SDM, penguatan preventive maintenance, monitoring karakteristik POME, pembaruan teknologi secara bertahap, antisipasi perubahan regulasi, dan optimalisasi pemanfaatan biogas untuk efisiensi energi. Implementasi sebaiknya dilakukan secara bertahap dan terukur sesuai kebutuhan operasional serta kemampuan sumber daya. Penelitian selanjutnya dapat memperluas kajian dengan analisis kuantitatif mengenai efisiensi energi, manfaat ekonomi, biaya investasi, dan kinerja teknis instalasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT Gawi Makmur Kalimantan, khususnya pihak-pihak yang telah memberikan akses informasi dan bersedia menjadi informan penelitian, serta kepada Universitas Islam Sultan Agung dan pihak-pihak yang mendukung penyelesaian penelitian ini. Artikel ini merupakan pengembangan dari skripsi penulis mengenai analisis SWOT strategi pemanfaatan limbah sawit POME menjadi biogas pada PT Gawi Makmur Kalimantan.

DAFTAR REFERENSI

- Alengebawy, A., Ran, Y., Osman, A. I., Jin, K., & Samer, M. (2024). Anaerobic digestion of agricultural waste for biogas production and sustainable bioenergy recovery: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 22, 2641–2668.
- Arya, M. Y., Kholiq, M. A., Hasanudin, U., & Gozan, M. (2022). *Biogas generation in the palm oil mill*. Wiley.
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Statistik tanaman perkebunan tahunan Indonesia 2024*.
- Benzaghta, M. A., Elwalda, A., Mousa, M. M., Erkan, I., & Rahman, M. (2021). SWOT analysis applications: An integrative literature review. *Journal of Global Business Insights*, 6(1), 55–73.
- Brignt, D. S., & Cortes, A. H. (2019). *Principles of management*. OpenStax.
- Damanik, C. B., et al. (2026). Perkembangan teknologi dan dampaknya terhadap efisiensi dalam industri pengolahan minyak sawit. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 5(1). <https://doi.org/10.55606/jurrit.v5i1.9436>
- Febrianti, P., & Putri, D. K. (2024). The influence of chemical oxygen demand (COD) and pH of POME as biogas raw material on the CH₄ produced. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1(4). <https://doi.org/10.62951/ij sme.v1i4.100>
- Foong, S. Z. Y., Chong, M. F., & Ng, D. K. S. (2021). Strategies to promote biogas generation and utilisation from palm oil mill effluent. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 5, 175–191.
- Helms, M. M., & Nixon, J. (2010). Exploring SWOT analysis—Where are we now? A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management*, 3(3), 215–251.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2019). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (4th ed.). SAGE Publications.
- OpenStax. (2019). Using SWOT for strategic analysis. In *Principles of management*.
- Pambudi, T. A., Hadiyanto, & Suedy, S. W. A. (2021). *Analisis potensi produksi biogas dari campuran limbah Palm Oil Mill Effluent (POME) dan kotoran sapi potong*. Universitas Diponegoro.
- Puyt, R. W., Lie, F. B., & Madsen, D. Ø. (2022). *The origins of SWOT analysis*. University of Twente Research Information.

- Sinaga, N., Nasution, S. B., & Mel, M. (2018). *Process optimization of biogas production from palm oil mill effluent: A case study of a crude palm oil factory in Muaro Jambi, Indonesia*.
- Sodri, A., & Septriana, F. E. (2020). *Biogas power generation from palm oil mill effluent (POME): Techno-economic and environmental impact evaluation*.
- Supriadi, E., & Rizki, A. N. (2024). Influence decrease in chemical oxygen demand (COD) against biogas quality and production. *International Journal of Mathematics and Science Education*, 1(4). <https://doi.org/10.62951/ijmse.v1i4.94>
- Wijaya, S., et al. (2025). Determinants of household biogas-bioslurry economic benefits: Linear mixed model with cost-benefit and sensitivity analysis. *Jurnal Manajemen, Bisnis dan Kewirausahaan*, 5(3). <https://doi.org/10.55606/jumbiku.v5i3.6108>