

Green Chemistry dan Sdg's: dari Pembelajaran Virtual Reality (VR) ke Pengelolaan Limbah

^{*1}Luki Yunita, ²Salamah Agung, ³Khairunnisa, ⁴Putri Intan H

^{1,2,3,4}Pendidikan Kimia, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan, Banten

**Email Corresponden:* luki.yunita@uinjkt.ac.id

ABSTRACT

This article discusses the contribution of chemistry in supporting the achievement of Sustainable Development Goals (SDGs) through educational approaches, technological innovation, and community engagement. The research methods used are literature study and bibliometric analysis. This study examines relevant scientific publications in the last decade. The results of the study indicate that chemistry has played a significant role in the last five years related to addressing various aspects of the SDGs, including waste management, renewable energy, and sustainable production and consumption. The application of Virtual Reality (VR) technology in chemistry education is also used to support the use of visualization, through the application of Virtual Reality (VR) has been proven effective in increasing student literacy on sustainability issues. In addition, the principles of green chemistry are the main foundation in environmentally friendly industrial innovation, while household waste management, such as the use of eco-enzymes and recycling of used cooking oil, empowers the community to participate in sustainable practices. Bibliometric visualization using VOSviewer also identifies trends in collaborative research authors and emerging topics. Thus, this research shows the integration of education, technology, and community participation as a strategic foundation to accelerate the achievement of SDGs through chemistry.

Keywords: Bibliometric Analysis, Green Chemistry, SDGs, Virtual Reality.

ABSTRAK

Artikel ini membahas kontribusi ilmu kimia dalam mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDG's) dengan melalui pendekatan pendidikan, inovasi teknologi, dan keterlibatan masyarakat. Metode penelitian yang digunakan berupa studi pustaka dan analisis bibliometrik. Penelitian ini mengkaji publikasi ilmiah yang relevan dalam dekade terakhir. Hasil kajian menunjukkan bahwa ilmu kimia berperan penting dalam lima tahun terakhir yang berkaitan dengan menangani berbagai aspek SDGs yaitu: termasuk pengelolaan limbah, energi terbarukan, serta produksi dan konsumsi yang berkelanjutan. Penerapan teknologi *Virtual Reality* (VR) dalam pendidikan kimia ikut serta digunakan untuk mendukung penggunaan dalam visualisasi, melalui penerapan *Virtual Reality* (VR) terbukti efektif dalam meningkatkan literasi siswa terhadap isu-isu keberlanjutan. Selain itu, prinsip kimia hijau menjadi landasan utama dalam inovasi industri ramah lingkungan, sementara pengelolaan limbah rumah tangga, seperti pemanfaatan *eco-enzyme* dan daur ulang minyak jelantah—memberdayakan masyarakat untuk berpartisipasi dalam praktik keberlanjutan. Visualisasi bibliometrik

menggunakan VOSviewer juga mengidentifikasi Trend penelitian kolaborasi penulis dan topik-topik yang berkembang. Dengan demikian, penelitian yang dilakukan ini terlihat integrasi antara pendidikan, teknologi, dan partisipasi masyarakat menjadi fondasi strategis untuk mempercepat pencapaian SDGs melalui ilmu kimia.

Kata Kunci: Analisis Bibliometrik, *Green Chemistry*, *SDGs*, *Virtual Reality*.

A. PENDAHULUAN

Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*) memiliki tujuan menjadi panduan global dalam menjawab tantangan multidimensi seperti perubahan iklim, degradasi lingkungan, serta ketimpangan akses pendidikan dan energi. Dalam konteks ini, ilmu kimia memegang peran vital, baik sebagai alat analisis maupun solusi aplikatif yang langsung menyentuh berbagai aspek kehidupan manusia. Pendidikan berperan strategis dalam membangun kesadaran, pengetahuan, dan keterampilan peserta didik agar mampu berkontribusi terhadap solusi permasalahan global, termasuk isu lingkungan dan keberlanjutan (United Nations, 2015). *Green chemistry* muncul sebagai pendekatan ilmiah yang selaras dengan SDGs, khususnya tujuan terkait kesehatan, lingkungan, dan konsumsi serta produksi yang bertanggung jawab. Prinsip-prinsip *green chemistry* menekankan perancangan proses dan produk kimia yang meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Anastas & Warner, 1998). Konteks pendidikan, *green chemistry* tidak hanya berfungsi sebagai materi pembelajaran, tetapi juga sebagai pendekatan pedagogis untuk menanamkan nilai keberlanjutan.

