

Research Article

Pengaplikasian Green Chemistry Dalam Konteks Kimia Industri: Perspektif Siswa Dan Pentingnya Bagi Studi Berkelanjutan

Monica Lauren Sinuraya¹, Daffa Alauddin Dzaki², Anisa Agustin³, Hilda Nurhildayanti⁴

1. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung; monicalaurens@upi.edu
2. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung; aljauziyah123@upi.edu
3. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung; anisaagn2803@upi.edu
4. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung; hildanh28@upi.edu

Copyright © 2024 by Authors, Published by **Amandemen: Journal of Learning, Teaching and Educational Studies**. This is an open access article under the CC BY License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Received : December 21, 2023

Revised : February 08, 2024

Accepted : March 14, 2024

Available online : April 20, 2024

How to Cite: Monica Lauren Sinuraya, Daffa Alauddin Dzaki, Anisa Agustin, & Hilda Nurhildayanti. (2024). Application of Green Chemistry in the Context of Industrial Chemistry: Student Perspective and Importance for Continuing Study. *Amandemen: Journal of Learning, Teaching and Educational Studies*, 2(1), 42–53. <https://doi.org/10.61166/amd.v2i1.39>

Application of Green Chemistry in the Context of Industrial Chemistry: Student Perspective and Importance for Continuing Study

Abstract. Chemicals pose potential hazards to human health and the environment when used unwisely, carelessly, uncontrolled, incorrectly, and unsafely. Although Green Chemistry is strongly related to environmental issues, Green Chemistry-based learning also has a significant impact on students' learning achievement as well as skills in the learning process by providing a safe, interesting,

and entertaining perspective of chemistry. This research uses the Focus Group Discussion (FGD) method to collect the necessary data on the concept of green chemistry in the context of industrial chemistry in schools. This research was conducted online through the Google Meet platform on November 10, 2023. In this study, we interviewed three respondents who are grade XI students at SMKN 7 Bandung majoring in industrial chemistry. The results of the Focus Group Discussions (FGDs) show that the respondents believe that the concept of Green Chemistry will have a high relevance in the context of the chemical industry, both in terms of practical applications and educational aspects. Green Chemistry is considered to have a positive and significant impact in the industrial context, both now and especially in the future. As the future generation in the industrial sector, the students showed great enthusiasm and interest in the application of Green Chemistry in various industrial processes.

Keywords: Green Chemistry, Industrial Chemistry, Chemistry Learning, Environmental Chemistry.

Abstrak. Bahan kimia memiliki potensi bahaya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan jika digunakan secara kurang bijaksana, tidak hati-hati, tidak terkontrol, tidak benar, dan tidak aman. Meskipun green chemistry sangat terkait dengan isu-isu lingkungan, pembelajaran berbasis green chemistry juga memiliki dampak yang signifikan terhadap prestasi belajar siswa serta keterampilan dalam proses pembelajaran, memberikan perspektif kimia yang aman, menarik, dan menghibur. Penelitian ini memanfaatkan metode Focus Group Discussion (FGD) untuk mengumpulkan data yang diperlukan tentang konsep green chemistry dalam konteks kimia industri di bangku sekolah. Penelitian ini dilakukan secara daring melalui platform Google Meet pada tanggal 10 November 2023. Dalam penelitian ini, kami mewawancarai tiga responden yang merupakan siswa kelas XI di SMKN 7 Bandung jurusan Kimia Industri. Hasil dari diskusi kelompok terfokus (FGD) menunjukkan bahwa responden meyakini bahwa konsep green chemistry akan memiliki relevansi yang tinggi dalam konteks industri kimia, baik dari segi aplikasi praktis maupun aspek edukatif. Green chemistry dianggap memiliki efek yang positif dan signifikan dalam konteks industri, baik di masa sekarang dan terlebih di masa mendatang. Sebagai calon generasi penerus di sektor industri, siswa-siswa menunjukkan antusiasme yang tinggi serta ketertarikan yang besar dalam penerapan green chemistry dalam berbagai proses industri.

Kata Kunci: Green Chemistry, Kimia Hijau, Kimia Industri, Pembelajaran Kimia, Kimia Lingkungan.

