



PENGEMBANGAN E-MODUL PENGOLAHAN LIMBAH ORGANIK SECARA ECO-ENZYME PADA MATERI GREEN CHEMISTRY UNTUK SISWA SMA KELAS X

Nova Lestari Siagian¹, Yusbarina^{2*}, Lisa Utami³, Yuni Fatisa⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Pekanbaru, Riau, 28293, Indonesia

*E-mail: yusbarina@uin-suska.ac.id

Received: August 22, 2024; Accepted: August 25, 2024; Published: August 31, 2024

Abstract

Green Chemistry is a new lesson in Merdeka Curriculum, so students and teachers need additional teaching materials used to support the learning process. This research aimed at designing and testing e-module for processing organic waste by making eco-enzymes on Green Chemistry lesson, and it was tested its validity based on validation by material and media experts, teacher practicality test, and student response test. Design and Development Research (DDR) model was used in this research. This research was administered at the tenth grade of class 1 at State Senior High School 5 Pekanbaru. The validation result by material expertsshowed that the score was 98.63% with very valid category, the validation result by media experts showed that the score was 95.51% with very valid category, the teacher practicality test result showed that the score was 95.83% with very valid category, and the student response practicality test result showed that the score was 83.11% with very valid category. Based on the validation and practicalityresults obtained, it could be concluded that e-module for processing organic waste by making eco-enzymes on Green Chemistry lesson was appropriate to be test as an additional teaching material in Chemistry learning.

Keywords: E-Module, Processing Organic Waste, Eco-Enzyme, Green Chemistry

Abstrak

Materi green chemistry merupakan materi baru pada kurikulum merdeka sehingga peserta didik dan guru membutuhkan bahan ajar tambahan yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan mengujicobakan e-modul pengolahan limbah organik dengan cara pembuatan eco-enzyme pada materi green chemistry yang diuji kevalidtannya berdasarkan validitas ahli materi, ahli media, uji praktikalitas guru dan uji respon peserta didik. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan model pengembangan design and development research (DDR). Penelitian ini dilakukan di SMAN 5 Pekanbaru di kelas X-1. Hasil validasi ahli materi diperoleh nilai sebesar 98,63% dengan kategori sangat valid, hasil validasi ahli media diperoleh nilai sebesar 95,51% dengan kategori sangat valid, hasil uji praktikalitas guru diperoleh nilai sebesar 95,83 % dengan kategori sangat valid dan hasil uji praktikalitas respon siswa diperoleh nilai

sebesar 83,11 % dengan kategori sangat valid. Dari hasil validasi dan praktikalitas yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa e-modul pengolahan limbah organik dengan cara pembuatan *eco-enzyme* pada materi *green chemistry* layak diujicobakan sebagai bahan ajar tambahan pada pembelajaran kimia.

Kata Kunci : E-Modul, Pengolahan Limbah Organik, Eco-Enzyme, Kimia Hijau

PENDAHULUAN

Ilmu kimia merupakan ilmu yang berkembang melalui pengetahuan empiris maupun eksperimen dari zaman dahulu kala hingga pada masa sekarang yang menjelaskan tentang perubahan yang terjadi di alam (Kurniawati, 2019; Refelita, 2013). Pada tingkat sekolah menengah atas, kimia adalah salah satu mata pelajaran yang mengajarkan teori dan percobaan praktis, salah satunya membahas tentang limbah organik dan anorganik. Salah satu cara pengolahan limbah organik yaitu dengan cara pembuatan *eco-enzyme* (Rambe, 2021; Kandou et al., 2021). Pembuatan *eco-enzyme* akan memberikan banyak manfaat dan meningkatkan daya guna sampah menjadi sebuah produk (Hadi, 2019; Fajaroh, 2018). *Eco-enzyme* merupakan sumber daya yang berguna untuk melindungi lingkungan (Kokel & Schäfer, 2018; Joean, 2015; Horváth & Anastas, 2007). *Eco-enzyme* merupakan pengolahan zat sisa limbah organik seperti buah dan sayuran melalui fermentasi. *Eco-enzyme* secara umum merupakan cairan enzim yang diperoleh melalui proses fermentasi anaerobik (Mugitsah, 2021).