Visualisasi menjadi elemen penting dalam pembelajaran SDGs dan *green chemistry* karena kedua konsep tersebut bersifat abstrak, multidimensional, dan saling terhubung. Representasi visual membantu menyederhanakan kompleksitas konsep dan memperjelas hubungan antar tujuan dan prinsip (Mayer, 2020). Salah satu ranah kontribusi yang paling mendasar adalah dalam bidang pendidikan. Integrasi teknologi berbasis virtual reality (VR) dalam pembelajaran kimia telah terbukti efektif meningkatkan literasi kimia siswa, sebagaimana diungkapkan oleh Ladjidji et al. (2024), yang mengembangkan media pembelajaran VR dengan pendekatan etnosains dan SDGs pada materi koloid, guna membentuk pemahaman siswa terhadap tantangan kimia dalam kehidupan nyata (Ladjidji et al., 2024).

Pendidikan kimia memiliki sisi lain, tidak hanya menekankan aspek kognitif, tetapi juga nilai-nilai keberlanjutan. Pertiwi dan Wahyuningrum (2024) menunjukkan pentingnya bahan ajar kimia hijau berbasis sintesis senyawa organik dalam membentuk kesadaran siswa terhadap prinsip *green chemistry* (Pertiwi & Wahyuningrum, 2024). Perubahan paradigma pendidikan ini tidak lepas dari urgensi global akan praktik kimia yang lebih ramah lingkungan, sebagaimana dibuktikan oleh Ananda et al. (2024) yang melakukan tinjauan sistematis tentang implementasi *green chemistry* dalam industri selama satu dekade terakhir (Ananda et al., 2024). Inovasi-inovasi tersebut menunjukkan bahwa pendidikan kimia bukan lagi ruang terpisah dari upaya keberlanjutan, melainkan ruang strategis yang melahirkan agen perubahan sejak bangku sekolah. Lebih jauh dari ruang kelas, inovasi teknologi dan pendekatan ilmiah turut

memberi dampak pada skala industri dan komunitas. Penggunaan limbah organik menjadi bahan dasar produksi alternatif—seperti pengolahan minyak jelantah menjadi lilin aromaterapi (Hidayati et al., 2024), sabun cair (Prabowo et al., 2024), dan bahan bakar (Fatimah et al., 2024)—merupakan contoh konkrit penerapan kimia dalam pencapaian SDGs. Mahaya et al. (2023) menyoroti pengolahan limbah cair industri susu sebagai studi kasus implementasi SDGs di sektor pangan (Mahaya et al., 2023), sementara Rafidah dan Yunus (2023) meneliti pengelolaan limbah industri batik Jambi yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan prinsip kimia berkelanjutan (Rafidah & Yunus, 2023).

