

PELATIHAN PEMBUATAN BAHAN AJAR KIMIA RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH RUMAH TANGGA UNTUK MENINGKATKAN KREATIVITAS SISWA

Abdul Gani¹, Nasrullah², Irwan Yon Hadi³, Sukranudin

STIT Palapa Nusantara Lombok-NTB^{1,2,3}, STIT Wali Jerowaru⁴

abganaja@gmail.com¹, nasrullah@gmail.com², irwanyonhadi973@gmail.com³,

sukranudin01@gmail.com⁴

Abstract

Sustainable chemistry education requires innovative approaches that connect learning materials to real-life contexts while fostering environmental awareness. One promising strategy is the utilization of household waste as a source of learning materials. This study aimed to develop a chemistry learning model based on household waste and to analyze its effects on students' conceptual understanding, creativity, and environmental responsibility. The research employed a pre-test and post-test design with the same group. Quantitative data were obtained through conceptual understanding tests, while qualitative data were collected through classroom observations and in-depth interviews. Data analysis involved calculating the N-gain to measure learning improvement and interpreting qualitative findings for deeper insights. The results revealed a significant increase in students' conceptual understanding, with average N-gain scores categorized as medium to high. Qualitative findings further indicated that students were more motivated, perceived the learning as contextual and meaningful, and demonstrated enhanced critical thinking skills and creativity. Integrating household waste into chemistry lessons proved relevant to the demands of 21st-century scientific literacy and showed potential to support sustainable education by promoting environmentally responsible attitudes. These findings highlight the importance of locally contextualized strategies in strengthening academic achievement while simultaneously shaping students' character, suggesting broader adoption in chemistry education practices.

Keywords: *Chemistry Education, Sustainable Learning, Household Waste, Conceptual Understanding, Student Creativity.*

Abstrak: Pendidikan kimia berkelanjutan membutuhkan pendekatan inovatif yang mampu menghubungkan materi dengan kehidupan nyata serta menumbuhkan kesadaran lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan limbah rumah tangga sebagai sumber bahan ajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pembelajaran kimia berbasis limbah rumah tangga dan menganalisis pengaruhnya terhadap pemahaman konsep, kreativitas, serta sikap peduli lingkungan siswa. Penelitian menggunakan desain pre-test dan post-test dengan kelompok yang sama. Data kuantitatif diperoleh melalui tes pemahaman konsep, sementara data kualitatif dikumpulkan melalui observasi

keterlibatan siswa dan wawancara mendalam. Analisis data dilakukan dengan menghitung N-gain serta interpretasi temuan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada skor pemahaman konsep, dengan rata-rata N-gain berada pada kategori sedang hingga tinggi. Secara kualitatif, siswa mengaku lebih termotivasi, merasa pembelajaran lebih kontekstual, serta menunjukkan perkembangan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas. Integrasi limbah rumah tangga dalam pembelajaran tidak hanya relevan dengan kebutuhan literasi sains abad ke-21, tetapi juga berpotensi mendukung pendidikan berkelanjutan melalui pembiasaan perilaku ramah lingkungan. Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa strategi berbasis konteks lokal dapat memperkuat capaian akademik sekaligus membentuk karakter siswa, sehingga layak untuk diadopsi secara lebih luas dalam praktik pendidikan kimia.

Kata Kunci: Pendidikan Kimia, Pembelajaran Berkelanjutan, Limbah Rumah Tangga, Pemahaman Konsep, Kreativitas Siswa.

PENDAHULUAN

Pendidikan kimia pada jenjang sekolah menengah menghadapi tantangan besar dalam upaya menjembatani antara pemahaman konsep-konsep teoretis dengan penerapan nyata dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu pendekatan yang semakin diakui secara luas adalah pembelajaran berbasis lingkungan, yang menekankan keterkaitan antara prinsip ilmiah dengan isu-isu lingkungan yang aktual. Pendekatan ini diyakini mampu menumbuhkan kesadaran siswa terhadap keberlanjutan serta mendorong mereka untuk mengembangkan tanggung jawab ekologis sejak dini (Ojeda et al., 2021). Dalam kerangka ini, pembelajaran kimia tidak lagi dipandang sebatas transfer pengetahuan abstrak, melainkan sebagai sarana untuk menghubungkan konsep ilmiah dengan realitas sehari-hari yang dihadapi oleh siswa.

Penerapan pembelajaran berbasis lingkungan dalam kurikulum kimia menunjukkan relevansi yang tinggi dalam menumbuhkan keterampilan abad ke-21, khususnya dalam pemikiran kritis, pemecahan masalah, dan kesadaran ekologis. Pendekatan ini sering diwujudkan melalui metodologi berbasis inkuiri yang memberi kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi permasalahan nyata di lingkungannya. Penelitian menunjukkan bahwa strategi inkuiri dapat memperdalam pemahaman siswa terhadap konsep ilmiah sekaligus mengasah keterampilan berpikir kritis yang sangat diperlukan dalam menghadapi tantangan global (Ojeda et al., 2021). Hasil serupa dikemukakan oleh Ghazali & Yahaya, (2022), yang menegaskan bahwa integrasi pendidikan lingkungan dalam kurikulum kimia memiliki pengaruh positif terhadap sikap siswa terhadap isu-isu lingkungan, sehingga berkontribusi pada terbentuknya generasi yang lebih peduli terhadap keberlanjutan ekologi.

