

PENGEMBANGAN *E-MAGAZINE* BIOLOGI BERBASIS SSI PADA MATERI BIOTEKNOLOGI

Fuja Adinda Sinaga¹, Umami Nur Afinni Dwi Jayanti²

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara^{1,2}

fuja0310222029@uinsu.ac.id¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-magazine* biologi berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) pada materi Bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA Taman Siswa Pematang Siantar yang valid, praktis, dan efektif dalam mendukung pemahaman konsep peserta didik. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi lima isu sosiosaintifik berskala lokal hingga global, bioetanol Papua, keamanan pangan GMO, vaksin COVID-19, *designer baby*, dan *de-extinction* dalam satu produk *e-magazine* untuk jenjang SMA, berbeda dari penelitian SSI bioteknologi sebelumnya yang umumnya berbasis web atau LKPD dengan satu isu tunggal. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Uji coba produk melibatkan 25 peserta didik kelas X SMA Taman Siswa Pematang Siantar, satu guru biologi, serta tiga validator ahli yang terdiri atas ahli media, materi, dan SSI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *e-magazine* memperoleh kategori sangat valid, dengan persentase penilaian sebesar 94% dari ahli media, 92% dari ahli materi, dan 94% dari ahli SSI. Uji kepraktisan menunjukkan respons sangat praktis dari peserta didik sebesar 92% (n=10) dan guru sebesar 94% (n=1). Uji keefektifan menunjukkan peningkatan pemahaman konsep peserta didik, dengan rata-rata skor pretest sebesar 34,8 meningkat menjadi 88,4 pada posttest (n=25) dan nilai N-Gain sebesar 0,82 yang termasuk kategori tinggi. Simpulan penelitian menunjukkan bahwa *e-magazine* berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk mendukung peningkatan pemahaman konsep peserta didik pada materi Bioteknologi kelas X SMA.

Kata Kunci: Bioteknologi, E-Magazine, Pemahaman Konsep, *Research And Development*, *Socio-Scientific Issues*

ABSTRACT

This study aimed to develop a Socio-Scientific Issues (SSI)-based biology e-magazine on Biotechnology material for tenth-grade students at SMA Taman Siswa Pematang Siantar that is valid, practical, and effective in supporting students' conceptual understanding. The novelty of this study lies in the integration of five socioscientific issues spanning local to global scales, namely bioethanol in Papua, GMO food safety, COVID-19 vaccines, designer babies, and de-extinction, into a

single e-magazine product for the senior high school level, distinguishing it from previous SSI-Biotechnology studies that were generally web-based or worksheet (LKPD)-based with a single issue. The method used was Research and Development (R&D) with the ADDIE development model, consisting of the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. The product trial involved 25 tenth-grade students of SMA Taman Siswa Pematang Siantar, one biology teacher, and three expert validators comprising media, material, and SSI experts. The results showed that the e-magazine obtained a very valid category, with assessment percentages of 94% from the media expert, 92% from the material expert, and 94% from the SSI expert. The practicality test showed a very practical response from students at 92% (n=10) and from the teacher at 94% (n=1). The effectiveness test showed an increase in students' conceptual understanding, with the average pretest score of 34.8 increasing to 88.4 on the posttest (n=25) and an N-Gain value of 0.82, categorized as high. The study concludes that the developed SSI-based e-magazine meets the criteria of validity, practicality, and effectiveness in supporting the improvement of students' conceptual understanding on tenth-grade Biotechnology material.

Keywords: *Biotechnology, Conceptual Understanding, E-Magazine, Research and Development, Socio-Scientific Issues*

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia saat ini telah memasuki era Revolusi Industri 4.0 yang menuntut peserta didik untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan eksperimen serta pemanfaatan teknologi sebagai pendukung utama pembelajaran (Haqiqi et al., 2020). Pendidikan memegang peranan strategis dalam menjamin keberlangsungan bangsa dan negara sekaligus sebagai sarana untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia (Budiarti et al., 2016). Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, terjadi perubahan mendasar dalam cara memperoleh, mengelola, dan menyebarkan informasi (Nurmaulidina et al., 2022), sehingga sistem pendidikan dituntut mempersiapkan sumber daya manusia yang adaptif terhadap perkembangan IPTEK dan mampu mengikuti dinamika perkembangan zaman (Arsyad, 2019).

Pendidikan abad ke-21 menurut *Partnership for 21st Century Skills* (2015) diarahkan untuk menghasilkan peserta didik yang tidak hanya menguasai pengetahuan, tetapi juga memiliki keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, kolaborasi, serta literasi teknologi, media, dan informasi (Hutasoit et al., 2025). Magdalena et al. (2021) menyatakan bahwa pendidikan abad ke-21 mendorong pergeseran pembelajaran dari pendekatan tradisional menuju pembelajaran yang lebih aktif, kolaboratif, dan berpusat pada peserta didik. Oleh sebab itu, teknologi perlu dimanfaatkan secara optimal melalui pengembangan media pembelajaran yang inovatif dan interaktif agar menjadi sarana komunikasi

yang efektif antara guru dan peserta didik (Munir, 2017). Peran IPTEK dalam pendidikan tercermin melalui semakin luasnya penggunaan teknologi digital sebagai sarana pendukung pembelajaran (Rahmasari, 2025), yang tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai sarana pengembangan keterampilan peserta didik (Razak & Fadilah, 2025) dan pembentukan peserta didik yang adaptif serta inovatif (Lutfia et al., 2023).