PENDAHULUAN

Kimia memiliki peran yang sangat signifikan dalam kehidupan sehari-hari, bahkan siswa dan masyarakat kita secara inheren terlibat dalam interaksi kimia (Mitarlis et al., 2018). Ini menekankan pentingnya pemahaman tentang kimia dalam konteks kehidupan sehari-hari, termasuk pemahaman tentang sifat dan reaktivitas bahan kimia yang kita hadapi secara teratur. Namun, ada hal yang juga harus menjadi pertimbangan utama, yakni perlunya mempertimbangkan dampak kesehatan lingkungan dari proses aktivitas kimia atau biasa disebut praktikum. Aktivitas praktikum sangat identik dengan bahan kimia yang berbahaya dan biasanya bersumber dari industri bahan kimia. Bahaya dari aktivitas ini akan meningkat jika dijalankan oleh praktikan yang tidak memahami prinsip-prinsip *green chemistry* (Mitarlis et al., 2018) (Al Idrus et al., 2020) (Ilma et al., 2022). Bahan kimia memiliki sifat yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan jika

digunakan dengan cara yang tidak tepat, seperti tidak cerdas, cermat, terukur, benar, dan aman (Budiawan, 2023).

Menurut penelitian dari Kemahasiswaan FMIPA UI, Indonesia merupakan negara yang stabil dan kaya akan bahan-bahan kimia yang sangat mudah didapati di alam. Namun, cukup memprihatinkan bahwa iptek dan sumber daya manusia Indonesia dalam menelaah dan memanfaatkan risiko bahan-bahan kimia secara cermat, presisi, dan tepat masih sangat lemah. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh minimnya pengetahuan dan kesadaran akan bahaya bahan-bahan kimia, dimana masyarakat hanya terfokus pada keuntungan dari suatu proses industri. Bahaya bahan-bahan kimia yang disebutkan dalam konsep *green chemistry* ini mencakup berbagai ancaman terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, seperti toksisitas, bahaya fisik, perubahan iklim global, dan menipisnya sumber daya alam (Mustafa, 2016). Oleh karena itu, edukasi pendekatan *green chemistry* sejak bangku sekolah sangat diperlukan karena *green chemistry* dapat mendorong siswa untuk mencari pengetahuan yang lebih mendalam tentang kesehatan lingkungan dan meningkatkan motivasi mereka dalam mempelajari inovasi-inovasi baru dalam bidang ilmiah (Pembelajaran Projek Electroplating Berbasis Green Chemistry Purwanti & Fitri Khoerunnisa, 2023).

Purwanti & Fitri (2023) (Pembelajaran Projek Electroplating Berbasis Green Chemistry Purwanti & Fitri Khoerunnisa, 2023) melakukan riset tentang pengetahuan sains, terdapat prevalensi yang rendah pada pengetahuan sains. Di sisi lain, domain kompetensi sains menunjukkan tingkat sedang, sementara domain sikap juga ditemukan pada kategori sedang. (Hadi, 2019) melakukan penelitian tentang pendekatan *green chemistry* melalui praktikum sel volta yang secara umum menggunakan FeSO_4 , CuSO_4 , ZnSO_4 , dan baterai. Penelitian tersebut dilakukan pada siswa MAN 2 Pekanbaru. Hasilnya menunjukkan bahwa pada praktikum tersebut masih sering menggunakan logam berat, yang dimana harganya relatif mahal (tidak ekonomis), dan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Masih dengan argumen yang sejalan, (Arif, 2020) berpendapat bahwa praktik kimia tidak lagi bergantung pada fasilitas laboratorium sekolah, melainkan cukup menggunakan alat dan bahan alami yang mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan bahan alami dalam kegiatan praktikum sejalan dengan konsep *green chemistry* dari Dr. Paul Anastas & Werner.

Menurut studi literatur yang dilakukan oleh (Al Idrus et al., 2020) dan (Safitri & Hidayati, 2023), belum ada guru kimia yang menggabungkan ide *green chemistry* dalam pembelajaran. Guru selama ini hanya terfokus pada penggunaan buku teks dan LKPD, dan dalam penyampaian materi masih menggunakan teknik tanya jawab, ceramah, latihan soal, dan penugasan (Safitri & Hidayati, 2023). (Fauziah et al., 2019) berpendapat bahwa praktikum yang dilakukan oleh para guru terhadap siswa masih lebih menekankan pada penggunaan alat dan bahan yang sudah ada di laboratorium, meskipun kenyataannya dengan tujuan yang sama, para guru dapat

mengganti alat dan bahan tersebut untuk mendapatkan nilai yang ekonomis, juga agar bisa menggantinya dengan alat dan bahan yang lebih sederhana dan mudah didapatkan.

Meski *green chemistry* sangat erat kaitannya dengan permasalahan lingkungan, pembelajaran berbasis *green chemistry* juga berdampak pada hasil belajar siswa dan keterampilan proses, serta menghasilkan sudut pandang kimia yang aman, menarik, menyenangkan, serta menawarkan banyak manfaat lainnya (Hadi, 2019). Keuntungan terbesarnya adalah semua sekolah dapat berkontribusi terhadap perlindungan lingkungan dengan mengurangi emisi bahan kimia.

Terdapat kesenjangan dari para peneliti lain, yaitu prinsip *green chemistry* kerap kali disandingkan dengan upaya-upaya menyukkseskan metode pembelajaran yang dibuat oleh para guru. Selain itu, banyak peneliti memandang bahwa penerapan *green chemistry* adalah kesempatan untuk memperoleh peralatan praktik yang ekonomis atau mudah ditemukan di alam. Para peneliti seakan-akan melupakan tujuan utama dari penerapan *green chemistry* yakni untuk mengembangkan kepribadian dan perilaku siswa yang ramah lingkungan terutama dalam menghadapi permasalahan lingkungan hidup, sehingga siswa dapat berperan serta dalam pelestarian lingkungan (Muliani et al., 2019), (Qonita et al., 2022).

Siswa harus dibekali pengetahuan mengenai mengapa pendekatan *green chemistry* perlu dilakukan, mengapa bahan-bahan kimia perlu diperhatikan pemanfaatannya, dan apa pentingnya menerapkan prinsip-prinsip *green chemistry* terkhusus pada dunia industri. Pendidikan *green chemistry* menjadi kunci penting dalam memahami fenomena pemeliharaan lingkungan (Muliani et al., 2019). Industri-industri di Indonesia masih banyak menggunakan proses dan teknik dalam menghasilkan produk tertentu yang menghasilkan limbah atau merugikan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, untuk meminimalisir limbah industri, perlu dicari solusi untuk memperoleh proses atau teknologi bersih (*clean technology*). Saat ini teknik terbaik yang bisa dihunakan adalah proses berbasis *green chemistry* (Mustafa, 2016). Dengan memanfaatkan teknik *green chemistry* yang tidak hanya menghasilkan produk kimia secara efisien tetapi juga menghindari penggunaan bahan berbahaya dalam proses produksi, industri dapat memainkan peran utama dalam penyelesaian masalah ekologi global (Inayah et al., 2022). Implementasi konsep ini di sektor industri tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan, tetapi juga mempromosikan inovasi dan efisiensi dalam penggunaan sumber daya, menciptakan dampak positif secara berkelanjutan bagi ekosistem dan masyarakat secara luas.

Dalam penelitian tentang pengaplikasian dan manfaat *green chemistry* menurut perspektif siswa, kami bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh pengaplikasian *green chemistry* di dalam pembelajaran kimia, serta seberapa besar anggapan dan keinginan para siswa khususnya siswa kimia industri untuk mendukung keberlangsungan *green chemistry* di sekolah. Dalam konteks

pembelajaran, metode kimia yang didasarkan pada prinsip-prinsip kimia ramah lingkungan sangat diperlukan. Ide ini diharapkan dapat mengurangi dampak buruk terhadap ekologi sekaligus meningkatkan pengetahuan siswa tentang masalah lingkungan di sekitar mereka.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Focus Group Discussion (FGD)* atau diskusi kelompok terfokus untuk menghasilkan data yang di butuhkan mengenai konsep *green chemistry* dalam kimia industri. Penggunaan metode *Focus Group Discussion* dipilih karena mampu dengan tepat sasaran menggali jawaban dari para narasumber tentang topik terkait. Metode ini juga akan membuat narasumber merasa lapang untuk menjawab, karena konsep yang digunakan bukan seperti wawancara interogasi. Selain itu, dengan waktu yang relatif singkat atau cepat dapat digali mengenai persepsi, pendapat, motivasi, pengetahuan, masalah dan harapan perubahan yang berkaitan dengan masalah penelitian ini. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mendiskusikan beberapa kategori, yaitu: 1) konsep *green chemistry* dalam kimia dan industri; 2) penggunaan bahan kimia ramah lingkungan dalam industri; 3) hambatan dan saran dalam memahami konsep *green chemistry*.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara online melalui *platform Google Meet* pada tanggal 10 November 2023, pukul 16.08 WIB – 17.24 WIB.

Sampel Penelitian

Pada penelitian ini, kami menggunakan tiga responden yang sedang menjalani pendidikan sebagai siswa kelas XI SMKN 7 Bandung. Pemilihan sekolah didasarkan atas beberapa pertimbangan, yaitu : 1) sekolah kejuruan ; dan 2) memiliki jurusan kimia industri (diutamakan) atau jurusan analisis kimia. Hal ini didasarkan pada gagasan bahwa industri terlibat dalam begitu banyak reaksi kimia di kehidupan sehari-hari, serta industri kimia dan kimia memainkan peran penting dalam keberlangsungan lingkungan di masa mendatang. sehingga memiliki banyak peluang untuk berkonsentrasi pada isu-isu lingkungan (Amyyana et al., 2017).

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini kami ambil dari pendapat narasumber dalam diskusi terfokus (FGD) mengenai tujuh pertanyaan yang diberikan kepada responden.

Analisis

Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis secara sistematis dan terarah mengenai topik-topik krusial dalam *green chemistry*. Hasil analisis data akan disajikan secara deskriptif dan diinterpretasikan dalam konteks kerangka teoritis yang telah dikembangkan. Proses analisis ini akan memungkinkan kami untuk menyajikan temuan utama dan menghubungkannya dengan literatur yang relevan dalam bidang ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengeksplorasi penerapan prinsip-prinsip *green chemistry* dalam pembelajaran kimia, khususnya di jurusan kimia industri. Pentingnya *green chemistry* dalam konteks ini didasarkan pada pemahaman bahwa industri memiliki peran penting dalam penggunaan bahan kimia sebagai sumber bahan baku yang berbanding lurus dengan kualitas kesehatan penduduk (Sidjabat, 2008). Adapun kami, sebagai peneliti, berniat untuk mengetahui pandangan, pendapat, dan persepsi dari beberapa responden mengenai penerapan dan relevansi konsep *green chemistry* dalam konteks kimia industri.

Dalam menganalisis data, penelitian ini melibatkan tiga orang siswa yang sedang menempuh pendidikan di jurusan kimia industri. Hasil diskusi kelompok terfokus (FGD) menunjukkan bahwa responden percaya dengan adanya konsep *green chemistry* akan relevan terhadap konteks kimia industri, baik dari segi praktik maupun edukasi. Mereka menyadari perlunya meminimalkan kerusakan lingkungan yang mungkin terjadi akibat penggunaan bahan kimia dalam aplikasi industri.

Dalam konteks pembelajaran kimia yang menekankan prinsip-prinsip *green chemistry*, terlihat bahwa *green chemistry* memegang peran esensial dalam mengedukasi siswa mengenai penerapan kimia dalam industri secara holistik. Studi ini menyoroti perlunya meningkatkan pemahaman dan penerapan konsep *green chemistry*, termasuk penggunaan bahan ajar berbasis *green chemistry* di kelas kimia. Tanggapan responden juga menunjukkan bahwa pentingnya edukasi di lingkungan sekolah dan masyarakat umum cukup tinggi.

Sebagai rekomendasi, para responden menyebutkan bahwa pengetahuan dan pemahaman tentang konsep *green chemistry* serta penggunaannya di kelas kimia perlu ditingkatkan oleh para guru dan siswa. Ada kebutuhan untuk memperkuat program pembelajaran *green chemistry* di lingkungan sekolah, yang meliputi campur tangan kurikulum, pelatihan guru, dan pengembangan bahan ajar yang sesuai. Keterlibatan aktif industri juga dianggap krusial, sehingga untuk meningkatkan pemahaman dan implementasi konsep *green chemistry* dalam pembelajaran kimia, diperlukan kerjasama yang lebih erat antara sekolah dan industri.

Menelaah temuan penelitian, perlu dicatat bahwa penerapan konsep *green chemistry* tidak hanya terbatas pada siswa dan staf sekolah, tetapi juga mencakup industri. Dalam hal ini, para responden menekankan peran penting industri dalam

mempromosikan pengembangan bahan kimia ramah lingkungan. Hal ini menunjukkan konsistensi antara teori dan praktik dalam penerapan ilmu kimia, serta kemajuan pembelajaran *green chemistry* di lingkungan sekolah.

Dalam wawancara dengan para responden, muncul pemahaman bahwa konsep *green chemistry* telah memberikan pengaruh positif terhadap sikap mereka terhadap lingkungan. Dampak positif yang lebih signifikan terhadap lingkungan sekitar merupakan salah satu hasil utama dari penggunaan prinsip-prinsip *green chemistry* (Inayah et al., 2022) (Qonita et al., 2022) (Muliani et al., 2019) (Putri, 2017) (Safitri & Hidayati, 2023) (Sembiring et al., 2022) (Redhana et al., 2020) (Merta, 2020). Oleh karena itu, disarankan untuk meningkatkan upaya edukasi dan meningkatkan kerja sama di antara masyarakat, industri, dan sekolah untuk mempromosikan penggunaan bahan kimia berbasis *green chemistry* di kelas kimia.

Dalam diskusi terfokus (FGD) yang kami lakukan dengan 3 responden yang mempunyai pengalaman dalam belajar mengolah limbah B3, kami temukan bahwa pandangan mereka secara keseluruhan mendukung penerapan *green chemistry* dalam industri kimia. Kami akan menampilkan hasil penelitian ini melalui beberapa sub pembahasan sebagai berikut:

Pentingnya Konsep Green Chemistry

Pentingnya penerapan konsep *green chemistry* memiliki esensi yang sangat pekat sebagai pendekatan utama dalam menciptakan lingkungan yang bersahabat. Hal ini nyata dengan mempertimbangkan potensi dampak negatif yang dapat terjadi pada lingkungan jika prinsip-prinsip *green chemistry* diabaikan dan tidak diimplementasikan. Selama ini, pelaksanaan praktikum kimia seperti asam basa masih mengandalkan bahan-bahan yang memiliki kelemahan, seperti penggunaan indikator yang berpotensi menciptakan kerusakan lingkungan dan memerlukan investasi biaya tinggi (Kimia et al., 2022). Maka dari itu, *green chemistry* berpartisipasi untuk ikut terjun mewujudkan konsep yang mendorong perancangan produk atau proses dengan tujuan mengurangi penggunaan dan produksi senyawa berbahaya (Ma et al., 2019) (Hadi, 2019) (Kimia et al., 2022). Dari hasil diskusi terfokus, siswa menyadari pentingnya gagasan *green chemistry* sebagai dasar untuk memikirkan dampak lingkungan dan makhluk hidup. Siswa juga menyoroti bahwa *green chemistry* dapat berfungsi sebagai alat pengajaran untuk keberlanjutan dan memiliki efek positif pada lingkungan dan generasi berikutnya.

1. Green Chemistry dalam Praktikum

Dalam konteks pembelajaran, materi dan praktikum merupakan dua elemen krusial yang saling melengkapi dalam membangun pemahaman yang komprehensif bagi siswa. Tidak hanya teori dan pemaparan materi yang diberikan, namun perlunya praktikum sebagai bagian integral dari proses pembelajaran (Al Idrus et al., 2020). Data yang kami dapat melalui hasil diskusi terfokus (FGD) menunjukkan bahwa para

narasumber setuju jika mengajar siswa tentang *green chemistry* membantu pemahaman mereka tentang penggunaan bahan kimia dalam kimia industri. Mereka percaya bahwa untuk memahami pengolahan limbah secara menyeluruh, teori dan praktik harus dipadukan. Salah satu narasumber lebih lanjut mengatakan bahwa *green chemistry* membuat industri lebih ramah lingkungan dengan membantu siswa dalam menangani zat berbahaya dengan benar. Melalui praktikum, siswa tidak hanya sekedar mengikuti protokol, mereka didorong untuk memperluas kemampuan berpikir kritis mereka untuk memecahkan masalah lingkungan (Nurbaity, 2011).

Kehadiran keduanya berperan penting dalam memperdalam pemahaman siswa, terutama dalam konteks pemeliharaan lingkungan. Pelaksanaan praktikum memungkinkan siswa untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik terhadap berbagai fenomena alam dan konsep kimia (Kimia et al., 2022). Dengan demikian, praktikum membantu siswa memperkuat kemampuan berpikir analitis yang akan memajukan kapasitas intelektual mereka menuju tingkat kesempurnaan (Inayah et al., 2022). Manfaat pendekatan *green chemistry*, membuat siswa dapat mengembangkan pemahaman akan potensi bahaya bahan kimia yang digunakan, terutama dampak limbah yang tidak dikelola dengan baik yang dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu, penerapan bahan kimia berbasis *green chemistry* di industri menjadi langkah pencegahan terhadap masalah tersebut.

2. Pengaruh *Green Chemistry* terhadap Sikap Siswa kepada Lingkungan

Pengajaran *green chemistry* memiliki potensi untuk mempengaruhi sikap siswa secara positif dan memicu kesadaran akan pentingnya lingkungan secara tidak langsung. Memahami konsep ini dapat mengingatkan akan urgensi perawatan lingkungan dan memberikan pemahaman akan dampak positif dari penerapan *green chemistry*, terutama dalam persiapan masa depan yang berkelanjutan bagi generasi mendatang. Dari hasil diskusi terfokus (FGD), setiap narasumber mengatakan bahwa ide "*green chemistry*" telah meningkatkan pandangan mereka terhadap lingkungan. Mereka terinspirasi untuk melestarikan kelestarian lingkungan karena mereka semakin sadar akan hal itu. *Green chemistry* telah menjadi fondasi edukasi awal bagi para siswa, karena bahan-bahan yang ramah lingkungan ini dapat merangsang rasa ingin tahu siswa, meningkatkan motivasi belajar, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis, keterampilan berpikir kreatif, dan pemahaman siswa (Merta, 2020).

3. Hambatan dan Saran dari Perspektif Siswa

Menurut hasil diskusi terfokus (FGD) yang kami lakukan, para narasumber menyatakan bahwa pengetahuan yang minim tentang *green chemistry* merupakan hambatan. Mereka mengatakan bahwa saat ini mereka belum pernah melakukan

praktikum oleh guru yang menghususkan penggunaan prinsip *green chemistry*. Mereka juga mengatakan bahwa masih ada kurangnya kesadaran diantara sesama pihak didalam sekolah. Kesadaran individual memang memiliki peran yang tak kalah penting dalam mendorong penerapan *green chemistry*. Sebagai makhluk sosial, ketergantungan pada orang lain menjadi hal yang tak terelakkan. Namun, kurangnya kesadaran yang kuat dapat menjadi hambatan, dimana terkadang kepentingan pribadi mendahului kepentingan bersama, sehingga menurunkan rasa kepedulian terhadap lingkungan yang merupakan tempat bersama untuk tinggal.

Untuk menangani hal ini, para responden merekomendasikan beberapa solusi dan saran. Yang pertama, edukasi tentang *green chemistry* harus diberikan terlebih dahulu kepada guru-guru sebelum diberikan kepada siswa/siswi. Yang kedua, setelah para guru memiliki pemahaman yang cukup, ilmu itu harus disalurkan kepada para siswa/siswi di sekolah. Namun, dalam hal ini tidak hanya melalui edukasi, dengan praktikum siswa akan lebih mudah memahami cara-cara penerapannya. Yang ketiga, industri juga dapat berperan aktif dalam menyediakan edukasi, melaksanakan proyek-proyek industri ke sekolah-sekolah untuk mendukung penerapan *green chemistry*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari diskusi penelitian yang telah disampaikan, dapat disimpulkan bahwa pengaplikasian dan pemanfaatan *green chemistry* dalam konteks industri sangat penting bagi proses pengembangan bahan kimia yang ramah lingkungan. Hasil dari Fokus Group Discussion (FGD) juga menyatakan dukungan yang kuat dari para siswa terhadap program penerapan *green chemistry* di sekolah, meskipun belum ada implementasi fisik dan eksperimen langsung terkait *green chemistry*. Untuk meningkatkan pemahaman dan penerapan *green chemistry*, para guru, siswa, dan industri harus secara aktif berkolaborasi dalam pengembangan ide ini.

Secara keseluruhan, dapat dikatakan bahwa *green chemistry* memiliki efek yang baik dan penting pada lingkungan industri. Sebagai calon penerus sektor industri di masa depan, para siswa menunjukkan antusiasme dan ketertarikan yang tinggi dalam menggunakan *green chemistry* dalam berbagai proses industri. Hal ini meningkatkan harapan optimis untuk keberlanjutan sektor industri Indonesia dan kemungkinan pelestarian lingkungan yang semakin besar.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih serta Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini yang ditujukan untuk memenuhi tugas matakuliah Pendidikan Bahasa Indonesia sebagai syarat kelulusan matakuliah. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Rama Wijaya Abdul Rozak selaku dosen Pendidikan Bahasa Indonesia

yang telah memberikan bimbingan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada para narasumber yang bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk menjawab serta berpartisipasi dalam pengumpulan data di penelitian ini. Tak lupa juga penulis berterima kasih kepada semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung, serta kepada rekan tim yang sudah bekerjasama memberikan pikiran dan tenaganya untuk menyelesaikan penelitian ini. Kami berharap dengan penelitian ini, dampak buruk terhadap ekologi dapat diatasi, para siswa semakin mendalami pentingnya pengetahuan akan masalah lingkungan, sekaligus sektor industri Indonesia dapat turut serta mewujudkan kesadaran lingkungan.

DAFTAR RUJUKAN

- Al Idrus, S. W., Purwoko, A. A., Hadisaputra, S., & Junaedi, E. (2020). Analisis Kemampuan Awal Konsep Green Chemistry Sebagai Upaya Meningkatkan Kreatifitas Mahasiswa Dalam Praktikum Kimia Lingkungan. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(3), 305–311. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i3.1977>
- Amyana, A. H., Paristiowati, M., & Kurniadewi, F. (2017). Pirolisis Sederhana Limbah Plastik Dan Implementasinya Sebagai Sumber Belajar Berbasis Education for Sustainable Development (Esd) Pada Pembelajaran Kimia. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 7(1), 14–21. <https://doi.org/10.21009/jrpk.071.03>
- Arif, K. (2020). Pengembangan Penuntun Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk Semester Ganjil Kelas XII IPA SMA. *Semesta Journal of Science Education and Teaching Journal of Science Education and Teaching*, 3(1), 59–64.
- Budiawan. (2023). Kaji Risiko dan Manfaat Bahan Kimia guna Lindungi Kesehatan Masyarakat dan Lingkungan. Website Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. 1–3. <https://www.sci.ui.ac.id/prof-dr-rer-nat-budiawan-kaji-risiko-dan-manfaat-bahan-kimia-guna-lindungi-kesehatan-masyarakat-dan-lingkungan/>.
- Fauziah, N., Hakim, A., & Handayani, Y. (2019). Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Berorientasi Green Chemistry Pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Pijar Mipa*, 14(2), 31–35. <https://doi.org/10.29303/jpm.v14i2.1203>
- Hadi, K. (2019). Desain Dan Uji Coba Praktikum Green Chemistry Dengan. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Terapan*, 3(2), 86–92.
- Ilma, H., Marlina, L., Ravensky Pratiwi, dan Y., Islam Negeri Raden Fatah Palembang, U., & Selatan, S. (2022). Penuntun Praktikum Elektronik Berbasis Green Chemistry dengan Model Pembelajaran Learning Cycle-7e pada Materi Asam-Basa ORBITAL: JURNAL PENDIDIKAN KIMIA. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 6(1).