Tidak kalah penting adalah kesadaran industri terhadap pentingnya produksi berkelanjutan. Irmayanti et al. (2022) mengkaji kesadaran industri fashion terhadap konsumsi dan produksi berkelanjutan dalam perspektif ekonomi Islam (Irmayanti et al., 2022), sebuah pendekatan yang menggabungkan nilai-nilai moral dengan prinsip keberlanjutan. Di tingkat desa, pelatihan berbasis masyarakat juga memainkan peran penting, seperti yang dilakukan oleh Hidayati et al. (2024) di Desa Gedangan (Hidayati et al., 2024) dan Prabowo et al. (2024) melalui program KKN-T (Prabowo et al., 2024), yang menekankan pentingnya edukasi dan kemandirian dalam pengelolaan limbah. Lebih lanjut, kontribusi pemerintah dalam mendukung pertanian berkelanjutan untuk menghapus kemiskinan (SDG 1) juga menjadi sorotan. Apriliani (2024) menunjukkan bagaimana pertanian berkelanjutan berperan dalam membentuk ekonomi hijau di Kabupaten Langkat (Apriliani, 2024), sedangkan Annisa et al. (2021) menekankan pentingnya partisipasi masyarakat untuk mencapai target air bersih dan sanitasi yang layak (Annisa et al., 2021). Terakhir, studi oleh Tsabita et al. (2023) tentang kebun Melanik Farm memperlihatkan kontribusi sektor pertanian lokal dalam menyokong beberapa indikator SDGs secara langsung (Tsabita et al., 2023). Berdasarkan pemaparan dapat diperoleh dari pembelajaran berbasis Virtual Reality dapat menerapkan prinsip kimia hijau, hingga pengelolaan limbah oleh masyarakat, ilmu kimia terbukti memainkan peran kunci dalam mendorong praktik-praktik berkelanjutan di kehidupan sehari-hari. Keterpaduan antara pendidikan, inovasi teknologi, dan peran aktif masyarakat menjadi fondasi strategis dalam mewujudkan SDGs yang inklusif dan berkelanjutan di Indonesia.

B. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka dengan pendekatan deskriptif kualitatif yang berfokus pada kajian literatur untuk menelaah keterkaitan antara konsep-konsep kimia dengan pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). *Literature review* merupakan bagian penting dalam penulisan artikel ilmiah karena berfungsi sebagai dasar teoritis yang mendukung argumentasi penulis. Melalui kajian literatur, peneliti dapat memahami perkembangan konsep serta temuan empiris yang telah dilakukan sebelumnya (Hart, 2018). Selain itu, *literature review* membantu mengidentifikasi celah penelitian yang dapat dikembangkan lebih lanjut (Snyder, 2019). Oleh karena itu, penulisan *literature review* harus dilakukan secara

sistematis, kritis, dan mengikuti kaidah sitasi ilmiah yang berlaku (Creswell & Poth, 2018).

Penelitian ini menggunakan pendekatan dengan perangkat lunak berupa PoP adalah software *Publish or Perish* yang digunakan untuk mengambil data dari Google Scholar untuk mengidentifikasi arah dan kecenderungan penelitian kimia yang relevan dengan isu-isu global serta implikasinya dalam pembelajaran dan kehidupan sehari-hari. Sumber data diperoleh dari artikel-artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal nasional dan internasional yang diakses melalui platform Google Scholar, ResearchGate, serta repositori akademik lainnya sebanyak 99 Artikel yang terjaring. Dua puluh artikel yang dipilih adalah artikel yang membahas topik terkait pengelolaan limbah, kimia hijau, energi terbarukan, dan dampaknya terhadap lingkungan serta masyarakat. Prosedur pemilihan artikel dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan kesesuaian tema, keterkinian (terbit minimal dalam lima tahun terakhir, dan relevansi terhadap indikator SDGs yang dikaji, seperti SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi), SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim). Data dari artikel kemudian dianalisis secara tematik untuk menemukan pola-pola kontribusi ilmu kimia terhadap penyelesaian tantangan global serta untuk mengidentifikasi peran ilmu kimia dalam mendukung pengembangan pembelajaran yang kontekstual dan berorientasi pada keberlanjutan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Peran Konsep Kimia dalam Mendukung Tujuan Perkembangan Berkelanjutan (SDGs)

Tabel 1. Metriks sitasi publikasi SDGs dalam konsep kimia kehidupan sehari-hari

No.	Indikator	Hasil Pencarian
1	<i>Keywords</i>	SDGs dalam konsep kimia kehidupan sehari-hari
2	<i>Publication years</i>	2020–2025
3	<i>Papers</i>	99
4	<i>Citations</i>	938
5	<i>Cites/year</i>	187.60
6	<i>Cites/paper</i>	9.47
7	<i>Cites/author</i>	481.63
8	<i>Papers/author</i>	55.97
9	<i>Author/paper</i>	2.40
10	<i>h-index</i>	15
11	<i>g-index</i>	28
12	<i>hI-norm</i>	11
13	<i>hI-annual</i>	2.20
14	<i>hA-index</i>	9

