PEDAGOGI BIOLOGI
(Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi)
https://ejournal.unma.ac.id/index.php/bp/

Research Article | Vol. 01 No. 02 (2023) Hal. 32-41 | E-ISSN: 2986-6812

Pengembangan Sumber Belajar E-Modul Budidaya Hidroponik Terintegrasi *Metaverse* Untuk Meningkatkan Literasi Digital

Mahrawi[1*], Pipit Marianingsih [2], Ardia Regita Cahyani [3]
[1,2,3] Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, Indonesia
*Corresponding author: regitaardiacahyani451@gmail.com

ARTICLE INFO
Article History
Received : 2023-07-25
Revised : 2023-08-02
Accepted : 2023-08-04

KEYWORDS
E-modul
Literasi digital
Metaverse.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sumber belajar berupa e-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse* untuk meningkatkan literasi digital pada konsep pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, serta mengetahui kelayakan e-modul berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, guru dan siswa. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu penelitian dan pengembangan (R&D) dengan desain penelitian ADDIE yang telah dimodifikasi dengan tahapan *analyze*, *design*, *develop* dan *evaluate*. Penilaian kelayakan e-modul berdasarkan ahli materi memperoleh nilai rata-rata 94,89% dan ahli media adalah 98,44%, keduanya termasuk dalam kategori sangat layak. Selanjutnya hasil uji coba perorangan oleh guru biologi memperoleh nilai rata-rata 97,50% dan uji coba kelompok kecil oleh siswa kelas XII IPA memperoleh nilai rata-rata 97,15%. Berdasarkan hasil penelitian, e-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse* termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran agar siswa dapat memahami konsep pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan melalui budidaya hidroponik serta meningkatkan kemampuan literasi digital.

ABSTRACT

This study aims to develop learning research metaverse integrated hydroponic cultivation e-module to increase digital literacy in the concept of plant growth and development, as well as to determine the feasibility of e-modules based on the appraisal of material expert, media expert, teacher, and student. The method used in this research is research and development (R&D) with the ADDIE research design, analyze, design, develop, and evaluate stages. The e-module appraisal by material experts obtained an average score of 94.89%, and the average score of media experts was 98.44%, included in the very feasible category. Furthermore, the results of individual trials by biology teachers obtained an average score of 97.50%, and student small group trials of 12th grade obtained an average value of 97.15%. Based on the result showed, the metaverse integrated hydroponic cultivation e-module is included in the very feasible category to be used in the learning process, so that students can understand the concept of plant growth and development through hydroponic cultivation and improve digital literacy skills.

© 2023 Universitas Majalengka. This is an open-access article under the CC-BY-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

PENDAHULUAN

Semakin berkurangnya lahan kosong untuk pertanian mendorong perkembangan teknik bertanam secara hidroponik (Wali *et al.*, 2021). Hidroponik merupakan metode bertanam menggunakan media selain tanah yang dapat dilakukan di lahan terbatas, seperti pekarangan dan atap rumah sehingga lebih mengefisiensikan ketersediaan lahan sempit. Pengenalan hidroponik dapat

dilakukan dari lingkungan sekolah, khususnya bagi siswa agar memiliki pengetahuan dan keterampilan bertanam dilahan terbatas dengan hasil tanaman yang produktif, higienis dan bernutrisi tinggi (Nurdiansyah *et al*., 2022; Magdalena & Santoso, 2021). Hidroponik juga dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran sebagai contoh kontekstual pada materi pertumbuhan dan perkembangan untuk mengamati pertumbuhan organ vegetatif tumbuhan secara langsung dan faktor eksternal yang memengaruhinya (Gunawan *et al*., 2019; Retno & Marlina, 2018). Materi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan tertuang dalam Kurikulum 2013 kelas XII SMA pada Kompetensi Dasar (KD) kognitif 3.1 yaitu "Menjelaskan pengaruh faktor internal dan eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup" dan KD psikomotorik 4.1 yaitu "Menyusun laporan hasil percobaan tentang pengaruh faktor eksternal terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman". Oleh karena itu, untuk memudahkan siswa dalam mempelajari proses budidaya hidroponik sekaligus menghubungkan dengan materi pembelajaran diperlukan sumber belajar yang efektif dan efisien.

