



Pemanasan global: penggunaan alat peraga praktikum dengan balon sebagai representasi efek rumah kaca dan dampaknya pada bumi

Reiffannisa Dwimuhaqaida*, Galih Aji Prayoga, Yuvita Oktarisa, Yudi Guntara

Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

*Email: 2280210045@untirta.ac.id

ABSTRACT

This study aims to develop and implement a balloon-based practical teaching aid as a representation of the greenhouse effect to facilitate students' understanding of global warming. The method used is the ADDIE development model which includes Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate stages. The props used PVC balloons, CO₂ gas, heaters, thermocouples, and Arduino to visualise temperature differences due to the influence of greenhouse gases. The results showed that the balloon filled with CO₂ gas experienced a slower temperature drop compared to the balloon filled with regular air, illustrating the role of CO₂ in trapping heat in the atmosphere. Expert validation and classroom implementation showed that the teaching aids were effective in improving students' understanding, although some students still needed assistance in data analysis. Overall, this teaching aid is feasible to use as learning media to increase students' awareness of climate change issues

Keywords: global warming, greenhouse effect, teaching aids, carbon dioxide, ADDIE model

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan alat peraga praktikum berbasis balon sebagai representasi efek rumah kaca untuk memfasilitasi pemahaman siswa tentang pemanasan global. Metode yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate. Alat peraga yang digunakan adalah balon PVC, gas CO₂, pemanas, termokopel, dan Arduino untuk memvisualisasikan perbedaan suhu akibat pengaruh gas rumah kaca. Hasil penelitian menunjukkan bahwa balon yang diisi dengan gas CO₂ mengalami penurunan suhu yang lebih lambat dibandingkan dengan balon yang diisi dengan udara biasa, yang menggambarkan peran CO₂ dalam memerangkap panas di atmosfer. Validasi ahli dan implementasi di kelas menunjukkan bahwa alat peraga ini efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa, meskipun beberapa siswa masih membutuhkan bantuan dalam analisis data. Secara keseluruhan, alat peraga ini layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan kesadaran siswa terhadap isu perubahan iklim.

Kata Kunci: pemanasan global, efek rumah kaca, alat peraga, karbon dioksida, model ADDIE

PENDAHULUAN

Pemanasan global adalah fenomena peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan di Bumi (Leu, 2021), yang terjadi akibat emisi gas rumah kaca (*Greenhouse Gases*/GHG), seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrous oxide (N₂O) yang terperangkap di atmosfer Bumi (Wahyudi, 2018). Peningkatan suhu rata-rata ini disebabkan

oleh aktivitas manusia, terutama pembakaran bahan bakar fosil yang menghasilkan CO₂, deforestasi, serta industri lainnya yang mengeluarkan emisi gas berbahaya (Mulyani, 2021; Zain et al., 2024). Dampak dari pemanasan global meliputi perubahan iklim ekstrem, naiknya permukaan air laut, cuaca yang lebih panas, serta gangguan pada ekosistem dan biodiversitas yang ada (Dhea et al., 2022). Gas rumah kaca seperti CO₂ memiliki peran yang signifikan dalam proses ini. CO₂ adalah gas rumah kaca yang paling banyak diproduksi akibat aktivitas manusia dan telah menyebabkan peningkatan suhu rata-rata Bumi hampir 1,2°C sejak era pra-industri.

Pentingnya pemahaman tentang pemanasan global dan efek rumah kaca sangat mendasar, terutama bagi generasi muda, agar mereka dapat memahami dampak yang ditimbulkan serta langkah-langkah mitigasi yang perlu diambil (Amani et al., 2021). Pemahaman ini menjadi kunci dalam mendorong kesadaran dan tindakan kolektif guna mengurangi emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, pendekatan yang menyenangkan dan mudah dipahami sangat diperlukan, salah satunya dengan memanfaatkan alat peraga praktikum yang dapat memvisualisasikan dampak pemanasan global. Pendekatan semacam ini diharapkan dapat memperkuat pemahaman dan meningkatkan partisipasi aktif dalam upaya mitigasi perubahan iklim.