Media pembelajaran memiliki urgensi tinggi karena berfungsi sebagai alat bantu pendidik dalam menyampaikan materi secara sistematis, efektif, dan efisien (Arsyad, 2019). Media pembelajaran juga dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Sudjana & Rivai, 2017) serta menjembatani kesenjangan antara materi pembelajaran dengan kemampuan peserta didik dalam memahami konsep abstrak (Tafonao, 2018; Andari, 2020). Meskipun demikian, pembelajaran Biologi di sekolah masih menghadapi keterbatasan dalam pemanfaatan media. Harahap et al. (2026) melaporkan bahwa media pembelajaran Biologi belum dimanfaatkan secara optimal, sementara Prasetya dan Putri (2020) menunjukkan bahwa sebagian besar guru belum mampu mengembangkan media digital interaktif secara mandiri karena keterbatasan waktu, kemampuan teknis, dan referensi media yang sesuai. Kondisi ini sejalan dengan temuan Rahmawati dan Hidayat (2021) bahwa media yang masih didominasi teks menyebabkan peserta didik pasif dan kurang termotivasi. Media yang kurang interaktif berdampak pada pemahaman konsep Biologi yang cenderung bersifat hafalan dan kurang kontekstual (Arsyad, 2019), termasuk pada bahan ajar seperti LKS yang kurang menarik secara visual (Ardhiantari et al., 2015) dan jarang melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik (Dewi, 2020).

Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pengembangan media pembelajaran digital. *E-magazine* merupakan salah satu media digital yang memungkinkan peserta didik mengakses materi pembelajaran secara lebih konkret melalui penyajian teks, gambar, video, dan fitur interaktif (Fuad et al., 2020). Media ini dapat dilengkapi dengan teks terstruktur, infografis, video, animasi proses biologis, *hyperlink* ke artikel ilmiah, kuis interaktif, dan lembar refleksi (Falahudin, 2014), serta dapat diakses melalui berbagai perangkat elektronik (Bella et al., 2024). Penelitian Bella et al. (2024) dan Rahmasari et al. (2019) menunjukkan bahwa *e-magazine* berpengaruh positif terhadap hasil belajar dan memperoleh respons positif dari guru serta peserta didik pada mata pelajaran Bahasa Indonesia dan Kimia. Hal serupa juga ditemukan pada pembelajaran Biologi. Razak dan Fadillah (2025) menemukan bahwa *e-magazine* mampu meningkatkan pemahaman konsep Biologi dan keterampilan penalaran ilmiah peserta didik. Selaras dengan hal tersebut, Karomah et al. (2023) menjelaskan adanya peningkatan literasi Biologi setelah penggunaan *e-magazine*. Selain itu, Sari dan Adlini (2024) juga menunjukkan bahwa *e-magazine* dinilai efektif dalam pembelajaran materi sistem reproduksi.

Sementara itu, pemahaman konsep sains peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah (Çalik & Wiyarsi, 2021). Hasil PISA 2022 menunjukkan skor sains Indonesia berada jauh di bawah rata-rata OECD, dengan posisi sekitar peringkat 68–70 dari 81 negara peserta (OECD, 2023). Kondisi tersebut juga tercermin dalam pembelajaran Biologi sebagai bagian dari konsep sains. Sebagian peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mempelajari Biologi secara bermakna (Nurwahidah, 2023). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep Biologi peserta didik masih belum optimal sehingga memerlukan inovasi dalam proses pembelajaran. Maryati et al. (2025) menemukan bahwa pemahaman konsep Biologi peserta didik masih dipengaruhi secara signifikan oleh minat dan motivasi belajar. Irani et al. (2020) juga melaporkan masih banyak ditemukan miskonsepsi pada materi Biologi SMA yang menyebabkan rendahnya pemahaman konsep peserta didik. Karakteristik materi Biologi yang abstrak dan sulit divisualisasikan turut berperan dalam kondisi tersebut. Selain itu, dominasi metode hafalan tanpa pemahaman makna konsep serta pembelajaran yang masih berpusat pada guru juga menjadi faktor yang memengaruhi rendahnya pemahaman konsep peserta didik (Prayogi et al., 2024; Samaduri, 2022).

Salah satu pendekatan yang relevan untuk meningkatkan pemahaman konsep sains peserta didik adalah pengintegrasian isu sosial ke dalam pembelajaran sains melalui *Socio-Scientific Issues* (SSI). Pendekatan SSI mengintegrasikan persoalan sosial yang berkaitan erat dengan konsep sains dan memiliki solusi yang bersifat relatif atau terbuka (Azizah et al., 2022). Pembelajaran berbasis SSI menekankan penyajian masalah nyata yang kontroversial dan melibatkan aspek sosial, lingkungan, ekonomi, serta etika, sehingga mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam menganalisis masalah dan mengambil keputusan secara rasional (Sadler et al., 2007). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa integrasi SSI dalam pembelajaran Biologi mampu meningkatkan pemahaman konsep dan kesadaran peserta didik terhadap implikasi sains dalam kehidupan masyarakat (Zahroh et al., 2024).