Berdasarkan tabel 1. Berkaitan dengan sitasi publikasi SDG's dalam konsep kimia dengan format analisis yang digunakan adalah “judul artikel, abstrak, kata kunci” pada database Google Scholar yang dipilih dalam menemukan banyak literasi. Sebanyak 99 Artikel ilmiah yang ditemukan. Jumlah semua sitasi dari artikel 938, rata-rata jumlah artikel perpenulis 55,97, Author rata-rata jumlah penulis dalam satu artikel sekitar 2-3 orang yang menggambarkan Tingkat kolaborasi. Sedangkan nilai h-index 15 nunjukkan bidang ini sudah cukup berkembang dan berpengaruh dalam literatur ilmiah.

Penelitian ini menelaah peran ilmu kimia dalam mendukung capaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), terutama pada aspek pengelolaan limbah, energi terbarukan, produksi ramah lingkungan, dan penggunaan virtual reality. Berdasarkan kajian terhadap lima artikel utama, ditemukan bahwa kimia memainkan peran strategis dalam memecahkan tantangan global melalui pendekatan inovatif, efisien, dan berkelanjutan. Format analisis yang digunakan adalah “judul artikel, abstrak, kata kunci” pada database Google Scholar yang dipilih dalam menemukan banyak literasi.

Tabel 1. Data artikel teratas yang dikutip

No	Penulis	Tahun Publikasi	Judul Artikel	Sumber Artikel	Sitasi
1.	Nurfajriah, dan Waluyo,	2021	Pelatihan Pembuatan Eco-Enzyme Sebagai Usaha Pengolahan Sampah Organik Pada Level Rumah Tangga	upi-yai.ac.id	92
2.	Nazairin,	2024	Sampah Plastik Sachet Dalam Perspektif Pembangunan Berkelanjutan	stieamkop.ac.id	19
3.	Sutisna,	2024	Strategi pengelolaan sampah kota terintegrasi menuju zero waste	journal-iasssf.com	9
4.	Sherlina, dkk	2021	Peningkatan Partisipasi Masyarakat untuk Percepatan Capaian SDG's Sektor Air Bersih dan Sanitasi	unilak.ac.id	5
5.	Tsabita, dan Apriyadi,	2023	Kontribusi Kebun Melanik Farm dalam Mencapai Sustainable Development Goals (SDGS)	radenftah.ac.id	4

Berdasarkan tabel 2. penelitian ini menelaah peran ilmu kimia dalam mendukung capaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), terutama pada aspek pengelolaan limbah, energi terbarukan, produksi ramah lingkungan, dan penggunaan virtual reality. Berdasarkan kajian terhadap lima artikel utama, ditemukan bahwa kimia

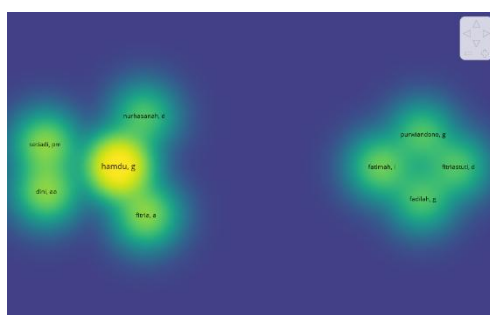
memainkan peran strategis dalam memecahkan tantangan global melalui pendekatan inovatif, efisien, dan berkelanjutan.