Penggunaan alat peraga praktikum, seperti balon yang diisi dengan udara dan CO₂, merupakan metode yang efektif dalam mengilustrasikan fenomena pemanasan global. Balon yang diisi dengan CO₂ dapat menggambarkan atmosfer Bumi yang terpengaruh oleh gas rumah kaca, yang menyebabkan peningkatan suhu dan ukuran balon itu sendiri (Levendis et al., 2020). Melalui eksperimen ini, peserta praktikum dapat mengamati secara langsung bagaimana gas rumah kaca berperan dalam memerangkap panas dan memperburuk pemanasan global. Alat peraga ini memberikan gambaran visual yang jelas mengenai konsep-konsep abstrak, sehingga memungkinkan peserta untuk lebih mudah memahami interaksi antara gas rumah kaca dan atmosfer Bumi.

Penelitian mengenai pemanasan global telah menunjukkan bahwa upaya mitigasi yang efektif hanya dapat terwujud melalui pemahaman yang mendalam tentang faktor penyebab dan konsekuensi dari pemanasan global. Oleh karena itu, pendidikan tentang topik ini, khususnya di kalangan pelajar, sangat penting untuk meningkatkan kesadaran mengenai pentingnya tindakan preventif. Dengan memanfaatkan alat peraga praktikum yang sederhana namun efektif, pemahaman tentang pemanasan global dapat lebih mudah disampaikan kepada siswa. Namun, alat yang digunakan dalam penelitian sebelumnya lebih bersifat demonstrasi daripada eksperimen interaktif yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi dan mengubah parameter eksperimen secara langsung (Levendis et al., 2020). Hal ini mengurangi potensi pembelajaran yang mendalam, di mana siswa dapat memahami lebih baik konsep-konsep melalui eksperimen dan *trial and error*. Untuk itu, pengembangan alat peraga yang lebih interaktif dan memungkinkan siswa untuk berperan aktif dalam eksperimen sangat diperlukan agar pemahaman mereka tentang pemanasan global semakin mendalam dan aplikatif. Dengan langkah ini, diharapkan dapat melahirkan agen perubahan yang mampu menangani perubahan iklim yang semakin nyata.

METODE

Metode penelitian ini menggunakan model ADDIE yang meliputi lima tahapan: *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Penelitian ini dilakukan dengan subjek siswa SMA yang melakukan praktikum menggunakan alat peraga balon PVC yang diisi CO₂ dan udara biasa untuk memvisualisasikan efek rumah kaca. Sumber data diperoleh dari pengukuran suhu balon menggunakan termokopel dan Arduino. Instrumen pengumpulan data berupa hasil siswa melalui LKPD serta umpan balik dari siswa dan ahli materi. Data dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif untuk menilai efektivitas alat praktikum dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang pemanasan global dan efek rumah kaca.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah hasil eksperimen pemanasan global dan model ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate) yang digunakan untuk mengembangkan kegiatan praktikum pemanasan global yang melibatkan penggunaan alat peraga untuk memodelkan efek rumah kaca. Alat yang digunakan dalam kegiatan praktikum ini meliputi balon PVC, termokopel, pemanas cartridge, gas CO₂, udara, Arduino, modul MAX6675, dan kabel.

Melalui eksperimen ini, siswa dapat melihat secara langsung bagaimana CO₂, sebagai salah satu gas rumah kaca utama, menangkap panas yang terperangkap di atmosfer Bumi, yang menyebabkan terjadinya efek rumah kaca. Efek rumah kaca terjadi ketika gas-gas tertentu, seperti CO₂, metana (CH₄), dan uap air, menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah, mencegah panas keluar ke luar angkasa. Akibatnya, suhu permukaan Bumi meningkat, yang menyebabkan pemanasan global (Kweku et al., 2018). Fenomena ini, meskipun penting untuk menjaga suhu Bumi agar tetap layak huni, telah diperburuk oleh aktivitas manusia, khususnya pembakaran bahan bakar fosil, yang melepaskan CO₂ dalam jumlah berlebihan ke atmosfer (Singh & Purohit, 2014).