Sejalan dengan itu, materi bioteknologi merupakan salah satu materi yang dimuat dalam pembelajaran Biologi. Materi ini sering disajikan dalam bentuk konsep dasar bioteknologi, jenis bioteknologi, produk yang dihasilkan dari bioteknologi, serta dampaknya terhadap kehidupan (Hutasoit et al., 2025). Namun, materi bioteknologi yang mencakup konsep abstrak dan mikroskopis, seperti rekayasa genetika dan teknologi DNA rekombinan, sering menimbulkan kesulitan bagi peserta didik dalam memvisualisasikan konsep dan mengaitkannya dengan kehidupan nyata (Nasution et al., 2022). Kesulitan tersebut berdampak pada rendahnya pemahaman konsep dan keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran (Rahmadani et al., 2017). Kondisi ini menegaskan perlunya media pembelajaran yang mampu menyajikan konsep bioteknologi secara visual,

interaktif, dan kontekstual sehingga peserta didik lebih mudah memahami relevansinya dalam kehidupan sehari-hari (Rahmasari, 2025).

Sejumlah penelitian telah mengembangkan pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) pada materi bioteknologi melalui berbagai format media, seperti bahan ajar cetak dan buku saku digital daring (Hutasoit et al., 2025). Pengembangan dalam bentuk modul juga telah dilakukan pada sejumlah penelitian, seperti Budiarti et al. (2016), Rosmayuni et al. (2024), dan Majlaini et al. (2025). Pada materi Biologi lainnya, pendekatan SSI juga telah diimplementasikan dalam bentuk web pembelajaran serta video pendek berbasis media sosial (Ummah & Subianto). Di sisi lain, *e-magazine* telah dikembangkan sebagai media pembelajaran pada materi bioteknologi, tetapi penyajiannya masih berorientasi pada penyampaian konten dan belum mengintegrasikan pendekatan SSI sebagai kerangka pembelajaran secara menyeluruh.

Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada salah satu aspek, yaitu pengembangan media pembelajaran atau penerapan pendekatan SSI, tanpa mengombinasikan keduanya secara utuh pada materi bioteknologi. Akibatnya, masih terdapat kesenjangan penelitian berupa belum tersedianya media *e-magazine* yang dirancang secara sistematis dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip SSI untuk memfasilitasi peserta didik dalam menganalisis isu bioteknologi yang bersifat ilmiah, sosial, etis, dan berbasis pengambilan keputusan. Padahal, karakteristik *e-magazine* yang interaktif dan kaya visual berpotensi menjadi sarana yang efektif untuk mengakomodasi pembelajaran berbasis SSI. Hal ini dapat mendorong keterlibatan peserta didik (Ramadhaniah et al., 2026) dan menciptakan proses pembelajaran yang lebih variatif (Rohima, 2023).

Beberapa penelitian telah mengembangkan media pembelajaran digital maupun menerapkan pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dalam pembelajaran Biologi. Namun, penelitian tersebut umumnya masih berfokus pada pengembangan media digital tanpa mengintegrasikan karakteristik SSI secara komprehensif, atau menerapkan SSI tanpa didukung media digital yang dirancang khusus pada materi bioteknologi. Akibatnya, peserta didik belum memperoleh media yang tidak hanya menyajikan konsep bioteknologi secara visual, tetapi juga memfasilitasi analisis isu sosial-saintifik secara sistematis melalui proses argumentasi dan pengambilan keputusan berbasis bukti.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan *e-magazine* Biologi berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) yang secara khusus dirancang untuk materi bioteknologi kelas X SMA. Media ini tidak hanya menyajikan konsep bioteknologi secara digital dan visual, tetapi juga mengintegrasikan isu sosial-saintifik agar peserta didik dapat menganalisis persoalan bioteknologi secara ilmiah, sosial, etis, dan kontekstual. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-magazine* Biologi berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) pada materi bioteknologi

untuk peserta didik kelas X SMA yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) (Sugiyono, 2019). Model pengembangan yang digunakan yaitu ADDIE. Model ADDIE terdiri atas lima tahapan, yaitu analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*) (Branch, 2009). Desain model pengembangan ADDIE disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Desain Model ADDIE (Branch 2009)

Berdasarkan Gambar 1, pengembangan produk dilakukan melalui lima tahap utama, yaitu *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*. Kelima tahap tersebut digunakan secara sistematis untuk menghasilkan *e-magazine* Biologi berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) pada materi bioteknologi.