Sumber belajar yang efektif dan efisien pada era revolusi industri 4.0 berbasis *Internet of Things* (IoT) yaitu sumber belajar berbasis digital yang mudah diakses tanpa terbatas ruang dan waktu seperti youtube, ensiklopedia, e-book, dan e-modul (Akib, 2021). Diantara sumber belajar tersebut yang memiliki karakteristik lengkap untuk mendukung proses belajar adalah e-modul, karena berisi kegiatan belajar, materi, latihan soal, dan multimedia interaktif sehingga dapat mendukung kemandirian siswa dalam belajar (Madrazo & Dio, 2020; Latip & Faisal, 2021). Umumnya multimedia yang terdapat pada e-modul adalah teks, gambar, video, animasi dan audio, namun saat ini e-modul dapat diintegrasikan dengan teknologi virtual 3D yaitu *metaverse* (Oksa & Soenarto, 2020; Barlian *et al*., 2022). *Metaverse* adalah sebuah teknologi yang menyajikan lingkungan atau objek melalui dunia virtual hingga penggunanya dapat merasakan sensasi berinteraksi dengan lingkungan atau objek virtual tersebut (Endarto & Martadi, 2022). Dalam dunia pendidikan, *metaverse* dapat digunakan untuk mensimulasikan sebuah objek berbentuk tiga dimensi (3D) dan kegiatan praktikum yang sulit untuk dilakukan secara langsung, sehingga pengalaman belajar siswa menjadi lebih bermakna (Kye *et al*., 2021; Indarta, 2022). Damar (2021) menyatakan bahwa *metaverse* merujuk pada aktivitas yang dilakukan dengan bantuan *augmented reality* dan *virtual reality*. *Augmented reality* (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan objek dalam dunia virtual ke dalam dunia nyata (Ramadhan *et al*., 2021). Sementara itu, *Virtual reality* (VR) adalah teknologi yang menghasilkan lingkungan virtual sehingga pengguna dapat berinteraksi layaknya di dunia nyata (Fardani, 2020). Belum adanya hasil penelitian yang mengembangkan AR dan VR untuk budidaya hidroponik, menyebabkan hal tersebut menarik dan penting dilakukan karena AR dan VR dapat memvisualisasikan proses dalam budidaya hidroponik sehingga keterbatasan waktu pembelajaran untuk tahap penanaman hidroponik dapat diefisiensikan, kemudian penggunaan AR dan VR dapat membuat proses belajar menjadi lebih bermakna (Satria *et al*., 2022; Mystakidis, 2021).

Saat ini hampir seluruh siswa di Indonesia sudah terhubung dengan internet, hal ini dibuktikan dengan hasil survey Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pada tahun 2022 yang menunjukkan bahwa penetrasi intenet tertinggi berada pada kelompok usia 13-18 tahun dengan nilai 99,16%. Penggunaan perangkat digital tersebut tidak diiringi dengan pemanfaatan secara bijak untuk memperoleh informasi yang berkualitas (Jaya *et al*., 2019). Berdasarkan hasil angket pada siswa SMAN 2 Kota Serang mengenai literasi digital, hampir seluruh siswa mampu mengoperasikan smartphone maupun komputer, namun hanya 11% yang sering memanfaatkan perangkat digitalnya untuk mengakses materi pembelajaran. Maka hal tersebut menjadi tantangan untuk ditingkatkannya kemampuan literasi digital khususnya pada siswa. Literasi digital diartikan sebagai kemampuan untuk memahami, menganalisis, menilai, mengatur, dan mengevaluasi informasi dengan menggunakan teknologi digital (Asari *et al*., 2019). Tidak hanya sekedar mampu mengoperasikan perangkat digital, namun setiap orang perlu memiliki rasa tanggung jawab dalam menggunakan teknologi, memperoleh informasi, berkomunikasi, dan berinteraksi dalam ruang digital (Restianty, 2018).

Dengan demikian, dilakukan penelitian untuk mengembangkan sumber belajar digital yaitu e-modul budidaya hidroponik yang diintegrasikan dengan teknologi *metaverse* untuk meningkatkan literasi digital siswa. E-modul yang dikembangkan bertujuan untuk membantu siswa dalam mempelajari proses hidroponik kemudian memaknainya dalam materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, dan melatih kemampuan literasi digital siswa berdasarkan aspek-aspek literasi digital yang dikembangkan dalam e-modul. Sehingga siswa dapat meningkatkan kemampuannya dalam penggunaan teknologi sekaligus belajar menganalisis dan mengevaluasi informasi yang diperolehnya dari media digital.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Greenhouse Banten Biology Farm, Laboratorium Pendidikan Biology FKIP Untirta, dan SMAN 2 Kota Serang dengan melibatkan tiga orang ahli materi, tiga orang ahli media, dua orang guru biologi, dan 20 orang siswa kelas XII IPA SMAN 2 Kota Serang sebagai sasaran pengguna. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan model pengembangan ADDIE yang dimodifikasi menjadi ADDE yaitu *analyze*, *design*, *develop*, dan *evaluate*.

1. Tahap *analyze*

Tahap *analyze* dilakukan untuk menetapkan tujuan penelitian berdasarkan hasil analisis permasalahan yang terjadi dalam proses pembelajaran. Tahap *analyze* dilakukan melalui tahap analisis kesenjangan kinerja, menentukan tujuan intruksional, analisis peserta didik, mengidentifikasi sumber daya, dan menyusun rencana proses pengembangan dan evaluasi tahap *analyze*.

2. Tahap *design*

Tahap *design* dilakukan untuk menetukan dan menyusun komponen yang dibutuhkan dalam pengembangan e-modul yaitu dengan menyusun daftar tugas (IPK dan materi), menyusun tujuan pembelajaran, perancangan struktur navigasi dan *storyboard*, menyusun strategi penilaian serta evaluasi tahap *design*.