Implikasi dari percobaan ini sejalan dengan temuan-temuan dari studi terbaru yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gas rumah kaca, terutama CO₂, merupakan penyebab utama perubahan iklim. Menurut Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), kenaikan suhu global yang terjadi sejak pertengahan abad ke-20 disebabkan terutama oleh emisi gas rumah kaca akibat aktivitas manusia (Olufunke & Sodipo, 2015). Laju penurunan suhu yang lebih lambat pada balon yang berisi CO₂ mencerminkan efek pemanasan yang semakin intensif yang disebabkan oleh CO₂ di atmosfer Bumi. Seiring dengan meningkatnya kadar CO₂ global, kemampuan planet ini untuk memancarkan panas kembali ke luar angkasa semakin terbatas, yang menyebabkan pemanasan jangka panjang (Barbera et al., 2019). Selain itu, dampak dari pemanasan global, seperti kenaikan permukaan laut, peristiwa cuaca ekstrem, dan gangguan pada ekosistem, semakin jelas dirasakan (Mohajan, 2011).

Oleh karena itu, tindakan segera untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sangat penting untuk memperlambat perubahan iklim dan mencegah dampak buruk lebih lanjut pada lingkungan dan masyarakat manusia (Singh & Purohit, 2014; Wankhede, 2019). Hasil percobaan tersebut menjadi dasar dalam tahap Analyze model ADDIE untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran dan karakteristik siswa terkait pemahaman efek rumah kaca.

Tahap Analyze

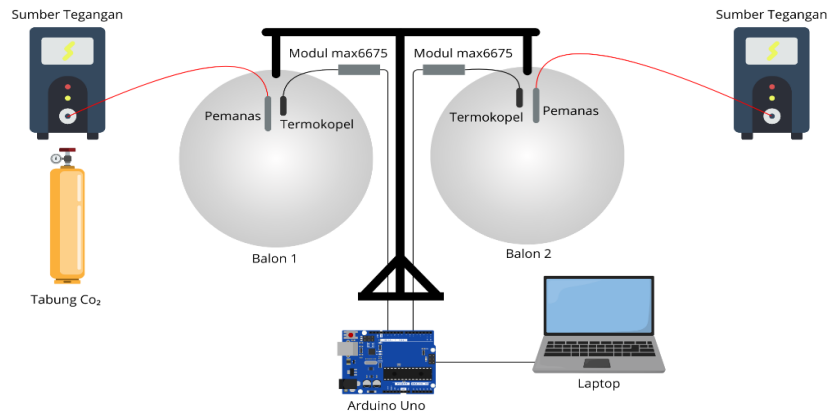
Pada tahap Analyze dalam model ADDIE, langkah pertama adalah melakukan identifikasi terhadap kebutuhan pembelajaran dan karakteristik siswa (Kurnia et al., 2019). Dalam konteks praktikum pemanasan global, tahap ini dimulai dengan pengumpulan data mengenai pengetahuan awal siswa tentang efek rumah kaca dan pemanasan global. Pengumpulan data dilakukan melalui pretest dan wawancara dengan siswa untuk menilai sejauh mana mereka sudah memahami konsep dasar seperti gas rumah kaca, dampaknya terhadap suhu Bumi, dan mekanisme terjadinya fenomena ini tahap ini dilakukan dengan cara studi literatur. Hasil studi literatur yang telah dilakukan menunjukkan bahwa mayoritas siswa belum memiliki pemahaman yang memadai mengenai konsep-konsep tersebut, yang mengindikasikan adanya kesenjangan pengetahuan yang perlu diatasi dalam proses pembelajaran (Rima et al., 2020). Berdasarkan data ini, dapat disimpulkan bahwa praktikum yang menggambarkan fenomena efek rumah kaca secara langsung sangat diperlukan untuk meningkatkan pemahaman siswa.