Artikel dan jurnal yang dikaji menunjukkan kontribusi nyata berbagai sektor dalam mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) di Indonesia. Banyak penelitian menyoroti isu pengelolaan limbah, seperti pemanfaatan minyak jelantah, sampah organik, dan plastik sachet menjadi produk ramah lingkungan (sabun, lilin, pupuk cair), yang selaras dengan tujuan SDG 6 (air bersih dan sanitasi), SDG 11 (kota berkelanjutan), SDG 12 (konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab), dan SDG 13 (penanganan perubahan iklim). Selain itu, terdapat fokus pada energi terbarukan melalui biogas, serta pengembangan green chemistry di dunia pendidikan dan industri. Peran masyarakat, seperti ibu PKK dan siswa sekolah, menjadi sorotan penting dalam menginternalisasi gaya hidup berkelanjutan. Kajian juga mencakup kontribusi sektor pertanian, industri batik dan fashion, serta inovasi teknologi seperti virtual reality untuk pembelajaran SDGs. Tak kalah penting, beberapa studi membahas peran pemerintah daerah dalam menanggulangi kemiskinan melalui pertanian berkelanjutan, mendukung SDG 1 (tanpa kemiskinan) dan SDG 8 (pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi). Secara keseluruhan, publikasi ini memperlihatkan pendekatan multi-sektor dalam mempercepat capaian SDGs melalui edukasi, inovasi, dan kolaborasi. Dalam ranah energi, pemanfaatan limbah sebagai sumber energi alternatif juga telah banyak dikaji. Elizabeth (2021) menegaskan potensi besar biogas dalam mendukung pertanian bioindustri (Elizabeth, 2021), dan Fatimah et al. (2024) mengkaji potensi limbah plastik sebagai sumber energi alternatif dalam perspektif etika lingkungan (Fatimah et al., 2024). Teknologi juga berperan penting dalam memitigasi krisis lingkungan laut, sebagaimana diungkap oleh Nurhikmah et al. (2024), yang mendorong sinergi antara teknologi, perusahaan, dan pemerintah untuk menjaga ekosistem laut dalam kerangka SDGs (Nurhikmah et al., 2024). Namun, keberhasilan kontribusi ilmu kimia dan inovasi teknologi hanya akan bermakna bila didukung oleh peran aktif masyarakat. Inisiatif seperti pelatihan pembuatan eco-enzyme dari sampah rumah tangga (Nurfajriah et al., 2021), kompos cair di sekolah (Liestianty et al., 2022), serta pengolahan minyak jelantah di tingkat rumah tangga (Darmansyah et al., 2024) menunjukkan bahwa masyarakat memiliki posisi strategis dalam mewujudkan tujuan-tujuan global tersebut. Setiawan et al. (2023) menekankan pentingnya inovasi pengelolaan sampah perkotaan untuk mendukung SDGs di Indonesia (Setiawan et al., 2023), sementara Sutisna (2024) mengusulkan strategi zero waste berbasis pengelolaan sampah kota yang terintegrasi (Sutisna, 2024).

Penelitian ini menelaah kontribusi ilmu kimia terhadap pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) melalui kajian literatur dan analisis bibliometrik dengan pendekatan PoP. Berdasarkan hasil studi pustaka dan visualisasi data menggunakan VOSviewer, diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai tren, kolaborasi penulis, serta fokus topik yang berkembang dalam dekade terakhir. Analisis literatur menunjukkan bahwa penerapan *green chemistry* (kimia hijau) telah menjadi landasan utama dalam berbagai inovasi industri ramah lingkungan. Penggunaan pelarut yang dapat terurai, proses sintesis minim limbah, dan efisiensi energi menjadi tren kuat dalam

penelitian dan praktik industri. Hal ini sejalan dengan indikator SDG 12, yakni konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Konsep kimia hijau tidak hanya mencegah pencemaran, tetapi juga mengubah paradigma industri ke arah berkelanjutan. Green chemistry memiliki dua belas prinsip yang saling berkaitan dan dapat divisualisasikan melalui diagram siklus, peta konsep, atau model sistem. Visualisasi prinsip-prinsip green chemistry membantu peserta didik memahami bagaimana keputusan dalam proses kimia berdampak pada lingkungan, ekonomi, dan kesehatan (Karpudewan et al., 2015).

Kajian terhadap artikel yang membahas pengelolaan limbah industri, khususnya dari sektor pangan dan tekstil, mengungkap pentingnya teknik-teknik kimia seperti koagulasi, aerasi, dan filtrasi dalam mengurangi kandungan polutan pada air limbah. Salah satu studi tentang industri susu pasteurisasi menunjukkan bahwa penerapan teknologi ini mampu menurunkan BOD dan COD secara signifikan, mendukung target SDG 6 tentang akses air bersih dan sanitasi. Kimia juga berperan penting dalam pengembangan energi terbarukan, terutama melalui teknologi biogas dari limbah tani dan ternak. Proses fermentasi anaerob yang melibatkan reaksi redoks menghasilkan gas metana sebagai sumber energi alternatif yang bersih. Selain mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, pemanfaatan ini juga membantu mitigasi perubahan iklim (SDG 13) dan menyediakan energi bersih (SDG 7).