3. Tahap *develop*

Tahap *develop* dilakukan untuk mengembangkan produk dan penilaian kelayaknnya. E-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse* dikembangkan menggunakan aplikasi Canva dan Heyzine. Selanjutnya e-modul yang sudah rampung dikembangkan, dilakukan penilaian kelayakan melalui evaluasi formatif produk untuk mengetahui kelayakan aspek materi dan media pada e-modul yang dilakukan berdasarkan evaluasi ahli, uji coba perorangan dan uji coba kelompok kecil.

4. Tahap *evaluate*

Tahap *evaluate* merupakan tahapan yang menentukan kelancaran dan kelayakan dari penelitian pengembangan e-modul. Tahapan ini terdiri atas tiga tahap yaitu menentukan kriteria evaluasi, memilih alat evaluasi yang akan digunakan dalam penelitian, dan melakukan evaluasi untuk mengetahui hasil ahir dari penelitian yang telah dilakukan. Evaluasi yang dilakukan pada penelitian ini juga berperan sebagai evaluasi formatif untuk menganalisis dan mengevaluasi kesesuaian setiap tahapan penelitian sehingga dapat meminimalisir kesalahan dalam pengembangan produk.

Teknik pengambilan data pada penelitian ini berasal dari hasil analisis kesenjangan kinerja dan evaluasi formatif produk. Analisis kesenjangan kinerja dilakukan dengan wawancara kepada guru dan pemberian angket tertutup kepada siswa, serta data sekunder melalui studi literatur. Kemudian evaluasi formatif produk berasal dari penilaian kelayakan oleh ahli materi, ahli meda, guru dan siswa menggunakan instrumen validasi produk yang disusun dalam angket tertutup bentuk checklist dengan skala likert. Pengolahan data yang telah diperoleh, dilakukan dengan cara mengubah penilaian dari bentuk kualitatif menjadi kuantitatif sesuai dengan aturan pemberian skor yang ditunjukan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kriteria Skor Evaluasi Ahli

Nilai	Keterangan
1	Jika tidak sesuai
2	Jika sesuai dengan catatan
3	Jika sesuai tanpa catatan

Tabel 2. Kriteria Skor Uji Respon Pengguna

Skor	Kategori
5	Sangat Setuju (SS)
4	Setuju (S)
3	Cukup setuju (CS)

Skor	Kategori
2	Tidak Setuju (TS)
1	Sangat Tidak Setuju (STS)

Kemudian skor kuantitatif yang telah diperoleh, selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus penilaian.

$$\mathbf{NP} = \frac{R}{SM} \mathbf{X\ 100\%}$$

Keterangan:
NP = Nilai persentase
R = Nilai yang diperoleh
SM = Nilai maksimum
100 = Bilangan tetap

Persentase dari penilaian produk akan memperoleh nilai rerata yang disesuaikan dengan kriteria interpretasi pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Interpretasi

Jangkauan nilai (%)	Hasil interpretasi
0-40	Tidak Layak
41-60	Kurang Layak
61-80	Layak
81-100	Sangat layak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan yaitu pengembangan E-Modul Budidaya Hidroponik Terintegrasi *Metaverse* yang dikembangkan menggunakan model ADDIE yang dimodifikasi menjadi ADDE yaitu *analyze, design, develop,* dan *evaluate*. Hasil yang diperoleh berupa nilai evaluasi formatif e-modul yang di kembangkan berdasarkan penilaian ahli, guru dan siswa.

1. Tahap *Analyze* (Analisis)

Tahap pengembangan yang pertama adalah *analyze* yang dilakukan melalui wawancara kepada guru biologi dan penyebaran angket kepada siswa kelas XII IPA SMA. Berdasarkan hasil analisis kesenjangan, diperoleh informasi bahwa kurikulum yang digunakan di SMAN 2 Kota Serang adalah kurikulum 2013, yang menuntut keaktifan siwa dalam mengembangkan kemampuan kognitif, psikomotorik, afektif dan kompetensi lain untuk menghadapi tantangan di era digital abad 21 yaitu kemampuan literasi digital. Literasi digital tidak hanya diartikan sebagai kegiatan menggunakan perangkat digital saja, namun juga mengakses, memilah dan memahami informasi di ruang digital dengan tepat sehingga informasi yang diperoleh dapat menambah wawasan dan pengetahuan (Restianty, 2018).