Selain itu, tahap Analyze juga mencakup evaluasi terhadap materi dan alat yang telah ada di lapangan. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis terhadap kegiatan praktikum yang biasa dilakukan di sekolah, baik yang tercatat dalam buku paket maupun yang diterapkan oleh guru. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui apakah kegiatan praktikum yang ada saat ini sudah cukup efektif dalam menggambarkan fenomena pemanasan global, atau apakah masih terdapat kekurangan, seperti keterbatasan alat atau metode penyampaian materi. Hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh Widyastuti et al. (2018) menunjukkan bahwa banyak praktikum yang ada masih terlalu sederhana dan tidak mampu menjelaskan efek rumah kaca secara mendalam, serta penggunaan alat yang terbatas. Oleh karena itu, diperlukan desain kegiatan praktikum yang lebih sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai dampak pemanasan global, khususnya dalam hal hubungan antara gas rumah kaca dan suhu atmosfer.

Tahap Design

Pada tahap Design dalam model ADDIE, aktivitas praktikum untuk mempelajari efek rumah kaca dan pemanasan global dirancang dengan menggunakan alat peraga yang mencakup komponen-komponen sederhana namun relevan. Dalam desain ini, balon PVC digunakan sebagai representasi atmosfer bumi, di mana satu balon (Balon 1) diisi dengan gas CO₂ dan balon lainnya (Balon 2) diisi dengan udara biasa. Kedua balon tersebut dilengkapi dengan pemanas untuk mensimulasikan radiasi matahari, yang mempengaruhi suhu atmosfer di dalam balon. Untuk mengukur suhu, masing-masing balon dilengkapi dengan termokopel yang terhubung ke modul MAX6675, yang berfungsi untuk mentransfer data suhu secara akurat ke Arduino Uno. Data suhu yang diperoleh akan ditampilkan pada laptop untuk dianalisis lebih lanjut. Skema alat praktikum ini dapat dilihat pada Gambar 1, yang menunjukkan susunan alat secara jelas.

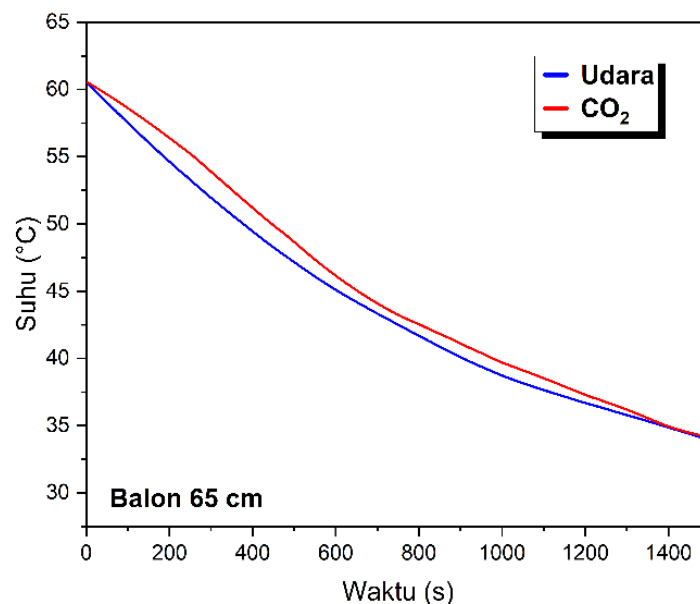
Desain praktikum ini bertujuan untuk memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam mengamati fenomena pemanasan global. Dengan memasukkan CO₂ ke dalam Balon 1, siswa dapat melihat bagaimana gas rumah kaca mempengaruhi suhu atmosfer, dibandingkan dengan Balon 2 yang hanya berisi udara biasa. Alat ini memungkinkan siswa untuk merekam perubahan suhu yang terjadi di dalam balon menggunakan Arduino yang menghubungkan modul MAX6675 ke laptop. Dengan cara ini, siswa tidak hanya akan mengamati, tetapi juga mengolah data yang diperoleh untuk membuat grafik dan menganalisis dampak peningkatan gas rumah kaca terhadap suhu bumi. Proses ini memperkenalkan siswa pada penggunaan teknologi dalam eksperimen ilmiah serta mengembangkan keterampilan mereka dalam pengolahan data dan interpretasi hasil praktikum. Gambar 1 ini membantu siswa dalam memahami bagaimana alat dan bahan yang sederhana dapat digunakan untuk memodelkan fenomena yang lebih besar di dunia nyata.