Gambar 1a. Visualisasi Jaringan



Gambar 1b. Visualisasi Densitas

Pada gambar 1a dan gambar 1b dengan visualisasi jaringan dan density visualization, area dengan warna kuning terang menandai tingginya intensitas publikasi dan kontribusi penulis utama. Sementara itu, overlay visualization menunjukkan bahwa setiadi, pm dan dini, aa merupakan penulis-penulis dengan publikasi paling mutakhir (tahun 2024–2025), menandakan adanya tren dan regenerasi peneliti dalam topik ini. Visualisasi menjadi elemen penting dalam pembelajaran SDGs dan green chemistry karena kedua konsep tersebut bersifat abstrak, multidimensional, dan saling terhubung. Representasi visual membantu menyederhanakan kompleksitas konsep dan memperjelas hubungan antar tujuan dan prinsip (Mayer, 2020). Visualisasi ini memberikan gambaran bahwa topik kimia yang dikaitkan dengan SDGs semakin diminati, dan kolaborasi antarpemulis membentuk jaringan yang solid dan produktif. Dengan pendekatan PoP, informasi ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan bahan ajar atau topik pembelajaran kontekstual berbasis tren riset terkini. Hasil kajian

ini menegaskan bahwa ilmu kimia memiliki peran sentral dalam menjawab tantangan global yang dihadapi dunia saat ini, sebagaimana tercermin dalam tujuan-tujuan SDGs. SDGs terdiri atas 17 tujuan yang saling berkaitan dan membentuk sistem global yang kompleks. Visualisasi SDGs, seperti diagram keterkaitan tujuan, peta sistem, dan infografik berwarna, membantu peserta didik memahami hubungan antartujuan dan dampak lintas sektor. Visualisasi ini mendorong peserta didik untuk berpikir secara sistemik dan holistik dalam memandang permasalahan global (Leicht et al., 2018). Temuan dari berbagai artikel menunjukkan bahwa penerapan prinsip-prinsip kimia seperti *green chemistry*, pengolahan limbah, dan konversi energi terbarukan tidak hanya menjadi solusi ilmiah, tetapi juga sosial dan ekonomi. Dalam konteks pendidikan, hasil ini menunjukkan pentingnya pembelajaran kimia yang berorientasi pada kehidupan nyata dan berbasis isu global.

Visualisasi bibliometrik menggunakan VOSviewer menampilkan arah kolaborasi peneliti dan tren topik yang berkembang, menunjukkan bahwa komunitas ilmiah semakin aktif mengeksplorasi peran kimia dalam keberlanjutan. Hal ini memperkuat pentingnya pendekatan PoP dalam pendidikan kimia, karena mampu menjembatani antara tren penelitian dengan kebutuhan pembelajaran yang relevan, kontekstual, dan berwawasan global. Keterlibatan peneliti seperti *Hamdu, G* dan jaringan kolaborasinya mencerminkan produktivitas dalam isu-isu kimia berkelanjutan, sekaligus menjadi referensi penting untuk dikembangkan dalam proyek pembelajaran atau kurikulum berbasis SDGs.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian pustaka dan analisis bibliometrik yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ilmu kimia memiliki peran strategis dalam mendukung pencapaian berbagai indikator Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya dalam pengelolaan limbah, produksi berkelanjutan, serta pengembangan energi terbarukan. Penerapan konsep kimia hijau di sektor industri mendorong terciptanya proses produksi yang ramah lingkungan dan efisien, mendukung SDG 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Selain itu, teknologi kimia juga berperan penting dalam pengolahan limbah cair pada industri pangan maupun tekstil, sehingga berkontribusi terhadap SDG 6 (air bersih dan sanitasi). Dalam bidang energi, pemanfaatan reaksi kimia melalui fermentasi anaerob menghasilkan biogas sebagai sumber energi alternatif yang mendukung SDG 7 (energi bersih) dan SDG 13 (penanganan perubahan iklim).