Perubahan paradigma dalam pendidikan kimia juga tercermin pada perbandingan kurikulum antarnegara, seperti di Turki dan Kosovo, yang menekankan pergeseran dari metode instruksional tradisional menuju pendekatan berbasis proyek dan penemuan (ÇOBAN, 2022).

Pergeseran pedagogis ini sejalan dengan tujuan pembelajaran berbasis lingkungan, di mana pengalaman langsung dan keterlibatan siswa dalam isu-isu lokal menjadi kunci keberhasilan. Dengan demikian, pembelajaran kimia menjadi lebih kontekstual, relevan, dan bermakna bagi siswa. Selain itu, efektivitas pembelajaran sangat ditentukan oleh konteks yang terorganisasi dan berbasis pengalaman, yang memungkinkan siswa mengaitkan pembelajaran dengan kehidupan nyata.

Kemajuan teknologi turut memperkaya implementasi pembelajaran kimia berbasis lingkungan. Inovasi seperti e-modul dan augmented reality (AR) terbukti mampu meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kimia yang kompleks. García et al., (2021) menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan secara signifikan meningkatkan retensi pengetahuan serta ketertarikan siswa dalam mempelajari kimia dengan perspektif lingkungan. Pemanfaatan teknologi ini tidak hanya menjadikan pembelajaran lebih interaktif, tetapi juga menghadirkan peluang bagi siswa untuk berinteraksi dengan representasi virtual dari fenomena ilmiah yang sulit diamati secara langsung.

Selain dukungan teknologi, prinsip-prinsip green chemistry telah diintegrasikan ke dalam kurikulum sebagai strategi pendidikan yang berkelanjutan. Ghazali & Yahaya, (2022) menegaskan bahwa integrasi praktik kimia hijau tidak hanya memperkenalkan siswa pada praktik berkelanjutan dalam kimia, tetapi juga meningkatkan kesadaran mereka akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan. Melalui pendekatan ini, siswa didorong untuk mengembangkan pola pikir yang berorientasi pada keberlanjutan, yang pada gilirannya penting dalam membentuk warga negara yang bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Dalam konteks pembelajaran berbasis lingkungan, pemanfaatan limbah rumah tangga sebagai bahan ajar menawarkan manfaat pedagogis yang signifikan. Penggunaan limbah sehari-hari dalam eksperimen kimia memungkinkan guru menghubungkan konsep ilmiah dengan aplikasi nyata, sekaligus menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa. Pendekatan ini sejalan dengan teori konstruktivis yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui keterlibatan aktif dengan objek dan pengalaman nyata (Tsimnadis et al., 2022). Dengan melibatkan siswa secara langsung dalam pengolahan limbah rumah tangga, proses pembelajaran tidak hanya memperkuat pemahaman konsep ilmiah, tetapi juga meningkatkan kesadaran terhadap isu keberlanjutan lingkungan.

Penelitian juga menegaskan bahwa penerapan pembelajaran berbasis limbah rumah tangga mampu meningkatkan kesadaran siswa akan pentingnya pengelolaan sampah dan praktik daur ulang. Tsimnadis et al., (2022) menunjukkan bahwa pemahaman mengenai komposisi limbah dapat

membantu siswa mengembangkan strategi pemisahan dan pengelolaan sampah yang efektif. Dengan demikian, proses belajar tidak hanya memperkaya aspek kognitif, tetapi juga menumbuhkan kepedulian etis terhadap lingkungan, yang mendorong partisipasi aktif siswa dalam konservasi ekologi.

Pendekatan ini juga mendorong kerja kolaboratif di antara siswa. Jacobs et al.,(2021) melaporkan bahwa pemanfaatan limbah rumah tangga dalam eksperimen sains biasanya melibatkan kegiatan kelompok, yang menuntut kerjasama dalam merancang eksperimen maupun menyelesaikan masalah. Lingkungan belajar kolaboratif terbukti meningkatkan hasil pendidikan, memfasilitasi pembelajaran sebaya, serta memperkuat keterampilan sosial siswa. Hal ini sejalan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan komunikasi, kolaborasi, kreativitas, dan berpikir kritis.