Pembuatan *eco-enzyme* ini dapat disusun dalam sebuah bahan ajar. Bahan ajar merupakan salah satu alat untuk mengajar peserta didik dalam menyampaikan pokok materi pembahasan baik dari elektronik dan media cetak seperti e-book, buku, e-modul, modul, dan video yang di desain semenarik mungkin (Susanti, 2022). Bahan ajar merupakan seperangkat bahan yang memuat materi atau isi pembelajaran yang dikumpulkan dari berbagai sumber belajar yang dibuat secara sistematis yang harus diserap peserta didik melalui pembelajaran yang menyenangkan (Luthfiana & Hidayah, 2021; Mahartika et al., 2020; Ina, 2020; Magdalena et al., 2020).

Eco-enzyme merupakan pengolahan zat sisa limbah organik seperti buah dan sayuran melalui fermentasi (Rukmini & Herawati, 2023; Mustafa, 2016). *Eco-enzyme* secara umum merupakan cairan enzim yang diperoleh melalui proses fermentasi anaerobik (Kartika & Bakti, 2022; Mugitsah, 2021; Mardiani et al., 2021). Peserta didik tidak tertarik dengan bahan ajar buku paket saja dan peserta didik saat antusias jika adanya adanya tugas praktikum dan mengenai nilai peserta didik banyak yang belum mencapai KKM dikarenakan ada beberapa capaian pembelajaran yang belum tercapai. Berhubungan dengan adanya kurikulum yang baru, materi dalam mata pelajaran kimia juga ada yang baru yaitu *green chemistry* yang membuat sebagian guru membutuhkan bahan ajar materi tersebut.

Bahan ajar pada kurikulum merdeka sekarang salah satunya modul ajar isinya RPP dan LKPD sehingga membutuhkan bahan ajar tambahan untuk mendukung proses pembelajaran tersebut (Lukitoyo & Wirianti, 2020). Sementara untuk tugas yang dilakukan peserta didik

dengan cara memanfaatkan media sosial seperti instagram untuk menposting poster yang mereka buat hingga peserta didik dibebaskan belajar mandiri terutama dibagian mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari (Kartini & Putra, 2020; Manahan, 2006). E-modul ini merupakan salah satu cara untuk meningkatkan motivasi siswa dalam belajar. E-modul merupakan bahan ajar berupa modul yang ditampilkan dalam format elektronik yang diharapkan dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar peserta didik (Asmiyunda, 2018; Syabriyana et al, 2023).

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 di kelas X-1 SMA Negeri 5 Pekanbaru. Desain dan uji coba e-modul pengolahan limbah organik dengan cara pembuatan *eco-enzyme* pada materi *green chemistry* merupakan objek yang digunakan dalam penelitian ini. Subjek penelitian ini adalah ahli media, ahli materi, ahli praktikalitas dan Peserta didik. Ahli media memiliki keahlian yang luas dalam perencanaan dan pengembangan media pendidikan serta minimal bergelar master. Ahli materi memiliki pengalaman mengajar yang luas dan sekurang-kurangnya bergelar magister kimia. Ahli uji praktikalitas memiliki minimal gelar sarjana dan pengalaman mengajar yang cukup. Pelaksanaan penelitian ini melalui uji coba terbatas. Uji praktikalitas digunakan dalam percobaan terbatas. Guru memberikan penilaian dengan produk untuk diujicobakan pada peserta didik setelah diberikan penilaian kemudian menyatakan kepraktisannya (Riki, 2021). Uji Respon peserta didik akan diujikan pada kelas X SMA Negeri 5 Pekanbaru yaitu kelas X-1 dengan 15 peserta didik.