Analisis visualisasi menggunakan VOS viewer memperkuat temuan ini dengan mengungkap tren kolaborasi penulis dan arah penelitian yang konsisten mengangkat topik kimia dan keberlanjutan. Penulis seperti *Hamdu, G* dan koleganya menjadi sentral dalam pengembangan kajian kimia terapan yang berorientasi pada SDGs. Pendekatan *Publish or Perish* pada Tren Penelitian dan Pembelajaran Kimia terbukti relevan dalam mengintegrasikan perkembangan riset kimia dengan tantangan global serta

pembelajaran kontekstual di lingkungan pendidikan. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi pijakan awal dalam mengembangkan pembelajaran kimia yang tidak hanya teoritis tetapi juga relevan dengan isu-isu global dan nilai-nilai keberlanjutan.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil kajian dan analisis yang telah dilakukan, disarankan agar para pendidik dan pengembang kurikulum mulai mengintegrasikan topik-topik kimia yang berkaitan dengan isu-isu global seperti lingkungan, energi, dan keberlanjutan ke dalam pembelajaran di kelas. Pembelajaran kimia tidak hanya perlu menekankan pada konsep teoretis, tetapi juga harus dikaitkan dengan realitas kehidupan melalui pendekatan kontekstual berbasis SDGs. Bagi para peneliti, diperlukan eksplorasi lanjutan terhadap penerapan konsep kimia hijau, pengolahan limbah sederhana, serta energi alternatif yang dapat diterapkan dalam skala lokal dengan memperhatikan aspek ekonomi dan lingkungan. Pemerintah dan lembaga pendidikan juga diharapkan memberikan dukungan nyata melalui penyediaan sumber daya, pelatihan guru, dan pendanaan riset-riset berbasis keberlanjutan. Selain itu, mahasiswa dan pelajar perlu diarahkan untuk lebih aktif dalam membaca literatur ilmiah terkini dan berpartisipasi dalam proyek-proyek pembelajaran berbasis masalah (PBL) yang menumbuhkan kepedulian terhadap tantangan global. Kolaborasi antara dunia pendidikan, penelitian, dan masyarakat sangat penting untuk mewujudkan pendidikan kimia yang tidak hanya relevan secara akademis, tetapi juga berdampak nyata bagi keberlanjutan lingkungan dan sosial.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifia Putri Darmansyah, Auvaria, S. W., & Agustina, E. (2024). Analisis persepsi masyarakat terhadap pengolahan minyak jelantah skala rumah tangga untuk perwujudan SDGs. *ASPIRASI: Publikasi Hasil Pengabdian dan Kegiatan Masyarakat*, 2(5).
- Ananda, L. R., Rusadi, W. A., Meilani, Y., & Mubarok, R. (2024). Penerapan green chemistry di industri dalam satu dekade terakhir: Systematic literature review (SLR). *Proceedings of the Conference on Social, Science, Technology, Language, and Education Research Universitas Negeri Jakarta*.
- Annisa, B., Dewi, S. H., Harmiyati, Sherlina, V., & Sugeng, G. W. (2021). Peningkatan partisipasi masyarakat untuk percepatan capaian SDG's sektor air bersih dan sanitasi. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(5).
- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green chemistry: Theory and practice*. Oxford University Press.
- Apriliani, A. (2024). Aksi pemerintah daerah dalam Sustainable Development Goals (SDGs) no poverty melalui sustainable agriculture untuk menciptakan green economy di Kabupaten Langkat. *Agroteksos*, 34(3).
- Ayut, D. P., Shafira, V. D. C. K., Khoiriyah, M., Trisyana, T. I., & Febrianita, R. (2024). Pelatihan pengolahan limbah minyak jelantah menjadi sabun padat pada ibu PKK dalam upaya mencapai SDGs desa di Desa Gedangan. *Media Pengabdian Kepada Masyarakat (MPKM)*, 3(1).
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications
- Fajriyah, N. S., & Nida, S. (2024). Krisis lingkungan ekosistem laut: Peran teknologi dalam upaya bersama perusahaan dan pemerintah untuk mencapai SDGS. *UPI Indonesian Conference of Maritime*, 2(1).
- Fatimah, S., Marianti, A., & Rahayuningsih, M. (2024). Plastic waste management as an alternative energy source to support Sustainable Development Goals and environmental ethics: A systematic literature review. *KAPPA JOURNAL Physics & Physics Education*, 8(1).
- Gilbert, J. K. (2010). *Visualization in science education*. Springer.
- Hart, C. (2018). *Doing a literature review: Releasing the research imagination* (2nd ed.). SAGE Publications
- Hidayati, L. R. N., Sari, N., Prasasya, P., Ambarwati, Y. D., & Febrianita, R. (2024). Pelatihan pembuatan lilin aromaterapi dari limbah minyak jelantah dalam meningkatkan SDGs Desa Gedangan. *Media Pengabdian Kepada Masyarakat (MPKM)*, 3(1).
- Irmayanti, L., Fasa, M. I., & Suharto. (2022). Analisis kesadaran industri fashion dalam upaya meningkatkan sustainable development goals (SDGs) melalui produksi dan konsumsi sustainable fashion menurut perspektif ekonomi. *Youth & Islamic Economic Journal*, 3(2).
- Karpudewan, M., Ismail, Z., & Roth, W. M. (2015). Teaching green chemistry for sustainable development: Integrating sustainability into chemistry education. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2191–2211. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1060361>
- Ladjidji, D. A. P., Sudarmin, Kurniawan, C., Ramashani, D. G., Yulianto, A. A., Massora, K., & Widastra, H. (2024). Development of virtual reality-based ethno-SDGs learning