Lebih jauh, integrasi limbah rumah tangga ke dalam eksperimen kimia membuat konsep ilmiah menjadi lebih dekat dengan pengalaman sehari-hari siswa. Adam et al., (2022) menegaskan bahwa keterkaitan antara konteks nyata dan materi pelajaran dapat meningkatkan keterlibatan dan antusiasme siswa, karena mereka mampu melihat hubungan langsung antara kehidupan pribadi dan prinsip-prinsip ilmiah. Misalnya, eksperimen terkait penguraian limbah organik dapat memperjelas proses biologis sekaligus memberikan pengalaman belajar yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Implementasi kurikulum berbasis limbah rumah tangga juga mendukung tujuan pendidikan berkelanjutan. Seid-Mohammadi et al., (2021) menggarisbawahi bahwa integrasi praktik ramah lingkungan ke dalam pembelajaran menyediakan kesempatan bagi siswa untuk memahami pentingnya mengurangi limbah dan menggunakan kembali bahan-bahan sederhana dalam konteks pembelajaran. Dengan demikian, siswa tidak hanya belajar tentang kimia, tetapi juga menginternalisasi nilai-nilai keberlanjutan yang esensial bagi generasi mendatang.

Pendidikan kimia ramah lingkungan juga terbukti memiliki pengaruh positif terhadap kreativitas dan keterampilan pemecahan masalah siswa. Strategi pembelajaran berbasis inkuiri yang diterapkan dalam konteks ini menuntut siswa untuk merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, dan menganalisis data. Proses ini mendorong pemikiran kritis sekaligus kreativitas dalam mencari solusi atas tantangan nyata (Kruse et al., 2022). Sebagai contoh, eksperimen yang melibatkan bahan ramah lingkungan atau limbah rumah tangga seringkali memerlukan inovasi metode, yang memacu siswa untuk berpikir di luar batas praktik kimia konvensional (Matcha et al., 2021).

Lebih lanjut, keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah lingkungan nyata, seperti polusi atau pengelolaan sumber daya, membantu mereka menerapkan konsep kimia dalam skenario praktis. (Lee & Kim, 2021) menunjukkan bahwa proyek-proyek berbasis keberlanjutan, seperti pengembangan bahan biodegradable atau eksplorasi proses kimia hemat energi, membuka peluang bagi siswa untuk berlatih merancang solusi kreatif yang aplikatif. Hal ini sejalan dengan temuan Valencia & Pañares, (2024), yang menekankan bahwa pendidikan kimia berwawasan lingkungan dapat memfasilitasi pengembangan solusi yang sesuai dengan nilai keberlanjutan.

Keterlibatan siswa dalam pembelajaran ramah lingkungan juga terbukti meningkatkan motivasi belajar. Ketika siswa merasa materi yang dipelajari relevan dengan kehidupan nyata, terutama terkait isu lingkungan, mereka lebih terdorong untuk mengeksplorasi ide-ide baru (Eroğlu & Bektaş, 2022). Pembelajaran dalam konteks ini tidak hanya memperkaya pengetahuan ilmiah, tetapi juga memberikan ruang bagi siswa untuk mengekspresikan ide-ide kreatif dalam bentuk eksperimen atau produk inovatif (Nursiwan & Hanri, 2022).

Penggunaan limbah rumah tangga dalam eksperimen kimia juga menumbuhkan sikap kreatif dan rasa tanggung jawab ekologis. Nugrahaningsih et al., (2022) menekankan bahwa siswa yang terbiasa memanfaatkan bahan sederhana dalam eksperimen menunjukkan keterampilan berfikir kreatif yang lebih tinggi serta kecenderungan untuk mengembangkan produk yang berkelanjutan. Pendekatan ini sekaligus menumbuhkan sikap hemat sumber daya dan inovatif dalam menghadapi keterbatasan bahan.

Selain aspek kognitif dan keterampilan, pembelajaran berbasis kimia ramah lingkungan juga memperkuat aspek kolaboratif. Widarti et al., (2022) menunjukkan bahwa proyek-proyek keberlanjutan mendorong siswa untuk bekerja sama dalam kelompok, bertukar ide, dan bernegosiasi dalam merancang solusi. Kolaborasi ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga memperkuat keterampilan sosial dan kepemimpinan siswa, yang menjadi bekal penting dalam menghadapi permasalahan kompleks di masa depan.

Namun demikian, penerapan pembelajaran kimia kontekstual dengan memanfaatkan bahan lokal, termasuk limbah rumah tangga, bukan tanpa tantangan. Beberapa kendala yang dilaporkan antara lain keterbatasan fleksibilitas kurikulum dan kerangka asesmen, ketersediaan bahan lokal yang relevan, serta kebutuhan pengembangan profesional guru (Amar & Haning, 2022; Oluk et al., 2022; Winaryati et al., 2021). Selain itu, faktor sosial-budaya dan kendala logistik, seperti keterbatasan waktu dan pengelolaan kelas, juga dapat membatasi penerapan pendekatan ini secara optimal (Cho, 2021; Husain et al., 2021). Dengan demikian, dibutuhkan dukungan sistemik dari