Jenis dalam metode penelitian ini yaitu DDR (*design development reseach*) untuk meningkatkan pendidikan praktik melalui tinjauan sistematis, fleksibel, dan analisis, desain, pengembangan, dan implementasi, berdasarkan kolaborasi antara peneliti dan praktisi dipengaturan dunia nyata, dan mengarah ke prinsip atau teori desain (Richey & Klein, 2014). Penelitian pengembangan DDR (*design development research*) merupakan suatu teknik yang digunakan dalam bidang pendidikan untuk menciptakan atau menyempurnakan pendidikan seperti kurikulum, bahan ajar, media pembelajaran, modul, dan lain-lain (Hanafi, 2017).

E-modul pengolahan limbah organik dengan cara pembuatan *eco-enzyme* pada materi *green chemistry* yang dikembangkan menggunakan model pengembangan DDR (*design and development reseach*) dalam pengembangan e-modul pembelajaran, dimana model pengembangan DDR menggunakan 4 tahapan. Setyosari (2010) menguraikan empat langkah prosedur penelitian pertama yaitu tahapan analisis yaitu menganalisis kesulitan-kesulitan yang dihadapi siswa, tahap ini dilanjutkan dengan mengidentifikasi CP (Capaian Pembelajaran). Langkah kedua yaitu desain, pada tahap ini dilakukan tindakan strategi untuk mengidentifikasi bentuk dan ide yang akan dihasilkan pada e-modul pengolahan limbah organik agar sesuai dengan materi *green chemistry*. Langkah ketiga adalah pengembangan, pada tahap ini komponen-komponen yang dimaksudkan pada tahap desain disiapkan dan akan dilakukan penilaian oleh ahli media, ahli materi, praktikalitas guru dan respon peserta

didik. Langkah keempat adalah evaluasi, tujuan dari langkah evaluasi adalah untuk melihat apakah e-modul layak dan dapat dibaca setelah dilakukan modifikasi berdasarkan masukan, komentar, ide dari guru, siswa serta validator. Berdasarkan informasi dari instruktur, validator, dan jawaban siswa tersebut dilakukan evaluasi lebih lanjut untuk menghasilkan data (Mahendra, 2015; Ellis & Levy, 2010).

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Produk yang dihasilkan pada penelitian ini berupa e-modul pengolahan limbah organik dengan cara pembuatan *eco-enzyme* pada materi *green chemistry*. E-modul pembelajaran ini dibagikan melalui link dari aplikasi canva, e-modul didesain secara sederhana bertujuan untuk memudahkan dan membantu guru mata pelajaran kimia selama proses pembelajaran dan e-modul pembelajaran kimia ini sebagai bahan ajar tambahan yang layak digunakan oleh guru dan peserta didik baik itu disekolah dan dirumah (Irmawati et al., 2023). Hasil validasi e-modul dilakukan oleh ahli media, ahli materi dan ahli praktikalitas serta respon peserta didik. Validator memberikan perbaikan yang berkaitan dengan perubahan pada sampul depan. Warna sampul disesuaikan dengan warna *green* agar sesuai dengan judul materi yaitu *green chemistry*. Hal ini juga sesuai dengan kecocokan dengan aspek kegrafikan yang menjadi salah satu syarat kriteria yang baik (Mahartika et al., 2023). Selain itu, terdapat beberapa perubahan lainnya yang sudah direvisi sesuai saran ahli media. Validasi ahli media didapat dari ahli media, kemudian dilakukan revisi sesuai arahan yang diberikan. Hasil validasi ahli media tersebut didapatkan sebesar 94,31% dengan kategori sangat valid yang dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Validitas Ahli Media

No	Aspek yang dinilai	Skor yang diperoleh	Skor Maksimal	Nilai Validasi	Kriteria
1	Aspek Kegrafikan	38	40	95%	Sangat Valid
2	Aspek Kebahasaan	45	48	93,75%	Sangat Valid
	Jumlah	83	88	94,31%	Sangat Valid

Validitas ahli materi dilakukan oleh dua orang ahli materi, adapun hasil yang didapatkan yaitu sebesar 95,13%. Adapun penilaian yang dilakukan pada aspek kelayakan isi dan kelayakan penyajian. Setelah kegiatan validasi ahli dilakukan maka dilanjutkan dengan uji praktikalitas. Pada hasil uji praktikalitas ini didapatkan hasil persentase sebesar 95,83% yang dilihat dari aspek penilaian penampilan fisik, penyajian materi, penilaian kebahasaan dan pendekatan *green chemistry*. Adapun respon peserta didik yang dilakukan kepada 15 orang peserta didik menunjukkan bahwa skor angket total dari keseluruhan peserta didik yakni 748 dari skor maksimum 900, sehingga didapatkan persentase sebesar 83,11% dengan kategori sangat valid. Oleh sebab itu, penelitian ini telah memenuhi kaidah media pembelajaran yang valid dan praktis yang bermanfaat untuk digunakan dan disebarakan kepada peserta didik sehingga bisa membantu proses pembelajaran kimia.

SIMPULAN

Penelitian desain dan ujicoba e-modul pengolahan limbah organik dengan cara pembuatan *eco-enzyme* pada materi *green chemistry* yang sudah dikembangkan ini menggunakan aplikasi canva berukuran A4. Tingkat validitas dari e-modul pengolahan limbah organik dengan cara pembuatan *eco-enzyme* pada materi *green chemistry* sesuai dengan hasil penilaian validator oleh ahli media sekitar 96,77% dengan kategori sangat valid, sedangkan validator oleh ahli materi sekitar 98,63% dengan kategori sangat valid.

Tingkat praktikalitas e-modul pengolahan limbah organik dengan cara pembuatan *eco-enzyme* pada materi *green chemistry* sesuai dengan penilaian dinyatakan sangat praktis berdasarkan penilaian guru dan peserta didik, dimana guru memberikan penilaian dengan hasil persentase 95,83 % dan persentase 83,11% oleh peserta didik dikategorikan sangat praktis. Pada penelitian ini memberikan manfaat yang baik dalam perkembangan pengajaran pendidikan kimia, sehingga dapat berimplikasi pada proses pembelajaran kimia yang menyenangkan bagi siswa. Namun, penelitian ini masih membutuhkan riset yang komprehensif terkait pengaruh media ini dalam proses pembelajaran kimia seperti pada aspek kognitif, afektif, keterampilan proses sains, dll.

REFERENSI

- Asmiyunda, A., Guspatni, G., & Azra, F. (2018). Pengembangan e-modul kesetimbangan kimia berbasis pendekatan saintifik untuk kelas XI SMA/MA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 2(2), 155-161.
- Fajaroh, Fauziatul. 2018. *Sintesis Nanopartikel Dengan Prinsip Kimia Hijau*. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Hadi, K. (2019). Desain dan Uji Coba Praktikum Green Chemistry dengan Memanfaatkan Logam Bekas pada Sel Volta. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 3(2).
- Hanafi, H. (2017). Konsep penelitian R&D dalam bidang pendidikan. *Saintifika Islamica: Jurnal Kajian Keislaman*, 4(2), 129-150.
- Horvath, I. T., & Anastas, P. T. (2007). Innovations and green chemistry. *Chemical reviews*, 107(6), 2169-2173.
- Irmawati, I., Baktiar, M., & Hutapea, B. (2023). Pemanfaatan E-Modul Bahan Ajar Berbasis Aplikasi Canva pada Prodi Pendidikan Matematika dalam Proses Pembelajaran Jarak Jauh. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 3(01), 145-152.
- Kandou, G. D., Sekeon, S. A., & Kandou, P. C. (2021). Pengolahan Limbah Organik Rumah Tangga Melalui Pengembangan Ekoenzim Di Kecamatan Singkil Kota Manado. *Paradigma Sehat*, 9(3), 1-4.
- Kartika, H., & Bakti, C. S. (2022). Edukasi pembuatan *eco-enzyme* dalam pemanfaatan limbah organik. *Journal of Community Service and Engagement*, 2(6), 53-57.
- Kartini, K. S., & Putra, I. N. T. A. (2020). Respon siswa terhadap pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis android. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 4(1), 12-19.

- Kokel, A., & Schäfer, C. (2018). Application of green chemistry in homogeneous catalysis. In *Green Chemistry* (pp. 375-414). Elsevier.
- Kurniawati, Y. (2019). Metode penelitian pendidikan bidang ilmu pendidikan kimia. *Pekanbaru: Cahaya Firdaus Publishing and Printing*.
- Lukitoyo, P. S., & Wirianti, W. (2020). Modul elektronik: prosedur penyusunan dan aplikasinya.
- Luthfiana, A. D., & Hidayah, R. (2021). Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Pada Materi Hidrolisis Garam Dan Implementasi E-Modul Praktikum Berbasis Green Chemistry Di Sma Students' Scientific Literacy Ability On Salt Hydrolysis Material And Implementation Of Green Chemistry-Based Practicum E-Modules In Senior High School. 22.
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah, N., & Amalia, D. A. (2020). Analisis bahan ajar. *Nusantara*, 2(2), 311-326.
- Mahartika, I., Afrianis, N., & Yuhelman, N. (2020). Analisis Kebutuhan Chemistry Games (CGs) pada Pembelajaran Kimia di SMA/MA Kota Pekanbaru. *Journal of Natural Science and Integration*, 3(1), 35-44.
- Mahartika, I., Zuhri., Kasmianti., Afrianis, N., Okmarisa, H., Ardiansyah. (2023). *Media Pembelajaran Kimia Berbasis Integrasi Al-Quran dan Riset Pengembangan*. Rajawali Press.
- Mahendra, I. (2015). Statistik dasar dalam penelitian pendidikan. *Statistik Dasar dalam Penelitian Pendidikan*.
- Manahan, S. E. (2006). And The Ten Commandments Of Sustainability. *Carbon*, 100, 12-011.
- Mardiani, I. N., Nurhidayanti, N., & Huda, M. (2021). Sosialisasi Pemanfaatan Limbah Organik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Eco Enzim Bagi Warga Desa Jatireja Kecamatan Cikarang Timur Kabupaten Bekasi. *Jurnal Pengabdian Pelitabangsa*, 2(01), 42-47.
- Mugitsah, A. (2021). *Pengembangan 3D pageflip e-book pada pembuatan Eco-Enzyme terintegrasi nilai Islam* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung).
- Mustafa, D. (2016). Kimia Hijau dan Pembangunan Kesehatan yang Berkelanjutan di Perkotaan. *Peran MST Dalam Mendukung Urban Lifestyle Yang Berkualitas* 177 *Kimia*, 177-192.
- Rambe, T. R. (2021). Sosialisasi Dan Aktualisasi Eco-Enzyme Sebagai Alternatif Pengolahan Sampah Organik Berbasis Masyarakat Di Lingkungan Perumahan Cluster Pondok II. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 36-40.
- Refelita, Fitri. (2013). *Kimia Lingkungan*. Pekanbaru. Cadas Press
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). Design and development research. *Handbook of research on educational communications and technology*, 141-150.
- Rukmini, P., & Herawati, D. A. (2023). Eco-enzyme from Organic Waste (Fruit and Rhizome Waste) Fermentation: Eco-Enzyme Dari Fermentasi Sampah Organik (Sampah Buah Dan Rimpang). *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 4(1), 23-29.
- Setyosari, P. (2010). Metode penelitian dan pengembangan. *Jakarta: kencana*.
- Susanti, L. Y. (2022). Pengembangan Modul Praktikum berbasis Green Chemistry untuk Menanamkan Karakter Peduli Lingkungan pada Calon Guru IPA. *Jurnal Pendidikan*

MIPA, 12(3), 798-807.

Syabriyana, M., Jannah, W., Sadikin, A., Chairunnas, A., & Indaryati, S. (2023). Studi Kimia Hijau dalam Pengelolaan Air Limbah: Tinjauan Komprehensif Teknik Pengolahan Tingkat Lanjut. *Nusantara Technology and Engineering Review, 1(1), 31-40.*