Gambar 1. Skema Alat Praktikum untuk Pemodelan Efek Rumah Kaca

Tahap Development

Pada tahap Development dalam model ADDIE, kegiatan praktikum yang telah dirancang diuji coba untuk memastikan kelayakan dan efektivitasnya. Dalam tahap ini, prototipe alat peraga yang digunakan untuk memodelkan efek rumah kaca melalui balon PVC, gas CO₂, pemanas, termokopel, dan Arduino diuji oleh para ahli materi dan instrumen. Uji coba dilakukan di laboratorium untuk menilai apakah alat tersebut berfungsi dengan baik dan apakah prosedur praktikum yang telah disusun dapat diikuti dengan mudah oleh siswa. Validasi dilakukan dengan mengumpulkan umpan balik dari ahli materi mengenai kesesuaian alat peraga dengan konsep ilmiah yang akan diajarkan, kejelasan prosedur, serta kemudahan dalam penggunaan alat tersebut. Setelah validasi, dilakukan perbaikan dengan memperjelas prosedur percobaan dari alat praktikum serta memperjelas materi yang disampaikan agar lebih mudah dipahami oleh siswa. Hasil validasi dari para ahli materi menunjukkan bahwa alat peraga ini layak digunakan karena mampu menggambarkan fenomena pemanasan global dan efek rumah kaca secara akurat dan jelas



Gambar 2. Grafik perubahan suhu balon berisi CO₂ dan udara

Gambar 2 menjelaskan hasil data yang diperoleh dari penelitian eksperimen

pemanasan global menunjukkan bahwa Gas CO₂ mengalami penurunan suhu yang lebih lambat dibandingkan dengan Udara. Hasil praktikum juga menunjukkan hasil pengukuran penurunan suhu pada balon PVC yang diisi dengan gas CO₂ dan Udara memberikan gambaran yang jelas mengenai dampak gas rumah kaca terhadap pemanasan global. Data menunjukkan bahwa balon yang diisi dengan CO₂ mengalami penurunan suhu yang lebih lambat dibandingkan dengan balon yang diisi dengan Udara selama 25 menit.

Tabel 1. Perubahan Suhu pada Balon yang Berisi Udara dan CO₂.

Menit	Udara	CO ₂
0	60,50	60,50
5	51,95	53,89
10	45,09	46,13
15	40,07	41,08
20	36,65	37,25
25	33,89	34,06

Tabel 1. menunjukkan bahwa suhu pada balon yang diisi dengan CO₂ lebih lambat turun dibandingkan dengan balon yang diisi udara biasa. Setelah 25 menit, suhu balon CO₂ hanya turun hingga 34,06°C, sementara balon udara biasa turun hingga 33,89°C. Hal ini mengindikasikan bahwa CO₂ lebih efektif memerangkap panas, memperkuat pemahaman bahwa gas rumah kaca memperlambat proses pendinginan dan berkontribusi pada pemanasan global.