- media on colloid material to improve students' chemical literacy. *International Journal of Active Learning*, 9(2).
- Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2018). *Issues and trends in education for sustainable development*. UNESCO Publishing.
- Liestianty, D., Sriwahyuni, E., Merlin, & Mustafa, L. K. (2024). Pembiasaan gaya hidup berkelanjutan melalui pengolahan limbah rumah tangga menjadi pupuk kompos cair di SMA Al Khairaat Kota Ternate. *Journal of Khairun Community Services (JKC)*, 4(2).
- Mahaya, E. T. K., Amalia, I., Wafiroh, L. A., Zulfa, S. R., & Fajrin, M. (2023). Implementasi program SDGs pada pengolahan limbah cair industri susu pasteurisasi. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST)*, 2(6).
- Malihah, L., & Nazairin, A. (2024). Sampah plastik sachet dalam perspektif pembangunan berkelanjutan. *YUME: Journal of Management*, 7(1).
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Mubarok, R., & Rizkyta, L. A. (2024). Inovasi pengelolaan sampah perkotaan dalam mewujudkan sustainable development goals di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Administrasi Pemerintahan Daerah*, 15(2).
- Mustika Pertiwi, A., & Wahyuningrum, D. (2024). The development of green chemistry teaching material based on organic compound synthesis. *EduChemia: Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 9(2).
- Nurfajriah, Rahayu, F., Mariati, I., Waluyo, M. R., & Mahfud, H. (2021). Pelatihan pembuatan eco-enzyme sebagai usaha pengolahan sampah organik pada level rumah tangga. *Jurnal Ikraith-Abdimas*, 4(3).
- Prabowo, B., Claudya, A. L., Dewi, A. N., Rahmasari, A., & Sunubrata, B. (2024). Pengabdian masyarakat melalui KKN-T: Edukasi pengelolaan limbah organik menjadi sabun cair ramah lingkungan. *Pelayanan Unggulan: Jurnal Pengabdian Masyarakat Terapan*, 1(3).
- Sutisna, M. A. R. (2024). Strategi pengelolaan sampah kota terintegrasi menuju zero waste. *WHEM Waste Handling and Environmental Monitoring*, 1(1).
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Tsabita, A. S., Apriyadi, A., & Syarief, A. N. L. (2023). Kontribusi Kebun Melanik Farm dalam mencapai Sustainable Development Goals (SDGs). *Jurnal Intelektualita: Keislaman, Sosial, dan Sains*, 12(2).
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations.