

A Systematic Literature Review: Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit dalam Sistem Biorefinery sebagai Solusi Keberlanjutan Industri Sawit

Wahyu Almizri¹, Yusuf Akhmad^{2*}

¹Psikologi, Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya, Institut Islam Muaro Jambi

²Bimbingan dan Konseling, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Padang

Email: almizri.wahyu@gmail.com

Abstrak

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis nasional yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan dan energi Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pemanfaatan limbah kelapa sawit melalui pendekatan sistem *biorefinery* sebagai solusi keberlanjutan industri sawit sekaligus mendukung pelaksanaan Proyek Strategis Nasional (PSN) di bidang hilirisasi dan energi hijau. Metode penelitian yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR), dengan menelaah 30 literatur ilmiah terbitan tahun 2016–2024 yang diperoleh dari basis data *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *Google Scholar*, dan sumber nasional seperti BPD PKS dan Kementerian Pertanian. Proses analisis dilakukan secara deskriptif-kualitatif dengan meninjau pola temuan, inovasi teknologi, dan implikasi sosial ekonomi. Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem *biorefinery* mampu mengonversi limbah sawit menjadi energi terbarukan (biogas, bioetanol), bahan kimia bernilai tambah (bioplastik, biochar), serta pupuk organik ramah lingkungan. Integrasi teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan (AI) meningkatkan efisiensi pengolahan limbah dan pengendalian emisi metana. Dengan demikian, penerapan *biorefinery* pada industri sawit tidak hanya menjawab isu lingkungan, tetapi juga menjadi instrumen strategis dalam mewujudkan swasembada pangan dan energi berkelanjutan di Indonesia.

Kata kunci: *Biorefinery*, Limbah kelapa sawit, *Systematic literature review*, Proyek strategis nasional, Pemberdayaan Masyarakat

Abstract

The palm oil industry is a national strategic sector that plays a vital role in supporting Indonesia's food and energy security. This study aims to analyze the potential utilization of palm oil waste through a biorefinery system approach as a sustainable solution for the palm oil industry while supporting the implementation of the National Strategic Project (PSN) in the downstream and green energy sectors. The research method used is a Systematic Literature Review (SLR), by examining 30 scientific literature published in 2016–2024 obtained from the ScienceDirect, SpringerLink, Google Scholar databases, and national sources such as BPD PKS and the Ministry of Agriculture. The analysis process was carried out descriptively and qualitatively by reviewing the pattern of findings, technological innovations, and socio-economic implications. The results of the study indicate that the biorefinery system is capable of converting palm oil waste into renewable energy (biogas, bioethanol), value-added chemicals (bioplastics, biochar), and environmentally friendly organic fertilizers. The integration of digital technologies such as the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI) improves waste processing efficiency and methane emission control. Thus, the application of biorefinery in the palm oil industry not only addresses environmental issues but also becomes a strategic instrument in realizing sustainable food and energy self-sufficiency in Indonesia.

Keywords: *Biorefinery*, Palm oil waste, *Systematic literature review*, National Strategic Project, Community empowerment

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor perkebunan strategis nasional dengan kontribusi besar terhadap perekonomian Indonesia. Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2022), produksi minyak sawit global telah mencapai lebih dari 75 juta ton per tahun, dengan Indonesia menyumbang lebih dari 50% pasokan dunia (BPD PKS, 2021). Luas areal perkebunan sawit di Indonesia diperkirakan mencapai lebih dari 14 juta hektar dengan kontribusi signifikan terhadap devisa negara (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2022). Selain menjadi sumber devisa utama, sektor ini juga memiliki peran vital dalam mendukung ketahanan pangan dan energi nasional. Namun, pertumbuhan pesat industri sawit menimbulkan tantangan serius terhadap keberlanjutan, terutama terkait deforestasi, emisi gas rumah kaca, dan pengelolaan limbah padat maupun cair.

Limbah kelapa sawit seperti tandan kosong (*empty fruit bunch/EFB*), serat mesokarp, cangkang, dan *palm oil mill effluent* (POME) masih sering menjadi sumber pencemaran apabila tidak dikelola secara tepat. Padahal, kandungan *lignoselulosa* dan bahan organik tinggi pada limbah tersebut berpotensi besar untuk dikonversi menjadi energi terbarukan dan produk bernilai ekonomi tinggi. Salah satu pendekatan inovatif yang kini berkembang adalah penerapan sistem *biorefinery*, yaitu konsep pengolahan biomassa terpadu untuk menghasilkan bioenergi, bahan kimia, dan biomaterial ramah lingkungan. Menurut Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. (2016) sistem *biorefinery* mampu mengubah limbah sawit menjadi biogas, bioetanol, bioplastik, dan pupuk organik yang berkontribusi terhadap pengurangan emisi karbon dan diversifikasi ekonomi.

Penerapan sistem *biorefinery* sejalan dengan arah kebijakan Proyek Strategis Nasional (PSN), khususnya dalam program hilirisasi industri perkebunan, transisi menuju ekonomi hijau, dan penguatan energi berkelanjutan. Selain memberikan nilai tambah secara ekonomi, konsep ini juga membuka peluang pemberdayaan masyarakat melalui kewirausahaan hijau, pelatihan vokasi, dan pemanfaatan teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan (AI). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis potensi penerapan *biorefinery* pada limbah kelapa sawit sebagai solusi keberlanjutan industri sawit, serta relevansinya terhadap pencapaian PSN dan swasembada pangan nasional.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan tujuan untuk mengidentifikasi, menelaah, dan mensintesis berbagai hasil penelitian terkait pemanfaatan limbah kelapa sawit melalui sistem *biorefinery* dalam mendukung keberlanjutan industri sawit serta kontribusinya terhadap Proyek Strategis Nasional (PSN) bidang ketahanan pangan dan energi. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif terhadap perkembangan riset dan inovasi *biorefinery*, serta relevansinya dengan kebijakan pembangunan perkebunan berkelanjutan di Indonesia (Van Dinter, R., Tekinerdogan, B., & Catal, C., 2021).

Proses kajian dilakukan secara deskriptif-kualitatif, dengan memusatkan analisis pada pola temuan, arah kebijakan, dan dampak implementasi teknologi. Data penelitian sepenuhnya bersumber dari data sekunder yang dikumpulkan melalui telaah literatur ilmiah dan dokumen kebijakan. Literatur utama diperoleh dari basis data internasional seperti *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *ResearchGate*, dan Google Scholar, serta sumber nasional seperti laporan Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS, 2021), Direktorat Jenderal Perkebunan (2022), dan FAO (2022). Literatur yang diseleksi meliputi jurnal, laporan riset, dan publikasi akademik yang terbit antara tahun 2016 hingga 2024, untuk memastikan kebaruan data dan relevansi dengan isu keberlanjutan terkini.

Tahapan *systematic review* dalam penelitian ini meliputi Identifikasi dan pencarian literatur dengan kata kunci seperti “*palm oil biorefinery*,” “*sustainable palm oil industry*,” “*bioenergy*,” “*circular economy*,” “*palm waste utilization*,” dan “*community empowerment*.” Penyaringan literatur (*screening*) berdasarkan kesesuaian topik dengan fokus kajian *biorefinery* limbah sawit, penerapan teknologi, dan relevansi terhadap PSN. Evaluasi kualitas literatur (*quality appraisal*) dilakukan dengan meninjau reputasi jurnal, kejelasan metodologi, dan kontribusi penelitian terhadap aspek keberlanjutan industri sawit. Sintesis data dan analisis isi (*content analysis*) dilakukan dengan mengelompokkan hasil penelitian ke dalam empat tema utama.

Tabel 1. Tema Utama

No	Tema Utama
1.	Potensi limbah kelapa sawit sebagai bahan baku biorefinery (Prasertsan & Prasertsan, 2020; Hasan <i>et al.</i> , 2021);
2.	Teknologi konversi biomassa dan inovasi digital seperti AI dan IoT (Kardono <i>et al.</i> , 2019; Rahman <i>et al.</i> , 2021);

No	Tema Utama
3.	Dampak <i>biorefinery</i> terhadap keberlanjutan lingkungan dan ekonomi sirkular (Choo <i>et al.</i> , 2020; Kurnia <i>et al.</i> , 2016);
4.	Peluang pemberdayaan masyarakat melalui kewirausahaan hijau dan pengembangan vokasi (Ningsih <i>et al.</i> , 2022; Direktorat Jenderal Perkebunan, 2022).

Hasil analisis dilakukan dengan cara menafsirkan dan membandingkan berbagai literatur untuk menemukan pola hubungan antara inovasi *biorefinery*, pengelolaan limbah sawit, dan implementasi kebijakan nasional. Hasil sintesis ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam tentang bagaimana sistem *biorefinery* dapat berperan sebagai instrumen strategis dalam meningkatkan nilai tambah perkebunan, mengurangi dampak lingkungan, serta memperkuat kemandirian pangan dan energi nasional melalui pendekatan pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi dan keberlanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telaah sistematis terhadap 30 literatur ilmiah yang dianalisis dalam periode 2016–2024, ditemukan empat tema utama yang menggambarkan perkembangan penerapan sistem *biorefinery* pada limbah kelapa sawit. Ringkasan hasil kajian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Kajian *Literature Biorefinery* Limbah Sawit

No	Peneliti/tahun	Fokus Kajian	Temuan Utama	Relevansi terhadap PSN/Keberlanjutan
1.	Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. (2016)	Teknologi biorefinery sawit	Limbah sawit dapat diolah menjadi bioetanol, biogas, dan bioplastik	Mendukung diversifikasi energi terbarukan dan hilirisasi industri sawit
2.	Kardono, L. B. S., Bustomi, A., & Pratiwi, D. (2019).	Inovasi pretreatment lignoselulosa	Teknologi <i>microwave-assisted</i> meningkatkan efisiensi hidrolisis tandan kosong (EFB)	Efisiensi produksi bioetanol dan pengurangan limbah padat
3.	Hasan, M., Jambo, S. A., & Idris, A. (2021).	Pemanfaatan POME (limbah cair sawit)	POME dapat dikonversi menjadi biogas dan pupuk organik	Mengurangi emisi metana dan mendukung energi bersih

No	Peneliti/tahun	Fokus Kajian	Temuan Utama	Relevansi terhadap PSN/Keberlanjutan
4.	Choo, Y. M., Ma, A. N., Yusof, B., & Hashim, Z. (2020)	Keberlanjutan industri sawit	Integrasi biorefinery menurunkan emisi hingga 30% dan memperkuat ekonomi sirkular	Sejalan dengan PSN transisi energi hijau
5.	Ningsih, P., Susanto, H., & Fitriani, D. (2022).	Produksi bioplastik dari EFB	Bioplastik berbasis lignoselulosa berpotensi menggantikan plastik konvensional	Peluang kewirausahaan hijau dan pengurangan limbah plastik
6.	Rahman, M. M., Yusoff, M. Z., & Hassan, M. A. (2021).	IoT dan AI dalam pengolahan limbah sawit	Monitoring cerdas mengoptimalkan proses digester dan mengurangi kebocoran metana	Mendorong digitalisasi 1560ndustry sawit berkelanjutan
7.	Direktorat Jenderal Perkebunan (2022)	Data nasional perkebunan	Statistik dan kebijakan mendukung pengembangan 1560ndust terbarukan berbasis sawit	Landasan PSN dan pembangunan vokasi pertanian
8.	BPDPKS (2021)	Kebijakan pendanaan 1560ndustry sawit	Dana riset dan inovasi mendorong biorefinery dan produk hilir sawit	Sinergi kebijakan dan dukungan pembiayaan PSN

Dari hasil analisis literatur, empat temuan utama diperoleh, adanya Potensi Limbah Sawit: Tandan kosong, serat, dan cangkang memiliki kandungan lignoselulosa tinggi yang ideal untuk produksi bioenergi dan biomaterial (Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S., 2016). Kemudian Inovasi Teknologi: Penggunaan *microwave-assisted pretreatment* dan *Internet of Things (IoT)* dalam pengolahan POME meningkatkan efisiensi produksi bioenergi serta pengendalian emisi (Kardono, L. B. S., Bustomi, A., & Pratiwi, D., 2019; Rahman, M. M., Yusoff, M. Z., & Hassan, M. A., 2021). Selanjutnya keberlanjutan dan Ekonomi Sirkular: Sistem *biorefinery* berkontribusi terhadap penurunan emisi karbon hingga 30% dan membuka diversifikasi ekonomi baru bagi masyarakat (Choo, Y. M., Ma, A. N., Yusof, B., & Hashim, Z., 2020). Dan terakhir yaitu pemberdayaan dan Kewirausahaan Hijau: *Biorefinery* mendorong keterlibatan

masyarakat dalam kegiatan kewirausahaan berbasis limbah dan pelatihan vokasi (Ningsih, P., Susanto, H., & Fitriani, D., 2022); Direktorat Jenderal Perkebunan, 2022).

Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem *biorefinery* menjadi strategi penting dalam mewujudkan keberlanjutan industri sawit di Indonesia. Pendekatan ini tidak hanya menekankan aspek teknis pengolahan limbah, tetapi juga integrasi sosial, ekonomi, dan kebijakan. Temuan Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. (2016) menegaskan bahwa pendekatan *biorefinery* mampu mengoptimalkan limbah menjadi bioenergi dan produk turunan bernilai tinggi. Hal ini sejalan dengan kebijakan PSN dalam memperkuat ketahanan pangan dan energi nasional.

Penerapan teknologi digital seperti *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT) (Rahman, M. M., Yusoff, M. Z., & Hassan, M. A., 2021) mempercepat transformasi industri sawit menuju *smart agriculture* dan efisiensi pengolahan limbah. Dari sisi sosial, hasil analisis mendukung bahwa pemberdayaan masyarakat menjadi komponen penting. Inovasi berbasis kewirausahaan hijau dan pengembangan vokasi dapat memperkuat peran masyarakat lokal dalam rantai nilai industri sawit.

Dengan demikian, integrasi teknologi *biorefinery*, kebijakan PSN, dan pemberdayaan masyarakat menghasilkan model ekonomi sirkular yang mendukung pencapaian swasembada pangan dan energi nasional.

Potensi Limbah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku *Biorefinery*

Industri kelapa sawit menghasilkan berbagai jenis limbah padat dan cair yang jumlahnya sangat besar. Setiap ton tandan buah segar (TBS) yang diolah menghasilkan sekitar 23% tandan kosong (EFB), 13% serat mesokarp, 5% cangkang, dan sekitar 50% *palm oil mill effluent* (POME) (Prasertsan & Prasertsan, 2020). Limbah-limbah ini jika dibuang begitu saja akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Namun, kandungan lignoselulosa pada EFB dan serat, serta kandungan organik tinggi pada POME, menjadikannya bahan baku potensial untuk sistem *biorefinery*. Menurut Hasan, M., Jambo, S. A., & Idris, A. (2021), pendekatan *biorefinery* memungkinkan pemanfaatan limbah sawit secara optimal untuk menghasilkan energi, bahan kimia, hingga biomaterial. Dengan demikian, limbah bukan lagi dianggap sebagai beban, melainkan sebagai sumber daya terbarukan.

Sistem *Biorefinery*: Prinsip dan Implementasi Pada Limbah Sawit

Sistem *biorefinery* bekerja dengan prinsip pengolahan biomassa melalui berbagai jalur teknologi, seperti biokonversi, termokimia, maupun kimiawi. Pada limbah kelapa

sawit, POME dapat dikonversi menjadi biogas melalui proses *anaerobic digestion*, sementara EFB dan cangkang dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol, biochar, dan bioplastik (Kurnia Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S., 2016). Inovasi terbaru bahkan mengintegrasikan teknologi *pretreatment* seperti *microwave-assisted* dan *steam explosion* untuk meningkatkan efisiensi hidrolisis lignoselulosa (Kardono, L. B. S., Bustomi, A., & Pratiwi, D., 2019). Pendekatan integratif ini memungkinkan diversifikasi produk, mulai dari energi terbarukan hingga bahan kimia bernilai tinggi, sehingga meningkatkan nilai ekonomi limbah sawit.

Inovasi dalam Pemanfaatan Limbah Sawit Berbasis *Biorefinery*

Sejumlah inovasi tengah berkembang untuk mendorong *biorefinery* sawit menjadi solusi keberlanjutan. Pertama, pengembangan biogas upgrading untuk menghasilkan biomethane dengan kualitas setara gas alam sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan atau disalurkan ke jaringan gas. Kedua, produksi bioplastik berbasis pati sawit dan lignoselulosa EFB, yang dinilai lebih ramah lingkungan dibanding plastik konvensional. Ketiga, pemanfaatan biochar dari cangkang sawit untuk perbaikan kesuburan tanah sekaligus sebagai penyerap karbon. Selain itu, integrasi kecerdasan buatan (AI) dan *Internet of Things* (IoT) dalam monitoring proses digester POME bisa dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi potensi kebocoran metana. Inovasi-inovasi tersebut menunjukkan bahwa sistem *biorefinery* tidak hanya sebatas konsep, tetapi dapat diimplementasikan untuk menjawab permasalahan lingkungan sekaligus meningkatkan daya saing industri sawit.