Analysis (Analisis)

Tahap analisis meliputi beberapa langkah, yaitu: (1) mengukur kesenjangan kondisi di lapangan dengan menganalisis potensi dan masalah dalam pembelajaran untuk mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi ideal dan kondisi nyata; (2) menentukan tujuan instruksional dengan merumuskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai melalui produk yang dikembangkan; (3) mengonfirmasi sasaran pengembangan untuk memastikan kesesuaian sasaran produk dengan kebutuhan pengguna; (4) mengidentifikasi komponen kebutuhan, meliputi kebutuhan materi, media, dan sumber daya yang diperlukan; (5) menentukan sistem pengantar, yaitu menetapkan cara produk akan disampaikan kepada pengguna; dan (6) menyusun rencana pengembangan dengan merancang tahapan kerja untuk proses pengembangan produk selanjutnya.

Design (Desain)

Tahap desain meliputi beberapa langkah, yaitu: (1) melakukan inventarisasi dengan mengumpulkan dan menyusun materi, referensi, serta bahan pendukung yang dibutuhkan dalam pengembangan produk; (2) menyusun tampilan objek dengan merancang struktur, tata letak, dan desain visual produk yang akan dikembangkan; dan (3) menghasilkan strategi pengujian dengan menyusun instrumen serta prosedur yang akan digunakan untuk menguji kelayakan produk pada tahap berikutnya.

Development (Pengembangan)

Tahap pengembangan meliputi beberapa langkah, yaitu: (1) merancang konten produk dengan menyusun materi pembelajaran sesuai rancangan yang telah ditetapkan pada tahap *design*; (2) mengembangkan media dengan mewujudkan rancangan menjadi produk media pembelajaran yang siap divalidasi; (3) melakukan revisi formatif, yaitu memperbaiki produk berdasarkan masukan dari ahli media, ahli materi, dan ahli *Socio-Scientific Issues* (SSI) untuk memastikan kelayakannya; dan (4) melaksanakan uji keterbacaan untuk memperoleh umpan balik dari peserta didik dan guru sebelum produk digunakan pada skala yang lebih luas.

Implementation (Implementasi)

Tahap implementasi meliputi beberapa langkah, yaitu: (1) mempersiapkan tim pelaksana, yaitu peneliti dan observer sebagai pelaksana uji coba di kelas X SMA Taman Siswa; dan (2) mempersiapkan subjek pengimplementasian, yaitu menetapkan tempat dan waktu pelaksanaan, populasi dan sampel penelitian, serta menyiapkan instrumen pembelajaran dan instrumen penelitian yang akan digunakan selama uji coba terbatas di kelas.

Evaluation (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai kualitas produk yang telah dikembangkan berdasarkan hasil validasi, kepraktisan, dan keefektifan. Evaluasi dilakukan melalui analisis hasil validasi ahli, respons guru dan peserta didik, serta hasil *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep peserta didik setelah menggunakan *e-magazine* berbasis SSI.

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret hingga Juni 2026. Partisipan yang terlibat dalam tahap uji coba adalah peserta didik kelas X SMA Taman Siswa Pematang Siantar. Uji kepraktisan dilakukan pada skala kecil yang melibatkan 10 peserta didik dan satu guru Biologi. Sementara itu, uji keefektifan melibatkan 25 peserta didik guna memastikan data yang diperoleh memadai untuk analisis statistik. Pemilihan subjek penelitian dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Partisipan dipilih berdasarkan kesesuaian

dengan karakteristik yang dibutuhkan dalam penelitian ini, termasuk kesiapan belajar dan keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan sesuai dengan setiap tahap pengumpulan data. Pada tahap analisis kebutuhan, data diperoleh melalui wawancara dengan guru Biologi untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran dan kebutuhan media yang akan dikembangkan. Untuk mengukur validitas produk, digunakan lembar validasi yang melibatkan ahli media, ahli materi, dan ahli materi *Socio-Scientific Issues* (SSI). Uji kepraktisan dilakukan dengan membagikan angket respons kepada guru dan peserta didik untuk menilai tingkat kemudahan penggunaan dan daya tarik media. Sementara itu, uji keefektifan dilakukan melalui desain *one-group pretest-posttest*, dengan pengukuran hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan *e-magazine* berbasis SSI pada materi bioteknologi. Penilaian dilakukan menggunakan tes tertulis berupa *pretest* dan *posttest* dengan instrumen pemahaman konsep berupa 10 soal pilihan ganda yang disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep.

Penelitian ini menggunakan analisis data kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif digunakan untuk mengolah data yang diperoleh dari wawancara guru serta umpan balik dari ahli media, ahli materi, dan ahli SSI mengenai *e-magazine* yang dikembangkan. Sementara itu, analisis kuantitatif digunakan untuk mengolah data dari angket validasi yang menilai kelayakan *e-magazine* oleh para ahli, respons guru dan peserta didik terhadap produk, serta hasil tes pemahaman konsep.

Analisis hasil validasi dari ahli media, ahli materi, dan ahli SSI, serta angket respons dari guru dan peserta didik, dilakukan menggunakan rumus persentase untuk menentukan tingkat kelayakan dan kepraktisan *e-magazine* berbasis SSI. Penilaian validitas dan kepraktisan disajikan dalam bentuk persentase. Persentase hasil validasi dan kepraktisan dihitung menggunakan Rumus pada persamaan (1) berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

Kriteria penilaian validitas dan kepraktisan produk digunakan sebagai pedoman untuk menentukan tingkat kelayakan produk yang dikembangkan. Adapun kriteria penilaian validitas dan kepraktisan produk disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Tingkat Kevalidan & Kepraktisan

Persentase	Keterangan
0% - 20%	Tidak Valid / Tidak Praktis
21% - 40%	Kurang Valid / Kurang Praktis
41% - 60%	Cukup Valid / Cukup Praktis
61% - 80%	Valid / Praktis
81% - 100%	Sangat Valid / Sangat Praktis

Sumber: Mahadiraja dan Syamsuarnis (2020).

Berdasarkan Tabel 1, semakin tinggi persentase yang diperoleh, semakin tinggi pula tingkat kevalidan dan kepraktisan produk yang dikembangkan. Produk dinyatakan sangat valid atau sangat praktis apabila memperoleh persentase pada rentang 81%–100%.

Selanjutnya, data efektivitas dihitung menggunakan Rumus 2, yaitu persamaan skor N-Gain. Peningkatan skor N-Gain dihitung berdasarkan selisih nilai *pretest* dan *posttest* setelah penerapan *e-magazine* berbasis SSI. Rumus N-Gain yang digunakan disajikan pada persamaan (2) sebagai berikut.

$$\text{N-Gain} = \frac{\text{Skor post test} - \text{skor pre test}}{\text{Skor maksimum} - \text{skor retest}} \quad (2)$$

Nilai N-Gain yang diperoleh kemudian dikategorikan berdasarkan kriteria yang disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Klasifikasi N-Gain

Skor N-Gain	Klasifikasi	Keterangan
$\text{N-Gain} \geq 0.7$	Tinggi	Efektif
$0.3 \leq \text{N-Gain} < 0.7$	Sedang	Cukup Efektif
$\text{N-Gain} < 0.3$	Rendah	Tidak Efektif

Sumber: Hake (1998).

Berdasarkan Tabel 2, nilai N-Gain digunakan untuk mengetahui tingkat peningkatan pemahaman konsep peserta didik setelah menggunakan *e-magazine* berbasis SSI. Produk dikatakan efektif apabila nilai N-Gain berada pada kategori tinggi.

HASIL PENELITIAN

Hasil pengembangan *e-magazine* berbasis SSI pada materi bioteknologi disajikan berdasarkan tahapan model ADDIE, di mana hasil pada setiap tahapan tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3: Hasil Tahapan ADDIE

Tahap	Hasil Aktivitas
Analisis	Diidentifikasi kesenjangan pembelajaran bioteknologi di lapangan, yaitu ketuntasan belajar yang baru mencapai $\pm 55\%$ dengan media konvensional, kesulitan peserta didik memahami konsep abstrak pada materi bioteknologi, dan minat rendah terhadap isu bioteknologi. Hasil analisis ini menegaskan kebutuhan media <i>e-magazine</i> berbasis SSI sesuai capaian pembelajaran fase E.
Desain	Dirancang struktur dan konten <i>e-magazine</i> yang memuat lima isu SSI (bioetanol Papua, keamanan pangan GMO, vaksin COVID-19, <i>designer baby</i> , dan <i>de-extinction</i>), materi bioteknologi, studi kasus, aktivitas argumentasi, serta instrumen validasi dan angket respons guru dan peserta didik.
Pengembangan	Rancangan direalisasikan menjadi <i>e-magazine</i> menggunakan Canva, kemudian divalidasi oleh ahli media, materi, dan SSI dengan hasil masing-

	masing 94%, 92%, dan 94% (kategori sangat valid). Uji keterbacaan skala kecil pada 10 peserta didik dan 1 guru biologi menunjukkan respons sangat praktis.
Implementasi	Produk diujicobakan pada 25 peserta didik kelas X menggunakan desain <i>one-group pretest-posttest</i> . Hasil menunjukkan peningkatan rata-rata skor dari 34,8 (pre-test) menjadi 88,4 (pos-test), dengan <i>N-Gain</i> sebesar 0,82 (kategori tinggi), yang mengindikasikan efektivitas awal <i>e-magazine</i> dalam mendukung pemahaman konsep peserta didik.

Berdasarkan Tabel 3, pengembangan *e-magazine* berbasis SSI dilakukan melalui tahapan ADDIE secara sistematis. Tahap analisis menghasilkan identifikasi kebutuhan terhadap media yang lebih kontekstual dan interaktif, sedangkan tahap desain menghasilkan rancangan isi, tampilan, dan instrumen penelitian. Pada tahap pengembangan, produk divalidasi oleh ahli media, materi, dan SSI serta direvisi berdasarkan masukan validator sebelum dilakukan uji keterbacaan dan kepraktisan.

Selanjutnya, pada tahap implementasi, *e-magazine* digunakan dalam pembelajaran kepada 25 peserta didik dan menunjukkan peningkatan pemahaman konsep berdasarkan perolehan *N-Gain*. Hasil validasi yang diberikan oleh ketiga ahli tersebut disajikan secara sistematis pada Tabel 4.

Tabel 4: Hasil Uji Kevalidan Media *E-magazine*

Ahli	Aspek Yang Dinilai	Butir Pertanyaan	Skor	Skor Max	Persentase (%)	Kriteria
Media	Desain Grafik Media	8	30	32	94	Sangat Valid
	Penyajian Materi	8	30	32	94	Sangat Valid
	Nilai Rata-Rata (%)				94	Sangat Valid
Materi	Kelayakan Isi	7	26	28	93	Sangat Valid
	Kebahasaan	8	30	32	94	Sangat Valid
	Penyajian Materi	8	30	32	94	Sangat Valid
	Nilai Rata-Rata (%)				93	
SSI	Kelayakan Isi	3	11	12	92	Sangat Valid
	Kelayakan Kontruksi	3	10	12	83	Valid
	Kelayakan Bahasa	3	12	12	100	Sangat Valid
	Kesesuaian Format & Penampilan	2	8	8	100	Sangat Valid
	Nilai Rata-Rata (%)				94	

Selama proses validasi, para ahli memberikan berbagai saran dan masukan yang digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki *e-magazine* berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI). Revisi dilakukan pada beberapa aspek, meliputi penyajian materi, tampilan media, serta kesesuaian dan penyajian isu sosiosaintifik. Masukan tersebut menjadi bagian penting dalam proses penyempurnaan produk agar *e-magazine* yang dikembangkan lebih layak, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Rincian saran validator dan perbaikan yang dilakukan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Saran dan Revisi Validator

Ahli	Saran Perbaikan	Revisi yang Dilakukan
Media	Glosarium istilah teknis belum tersedia dalam <i>e-magazine</i> .	Glosarium ditambahkan pada bagian penutup <i>e-magazine</i> .
	Penomoran halaman belum tercantum secara konsisten pada seluruh bagian.	Penomoran halaman diperbaiki dan dilengkapi pada seluruh bagian <i>e-magazine</i> .
	Aktivitas yang memfasilitasi kemampuan argumentasi siswa belum tersedia.	Aktivitas argumentasi siswa ditambahkan pada bagian materi.
Materi	Ukuran huruf yang digunakan belum memenuhi standar keterbacaan.	Ukuran huruf diperbesar untuk meningkatkan keterbacaan.
	Video yang disajikan pada setiap isu belum ditindaklanjuti dengan aktivitas reflektif.	Pertanyaan atau aktivitas reflektif ditambahkan sebagai tindak lanjut video pada setiap isu.
	Narasi pada setiap topik isu dinilai terlalu panjang sehingga kurang efektif.	Narasi pada setiap topik isu dipersingkat agar lebih efektif dan efisien.
SSI	Referensi pendukung pada setiap isu yang disajikan belum dicantumkan.	Referensi ditambahkan pada masing-masing isu yang disajikan.
	Resolusi gambar yang digunakan belum memenuhi standar kejelasan visual.	Kualitas dan resolusi gambar ditingkatkan.
	Penulisan istilah asing/ilmiah belum sesuai dengan kaidah penulisan (belum dicetak miring).	Penulisan istilah asing/ilmiah diperbaiki sesuai kaidah (dicetak miring).
	Petunjuk penggunaan <i>e-magazine</i> belum tercantum pada bagian awal.	Petunjuk penggunaan ditambahkan pada bagian awal <i>e-magazine</i> .

Berdasarkan Tabel 5, revisi produk dilakukan sesuai masukan validator untuk meningkatkan kualitas *e-magazine*. Perbaikan meliputi penambahan glosarium, penomoran halaman, aktivitas argumentasi, aktivitas reflektif, referensi pendukung, peningkatan kualitas gambar, serta perbaikan penulisan istilah asing/ilmiah.

Selanjutnya, uji kepraktisan dilakukan dengan menyebarkan angket respons kepada guru Biologi dan peserta didik sebagai pengguna *e-magazine*. Hasil penilaian kepraktisan dari guru dan peserta didik disajikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Uji Kepraktisan Berdasarkan Respon Guru dan Siswa

Responden	Butir Pernyataan	Skor Yang Diperoleh	Skor Max	Persentase (%)	Kriteria
Siswa (n=10)	23	85	92	92%	Sangat Praktis
Guru (n=1)	12	45	48	94%	Sangat Praktis

Berdasarkan Tabel 6, hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa *e-magazine* memperoleh respons sangat praktis dari peserta didik dengan persentase sebesar 92% dan dari guru sebesar 94%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *e-magazine* mudah digunakan, menarik, dan layak diterapkan dalam pembelajaran bioteknologi.

Efektivitas *e-magazine* berbasis SSI diukur melalui analisis peningkatan pemahaman konsep peserta didik menggunakan nilai N-Gain. Hasil uji efektivitas disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Uji N-Gain

Evaluasi	Skor Rata-Rata	Skor Max	Skor N-Gain	Kriteria
Pra-Uji (n=25)	34,8	100	0,82	Tinggi/Efektif
Posttest (n=25)	88,4	100		

Berdasarkan Tabel 7, rata-rata nilai peserta didik meningkat dari 34,8 pada *pretest* menjadi 88,4 pada *posttest*. Nilai N-Gain sebesar 0,82 berada pada kategori tinggi, sehingga menunjukkan bahwa penggunaan *e-magazine* berbasis SSI efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi bioteknologi.

PEMBAHASAN

E-Magazine bioteknologi berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) untuk peserta didik kelas X SMA/MA telah dikembangkan menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*.

Tahap Analisis

Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengembangan *e-magazine* berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) melalui observasi dan wawancara dengan guru Biologi. Analisis difokuskan pada kondisi pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta kendala yang dihadapi dalam pembelajaran materi bioteknologi. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan memahami konsep-konsep bioteknologi yang bersifat abstrak, sementara media pembelajaran yang digunakan belum mampu mengaitkan materi dengan permasalahan nyata di masyarakat.

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya media pembelajaran yang tidak hanya menyajikan informasi secara visual, tetapi juga memfasilitasi peserta didik dalam menghubungkan konsep ilmiah dengan isu-isu sosial-saintifik yang relevan sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna. Oleh karena itu, dikembangkan *e-magazine* berbasis SSI yang disesuaikan dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, serta karakteristik peserta didik untuk mendukung peningkatan pemahaman konsep. Temuan ini sejalan dengan Razak dan Fadilah (2025) yang menyatakan bahwa penggunaan *e-magazine* mampu

meningkatkan pemahaman konsep Biologi karena menyajikan materi secara menarik, interaktif, dan mudah dipahami oleh peserta didik.

Tahap Desain

Pada tahap desain, disusun rancangan isi dan materi yang mengacu pada capaian serta tujuan pembelajaran bioteknologi. Rancangan tersebut dilengkapi dengan pemilihan lima isu *Socio-Scientific Issues* (SSI) yang relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, yaitu: (1) pemanfaatan bioetanol di Papua serta implikasinya terhadap masyarakat dan masa depan lingkungan Papua; (2) keamanan pangan hasil rekayasa genetika bagi manusia; (3) vaksin COVID-19; (4) *designer baby*: kemajuan sains atau ancaman bagi masa depan; dan (5) *de-extinction*: menghidupkan kembali hewan purba dengan bioteknologi modern. Tahap ini juga mencakup penyusunan instrumen penelitian berupa lembar validasi ahli dan angket respons pengguna yang digunakan untuk menilai kevalidan dan kepraktisan produk pada tahap berikutnya. Temuan ini didukung oleh penelitian Alfiah et al. (2022) yang menunjukkan bahwa penyajian materi dalam *e-magazine* secara terstruktur dapat meningkatkan ketertarikan peserta didik terhadap pembelajaran serta mempermudah mereka dalam memahami materi yang dipelajari.

E-magazine berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) yang dikembangkan terdiri atas sampul, kata pengantar, petunjuk penggunaan, pertanyaan pemantik, materi bioteknologi yang diintegrasikan dengan isu-isu sosiosaintifik, alur produksi dan studi kasus, gambar serta video pendukung, kolom pro dan kontra, aktivitas argumentasi pada setiap isu sosiosaintifik yang diangkat, glosarium, serta biografi penulis pada bagian penutup. Seluruh komponen tersebut disusun secara sistematis untuk mengaitkan konsep bioteknologi dengan permasalahan nyata di masyarakat. Pembelajaran ini mendukung peserta didik untuk menganalisis persoalan sosial, etika, dan lingkungan. Sadler et al. (2007) juga menjelaskan bahwa proses mengidentifikasi masalah, mengevaluasi bukti ilmiah, dan menyusun argumentasi merupakan inti pembelajaran berbasis SSI yang mampu membangun pemahaman konseptual secara lebih bermakna.

Tahap Pengembangan

Pada tahap pengembangan, rancangan *e-magazine* berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) yang telah disusun pada tahap sebelumnya diwujudkan menjadi produk pembelajaran yang utuh. Seluruh komponen media dikembangkan sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran pada materi bioteknologi serta dipadukan dengan isu-isu sosial-saintifik yang relevan. Produk yang telah selesai dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli SSI untuk menilai kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, desain, serta karakteristik SSI. Masukan dan saran dari para validator digunakan sebagai dasar revisi formatif

untuk menyempurnakan produk sehingga memenuhi kriteria valid sebelum diimplementasikan dalam proses pembelajaran.

Hasil validasi menunjukkan bahwa *e-magazine* berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi sebagai media pembelajaran bioteknologi. Berdasarkan penilaian ahli media, diperoleh rata-rata persentase sebesar 94% dengan kategori sangat valid. Penilaian tersebut mencakup aspek desain grafis media dan penyajian materi yang masing-masing memperoleh persentase 94%. Hasil ini menunjukkan bahwa tampilan visual, tata letak, tipografi, pemilihan warna, serta penyajian informasi telah dirancang secara sistematis sehingga sesuai dengan karakteristik peserta didik dan mampu mendukung penyampaian konsep-konsep bioteknologi yang bersifat abstrak. Menurut Arsyad (2019), media dengan penyajian visual yang baik mampu mengurangi beban kognitif peserta didik sehingga informasi lebih mudah dipahami. Dengan demikian, kualitas desain *e-magazine* tidak hanya berfungsi sebagai aspek estetika, tetapi juga sebagai pendukung proses konstruksi pemahaman konsep.