Selain itu, validasi juga mencakup penilaian terhadap petunjuk praktikum yang disusun untuk siswa. Para ahli mengamati apakah instruksi yang diberikan mudah dipahami, serta apakah langkah-langkah dalam eksperimen dapat diikuti oleh siswa tanpa kesulitan. Hasilnya, petunjuk praktikum dinilai sangat baik dengan skor rata-rata 80%, yang menunjukkan bahwa prosedur praktikum cukup jelas dan dapat diterapkan dengan efektif di kelas. Berdasarkan hasil evaluasi ini, perangkat praktikum yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan, dan revisi minor dilakukan untuk memastikan kelancaran pelaksanaan praktikum di lapangan. Dengan hasil validasi yang positif ini, kegiatan praktikum pemodelan efek rumah kaca diharapkan dapat diterapkan secara luas untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep pemanasan global.

Tahap Implementation

Pada tahap Implementation dalam model ADDIE, kegiatan praktikum yang telah dirancang dan dikembangkan kemudian diterapkan di kelas. Setelah validasi berhasil dilakukan, alat peraga yang digunakan untuk memodelkan efek rumah kaca diuji coba pada siswa SMA untuk memastikan efektivitasnya dalam pembelajaran. Siswa diberikan kesempatan untuk melakukan eksperimen langsung menggunakan balon PVC, gas CO₂, pemanas, dan termokopel yang terhubung dengan Arduino untuk mengukur suhu yang terjadi di dalam balon. Dalam praktikum ini, siswa diminta untuk membandingkan perubahan suhu antara balon yang berisi CO₂ dan balon yang hanya berisi udara biasa, sehingga mereka dapat mengamati dan menganalisis secara langsung fenomena pemanasan global. Data suhu yang diperoleh kemudian dianalisis, dan siswa diminta untuk menggambar grafik serta menarik kesimpulan mengenai dampak gas rumah kaca terhadap suhu atmosfer.

Selama implementasi praktikum, umpan balik yang diperoleh dari siswa sangat positif. Mereka merasa lebih tertarik dan terlibat dalam pembelajaran karena dapat mengamati secara langsung bagaimana gas rumah kaca mempengaruhi suhu bumi. Proses pengumpulan dan analisis data melalui Arduino yang terkoneksi dengan laptop juga memberikan pengalaman interaktif yang lebih mendalam. Namun, meskipun sebagian besar siswa berhasil mengikuti praktikum dengan baik, beberapa siswa mengalami kesulitan dalam

pengolahan data dan interpretasi hasil eksperimen. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun alat peraga sudah efektif, diperlukan pendampingan lebih lanjut bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan dalam analisis data. Secara keseluruhan, implementasi praktikum ini berhasil meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep pemanasan global, namun masih ada ruang untuk perbaikan dalam hal pendampingan selama eksperimen.

Tahap Evaluation

Pada tahap Evaluation dalam model ADDIE, dilakukan penilaian terhadap efektivitas praktikum melalui umpan balik dari siswa mengenai penggunaan alat peraga. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami peningkatan pemahaman setelah mengikuti praktikum. Selain itu, umpan balik dari siswa juga sangat positif, terutama mengenai interaktivitas alat peraga yang digunakan. Mereka merasa lebih tertarik dan memahami dengan jelas dampak gas rumah kaca terhadap suhu bumi. Namun, beberapa siswa melaporkan kesulitan dalam mengolah data dan menarik kesimpulan dari hasil eksperimen, menunjukkan bahwa meskipun alatnya efektif, diperlukan pendampingan lebih lanjut agar siswa dapat lebih mudah dalam menganalisis dan menyimpulkan hasil praktikum.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan alat peraga praktikum berbasis balon yang diisi gas CO₂ efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep efek rumah kaca dan dampaknya terhadap pemanasan global. Model pengembangan ADDIE yang digunakan dalam penelitian ini berhasil menghasilkan kegiatan praktikum yang valid, layak, dan menarik bagi peserta didik. Hasil praktikum menunjukkan bahwa balon berisi CO₂ mengalami penurunan suhu yang lebih lambat dibandingkan dengan balon berisi udara biasa, sehingga memperkuat pemahaman mengenai peran gas rumah kaca dalam memerangkap panas di atmosfer. Implementasi praktikum di kelas mendapat respon positif dari siswa, ditunjukkan dengan meningkatnya pemahaman konsep dan ketertarikan terhadap materi. Namun demikian, hasil evaluasi mengindikasikan bahwa diperlukan bimbingan tambahan dalam proses analisis dan interpretasi data eksperimen untuk mengoptimalkan hasil pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Amani, S. R., Kaniawati, I., & Riandi, R. (2021). DIYL (Do It Yourself Laboratories): Inovasi kit perubahan iklim untuk membentuk perilaku BROWNIS (Bring Your Own and Eat Wisely) pada siswa sekolah menengah pertama. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 4(2), 89–92. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v4i2.41486>
- Barbera, A. C., Vymazal, J., & Maucieri, C. (2019). Greenhouse gases formation and emission. In *Encyclopedia of ecology (Second Edition)*, 2, pp. 329–333. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10895-4>
- Dhea, C., Mardhatillah, U., & Jingga, F. P. (2022). Efek rumah kaca pemicu pemanasan global dan upaya penanggulangannya. *UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 2(2), 328–340. <https://doi.org/10.24036/prosemnasbio/vol2/450>
- Kurnia, T. D., Lati, C., Fauziah, H., & Trihanton, A. (2019). Model addie untuk pengembangan bahan