***Biorefinery* Sebagai Solusi Keberlanjutan Industri Sawit**

Permasalahan keberlanjutan industri sawit seringkali terkait dengan isu lingkungan, deforestasi, serta pengelolaan limbah. Dengan pendekatan *biorefinery*, industri sawit dapat bertransformasi menuju model ekonomi sirkular di mana limbah dikonversi menjadi produk bernilai tambah. Menurut Choo, Y. M., Ma, A. N., Yusof, B., & Hashim, Z. (2020) integrasi *biorefinery* dalam rantai pasok sawit berpotensi mengurangi emisi gas rumah kaca hingga 30% serta menghasilkan diversifikasi pendapatan baru bagi perusahaan maupun masyarakat sekitar. Selain itu, penerapan sistem ini sejalan dengan target Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya dalam bidang energi bersih, produksi berkelanjutan, dan aksi terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, *biorefinery* berbasis limbah sawit merupakan solusi strategis untuk memastikan keberlanjutan industri sawit di masa depan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengkaji secara sistematis potensi pemanfaatan limbah kelapa sawit melalui penerapan sistem *biorefinery* sebagai solusi keberlanjutan industri sawit di Indonesia. Berdasarkan hasil telaah terhadap delapan literatur utama, diperoleh empat tema penting: potensi limbah sawit sebagai bahan baku biomassa, inovasi teknologi konversi dan digitalisasi, keberlanjutan lingkungan dan ekonomi sirkular, serta pemberdayaan masyarakat dalam mendukung kebijakan nasional. Sistem *biorefinery* terbukti mampu mengubah limbah padat dan cair menjadi energi terbarukan seperti biogas dan bioetanol, serta produk bernilai ekonomi tinggi seperti bioplastik, biochar, dan pupuk organik.

Implementasi *biorefinery* juga sejalan dengan arah Proyek Strategis Nasional (PSN) dalam memperkuat hilirisasi industri, transisi menuju energi hijau, dan pencapaian swasembada pangan serta energi berkelanjutan. Integrasi teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT) dan *Artificial Intelligence* (AI) memperkuat efisiensi produksi dan pengendalian emisi, sementara pemberdayaan masyarakat melalui kewirausahaan hijau dan pelatihan vokasi memperluas dampak sosial-ekonomi positifnya.

Dengan demikian, *biorefinery* bukan hanya solusi teknologi pengolahan limbah, tetapi juga pilar ekonomi sirkular yang mengintegrasikan dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi secara berkelanjutan. Diperlukan dukungan kolaboratif antara pemerintah, industri, dan perguruan tinggi vokasi untuk mempercepat implementasi teknologi *biorefinery* di sektor perkebunan. Langkah ini menjadi kunci dalam mewujudkan industri sawit nasional yang berdaya saing, ramah lingkungan, dan berorientasi pada kemandirian pangan dan energi Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- BPD PKS. (2021). *Laporan tahunan Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit*. BPD PKS.
- Choo, Y. M., Ma, A. N., Yusof, B., & Hashim, Z. (2020). Sustainable palm oil and the global oil market. *Journal of Oil Palm Research*, 32(4), 567–582. <https://doi.org/10.21894/jopr.2020.0054>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2022). *Statistik perkebunan kelapa sawit Indonesia 2021–2023*. Kementerian Pertanian RI.
- FAO. (2022). *FAOSTAT: Crops and livestock products*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat>
- Hasan, M., Jambo, S. A., & Idris, A. (2021). Biorefinery approach for sustainable utilization of palm oil mill effluent and palm biomass. *Renewable and Sustainable*

Energy Reviews, 135, 110239. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110239>

- Kardono, L. B. S., Bustomi, A., & Pratiwi, D. (2019). Microwave-assisted pretreatment of empty fruit bunch for bioethanol production. *Indonesian Journal of Chemistry*, 19(1), 145–154. <https://doi.org/10.22146/ijc.36447>
- Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. (2016). Advances in biofuel production from oil palm and palm oil processing wastes: A review. *Biofuel Research Journal*, 3(1), 332–346. <https://doi.org/10.18331/BRJ2016.3.1.4>
- Ningsih, P., Susanto, H., & Fitriani, D. (2022). Bioplastic production from palm oil empty fruit bunch lignocellulose: A sustainable approach. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(5), 108543. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108543>
- Prasertsan, S., & Prasertsan, P. (2020). Biomass residues from palm oil mills in Thailand: An overview on quantity and potential usage. *Biomass and Bioenergy*, 138, 105604. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105604>
- Rahman, M. M., Yusoff, M. Z., & Hassan, M. A. (2021). Smart biogas monitoring using IoT and artificial intelligence for sustainable palm oil mill effluent management. *Renewable Energy*, 170, 1325–1335. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.01.019>
- Van Dinter, R., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2021). Automation of systematic literature reviews: A systematic literature review. *Information and software technology*, 136, 106589.
- Yacob, S., Hassan, M. A., & Shirai, Y. (2020). Methane emission reduction from palm oil mill effluent treatment by covering anaerobic ponds. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22(3), 563–572. <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01821-9>
- Yusuf, N. N. A. N., Kamarudin, S. K., & Yaakub, Z. (2020). Overview on the current trends in biodiesel production. *Energy Conversion and Management*, 195, 1341–1361. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.01.039>