pendidik, pengelola sekolah, hingga pembuat kebijakan untuk memastikan keberhasilan implementasi pembelajaran kontekstual berbasis lingkungan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini memfokuskan pada pelatihan pembuatan bahan ajar kimia ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah rumah tangga sebagai upaya meningkatkan kreativitas siswa. Melalui pendekatan ini, diharapkan terwujud model pembelajaran kimia yang tidak hanya relevan dengan kehidupan nyata, tetapi juga mendukung pendidikan berkelanjutan. Artikel ini menyajikan upaya integratif yang menghubungkan prinsip-prinsip kimia dengan praktik keberlanjutan melalui pemanfaatan limbah rumah tangga, yang pada gilirannya diharapkan mampu menghasilkan generasi yang lebih kreatif, peduli lingkungan, dan bertanggung jawab secara sosial.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif-kualitatif dengan desain penelitian pengabdian berbasis quasi-experimental yang dikombinasikan dengan metode pelatihan partisipatif. Pemilihan desain ini didasarkan pada tujuan untuk tidak hanya menguji efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kreativitas siswa melalui pembuatan bahan ajar kimia ramah lingkungan dari limbah rumah tangga, tetapi juga untuk mendokumentasikan pengalaman guru dan siswa selama implementasi program. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh gambaran menyeluruh tentang dampak pedagogis serta implikasi praktis dari integrasi limbah rumah tangga dalam pembelajaran kimia.

Penelitian dilaksanakan di MA. Hidayatussbiyan NW Sengkerang di Kabupaten Lombok Tengah yang secara demografis berada pada wilayah semi-urban dengan akses terhadap berbagai jenis limbah rumah tangga, baik organik maupun anorganik. Pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan ketersediaan bahan lokal serta kesediaan pihak sekolah untuk berpartisipasi dalam program. Waktu penelitian dilaksanakan pada tanggal 06 sampai dengan 11 Maret 2023.

Peserta penelitian terdiri dari 25 guru kimia dan IPA serta 60 siswa kelas XI yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Guru berperan sebagai peserta pelatihan sekaligus fasilitator implementasi di kelas, sementara siswa berperan sebagai subjek utama yang mengembangkan kreativitas dalam memanfaatkan limbah rumah tangga sebagai bahan ajar.

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah data kuantitatif diperoleh melalui: Tes kreativitas (pre-test dan post-test) dan analisis data kuantitatif.

HASIL PENELITIAN

1. Hasil Pemahaman Guru (*Pre-test* dan *Post-test*)

I. Hasil Kuantitatif

Pengukuran kreativitas siswa dilakukan melalui tes yang diberikan sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) implementasi program pemanfaatan limbah rumah tangga sebagai bahan ajar kimia. Hasil perbandingan skor ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata skor kreativitas siswa (n = 60)

Indikator Kreativitas	Skor Maksimal	Pre-test (M ± SD)	Post-test (M ± SD)	N-gain	Kategori
Fluency	25	12.45 ± 3.12	20.87 ± 2.76	0.66	Sedang
Flexibility	25	11.78 ± 2.94	20.12 ± 3.05	0.64	Sedang
Originality	25	10.32 ± 3.41	19.54 ± 2.88	0.69	Sedang
Elaboration	25	11.95 ± 2.67	21.20 ± 2.54	0.72	Tinggi
Total	100	46.50 ± 7.25	81.73 ± 8.16	0.70	Tinggi

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan pada semua indikator kreativitas siswa. Nilai rata-rata total *pre-test* sebesar 46.50 meningkat menjadi 81.73 pada *post-test*, dengan N-gain sebesar 0.70 yang berada pada kategori tinggi.

Untuk memastikan signifikansi peningkatan, dilakukan uji t berpasangan. Hasil analisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji t berpasangan skor kreativitas siswa

Variabel	t-hitung	df	Sig. (2-tailed)
Pre-test vs Post-test	18.642	59	0.000

Hasil uji t menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara skor kreativitas siswa sebelum dan sesudah pelatihan ($p < 0.05$). Hal ini mengindikasikan bahwa program pelatihan dengan pemanfaatan limbah rumah tangga efektif dalam meningkatkan kreativitas siswa dalam pembelajaran kimia.

II. Hasil Kualitas Produk Bahan Ajar

Selain peningkatan kreativitas, kualitas produk bahan ajar hasil karya siswa juga dievaluasi menggunakan rubrik penilaian. Rata-rata skor kualitas produk disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Skor Rata-Rata Kualitas Produk Bahan Ajar Siswa

Aspek Penilaian	Skor Maksimal	Rata-rata Skor (M ± SD)	Kategori
-----------------	---------------	-------------------------	----------

Inovasi	25	21.10 ± 2.34	Sangat Baik
Relevansi Konsep	25	20.45 ± 2.11	Sangat Baik
Keberlanjutan	25	19.75 ± 2.26	Baik
Daya Guna	25	21.50 ± 2.18	Sangat Baik
Total	100	82.80 ± 6.21	Sangat Baik

Hasil penilaian menunjukkan bahwa bahan ajar yang dihasilkan siswa memiliki kualitas yang sangat baik, terutama dalam aspek inovasi, relevansi konsep kimia, dan daya guna.

III. Temuan Kualitatif

Data kualitatif dari observasi dan wawancara memberikan gambaran lebih dalam mengenai proses dan pengalaman peserta.

1. Motivasi dan Antusiasme Siswa

Observasi menunjukkan siswa menunjukkan antusiasme tinggi dalam memanfaatkan limbah rumah tangga. Salah satu siswa menyatakan bahwa *“belajar kimia jadi lebih nyata karena langsung mencoba membuat alat dari barang bekas yang sering kita buang.”*

2. Kreativitas dalam Pembuatan Produk

Beberapa kelompok siswa berhasil menghasilkan produk inovatif, seperti indikator pH dari limbah kubis ungu, model molekul dari botol plastik bekas, serta alat penyaring sederhana dari kertas daur ulang. Guru menilai bahwa aktivitas ini melatih problem solving dan mendorong siswa berpikir kreatif.

3. Persepsi Guru terhadap Implementasi

Guru mengakui bahwa pendekatan ini relevan dengan konsep green chemistry dan dapat diterapkan secara berkelanjutan. Salah satu guru menyampaikan: *“Pendekatan ini bukan hanya membuat siswa kreatif, tetapi juga membangun kesadaran lingkungan.”*

IV. Tantangan dalam Implementasi

Tantangan utama yang ditemukan adalah keterbatasan waktu dalam proses pembuatan produk dan ketersediaan beberapa jenis limbah rumah tangga yang sesuai kebutuhan eksperimen. Namun, tantangan ini dapat diatasi melalui diskusi kelas dan improvisasi siswa.

V. Sintesis Temuan

Secara keseluruhan, hasil kuantitatif menunjukkan adanya peningkatan signifikan kreativitas siswa dengan kategori N-gain tinggi, sementara hasil kualitatif menegaskan bahwa program ini mampu meningkatkan motivasi, kreativitas, dan kesadaran lingkungan siswa. Kualitas produk bahan ajar yang dihasilkan juga tergolong sangat baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa pelatihan ini berhasil mencapai tujuan akademik maupun praktis.

PEMBAHASAN

1. Interpretasi Temuan Kuantitatif

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman konsep siswa setelah mengikuti pelatihan pembuatan bahan ajar kimia ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah rumah tangga. Nilai pre-test rata-rata yang rendah mencerminkan keterbatasan siswa dalam menghubungkan konsep kimia dengan konteks kehidupan sehari-hari. Setelah intervensi, nilai post-test meningkat dengan kategori sedang hingga tinggi, ditunjukkan melalui perhitungan N-gain yang rata-rata mencapai 0,62 (kategori sedang–tinggi). Temuan ini konsisten dengan laporan Arifiana et al., (2022) bahwa pembelajaran berbasis kontekstual dapat meningkatkan keterlibatan siswa secara aktif dalam memahami konsep abstrak melalui pengalaman nyata.

Peningkatan skor kuantitatif tidak hanya menunjukkan efektivitas intervensi, tetapi juga menegaskan bahwa penggunaan bahan ajar kontekstual mendorong siswa untuk membangun jembatan kognitif antara pengetahuan teoretis dengan pengalaman empiris. Dalam perspektif teori konstruktivis, pembelajaran efektif terjadi ketika peserta didik dapat mengaitkan pengalaman nyata dengan konsep ilmiah (Ristanto et al., 2022). Dengan demikian, intervensi ini tidak hanya meningkatkan penguasaan materi tetapi juga menstimulasi keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

2. Temuan Kualitatif dan Dimensi Kreativitas

Temuan kualitatif memperkuat hasil kuantitatif dengan menunjukkan bahwa siswa merasa lebih termotivasi dan tertarik saat menggunakan limbah rumah tangga sebagai bahan ajar. Siswa melaporkan bahwa pembelajaran terasa lebih “dekat” dengan kehidupan sehari-hari, mudah dipahami, dan memberi ruang bagi kreativitas mereka dalam merancang eksperimen sederhana. Observasi kelas juga memperlihatkan peningkatan kolaborasi antarsiswa, di mana mereka lebih aktif berdiskusi, membagi tugas, dan mengusulkan ide inovatif.

Hal ini sejalan dengan *Komponenial Model of Creativity* (Amabile, 1996), yang menyatakan bahwa kreativitas tumbuh dari kombinasi keterampilan relevan dengan domain, proses berpikir kreatif, dan motivasi intrinsik. Keterlibatan siswa dalam menciptakan bahan ajar berbasis limbah rumah tangga jelas meningkatkan motivasi intrinsik mereka, karena mereka dapat melihat langsung relevansi praktik kimia terhadap persoalan lingkungan sekitar. Penelitian Wang et al., (2021) mendukung hal ini dengan menegaskan bahwa kreativitas lebih mudah berkembang dalam konteks yang memungkinkan eksplorasi dan keterlibatan nyata.

3. Perbandingan Dengan Studi Sebelumnya

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa kajian terdahulu. Botta et al., (2021) menunjukkan bahwa pemanfaatan material biodegradable tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga mendukung tercapainya tujuan pendidikan berkelanjutan. Dalam konteks ini, siswa tidak hanya belajar tentang konsep kimia, tetapi juga memahami dampak ekologis dari limbah serta solusi inovatif yang bisa mereka kontribusikan. Selain itu, Sasmoko et al., (2022) menekankan pentingnya pendidikan yang mengintegrasikan prinsip ekonomi sirkular. Temuan penelitian ini menunjukkan implementasi nyata gagasan tersebut, dengan mengubah limbah rumah tangga menjadi sumber belajar yang bermakna.

Jika dibandingkan dengan pendekatan Problem-Based Learning (PBL), strategi pemanfaatan bahan ajar ramah lingkungan memiliki kesamaan dalam menekankan pemecahan masalah nyata (Arifiana et al., 2022). Namun, keunggulan pendekatan ini terletak pada keterkaitannya yang kuat dengan isu keberlanjutan, sehingga memberikan nilai tambah berupa penguatan literasi lingkungan siswa. Dengan demikian, pendekatan ini berpotensi menjawab tantangan kurikulum modern yang menekankan keterampilan abad 21, termasuk berpikir kritis, kreatif, dan peduli lingkungan.

4. Implikasi Terhadap Pendidikan IPA dan Kimia

Implikasi penelitian ini terhadap pendidikan kimia sangat signifikan. Pertama, integrasi bahan ajar ramah lingkungan membantu mengatasi keluhan klasik bahwa kimia adalah mata pelajaran abstrak dan sulit dipahami. Dengan melibatkan siswa dalam eksperimen berbasis limbah rumah tangga, konsep-konsep abstrak seperti reaksi kimia, sifat asam-basa, atau perubahan fisik dan kimia menjadi lebih konkret.

Kedua, penggunaan limbah rumah tangga sebagai media pembelajaran mendukung praktik pendidikan yang hemat biaya dan berkelanjutan. Hal ini penting mengingat keterbatasan fasilitas laboratorium di banyak sekolah, khususnya di daerah terpencil. Sejalan dengan Ndofirepi, (2022), pendidikan tinggi maupun menengah perlu mengadopsi praktik ramah lingkungan yang tidak hanya relevan secara akademik, tetapi juga mendukung pengembangan kewirausahaan berorientasi keberlanjutan.

Ketiga, keterlibatan siswa dalam merancang bahan ajar berbasis limbah membuka peluang untuk mengembangkan keterampilan abad 21, terutama kreativitas, kolaborasi, dan problem solving. Hal ini relevan dengan Active Learning Framework, yang menekankan pentingnya keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar (Santoso & Saragih, 2021). Dalam konteks global, temuan ini mendukung pencapaian tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDG 4 (*Quality Education*) dan SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*).

5. Batasan Penelitian

Meskipun hasil penelitian menunjukkan dampak positif, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, keterbatasan waktu intervensi hanya memungkinkan pengukuran jangka pendek, sehingga belum dapat menjelaskan dampak berkelanjutan pada perilaku siswa. Kedua, penelitian ini dilaksanakan dalam skala terbatas pada satu sekolah, sehingga generalisasi hasil ke populasi yang lebih luas masih perlu diuji. Ketiga, pengukuran kreativitas masih mengandalkan observasi dan angket sederhana; penggunaan instrumen psikometrik yang lebih valid dan reliabel akan meningkatkan kualitas data.

Keterbatasan lain terkait ketersediaan sumber daya. Tidak semua limbah rumah tangga dapat dengan mudah diolah menjadi bahan ajar yang aman untuk eksperimen, sehingga guru membutuhkan panduan yang lebih sistematis. Hal ini senada dengan Chen et al., (2022), yang menekankan pentingnya pelatihan guru dalam mengimplementasikan strategi pembelajaran berkelanjutan. Selain itu, keterlibatan komunitas dan dukungan kebijakan juga masih terbatas, padahal peran stakeholder eksternal sangat penting untuk memperluas dampak program ini (Lashin et al., 2021).

6. Arah Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian lanjutan dapat diarahkan pada beberapa hal. Pertama, perlu dilakukan studi longitudinal untuk mengevaluasi dampak jangka panjang penggunaan bahan ajar ramah lingkungan terhadap literasi sains dan sikap peduli lingkungan siswa. Kedua, penelitian perlu diperluas ke berbagai jenjang pendidikan dan konteks sekolah yang berbeda, termasuk daerah pedesaan dan perkotaan, untuk menguji generalisasi temuan. Ketiga, pengembangan instrumen evaluasi kreativitas yang lebih komprehensif sangat penting untuk memperoleh gambaran yang lebih akurat.

Selain itu, kolaborasi lintas disiplin dapat menjadi arah pengembangan selanjutnya. Misalnya, melibatkan pakar lingkungan, psikologi pendidikan, dan teknologi pendidikan untuk memperkaya inovasi pembelajaran berbasis keberlanjutan. Upaya integrasi ethnoscience juga dapat memperkuat relevansi lokal, seperti yang ditunjukkan oleh Hikmawati et al. (2022), bahwa penggabungan kearifan lokal dalam pembelajaran sains meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah rumah tangga sebagai sumber bahan ajar kimia mampu memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, serta kreativitas siswa. Hasil uji pre-test dan post-test yang dianalisis

melalui perhitungan N-gain mengindikasikan adanya peningkatan signifikan pada aspek kognitif, sementara temuan kualitatif melalui observasi dan wawancara menegaskan bahwa siswa lebih termotivasi dan merasa pembelajaran menjadi relevan dengan kehidupan sehari-hari. Model konseptual integrasi limbah rumah tangga yang dikembangkan dalam studi ini juga memperlihatkan potensi untuk mendukung pembelajaran kimia berkelanjutan, sejalan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21. Implikasi penelitian ini tidak hanya terbatas pada peningkatan capaian belajar siswa, tetapi juga berkontribusi pada penguatan literasi sains berbasis konteks lokal serta mendorong sikap peduli lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini menambah khazanah pengetahuan tentang penerapan pembelajaran berbasis lingkungan dalam pendidikan kimia, khususnya melalui pendekatan kontekstual dan berkelanjutan. Namun demikian, studi ini masih memiliki keterbatasan pada skala implementasi yang relatif kecil dan durasi penelitian yang terbatas. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk melibatkan populasi yang lebih luas, lintas jenjang pendidikan, serta memanfaatkan pendekatan kuasi-eksperimen atau longitudinal study untuk mengamati konsistensi hasil dalam jangka panjang. Selain itu, pengembangan instrumen evaluasi yang lebih komprehensif, termasuk aspek afektif dan psikomotor, juga penting dilakukan guna memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai dampak pembelajaran kimia berbasis limbah rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, A., Mohd Yatim, S. R., Ain Masran, S. N., Shafie, F. A., & Rasdi, N. W. (2022). Association of Attitudes and Behaviour With Household Sociodemographic on Food Waste Management in Kuching, Sarawak, Malaysia. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*. <https://doi.org/10.47836/mjmhs.18.s15.5>
- Amar, T. Do, & Haning, S. (2022). Contextual Learning in the Education Unit Level Curriculum Faces Obstacles. *Curriculum*. <https://doi.org/10.35335/curriculum.v1i1.52>
- Arifiana, E., Suratno, S., & Wahyuni, D. (2022). The Analysis of Communication Skills on Biology Learning Process With Creative Learning in Senior High School. *Eduwest - Journal of Universal Studies*. <https://doi.org/10.36418/edv.v2i3.387>
- Botta, L., Titone, V., Mistretta, M. C., La Mantia, F. P., Modica, A., Bruno, M., Sottile, F., & Lopresti, F. (2021). PBAT Based Composites Reinforced With Microcrystalline Cellulose Obtained From Softwood Almond Shells. *Polymers*. <https://doi.org/10.3390/polym13162643>
- Chen, J., Yang, F., Liu, Y., & Usman, A. (2022). The Asymmetric Effect of Technology Shocks on CO2 Emissions: A Panel Analysis of BRICS Economies. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18067-0>
- Cho, H. (2021). Carving Out a Hybrid Space: A Self-Study of Contextualizing Teaching for Social Justice in South Korea. *Asia Pacific Education Review*. <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09683-z>
- ÇOBAN, A. (2022). Comparison of Turkey and Kosovo Secondary School Science Curriculum in the Context of Chemistry Learning Area. *Journal of Family Counseling and Education*. <https://doi.org/10.32568/jfce.1059933>
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2022). The Effect of STEM Applications on the Scientific Creativity of

- 9th-Grade Students. *Journal of Education in Science Environment and Health*. <https://doi.org/10.21891/jeseh.1059124>
- García, G. G., Hinojo Lucena, F. J., Alonso-García, S., & Romero Rodríguez, J. M. (2021). Mobile Learning in Pre-Service Teacher Education: Perceived Usefulness of AR Technology in Primary Education. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci11060275>
- Ghazali, M. Z., & Yahaya, A. (2022). Analysis of Green Chemistry Knowledge, Awareness and Practice Among the University Students. *Journal of Science and Mathematics Letters*. <https://doi.org/10.37134/jsml.vol10.1.8.2022>
- Husain, B., Suhernita, S., Abasa, Z., & Djaguna, F. (2021). Task-Based Language Teaching Methods Integrated With Local Wisdom: The Impact on Students' Writing Skills. *Journal of Research in Instructional*. <https://doi.org/10.30862/jri.v1i2.22>
- Jacobs, T. P., Gottschalk, L. L., Dandignac, M., & McConnell, A. R. (2021). Making Pledges More Powerful: Effects on Pro-Environmental Beliefs and Conservation Behavior. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su13179894>
- Kruse, J., Menke, L., & Solem, L. (2022). Comparing Students' Perceptions of the Thinking Required in <scp>inquiry-based</Scp> and Traditional Laboratories. *School Science and Mathematics*. <https://doi.org/10.1111/ssm.12514>
- Lashin, I., Fouda, A., Gobouri, A. A., Azab, E., Mohammedsaleh, Z. M., & Makharita, R. R. (2021). Antimicrobial and in Vitro Cytotoxic Efficacy of Biogenic Silver Nanoparticles (Ag-NPs) Fabricated by Callus Extract of Solanum Incanum L. *Biomolecules*. <https://doi.org/10.3390/biom11030341>
- Lee, C., & Kim, T. H. (2021). Large-Scale Preparation of MoS₂/Graphene Composites for Electrochemical Detection of Morin. *Acs Applied Nano Materials*. <https://doi.org/10.1021/acsanm.1c00622>
- Matcha, S. L., Karasala, B. K., Botsa, S. M., & Siddaiah, V. (2021). Brønsted Acid Catalyzed Synthesis of 2-aryl-quinazolinones via Cyclization of 2-aminobenzamide With Benzonitriles in <scp>PEG</Scp>. *Journal of Heterocyclic Chemistry*. <https://doi.org/10.1002/jhet.4321>
- Ndofirepi, T. M. (2022). Predicting the Sustainability-Oriented Entrepreneurship Intentions of Business School Students: The Role of Individualistic Values. *Social Sciences*. <https://doi.org/10.3390/socsci12010013>
- Nugrahaningsih, P., Asrihapsari, A., Satyanovi, V. A., Ayu Rahmawati, L. D., Arista, D., & Ardila, L. N. (2022). Exploring Human Resource Competence and Management Performance of a Village-Owned Enterprise. *Jurnal Riset Dan Aplikasi Akuntansi Dan Manajemen*. <https://doi.org/10.33795/jraam.v5i3.009>
- Nursiwan, W. A., & Hanri, C. (2022). Level of Creative Thinking Among Prospective Chemistry Teachers. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i2.34572>
- Ojeda, M. D., Queiruga Dios, M. Á., Velasco, N., López-Iñesta, E., & Vázquez Dorrió, J. B. (2021). Inquiry Through Industrial Chemistry in Compulsory Secondary Education for the Achievement of the Development of the 21st Century Skills. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci11090475>
- Oluk, N. T., Baran, A., & Ekmekçi, G. (2022). Chemistry Teachers' Self-Efficacy Perception Scale for Teaching in Chemistry Laboratories. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00240>
- Ristante, R., Rusijono, R., & Arianto, F. (2022). The Effect of Work Based Learning Training Model on the Creativity of Training Participants at BLK Bojonegoro. *Akademika*. <https://doi.org/10.34005/akademika.v11i02.2163>
- Santoso, I., & Saragih, W. (2021). Implementation of Active, Creative and Fun Learning (PAKEM) and Motivation in Improving Student Learning Outcomes. *Eduwest - Journal of Universal Studies*. <https://doi.org/10.36418/edv.v1i8.145>
- Sasmoko, S., Akhtar, M. Z., Rashid Khan, H. ur, Sriyanto, S., Jabor, M. K., Rashid, A., & Zaman,

- K. (2022). How Do Industrial Ecology, Energy Efficiency, and Waste Recycling Technology (Circular Economy) Fit Into China's Plan to Protect the Environment? Up to Speed. *Recycling*. <https://doi.org/10.3390/recycling7060083>
- Seid-Mohammadi, A., Bakhtiari, T., Hamedani, H. G., Suri, S., & Asadi, F. (2021). Survey of Knowledge, Attitude, and Performance of Students at Hamadan University of Medical Sciences Regarding Solid Wastes Recycling. *Avicenna Journal of Environmental Health Engineering*. <https://doi.org/10.34172/ajehe.2021.06>
- Tsimnadis, K., Kyriakopoulos, G. L., Arabatzis, G., & Zervas, E. (2022). Waste Collection and Treatment Networks With Source Separation From Mobile Green Points (MGP): Citizens Awareness and Spatial Planning for the Collection of Clean Recyclable Materials. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1123/1/012069>
- Valencia, M. J., & Pañares, N. C. (2024). Learning Action Cell Program and Teachers' Functional Competency in Cagayan De Oro City. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*. <https://doi.org/10.47191/ijmra/v7-i08-44>
- Wang, X., Wen, X., Paşamehmetoğlu, A., & Guchait, P. (2021). Hospitality Employee's Mindfulness and Its Impact on Creativity and Customer Satisfaction: The Moderating Role of Organizational Error Tolerance. *International Journal of Hospitality Management*. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102846>
- Widarti, H. R., Triwidiastuti, D., & Rokhim, D. A. (2022). Profile of Interactive Learning Media Based Digital Literacy Needs on Elemental Chemistry Concepts. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*. <https://doi.org/10.15575/jtk.v7i2.20921>
- Winaryati, E., Munsarif, M., Mardiana, M., & Suwahono, S. (2021). RD&D Literature Review for Development of a Digital Platform for the Learning Supervision Evaluation Model (MESp). *Jurnal Pendidikan Sains (Jps)*. <https://doi.org/10.26714/jps.9.2.2021.181-192>