- ajar berbasis kemampuan pemecahan masalah berbantuan 3d pageflip. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNPM)*, 1(1), 516–525.
- Kweku, D. W., Bismark, O., Maxwell, A., Desmond, K. A., Danso, K. B., Oti-Mensah, E. A., Quachie, A. T., & Adormaa, B. B. (2018). Greenhouse effect: greenhouse gases and their impact on global warming. *Journal of Scientific Research and Reports*, 17(6), 1–9. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2017/39630>
- Levendis, Y. A., Kowalski, G., Lu, Y., & Baldassarre, G. (2020). A simple experiment on global warming: A Simple Experiment on Global Warming. *Royal Society Open Science*, 7(9). <https://doi.org/10.1098/rsos.192075>
- Mohajan, H. (2011). Greenhouse gas emissions increase global warming. *International Journal of Economic and Potitital Integration*, 1(2), 21 - 34. <https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/50839/>
- Mulyani, A. S. (2021). Pemanasan global, penyebab, dampak dan antisipasinya. (Unpublished community service report). Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.
- Olufunke, M., & Sodipo, A. (2015). Global Warming and Greenhouse Effect. *International Journal of Scince, Environment*, 4(1), 50–63. <https://scispace.com/pdf/global-warming-and-greenhouse-effect-4epcqyyvf4.pdf>
- Rima, R., Munandar, A., & Anggraeni, S. (2020). Pengembangan kegiatan praktikum pemodelan efek rumah kaca untuk siswa SMA pada materi perubahan lingkungan. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 3(1), 34–38. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v3i1.23308>
- Singh, A., & Purohit, B. M. (2014). Public health impacts of global warming and climate change. *Peace Review*, 26(1), 112–120. <https://doi.org/10.1080/10402659.2014.876326>
- Wahyudi, J. (2018). Mitigasi emisi gas rumah kaca. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 12(2), 104–112. <https://doi.org/10.33658/jl.v12i2.45>
- Wankhede, D. (2019). Impact of Greenhouse Gases on Global Warming. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 6(2), 317–321. www.jetir.org
- Widyastuti, H. A., Suhara, S., & Wulan, A. R. (2018). Pengembangan learning log untuk siswa smp pada pembelajaran pemanasan global dengan metode demonstrasi berbasis POE. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 1(2), 57–61. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v1i2.13048>
- Zain, A. S., Novembrianto, R., & Harmoko, D. F. (2024). Dampak emisi gas rumah kaca dari pengangkutan limbah bahan berbahaya dan beracun pada perusahaan transmisi listrik menggunakan metode international panel on climate change (Ipcc). *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (JRPP)*, 7(2), 5105–5114.