- Inayah, S., Dasna, I. W., & Habiddin, H. (2022). Implementasi Green Chemistry Dalam Pembelajaran Kimia: Literatur Review. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 10(1), 42. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v10i1.4611>
- Kimia, P., Sains, F., Teknologi, D. A. N., Islam, U., & Semarang, N. W. (2022). *BERNUANSA GREEN CHEMISTRY TERHADAP*.
- Ma, L., Luo, J., 桑原信弘, Hiramoto, T., Onumata, Y., Manabe, Y., Takaba, H., Corporation, E., Energy, A., Flory, P. J., Æ, Ì., Sato, T., Geometry, R., Analysis, G., Muraki, M., Nakamura, K., Geometry, R., & Analysis, G. (2019). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 224(11), 122–130.
- Merta, L. M. (2020). Model Pembelajaran Penemuan Menggunakan Praktikum Kimia Hijau Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 3(3), 461–468.
- Mitarlis, M., Azizah, U., & Yonatha, B. (2018). Pemanfaatan Indikator Alam Dalam Mewujudkan Pembelajaran Kimia Berwawasan Green Chemistry. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.26740/jppipa.v3n1.p1-7>
- Muliani, M., Khaeruman, K., & Dewi, C. A. (2019). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Predict Observe Explain (POE) Berorientasi Green Chemistry Untuk Menumbuhkan Sikap Ilmiah Siswa Pada Materi Asam Basa. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 7(1), 37. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v7i1.1654>
- Mustafa, D. (2016). Peranan Kimia Hijau (Green Chemistry) Dalam Mendukung Tercapainya Kota Cerdas (Smart City). *Journal of Sains and Teknologi*, 7(1), 167–188.
- Nurbaity, N. (2011). Pendekatan Green Chemistry Suatu Inovasi Dalam Pembelajaran Kimia Berwawasan Lingkungan. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 1(1), 13–21. <https://doi.org/10.21009/jrpk.011.02>
- Pembelajaran Projek Electroplating Berbasis Green Chemistry Purwanti, P., & Fitri Khoerunnisa, dan. (2023). Profil Literasi Sains Peserta Didik SMK pada ORBITAL: JURNAL PENDIDIKAN KIMIA. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(1).
- Putri, A. C. (2017). Pengaplikasian Prinsip-Prinsip Green Chemistry dalam Pelaksanaan Pembelajaran Kimia sebagai Pendekatan untuk Pencegahan Pencemaran Akibat Bahan-Bahan Kimia dalam Kegiatan Praktikum di Laboratorium. *Journal of Creativity Student*, 2(2), 67–73. <https://doi.org/10.15294/jcs.v2i2.14585>
- Qonita, N. A., Sari, W. K., & Mardhiya, J. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Minyak Bumi Berbasis Green Chemistry Berbantuan Articulate Storyline. *Paedagogia*, 25(2), 109. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v25i2.64041>
- Redhana, I. W., Suardana, I. N., Selamat, I. N., & Merta, L. M. (2020). Pengaruh Praktikum Kimia Hijau Pada Sikap Siswa Terhadap Kimia. *Edusains*, 12(2), 154–165. <https://doi.org/10.15408/es.v12i2.13156>

- Safitri, Y., & Hidayati, I. (2023). *JOURNAL OF CHEMISTRY EDUCATION AND INTEGRATION PEMANFAATAN TANAH LIAT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MOLYMOD BERBASIS GREEN CHEMISTRY PADA MATERI GEOMETRI MOLEKUL SMK KELAS X. 2(2)*, 95–100. <https://doi.org/10.24014/JCEI.v2i2.24820>
- Sembiring, Z., Nurhasanah, N., Rinawati, R., & Simanjuntak, W. (2022). Implementasi Green Chemistry Menggunakan Teknologi Pirolisis Untuk Pengolahan Limbah Plastik Di Kelurahan Way Urang Kalianda. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, 3(1), 77–86. <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v3i1.67>
- Sidjabat, O. (2008). Pengembangan Teknologi Bersih Dan Kimia Hijau. *Lembaran Publikasi Lemigas*, 1, 45–50. <https://journal.lemigas.esdm.go.id/index.php/LPMGB/article/view/201/92>