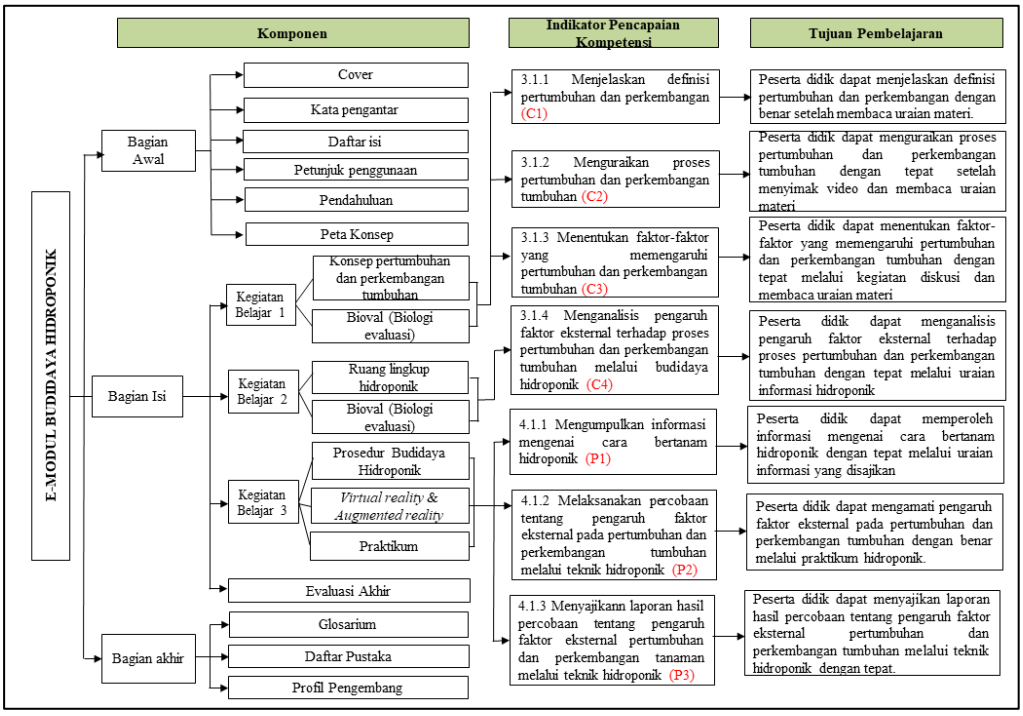
Wahyuni *et al*. (2022) dan Rusmiati (2022) menyatakan bahwa kemampuan literasi digital dapat meningkat melalui penggunaan e-modul yang dikembangkan melalui aspek-aspek literasi digital. Maka dari itu dikembangkan sumber belajar e-modul yang terdiri atas uraian materi, evaluasi, dan multimedia yang disusun berdasarkan aspek literasi digital yaitu *functional skills, the ability to find and select information, creativity, critical thinking and evaluation, collaboration, dan effective communication* (Hague & Payton, 2010). Beragam multimedia yang dapat diintegrasikan dalam e-modul, salah satunya teknologi berbentuk virtual 3D yaitu *metaverse*. Saat ini *metaverse* ini sudah mulai diterapkan dalam proses pembelajaran yang memungkinkan guru dan siswa dapat berinteraksi di dalam dunia virtual melalui *virtual reality* (VR), *augmented reality* (AR) dan *internet of thing* (IoT) (Wu & Gao, 2022). *Metaverse* memberikan dampak positif dalam pembelajaran, yaitu dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa terhadap teknologi dalam pembelajaran dengan memberikan

pengalaman belajar yang mendalam dan bermakna sehingga dapat meningkatkan prestasi, persepesi, kepuasan serta kolaborasi siswa (Tlili *et al.*, 2022; Mystakidis, 2021).

Selajutnya kegiatan praktikum yang telah dilakukan siswa selama di kelas XII adalah praktikum perkecambahan menggunakan kacang hijau. Pada praktikum tersebut siswa tidak bisa mengamati pengaruh dari faktor eksternal terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan jelas karena pada masa perkecambahan organ vegetatif daun belum berkembang dan yang dapat diamati hanya tinggi tanaman (Yustanty *et al.*,2018). Praktikum perkecambahan termasuk pada kompetensi dasar 3.1 dan 4.1. Capaian KD 4.1 menitikberatkan pada kegiatan siswa untuk mengamati pengaruh faktor eksternal terhadap pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu diperlukan alternatif praktikum atau kegiatan yang dapat mencapai kemampuan pada kompetensi dasar 4.1 misalnya melalui praktikum hidroponik. Menurut Rasyati *et al.* (2018) dengan praktikum hidroponik siswa dapat mengamati dengan jelas pengaruh eksternal terhadap pertumbuhan organ vegetatif yang meliputi panjang akar, tinggi tanaman, ukuran dan jumlah daun dalam waktu yang lebih singkat dibanding bertanam di tanah. Maka dari itu e-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse* ini dibuat dengan memuat konsep hidroponik untuk membantu siswa dalam memahami konsep pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

2. Tahap *Design*

Tahap *design* dilakukan dengan menyusun daftar konsep dan tujuan pembelajaran yang akan dikembangkan dalam e-modul. Konsep yang akan dipelajari dalam e-modul adalah konsep pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, ruang lingkup hidroponik, dan prosedur budidaya hidroponik yang dicapai melalui tiga kegiatan belajar berupa uraian materi, penugasan, praktikum, dan evaluasi serta penerapan aspek literasi digital. Komponen e-modul yang dikembangkan terdiri atas 3 bagian yang meliputi 1) bagian awal, terdiri atas cover depan, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, pendahuluan, dan peta konsep; 2) bagian isi, terdiri atas kegiatan belajar dan evaluasi; dan 3) bagian akhir, terdiri atas evaluasi akhir, glosarium, daftar pustaka, profil pengembang dan cover belakang (Gambar 1).



Gambar 1. Struktur Komponen E-Modul

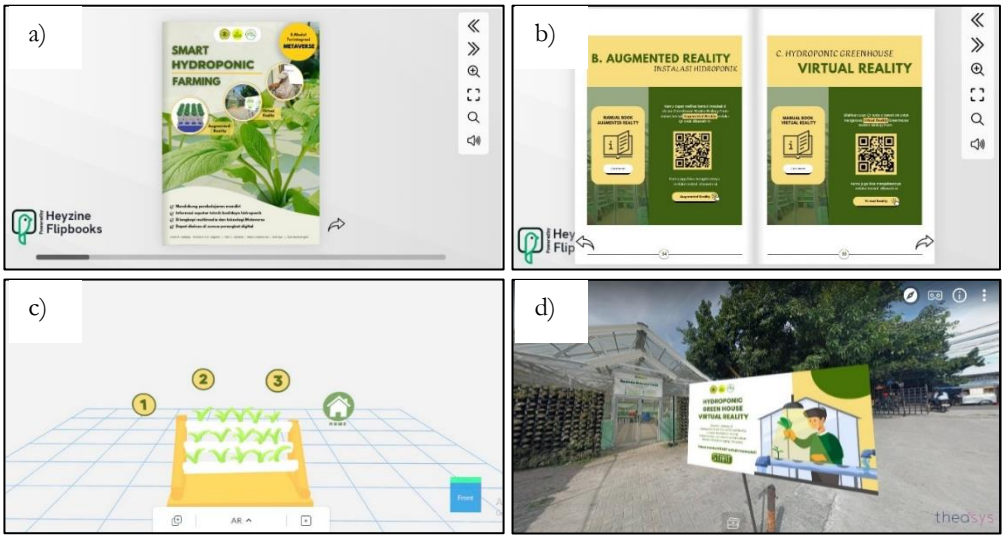
Evaluasi yang dikembangkan dalam e-modul adalah untuk ranah kognitif dan psikomotorik. Ranah kognitif dilakukan dalam bentuk tes subjektif dan objektif. Tes subjektif disusun dalam bentuk tugas uraian yang disajikan beriringan dengan materi, sehingga siswa dapat menyelesaikan tugas

tersebut sejalan dengan materi yang sedang dipelajari. Kemudian bentuk tes objektif yang terdapat pada e-modul adalah evaluasi di setiap kegiatan belajar. Evaluasi ini bertujuan untuk menguji pemahaman siswa terhadap materi yang disampaikan pada e-modul melalui berbagai bentuk tes yaitu *crossword*, benar salah, dan pilihan ganda. Evaluasi ranah psikomotorik dilakukan dengan penilaian unjuk kerja dan produk Penilaian pada aspek psikomotorik dilakukan melalui lembar observasi unjuk kerja dan lembar penilaian produk yang dilakukan dengan metode praktikum. Setelah konsep e-modul ditentukan, maka disusun struktur navigasi dan *storyboard* sebagai gambaran penyusunan bentuk dan komponen e-modul.

3. Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap *develop* yaitu tahapan pengembangan e-modul, yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi Canva dan Heyzine. Flipbooks. Proses desain setiap konten e-modul dibuat menggunakan aplikasi Canva yang dilakukan dengan menyusun elemen desain grafis, gambar, video, icon tombol navigasi dan *metaverse* dengan materi pembelajaran dan aspek literasi digital yang harus dikuasi siswa hingga menjadi kesatuan yang utuh dan saling berkaitan satu sama lain. Setelah desain dengan canva selesai, maka selanjutnya desain e-modul tersebut di *export* ke aplikasi Heyzine untuk mengubah bentuk e-modul menjadi lebih interaktif.

Pada pengembangan e-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse*, Heyzine digunakan untuk menyematkan video melalui link dari youtube, memberikan efek *fullscreen* pada gambar, menambahkan *augmented reality* dan *virtual reality* berbasis website dengan menggunakan link pada desain tombol navigasi, memasukan evaluasi online yang telah dibuat menggunakan quiziz dan menjadikan e-modul berbentuk flipbook. Setelah pembuatan e-modul pada aplikasi Heyzine selesai, maka e-modul sudah dapat diakses menggunakan link share yang tersedia pada Heyzine. Kemudian, untuk memudahkan pengguna dalam mengakses e-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse*, link dari heyzine diembed ke dalam website Greenhouse Banten Biology Farm yaitu http://bantenbiology.id pada halaman education yang menyediakan sumber belajar hidroponik.



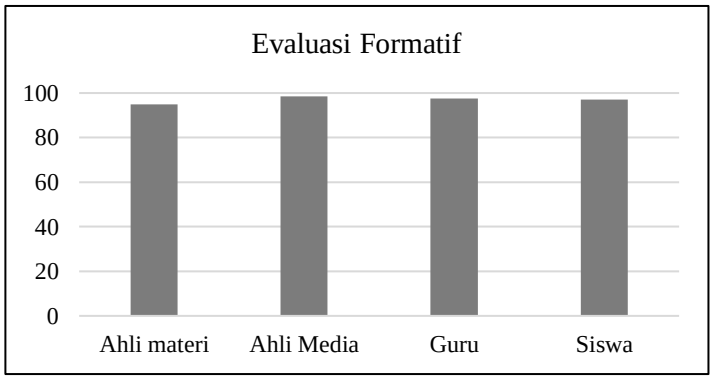
Gambar 2. Tampilan E-Modul Terintegrasi *Metaverse*. a) *Cover;* b) *Scan Metaverse*; c) *Augmented Reality* Instalasi Hidroponik; d) *Virtual Reality*

Aspek literasi digital yang dikembangkan pada e-modul yaitu *functional skills, the ability to find and select information, creativity, critical thinking and evaluation, collaboration,* dan *effective communication* (Hague & Payton, 2010). Pertama, aspek *Functional skills and beyond* berkaitan dengan kemampuan siswa dalam mengoperasikan berbagai teknologi. Pengembangan aspek *functional skills and beyond* pada e-modul ditunjang dengan adanya petunjuk penggunaan e-modul dan media *metaverse* yaitu AR dan VR. Kedua, *aspek the ability to find and select information* adalah aspek literasi

digital yang dapat mengasah kemampuan dalam menemukan dan menyeleksi suatu informasi yang relevan. Aspek ini ditunjang dengan keberadaan konten daftar isi, search text, dan glosarium yang membantu siswa untuk memperoleh informasi di dalam e-modul. Ketiga, aspek *critical thinking and evaluation* adalah aspek literasi digital yang berkaitan dengan kemampuan berpikir kritis dalam menghadapi suatu informasi dan mengevaluasinya. Aspek critical thinking and evaluation pada e-modul ditunjang dengan adanya tugas, pertanyaan stimulus dan evaluasi di setiap kegiatan belajar, prosedur budidaya hidroponik, serta penalaran hasil praktikum.

Keempat, aspek *effective communication* dan aspek *collaboration* memiliki keterkaitan dalam mengembangkan kemampuan komunikasi di ruang digital. *Effective communication* adalah aspek literasi digital yang berkaitan dengan kemampuan mendengar, memahami, dan menyampaikan gagasan dalam media digital. Kemudian aspek *collaboration* berkaitan dengan kegiatan untuk membangun ide melalui proses diskusi dan saling memberikan masukan di ruang digital sehingga diperoleh pemahaman baru. Pada e-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse*, aspek *effective communication and collaboration* ditunjang dengan adanya media sebagai bentuk komunikasi verbal, kegiatan praktikum, ruang diskusi, serta penyusunan video laporan hasil praktikum. Kelima, *creativity* merupakan aspek literasi digital yang berkaitan dengan cara berpikir kreatif memanfaatkan teknologi, informasi dan komunikasi dalam menghasilkan ide-ide baru. Bentuk kreatifitas dapat dipahami melalui penciptaan produk atau output, berpikir kreatif dan imajinatif, serta menciptakan pengetahuan baru. Aspek *creativity* pada e-modul ditunjang melalui kegiatan praktikum hidroponik dan output video laporan praktikum.

E-modul yang telah selesai dikembangkan selanjutnya memasuki tahap evaluasi formatif yang dilakukan melalui tiga rangkaian yaitu evaluasi ahli, uji coba perorangan dan uji coba kelompok kecil untuk memperoleh data yang digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan produk yang telah dikembangkan (Gambar 3). Penilaian materi berdasar pada aspek kelayakan isi, kebahasaan, dan literasi digital, sedangkan media dinilai berdasarkan aspek penyajian kegrafikaan, kelengkapan media, *augmented reality*, *virtual reality*, kemudahan dalam penggunaan dan aspek literasi digital.



Gambar 3. Hasil Evaluasi Formatif

Adapun Hasil rata-rata evaluasi ahli diperoleh nilai 94,89% untuk aspek materi dan 98,44% untuk aspek media. Nilai yang diperoleh dari evaluasi ahli menunjukan bahwa e-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse* temasuk pada kategori sangat layak. Uji coba perorangan merupakan uji coba e-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse* kepada dua orang guru biologi yang bertujuan untuk mengetahui penilaian serta saran dari guru sebagai pengajar yang mengetahui ketercapaian materi yang perlu dikuasai siswa, serta kemampuan siswa dalam proses pembelajaran di kelas. Uji coba kepada guru ini dilakukan menggunakan instrumen uji coba pengguna yang dibuat berdasarkan 4 (empat) aspek pada USE Questionnare untuk mengukur kepuasan pengguna yaitu aspek *usefulness* (kebergunaan), *satisfaction* (kepuasan), *ease of use* (kemudahan penggunaan), dan *ease of learning* (kemudahan belajar). Hasil uji coba perorangan ini memperoleh nilai rata-rata 97,50% yang termasuk ke dalam kategori sangat layak. Kemudian dilakukan uji coba kelompok kecil

kepada 20 orang siswa kelas XII IPA dengan menggunakan angket yang sama memperoleh nilai nilai rata-rata sebesar 97,15% yang termasuk dalam kategori sangat layak. Berdasarkan hasil penilaian pada evaluasi formatif, e-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse* termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan serta meningkatkan literasi digital siswa.

4. Tahap *Evaluate*

Tahap pengembangan yang terakhir adalah tahap *evaluate*, yang menentukan kelancaran dan kelayakan dari penelitian pengembangan e-modul. Evaluasi pada penelitian pengembangan e-modul ini dilakukan pada setiap akhir tahapan penelitian (*analyze*, *design*, dan *develop*) serta uji coba kelayakan produk. Hasil evaluasi disetiap tahapan penelitian didapatkan untuk mengetahui kesesuaian proses penelitian dengan tujuan penelitian sehingga ketika ada ketidaksesuaian dapat segera diperbaiki untuk menghasilkan produk yang baik. Kemudian Evaluasi selanjutnya adalah evaluasi mengenai kelayakan e-modul yang dilakukan melalui evaluasi ahli, uji coba perorangan, dan uji coba kelompok kecil untuk memaksimalkan produk yang telah dikembangkan.

KESIMPULAN

E-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse* dikembangkan dengan model ADDIE melalui tahapan *analyze, design, develop,* dan *evaluate.* Penilaian kelayakan e-modul berdasarkan evaluasi ahli materi memperoleh nilai rata-rata sebesar 94,89% yang meliputi aspek kelayakan isi, kebahasaan, dan penerapan aspek literasi digital. Kemudian penilaian ahli media memperoleh nilai rata-rata 98,44% yang meliputi aspek penyajian kegrafikaan, kelengkapan media e-modul, *metaverse* yaitu *augmented reality*, *virtual reality*, kemudahan penggunaan dan aspek-aspek literasi digital. Hasil uji coba perorangan kepada guru memperoleh nilai 97,50% yang termasuk dalam kategori sangat layak, kemudian nilai yang diperoleh dari uji coba kelompok kecil adalah 97,15% yang termasuk kedalam kategori sangat layak. Uji coba perorangan dan uji coba kelompok kecil ini meliputi penilaian aspek *usefulness, ease of use, ease of learning*, dan *satisfaction.* Hasil tersebut menunjukan bahwa e-modul budidaya hidroponik terintegrasi *metaverse* sangat layak digunakan untuk pembelajaran sebagai sumber belajar yang mampu meningkatkan literasi digital.

UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa syukur kami ungkapkan kepada Allah SWT karena telah memberikan kelancaran bagi kami untuk menyelesaikan penelitian ini. Kemudian ucapan terima kasih kami sampaikan juga kepada para pihak yang terlibat yaitu para dosen ahli, guru, dan siswa yang telah membantu untuk melancarkan proses penelitian dan penyelesain artikel ini. Kami berharap artikel ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

Akib, M. (2021). Pembinaan Berkelanjutan dalam Meningkatkan Kemampuan Guru Membuat Bahan Ajar digital. *Baruga, Jurnal Ilmiah*, 11(1), 50-57

Asari, A., Kurniawan, T., Ansor, S., & Putra, A.B. N. (2019). Kompetensi Literasi Digital Bagi Guru dan Pelajar di Lingkungan Sekolah Kabupaten Malang. *Bibliotika , Jurnal Kajian Perpustakaan dan Informasi*, 3(2), 98-104.

Barlian, U. C., Ismelani, N., & Manan, A. (2022). *Metaverse* sebagai Upaya Menghadapi Tantangan Pendidikan di Masa Depan. *Journal of Educational and Language Research*, 1(12), 1-8.

Branch, R. M. (2009). *Instructional Design, The ADDIE Approach*. Newyork: Springer.

Endarto, I. A & Martadi. (2022). Analisis Potensi Implementasi *Metaverse* pada Media Edukasi Interaktif. *Jurnal Barik*, 4(1), 37-51.

Fardani, A. T. 2020. Penggunaan Teknologi *Virtual reality* untuk Sekolah Menengah Pertama Pada Tahun 2010 – 2020. *Jurnal E-Tech*, 8(1), 1-11.

Gunawan, D. I., Daningsih, E., & Marlina, R. (2019). Pengembangan Media Praktikum Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Menggunakan Hidroponik Rakit Apung dan Rasio Nutrisi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 8(5), 1-13.

Hague, C. & Payton, S. (2010). *Digital Literacy Across The Curriculum, A Futurelab Handbook*. United Kingdom, Futurelab.

Indarta, Y., Ambiyar, A., Samala, A. D., & Watrianthos, R. (2022). *Metaverse*: Tantangan dan Peluang dalam Pendidikan. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3351-3363.

Jaya, S., Handoko, P., & Saputra, W. (2019). Upaya Meningkatkan Pemahaman Masyarakat Rptra Kelurahan Bintaro akan Manfaat dan Bahaya Teknologi Digital Melalui Penyuluhan Sehat Berbasis Pendidikan. *In Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*.

Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., & Jo, S. (2021). Educational Applications Of *Metaverse*, Possibilities And Limitations. *Journal Of Educational Evaluation For Health Professions*, 18, 1–13.

Latip, A. & Faisal, A. (2021). Upaya Peningkatan Literasi Sains Siswa Melalui Media Pembelajaran IPA Berbasis Komputer. *Jurnal Pendidikan Universitas Garut*, 15(1), 444-452.

Madrazo, A. L. & Dio, R. V. (2020). Contextualized Learning Modules in Bridging Students Learning Gaps in Calculus with analytic Geometry Through Independent Learning. *Journal on Mathematics Education*, 11(3), 457-476.

Magdalena, H. & Santoso, H. (2021). Decisions Support System Urban Farming di Lahan Sempit Kota Pangkalpinang dengan Hidroponik Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process. *Fountain Informatics*, 6(1), 1-12

Mystakidis, S., Berk, E., & Valtanen, J. P. (2021). Deep and Meaningful E-Learning with Social *Virtual reality* Environments in Higher Education, A Systematic Literature Review. *Applied Sciences*, 11(5), 2412.

Nurdiansyah, D., Husen, S., Shofiyudin, M., & Maftuchin, M. (2022). Pelatihan Hidroponik dengan Styrofoam Bekas untuk Meningkatkan Keterampilan Siswa MTs Sendang Tuban. *Indonesian Collaboration Journal of Community Services*, 2(2), 86-89.

Oksa, S. & Soenarto, S. (2020). Pengembangan E-Modul Berbasis Proyek untuk Memotivasi Belajar Siswa Sekolah Kejuruan. *Jurnal Kependidikan, Penelitian Inovasi Pembelajaran*, 4(1), 99-111.

Ramadhan, A. F., Putra, A. D., & Surahman, A. (2021). Aplikasi Pengenalan Perangkat Keras Komputer Berbasis Android Menggunakan *Augmented reality*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi,* 2(2), 24-31.

Rasyati, D., Daningsih, E., & Marlina, R (2018). Pengembangan Media Praktikum Hidroponik Rakit Apung dan Rasio Nutrisi Yang Berbeda Untuk Pertumbuhan Selada. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 7(12).

Restianty, A. (2018). Literasi Digital Sebuah Tantangan Baru dalam Literasi Media. *Gunahumas,* 1(1), 72-87.

Retno, R. S. & Marlina, D. (2018). Implementasi SETS (Science, Environment, Technology and Society) pada Pembelajaran IPA SD Berbasisi Inquiry Terhadap Berpikir ilmiah Siswa Kelas 4 MI Al-Irsyad Madiun. Bio-Pedagogi, *Jurnal Pembelajaran Biologi*, 7(2), 54-58.

Rusmiati, H. N. L. H. (2022). E-Modul IPAS Berpendekatan Heutagogy Berbasis Kearifan Lokal Bali untuk Meningkatkan Literasi Digital. *Mimbar Pendidikan Indonesia*, 3(2).

Satria, E., Latifah, A., & Paroji, M. (2022). Rancang Bangun Aplikasi Katalog Wisata Menggunakan Teknologi *Virtual reality*. *Jurnal Algoritma*, 19(1), 78-87.

Tlili, A., Huang, R., Shehata, B., Liu, D., Zhao, J., Metwally, A. H. S., ... & Burgos, D. (2022). Is *Metaverse* in education a blessing or a curse: a combined content and bibliometric analysis. *Smart Learning Environments*, 9(1), 1-31.

Wahyuni, S., Wulandari, E. U., Fadilah, R. E., & Yusmar, F. (2022). Pengembangan Mobile Learning Module Berbasis Android Untuk Meningkatkan Literasi Digital Siswa SMP. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 125-134.

Wali, M., Pali, A., & Kelala, B. C. (2021). Pertanian Modern dengan Sistem Hidroponik di Kelurahan Potulando, Kabupaten Ende. *International Journal Of Community Service Learning*, 5(4), 388-394.

Wu, J., & Gao, G. (2022). Edu-*Metaverse*: Internet education form with fusion of virtual and reality. In 2022 8th International Conference on Humanities and Social Science Research, 1082-1085. Atlantis Press.

Yustanty, T., Daningsih, E., & Marlina, R. (2018). Pengembangan Media Praktikum Menggunakan Hidroponik Rakit Apung Pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 7(12).