

Pemahaman Mahasiswa tentang Keberlanjutan dalam Kimia: Kajian Pengembangan pada Proyek *Green Chemistry*

Muhammad Fath Azzajjad^{1*}, Dewi Satria Ahmar², Ahmad Kadir Kilo³

¹Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka 93514, Indonesia

²Universitas Tadulako, Palu 94118, Indonesia

³Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96554, Indonesia

*Corresponding author: muhammad.fath86@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.37905/jjec.v6i1.22386>

Abstrak

Mahasiswa yang memiliki pemahaman konsep yang kuat, penggunaan terminologi yang baik, dan kemampuan untuk menemukan produk yang ramah lingkungan, mereka dapat menjadi penggerak perubahan yang efektif. Ini akan memungkinkan mereka untuk mendukung inovasi dan praktik *Green Chemistry* di masa depan. memberikan pengalaman praktis kepada siswa, memungkinkan mereka menggunakan ide-ide yang mereka pelajari dalam situasi kehidupan nyata, dan mendorong mereka untuk menunjukkan perhatian yang lebih besar terhadap keberlanjutan lingkungan. Studi survey ini mengambil sampel dari 28 individu. Pemahaman mahasiswa tentang konsep Kimia Hijau masih berada pada kategori "cukup baik", dengan rata-rata 1.83. Namun, ini adalah hasil yang baik, dan pemahaman mereka masih dapat ditingkatkan dengan metode pembelajaran yang lebih mendalam dan penekanan yang lebih besar pada konsep ini dalam kurikulum. Pemahaman yang baik tentang terminologi *Green Chemistry* adalah positif, dengan rata-rata 2.58. Hal ini menunjukkan bahwa siswa dapat berkomunikasi dengan baik menggunakan kata-kata yang relevan dalam bidang kimia hijau; ini sangat penting untuk berpartisipasi dalam diskusi dan mengembangkan proyek yang berkelanjutan. Selain itu, kemampuan mahasiswa untuk menemukan barang ramah lingkungan cukup baik, dengan mean 2.36. Meningkatkan kemampuan ini terus-menerus dapat membantu mereka mendukung produk dan praktik yang lebih berkelanjutan dalam kehidupan sehari-hari.

Kata kunci: Kajian Pengembangan; *Green Chemistry*

Abstract

Students who have a strong understanding of concepts, good use of terminology, and the ability to invent environmentally friendly products, they can become effective drivers of change. This will enable them to support Green Chemistry innovations and practices in the future. provides practical experience to students, allows them to use the ideas they learn in real-life situations, and encourages them to show greater concern for environmental sustainability. This survey study took a sample of 28 individuals. Students' understanding of the concept of Green Chemistry is still in the "fairly good" category, with an average of 1.83. However, this is a good result, and their understanding can still be improved with more in-depth learning methods and greater emphasis on this concept in the curriculum. A good understanding of Green Chemistry terminology was positive, with an average of 2.58. This shows that students can communicate well using relevant words in the field of Green Chemistry; this is crucial for participating in discussions and developing sustainable projects. In addition, students' ability to find environmentally friendly items is quite good, with a mean of 2.36. Improving this ability continuously can help them support more sustainable products and practices in their daily lives.

Keywords: Development Review; *Green Chemistry*

The format cites this article in APA style:

Azzajjad, M. F., Ahmar, D. S., & Kilo, A. K. (2024). Pemahaman Mahasiswa tentang Keberlanjutan dalam Kimia: Kajian Pengembangan pada Proyek *Green Chemistry*. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 6(1), 11-20. <https://doi.org/10.37905/jjec.v6i1.22386>

PENDAHULUAN

Penerapan konsep *Green Chemistry* dan berkelanjutan menjadi tren terbaru, Indonesia dan banyak negara lainnya menghadapi banyak masalah. Meskipun memiliki banyak manfaat, *Green Chemistry* adalah cara untuk mengurangi dampak buruk aktivitas kimia terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Zimmerman et al., 2020). Namun, ada beberapa masalah dan kesulitan yang terkait dengan metode ini. Proses *Green Chemistry* seringkali memerlukan investasi awal yang lebih besar dalam infrastruktur, penelitian, dan pengembangan, yang dapat membuatnya kurang menarik bagi beberapa bisnis atau industri yang lebih suka solusi yang lebih murah, meskipun tidak ramah lingkungan.

Mengkaji *Green Chemistry* dalam pembelajaran mahasiswa memiliki beberapa alasan yang sangat penting diantaranya memahami tentang *Green Chemistry* membantu siswa lebih memahami dampak kimia terhadap lingkungan dan membuat mereka lebih tertarik pada pelestarian alam dan lingkungan yang berkelanjutan (Sheldon & Norton, 2020), mahasiswa memperoleh keterampilan dan pengetahuan yang relevan untuk bekerja di masa depan, terutama dalam industri kimia, ilmu lingkungan, atau industri yang berkaitan dengan bahan kimia (Marpaung et al., 2021), *Green Chemistry* mendorong siswa untuk berpikir tentang cara meningkatkan efisiensi proses kimia dan mengurangi limbah. Ini dapat menghasilkan inovasi baru dalam berbagai industri (Aftab et al., 2023), mahasiswa yang mempelajari *Green Chemistry* lebih cenderung menekankan keselamatan saat menggunakan bahan kimia karena mereka lebih terlatih dalam menemukan dan mengurangi risiko yang mungkin terkait dengan bahan kimia berbahaya (Chiu & Chai, 2020). Pembelajaran *Green Chemistry* dapat membantu siswa memahami lebih banyak tentang interaksi molekuler dan prinsip kimia. Ini akan membantu mereka dalam analisis, pemecahan masalah, dan penelitian dalam berbagai bidang ilmu, mahasiswa *Green Chemistry* dapat mengubah industri kimia. Mereka memiliki kemampuan untuk mendorong perusahaan tempat mereka bekerja untuk menerapkan praktik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Nisar et al.,

2021), mahasiswa adalah konsumen masa depan. Memahami *Green Chemistry* memungkinkan mereka untuk membuat pilihan yang lebih cerdas dalam kehidupan sehari-hari mereka (Visvizi & Lytras, 2018), termasuk dalam memilih produk yang ramah lingkungan, dan mahasiswa yang memahami *Green Chemistry* memiliki kemampuan untuk membantu memecahkan masalah global seperti polusi, perubahan iklim, dan keberlanjutan sumber daya alam (Orgill et al., 2019).

Memasukkan *Green Chemistry* ke dalam kurikulum pendidikan tinggi, kita dapat mempersiapkan siswa untuk masa depan yang lebih berkelanjutan, mendorong tanggung jawab social (Ahmar et al., 2023), dan mendorong inovasi dalam kimia dan teknologi. Selain itu, masuknya *Green Chemistry* ke dalam kurikulum pendidikan tinggi sejalan dengan upaya global untuk melindungi lingkungan kita.

Mahasiswa dapat mempelajari sejarah kimia saat mempelajari *Green Chemistry* dan bagaimana kesadaran lingkungan memengaruhi kimia modern. Mahasiswa dapat memahami prinsip-prinsip dasar *Green Chemistry*, seperti pengurangan limbah, penggunaan bahan yang lebih aman, dan efisiensi energi. Ini dapat dimasukkan ke dalam diskusi tentang prinsip kimia dasar seperti hukum konservasi energi dan massa (Lombardi et al., 2021). Dalam latihan praktikum kimia, siswa dapat memilih bahan kimia yang lebih ramah lingkungan untuk digunakan daripada bahan kimia berbahaya. Selama diskusi tentang reaksi kimia, mahasiswa dapat membandingkan proses kimia konvensional dengan metode *Green Chemistry*, dan menemukan keuntungan dan kerugian dari masing-masing metode. Studi kasus atau penelitian tentang proyek *Green Chemistry* yang berhasil dan efeknya pada ekonomi dan lingkungan dapat dipelajari oleh siswa dalam kuliah atau tugas. Selain itu, pertimbangan tentang moralitas dan tanggung jawab sosial terkait dengan *Green Chemistry*. Topik-topik ini dapat menjadi subjek diskusi yang relevan dalam konteks kimia dasar, seperti konsekuensi moral dari penggunaan bahan kimia berbahaya (Kwangmuang et al., 2021). Dalam kehidupan sehari-hari, siswa dapat belajar bagaimana menjadi konsumen yang lebih cerdas

dan mendukung produk yang mematuhi prinsip *Green Chemistry* (York et al., 2019). Mahasiswa dapat diberikan proyek atau tugas yang melibatkan pengembangan produk *Green Chemistry* atau merencanakan eksperimen.

"Pemahaman Mahasiswa tentang Keberlanjutan dalam Kimia: Kajian Kasus pada Proyek *Green Chemistry*" adalah topik penelitian yang relevan dan bermanfaat dalam konteks pendidikan tinggi. Penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang sejauh mana mahasiswa memahami dan menerapkan konsep keberlanjutan dalam *Green Chemistry*.

Tujuan Penelitian adalah: mengidentifikasi sejauh mana siswa memahami konsep keberlanjutan *Green Chemistry*, menganalisis bagaimana pemahaman ini tercermin dalam partisipasi dan kontribusi mereka dalam proyek *Green Chemistry* dan mengevaluasi bagaimana pemahaman ini memengaruhi sikap, nilai, dan tindakan mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Tujuan penelitian dan sumber daya yang dimiliki akan menentukan metode penelitian yang tepat (Singh, 2022). Dalam studi yang disebut sebagai "Pemahaman Mahasiswa tentang Keberlanjutan dalam Kimia: Kajian Kasus pada Proyek *Green Chemistry*", penelitian ini menggunakan penelitian survey terhadap mahasiswa yang terlibat dalam kegiatan perkuliahan pada mata kuliah kimia dasar, pengukuran *Green Chemistry* berisi tentang pemahaman mereka tentang keberlanjutan *Green Chemistry* dan penerapannya, pengalaman mereka dengan proyek, dan sejauh mana pemahaman memengaruhi pengetahuan mereka dapat dimasukkan dalam survei ini.

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian survey. Penelitian survei adalah teknik penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data dari sampel populasi dengan mengajukan beberapa pertanyaan/pernyataan kepada responden. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengumpulkan informasi tentang pendapat, sikap, pengetahuan, perilaku, atau karakteristik lainnya dari sampel populasi yang diamati.

Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan pada semester ganjil tahun Pelajaran 2023/2024, tempat penelitian dilaksanakan di prodi S-1 Pendidikan Biologi Universitas Tadulako.

Target/Subjek Penelitian

Jumlah sampel dalam penelitian sejumlah 28 orang. Dengan kualifikasi responden laki-laki 4 orang dan 24 orang Perempuan.

Tabel 1. Identitas responden

Identitas Responden	Jumlah (Orang)
Jenis Kelamin:	
a. Laki-laki	4
b. Perempuan	24
Usia Responden:	
a. 16 – 18 Tahun	21
b. 19 – 21 Tahun	7
c. 22 – 23 Tahun	0
Asal Responden:	
a. Provinsi Sulawesi Tengah	17
b. Provinsi Sulawesi Selatan	10
c. Provinsi Lain	1
Pendidikan Terakhir:	
a. SMA	21
b. SMK	4
c. MA	3
Hasil Analisis Pemahaman Materi	
Kimia:	
a. Sangat Baik	2
b. Baik	17
c. Cukup Baik	5
d. Kurang Baik	4

Prosedur

Prosedur penelitian survei dilakukan melalui kuesioner, yang terdiri dari beberapa pertanyaan tertulis yang dimaksudkan untuk mengumpulkan data yang diperlukan.

Instrumen dan Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data menggunakan kuesioner dan wawancara. metode survei yang paling umum. membuat daftar pertanyaan atau pernyataan yang akan dijawab oleh responden. Survei dikirimkan dalam bentuk cetak atau digital (dalam bentuk survei online), dan dapat diberikan kepada responden secara langsung. Instrumen penelitian berisi pengetahuan konsep *Green Chemistry*, penggunaan terminology, kemampuan mengidentifikasi produk ramah lingkungan, dan keterlibatan dalam proyek *Green Chemistry*.

Teknik Analisis Data

Dalam penelitian survei, teknik analisis data sangat penting untuk mendapatkan pemahaman

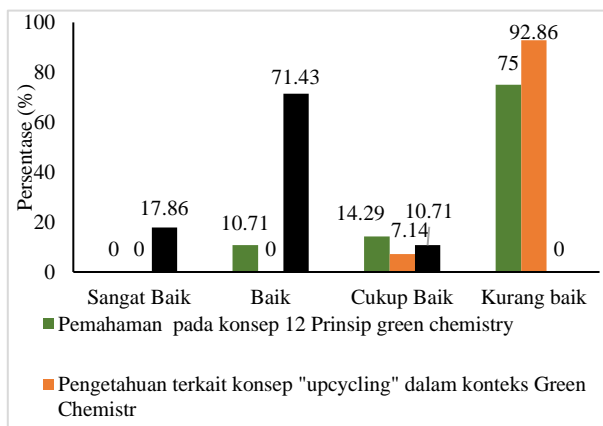
yang bermanfaat dari data yang telah dikumpulkan. Metode ini menggunakan analisis deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Green Chemistry juga dikenal sebagai "kimia hijau", adalah pendekatan ilmu kimia yang bertujuan untuk membuat produk, proses, dan teknologi kimia dengan cara yang tidak membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia. Tujuannya adalah untuk mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya, mengurangi limbah, dan menghemat sumber daya alam. Kimia hijau dapat digunakan di banyak bidang, seperti industri, akademik, dan penelitian.

Pengetahuan Konsep *Green Chemistry*

Pengetahuan konsep *Green Chemistry* sangat penting bagi mahasiswa dalam mata kuliah kimia dasar karena mahasiswa harus memahami dampak kegiatan kimia terhadap lingkungan. Dengan belajar kimia hijau, mereka akan lebih sadar akan bahaya yang mungkin disebabkan oleh penggunaan bahan kimia berbahaya dan pentingnya mengurangi dampak negatif tersebut (Zimmerman et al., 2020). Keamanan dalam laboratorium dan industri adalah masalah lain dengan kimia hijau. Jika siswa memahami konsep kimia hijau, mereka akan lebih cenderung mengadopsi praktik yang aman dalam menangani bahan kimia dan eksperimen.



Gambar 1. Persentase Pengetahuan Konsep *Green Chemistry*.

Hasil pengukuran dapat diklasifikasikan sebagai "Cukup Baik (CB)" atau "Satisfactory" dengan informasi rata-rata (mean) sebesar 1.83 dan berada di antara 1.75 dan 2.5. Ini menunjukkan bahwa mahasiswa rata-rata memiliki pemahaman

yang memadai atau cukup baik tentang konsep kimia hijau.

Tabel 2. Pengukuran pengetahuan konsep *Green Chemistry*

No.	Aspek (pernyataan)	Nilai rata-rata (mean)	Klasifikasi
Indikator Pengetahuan Konsep <i>Green Chemistry</i>			
1	Pemahaman pada konsep 12 Prinsip <i>Green Chemistry</i>	1.36	1,0 s/d 1,75 (Kurang Baik (KB))
2	Pengetahuan terkait konsep "upcycling" dalam konteks <i>Green Chemistry</i>	1.07	1,0 s/d 1,75 (Kurang Baik (KB))
3	Pemahaman terkait produk ramah lingkungan dalam mendukung <i>Green Chemistry</i>	3.07	>2,5 s/d 3,25 (Baik(B))
Rata-rata (mean)		1.83	>1,75 s/d 2,5 (Cukup Baik(CB))

Jika mahasiswa masih berada dalam kategori "kurang baik" dari konsep 12 Prinsip Kimia Hijau dan belum memahami konsep "upcycling" dalam konteks Kimia Hijau, ada kemungkinan bahwa mereka dapat memperbaiki pembelajaran mereka tentang subjek ini. Panduan penting untuk desain produk, prosedur, dan teknologi kimia yang lebih ramah lingkungan adalah *Green Chemistry* principles. Mahasiswa mungkin tidak dapat menerapkan konsep kimia hijau dalam kehidupan nyata jika pemahaman mereka tentang konsep ini masih kurang. Agar siswa memahami prinsip-prinsip ini dengan lebih baik, diperlukan upaya lebih lanjut untuk mengajarkannya. Dalam kimia hijau, upcycling adalah konsep penting yang melibatkan mengambil produk limbah atau sisa dan mengubahnya menjadi produk yang memiliki nilai lebih tinggi daripada produk aslinya. Ada kemungkinan bahwa materi ini mungkin perlu dijelaskan secara lebih mendalam atau diilustrasikan dengan contoh praktis agar siswa dapat memahaminya dengan lebih baik. Ini karena pengetahuan siswa tentang upcycling mungkin masih kurang.

Pendidik dapat mempertimbangkan berbagai strategi pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang ide-ide ini, seperti menggunakan Studi Kasus (Azizah et al., 2023): Studi kasus yang melibatkan pemanfaatan dua belas prinsip *Green Chemistry* atau upcycling dalam

dunia nyata dapat membantu siswa memahami bagaimana ide-ide ini diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Diskusi Kelas: Mahasiswa dapat berbagi ide dan pertanyaan mereka tentang topik-topik tertentu melalui diskusi kelompok atau diskusi kelas. Ini dapat membantu menjelaskan konsep yang mungkin membingungkan (Innab et al., 2022).

Dengan nilai 3.07, yang berada dalam rentang dari 2.5 hingga 3.25, pemahaman siswa tentang produk ramah lingkungan dalam kimia hijau dapat diklasifikasikan sebagai "Baik (B)". Ini menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman yang baik tentang produk yang dibuat dengan mempertimbangkan prinsip kimia hijau atau produk yang memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah.

Jika mahasiswa memiliki pemahaman yang baik tentang produk ramah lingkungan dalam mendukung *Green Chemistry*, mereka dapat mengidentifikasi produk ramah lingkungan. Mereka dapat mengenali produk yang dirancang dengan mempertimbangkan elemen seperti bahan baku yang berkelanjutan, penggunaan bahan kimia yang lebih aman, dan proses produksi yang lebih efisien. Memahami Dampak Lingkungan: Mereka tahu bagaimana produk ini memiliki dampak lingkungan yang lebih sedikit daripada produk konvensional dan mengapa ini penting untuk pelestarian lingkungan. Menghargai Prinsip-prinsip Kimia Hijau: Mahasiswa juga mungkin tahu bahwa prinsip-prinsip kimia hijau mendasari pembuatan produk ramah lingkungan, seperti penggunaan sumber daya alam yang bijak dan pengurangan limbah.

Penggunaan Terminologi Konsep *Green Chemistry*

Penerapan pengukuran penggunaan terminology dapat menggunakan berbagai metode evaluasi yang telah disebutkan sebelumnya untuk menilai tingkat pengetahuan siswa tentang penggunaan konsep dan terminologi *Green Chemistry*. Metode-metode ini dapat mengumpulkan data tentang sejauh mana mahasiswa memahami konsep dan terminologi *Green Chemistry* dan mampu menggunakannya dengan benar (Cadena Triana et al., 2021).

Sangat penting untuk menggunakan terminologi yang tepat dalam konsep-konsep *Green Chemistry* untuk menjamin pemahaman yang benar dan komunikasi yang efektif tentang bidang ilmu ini. Penggunaan terminologi yang tepat memastikan bahwa ide-ide dan konsep yang terkait dengan *Green Chemistry* dipahami dan digunakan secara konsisten. beberapa istilah dan konsep utama dalam *Green Chemistry* beserta contoh penggunaannya: Toksinologi Hijau (*Green Toxicology*), Solvent Substitusi (*Solvent Replacement*), Proses Hemat Energi (*Energy-Efficient Processes*), Katalis Hijau (*Green Catalyst*), Analisis Siklus Hidup (*Life Cycle Analysis*), Biomimikri (*Biomimicry*), Analisis Berbasis Hijau (*Green Analytical Chemistry*), Ekotoksikologi (*Ecotoxicology*) dan Bahan Kimia Ramah Lingkungan (*Environmentally Friendly Chemicals*), Penggunaan istilah-istilah ini dalam konsep kimia hijau dapat membantu siswa dan akademisi dalam memahami, berbicara, dan menerapkan konsep-konsep ini dalam penelitian dan praktik kimia (Zimmerman et al., 2020).

Tabel 3. Hasil pengukuran penggunaan terminologi konsep *Green Chemistry*

No.	Aspek (pernyataan)	Nilai rata-rata (<i>mean</i>)	Klasifikasi
Indikator Penggunaan Terminologi Konsep <i>Green Chemistry</i>			
1	Pengetahuan terkait "zat buangan yang kurang beracun" dalam konteks <i>Green Chemistry</i>	3.43	>3,25 s/d 4,00 (Sangat Baik (SB))
2	Pengetahuan dalam menjelaskan "katalis hijau"	1.14	1,0 s/d 1,75 (Kurang Baik (KB))
3	Pengetahuan tentang "pelarut yang ramah lingkungan" dan "produk berbasis biomassa"	3.18	>2,5 s/d 3,25 (Baik (B))
Rata-rata (mean)		2.58	>2,5 s/d 3,25 (Baik (B))

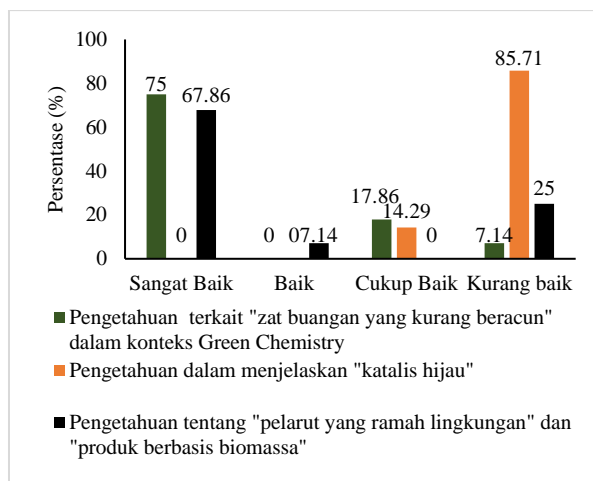
Dalam *Green Chemistry*, hasil pengukuran pengetahuan untuk "zat buangan yang kurang beracun" adalah 3.43, yang berada dalam kategori "Sangat Baik (SB)" dengan rentang penilaian lebih dari 3,25 hingga 4,00, yang menunjukkan bahwa pengetahuan dianggap sangat baik dalam konteks ini.

Hasil penilaian pengetahuan mahasiswa tentang konsep "katalis hijau" adalah 1.14, yang

berada dalam kategori "Kurang Baik (KB)" dengan rentang penilaian antara 1,0 dan 1,75. Hasil ini menunjukkan bahwa pengetahuan mahasiswa tentang konsep ini harus ditingkatkan. Sebagai instruktur atau pendidik, dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang topik ini atau mengadakan sesi tambahan untuk membantu siswa memahami konsep dengan lebih baik. Untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang "katalis hijau" dan topik kimia hijau lainnya, tugas tambahan, diskusi kelas, dan sumber pembelajaran yang lebih lengkap dapat membantu (Bjuland & Mosvold, 2015).

Hasil penilaian pengetahuan mahasiswa tentang "produk berbasis biomassa" dan "pelarut yang ramah lingkungan" adalah 3.18, yang berada dalam kategori "Baik (B)" dengan rentang penilaian antara 2,5 dan 3,25. Ini menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki pengetahuan yang baik tentang subjek tersebut. Mereka memiliki pengetahuan yang baik, tetapi masih ada ruang untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang "pelarut yang ramah lingkungan" dan "produk berbasis biomassa" dalam bidang kimia hijau. bisa terus dengan memberikan informasi tambahan, studi kasus, atau proyek-proyek yang memungkinkan siswa mempelajarinya lebih dalam (Chin Mon et al., 2016).

Informasi lebih lanjut tentang apa yang harus diketahui siswa tentang "zat buangan yang kurang beracun" dalam bidang kimia hijau. Berdasarkan data yang berikan, 75% mahasiswa menilai pemahaman mereka tentang subjek ini sebagai "Sangat Baik"; 17.86% menilainya sebagai "Cukup Baik", dan 7.14% menilainya sebagai "Kurang Baik". Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa memahami dengan baik tentang "zat buangan yang kurang beracun" dalam kimia hijau, tetapi beberapa mahasiswa mungkin memerlukan lebih banyak perhatian atau bantuan untuk memahaminya (Uwineza et al., 2023).



Gambar 2. Persentase Penggunaan terminology *Green Chemistry*

Perlu mempertimbangkan proyek atau tugas yang memungkinkan mahasiswa menerapkan ide tentang "zat buangan yang kurang beracun" dalam kehidupan nyata. Tugas-tugas ini dapat meningkatkan pemahaman mereka. Malakukan diskusi kelas dengan mengajak mahasiswa yang sudah memahami materi untuk berpartisipasi aktif dalam diskusi kelas. Mereka dapat berbicara dengan teman-teman mereka untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang topik (Huysken et al., 2019).

Hasil pengukuran pengetahuan siswa tentang penjelasan "katalis hijau" menunjukkan bahwa sebagian besar siswa (85.71%) menganggap konsep tersebut dengan pemahaman yang "Kurang Baik", sementara hanya 14.29% menganggapnya dengan pemahaman yang "Cukup Baik". Berdasarkan hasil ini, diperlukan perhatian khusus untuk siswa yang dianggap memiliki pemahaman yang kurang baik tentang konsep tersebut. Hasil penilaian pengetahuan mahasiswa tentang "pelarut yang ramah lingkungan" dan "produk berbasis biomassa" menunjukkan bahwa mayoritas siswa, sekitar 67,86 persen, memiliki pemahaman yang "Sangat Baik" tentang konsep-konsep tersebut; ada beberapa siswa yang memiliki pemahaman yang "Baik" (7,14 persen), dan 25% sisanya dianggap memiliki pemahaman yang "Kurang Baik". Dalam situasi ini, sebagian besar siswa tampaknya memahami konsep "pelarut yang ramah lingkungan" dan "produk berbasis biomassa"

dengan baik; namun, harus memperhatikan mahasiswa yang memiliki pemahaman "Kurang Baik". Meskipun sebagian besar mahasiswa memahami materi dengan baik, masih dapat meningkatkan pemahaman mereka dengan menambahkan materi yang lebih mendalam atau studi kasus yang lebih kompleks (Ettinger, 2020).

Kemampuan Mengidentifikasi Produk Ramah Lingkungan

Dalam bidang kimia hijau, kemampuan untuk menemukan produk ramah lingkungan adalah keterampilan penting. Untuk mengukur kemampuan siswa dalam menemukan produk ramah lingkungan, Produk ramah lingkungan dalam kimia hijau adalah produk yang dibuat dan dirancang dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip keberlanjutan dan bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Produk ini dibuat dengan menggunakan teknologi dan bahan-bahan yang memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan produk yang lebih konvensional dari kategori ini. Berikut beberapa contoh produk ramah lingkungan dalam *Green Chemistry*: pembersih ramah lingkungan, bahan bangunan hijau, produk plastik biodegradable, pakaian organik, baterai ramah lingkungan, produk kosmetik organik, kemasan berkelanjutan, produk pertanian berkelanjutan, energi terbarukan, kertas daur ulang, produk kimia ramah lingkungan dan kendaraan ramah lingkungan (Ge et al., 2020)

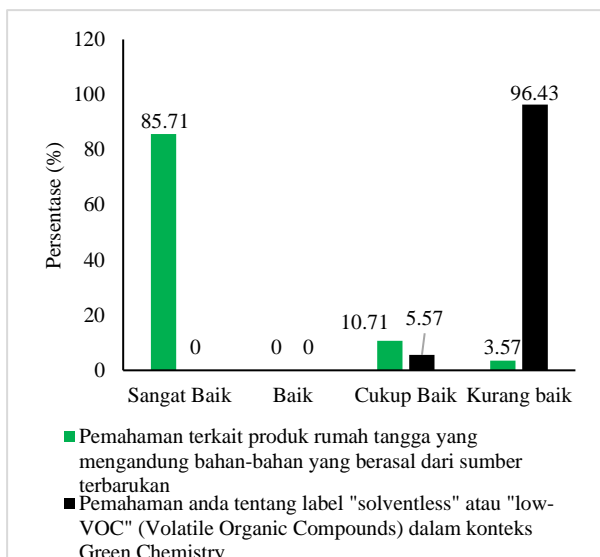
Produk-produk ini adalah contoh dari berbagai jenis produk ramah lingkungan yang dibuat menggunakan prinsip-prinsip kimia hijau dan bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, menghemat sumber daya, dan mendukung keberlanjutan. Produk-produk ini semakin menjadi perhatian penting di era di mana keberlanjutan menjadi hal yang paling penting di seluruh dunia.

Tabel 4. Pengukuran kemampuan mengidentifikasi produk ramah lingkungan

No.	Aspek (pernyataan)	Nilai rata-rata (mean)	Klasifikasi
Indikator Kemampuan Mengidentifikasi Produk Ramah lingkungan			
1	Pemahaman terkait produk rumah tangga yang mengandung bahan-bahan yang berasal dari sumber terbarukan	3.68	>3,25 s/d 4,00 (Sangat Baik (SB))
2	Pemahaman tentang label "solventless" atau "low-VOC" (Volatile Organic Compounds) dalam konteks <i>Green Chemistry</i>	1.04	1,0 s/d 1,75 (Kurang Baik (KB))
Rata-rata (mean)		2.36	>1,75 s/d 2,5 (Cukup Baik (CB))

Hasil pengukuran pemahaman mahasiswa tentang produk rumah tangga yang mengandung bahan-bahan yang berasal dari sumber terbarukan adalah 3.68, yang berada dalam kategori "Sangat Baik (SB)" dengan rentang penilaian lebih dari 3,25 hingga 4,00. Ini menunjukkan bahwa siswa memiliki pemahaman yang sangat baik tentang produk rumah tangga yang menggunakan bahan baku terbarukan. Pengetahuan ini sangat penting untuk keberlanjutan dan kimia hijau. Dengan pemahaman ini, siswa dapat lebih memahami pentingnya memilih produk rumah tangga yang mendukung lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam (Lombardi et al., 2021).

Dalam bidang kimia hijau, hasil penilaian mahasiswa tentang label "tidak larut dalam air" atau "komposisi organik volatil yang rendah VOC" adalah 1,04, yang berada dalam kategori "kurang baik (KB)" dengan rentang penilaian antara 1,0 dan 1,75. Ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa tentang label ini perlu ditingkatkan. Dalam bidang kimia hijau, label "tanpa solvent" dan "rendah VOC" sangat penting karena menunjukkan penggunaan pelarut yang lebih aman dan tidak beracun dalam produk kimia.



Gambar 3. Persentase Kemampuan Mengidentifikasi Produk Ramah Lingkungan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sebagian besar siswa, kira-kira 85.71%, memiliki pemahaman yang "Sangat Baik" tentang topik ini; beberapa siswa, kira-kira 10.71%, memiliki pemahaman yang "Cukup Baik", dan hanya 3.57% memiliki pemahaman yang "Kurang Baik".

Ini adalah temuan yang menguntungkan yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memiliki pemahaman yang kuat tentang produk rumah tangga yang menggunakan bahan-bahan terbarukan. Ini adalah bukti penting bahwa mereka mendukung keberlanjutan dan kimia hijau. Meskipun ada beberapa individu yang memiliki pemahaman yang kurang baik, masih dapat memberikan perhatian khusus untuk membantu mereka meningkatkan pemahaman (Ahmar et al., 2020). Mempertimbangkan untuk melakukan proyek atau kegiatan tambahan dalam konteks ini untuk menggali lebih dalam pengetahuan siswa dan meningkatkan pemahaman mereka tentang pentingnya barang rumah tangga yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Hasil penelitian yang dilakukan pada siswa tentang apa yang mereka pahami tentang label "tidak larut dalam air" atau "bahan kimia organik yang tidak larut dalam air" dalam bidang kimia hijau menunjukkan bahwa sebagian besar siswa, sekitar 96,43%, dianggap memiliki pemahaman

yang "kurang baik", sementara hanya 5,57% dianggap memiliki pemahaman yang "cukup baik". Hasil ini menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa tentang label-label diperlukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran pemahaman mahasiswa tentang keberlanjutan dalam Kimia, khususnya dalam konteks *Green Chemistry*, dapat disimpulkan bahwa: Pemahaman Konsep *Green Chemistry*: Mahasiswa memiliki pemahaman yang cukup baik (>1,75 s/d 2,5) tentang konsep *Green Chemistry*. Ini menunjukkan bahwa mereka memiliki dasar pengetahuan yang memadai tentang prinsip-prinsip dasar *Green Chemistry*, meskipun masih ada ruang untuk meningkatkan pemahaman mereka. Penggunaan Terminologi Konsep *Green Chemistry*: Mahasiswa memiliki pemahaman yang baik (>2,5 s/d 3,25) dalam penggunaan terminologi konsep *Green Chemistry*. Ini menunjukkan bahwa mereka dapat mengidentifikasi dan menggunakan istilah-istilah yang relevan dalam *Green Chemistry* dengan baik. Kemampuan ini adalah aspek penting dalam berkomunikasi dan berpartisipasi dalam diskusi tentang keberlanjutan lingkungan. Kemampuan Mengidentifikasi Produk Ramah Lingkungan: Mahasiswa memiliki kemampuan yang cukup baik (>1,75 s/d 2,5) dalam mengidentifikasi produk ramah lingkungan. Meskipun masih berada pada kategori "Cukup Baik (CB)," ini menunjukkan bahwa mereka dapat mengenali produk-produk yang mendukung keberlanjutan lingkungan dalam konteks *Green Chemistry*. Dengan pemahaman dan kemampuan yang ada, mahasiswa telah mencapai tingkat pemahaman yang baik tentang *Green Chemistry* dan produk ramah lingkungan. Namun, masih ada peluang untuk meningkatkan pemahaman dan kemampuan mereka lebih lanjut melalui pendekatan pembelajaran yang lebih mendalam, penekanan pada praktek berkelanjutan, dan pengembangan kesadaran tentang pentingnya keberlanjutan dalam konteks kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada FKIP Universitas Tadulako yang telah memberikan ruang

untuk membenahi proses pengkonstruksi penelitian secara kolaboratif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aftab, J., Abid, N., Cucari, N., & Savastano, M. (2023). Green Human Resource Management And Environmental Performance: The Role Of Green Innovation And Environmental Strategy In A Developing Country. *Business Strategy And The Environment*, 32(4), 1782–1798. <https://doi.org/10.1002/Bse.3219>
- Ahmar, D. S., Azzajjad, M. F., & Syahrir, Muh. (2020). Students' Representation Ability In Chemistry. *Journal Of Applied Science, Engineering, Technology, And Education*, 2(2), 181–187. <https://doi.org/10.35877/454RI.Asci22124>
- Ahmar, D. S., Muhammad Fath Azzajjad, & Ahmar, A. S. (2023). The Effect Of Review Video Making On Problem Based Learning To Spatial Ability. *JINAV: Journal Of Information And Visualization*, 3(2), 104–108. <https://doi.org/10.35877/454RI.Jinav1441>
- Azizah, N., Muluk, H., & Milla, M. N. (2023). Pursuing Ideological Passion In Islamic Radical Group's Insurgency: A Case Study Of Negara Islam Indonesia. *Indonesian Journal Of Islam And Muslim Societies*, 13(1), 1–27. <https://doi.org/10.18326/Ijims.V13i1.1-27>
- Bjuland, R., & Mosvold, R. (2015). Lesson Study In Teacher Education: Learning From A Challenging Case. *Teaching And Teacher Education*, 52, 83–90. <https://doi.org/10.1016/J.Tate.2015.09.005>
- Cadena Triana, L. M., Padilha Lópes, M. C., Guerrero-Martin, L., Montes-Páez, E., & Guerrero-Martin, C. G.-M. (2021). Assessment Of Use Of Concentrated Solar Power Technology For Steam Generation And Subsequent Injection In A Colombian Oil Field: An Application Of Solar EOR. *DYNA*, 88(217), 220–227. <https://doi.org/10.15446/Dyna.V88n217.94330>
- Chin Mon, C., Dali, M. H., & Chap Sam, L. (2016). Implementation Of Lesson Study As An Innovative Professional Development Model Among Malaysian School Teachers. *Malaysian Journal Of Learning And Instruction*, Vol. 13, No. 1 June 2016, 83–111. <https://doi.org/10.32890/Mjli2016.13.1.5>
- Chiu, T. K. F., & Chai, C. (2020). Sustainable Curriculum Planning For Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, 12(14), 5568. <https://doi.org/10.3390/Su12145568>
- Ettinger, A. (2020). What BERT Is Not: Lessons From A New Suite Of Psycholinguistic Diagnostics For Language Models. *Transactions Of The Association For Computational Linguistics*, 8, 34–48. https://doi.org/10.1162/tacl_a_00298
- Ge, S., Foong, S. Y., Ma, N. L., Liew, R. K., Wan Mahari, W. A., Xia, C., Yek, P. N. Y., Peng, W., Nam, W. L., Lim, X. Y., Liew, C. M., Chong, C. C., Sonne, C., & Lam, S. S. (2020). Vacuum Pyrolysis Incorporating Microwave Heating And Base Mixture Modification: An Integrated Approach To Transform Biowaste Into Eco-Friendly Bioenergy Products. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 127, 109871. <https://doi.org/10.1016/J.Rser.2020.109871>
- Huysken, K., Olivey, H., Mcelmurry, K., Gao, M., & Avis, P. (2019). Assessing Collaborative, Project-Based Learning Models In Introductory Science Courses. *Journal Of The Scholarship Of Teaching And Learning*, 19(1). <https://doi.org/10.14434/Josotl.V19i1.26777>
- Innab, A., Albloushi, M., Alruwaili, M., Alqahtani, N., Alenazi, L., & Alkathiri, A. (2022). The Influence Of Sense Of Community And Satisfaction With E-Learning And Their Impact On Nursing Students' Academic Achievement. *The International Review Of Research In Open And Distributed Learning*, 23(4), 19–34. <https://doi.org/10.19173/Irrddl.V23i4.6436>
- Kwangmuang, P., Jarutkamolpong, S., Sangboonraung, W., & Daungtod, S. (2021). The Development Of Learning Innovation To Enhance Higher Order Thinking Skills For Students In Thailand Junior High Schools. *Heliyon*, 7(6), E07309. <https://doi.org/10.1016/J.Heliyon.2021.E07309>
- Lombardi, D., Shipley, T. F., Astronomy Team, Biology Team, Chemistry Team, Engineering Team, Geography Team, Geoscience Team, And Physics Team, Bailey, J. M., Bretones, P. S., Prather, E. E., Ballen, C. J., Knight, J. K., Smith, M. K., Stowe, R. L., Cooper, M. M., Prince, M., Atit, K., Uttal, D. H., Ladue, N. D., Mcneal, P. M., Ryker, K., St. John, K., Van Der Hoeven Kraft, K. J., & Docktor, J. L. (2021). The Curious Construct Of Active Learning. *Psychological Science In The Public*

- Interest*, 22(1), 8–43.
<https://doi.org/10.1177/1529100620973974>
- Marpaung, D. N., Pongkondek, J. J., Azzajjad, M. F., & Sukirno, S. (2021). Analysis Of Student Motivation Using Chemsketch On Hydrocarbon Topic In SMA Negeri 2 Merauke. *Journal Of Applied Science, Engineering, Technology, And Education*, 3(1), 69–73.
<https://doi.org/10.35877/454RI.Asci105>
- Nisar, Q. A., Haider, S., Ali, F., Jamshed, S., Ryu, K., & Gill, S. S. (2021). Green Human Resource Management Practices And Environmental Performance In Malaysian Green Hotels: The Role Of Green Intellectual Capital And Pro-Environmental Behavior. *Journal Of Cleaner Production*, 311, 127504.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127504>
- Orgill, M., York, S., & Mackellar, J. (2019). Introduction To Systems Thinking For The Chemistry Education Community. *Journal Of Chemical Education*, 96(12), 2720–2729.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00169>
- Sheldon, R. A., & Norton, M. (2020). *Green Chemistry And The Plastic Pollution Challenge: Towards A Circular Economy*. *Green Chemistry*, 22(19), 6310–6322.
<https://doi.org/10.1039/D0GC02630A>
- Singh, U. G. (2022). Book Review: The Distributed University For Sustainable Higher Education. *The International Review Of Research In Open And Distributed Learning*, 23(4), 190–192.
<https://doi.org/10.19173/irrodl.v23i4.6472>
- Uwineza, I., Uworwabayeho, A., & Yokoyama, K. (2023). Grade-3 Learners' Performance And Conceptual Understanding Development In Technology-Enhanced Teaching With Interactive Mathematics Software. *European Journal Of Educational Research*, 12(2), 759–774.
<https://doi.org/10.12973/Eu-Jer.12.2.759>
- Visvizi, A., & Lytras, M. (2018). It's Not A Fad: Smart Cities And Smart Villages Research In European And Global Contexts. *Sustainability*, 10(8), 2727.
<https://doi.org/10.3390/Su10082727>
- York, S., Lavi, R., Dori, Y. J., & Orgill, M. (2019). Applications Of Systems Thinking In STEM Education. *Journal Of Chemical Education*, 96(12), 2742–2751.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00261>
- Zimmerman, J. B., Anastas, P. T., Erythropel, H. C., & Leitner, W. (2020). Designing For A *Green Chemistry* Future. *Science*, 367(6476), 397–400.
<https://doi.org/10.1126/Science.Aay3060>