Validasi oleh ahli materi memperoleh rata-rata persentase sebesar 92% dengan kategori sangat valid. Aspek kelayakan isi memperoleh persentase 89%, sedangkan aspek kebahasaan dan penyajian materi masing-masing memperoleh persentase 94%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka, memiliki kebenaran konsep yang baik, menggunakan bahasa yang komunikatif, serta disusun secara sistematis sehingga memudahkan peserta didik memahami materi bioteknologi. Persentase pada aspek kelayakan isi yang sedikit lebih rendah dibandingkan aspek lainnya mengindikasikan masih terdapat ruang untuk menyempurnakan kedalaman materi dan memperkaya contoh penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari. Meskipun demikian, nilai tersebut tetap berada pada kategori sangat valid sehingga substansi materi dinilai telah memenuhi standar kelayakan sebagai bahan ajar.

Selain itu, validasi oleh ahli *Socio-Scientific Issues* (SSI) memperoleh rata-rata persentase sebesar 94% dengan kategori sangat valid. Aspek kelayakan isi memperoleh persentase 92%, aspek kelayakan konstruksi 83%, sedangkan aspek kebahasaan serta kesesuaian format dan penampilan masing-masing memperoleh persentase 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa isu-isu sosial-saintifik yang diintegrasikan dalam *e-magazine* telah sesuai dengan konsep bioteknologi, disajikan menggunakan bahasa yang mudah dipahami, serta dikemas dalam format yang menarik. Persentase pada aspek kelayakan konstruksi yang lebih rendah dibandingkan aspek lainnya menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran berbasis SSI masih memerlukan penyempurnaan, terutama dalam memperjelas keterkaitan antara fenomena sosial, konsep sains, bukti ilmiah, dan proses pengambilan keputusan. Penyempurnaan pada aspek ini penting karena pembelajaran berbasis SSI tidak hanya bertujuan meningkatkan penguasaan konsep, tetapi juga melatih

peserta didik membangun argumentasi ilmiah dan mengambil keputusan berdasarkan bukti (Zeidler & Nichols, 2009).

Secara keseluruhan, hasil validasi dari ketiga ahli menunjukkan bahwa *e-magazine* berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) memenuhi kriteria sangat valid sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi bioteknologi. Tingginya tingkat validitas tersebut mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi aspek desain, kelayakan isi, kebahasaan, dan karakteristik pembelajaran berbasis SSI secara terpadu. Integrasi isu-isu sosial-saintifik, seperti bioetanol, rekayasa genetika, dan dampaknya terhadap lingkungan maupun masyarakat, memungkinkan peserta didik menghubungkan konsep bioteknologi dengan permasalahan nyata, menganalisis berbagai sudut pandang, mengevaluasi bukti ilmiah, serta mempertimbangkan aspek etika sebelum mengambil keputusan. Karakteristik tersebut menjadikan pembelajaran lebih kontekstual dan bermakna, sehingga berpotensi meningkatkan pemahaman konsep sekaligus kemampuan berpikir kritis. Temuan ini sejalan dengan Alfitriyani et al. (2021) yang menyatakan bahwa pendekatan SSI mampu menghubungkan konsep ilmiah dengan persoalan kehidupan nyata. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Rosmayuni et al. (2024) bahwa integrasi SSI dalam media pembelajaran meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar, sedangkan Karomah et al. (2023) menunjukkan bahwa media berbasis SSI mampu mendukung kemampuan peserta didik dalam menganalisis masalah dan mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah.

Setelah *e-magazine* berbasis SSI dinyatakan layak berdasarkan hasil validasi, dilakukan uji kepraktisan melalui penyebaran angket respons kepada guru Biologi dan peserta didik sebagai pengguna media. Hasil uji menunjukkan bahwa *e-magazine* memperoleh kategori sangat praktis. Sebanyak 10 peserta didik memberikan skor 85 dari skor maksimal 92 pada 23 butir pernyataan, dengan persentase sebesar 92%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik memberikan respons positif terhadap tampilan media, kemudahan navigasi, serta kejelasan penyajian materi. Fitur-fitur *e-magazine*, seperti integrasi isu sosial-saintifik, alur proses bioteknologi, studi kasus, gambar, video pendukung, kolom pro dan kontra, serta aktivitas argumentasi, membantu peserta didik memvisualisasikan konsep-konsep abstrak sehingga pembelajaran menjadi lebih konkret dan menarik. Temuan ini sejalan dengan Fuad et al. (2020) yang menyatakan bahwa media digital berbasis multimedia mampu membantu peserta didik memahami konsep abstrak melalui representasi visual, sedangkan Sari dan Suswanto (2017) menjelaskan bahwa integrasi berbagai bentuk informasi dalam media digital dapat meningkatkan perhatian, motivasi, dan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran.

Respons guru juga menunjukkan hasil yang sangat baik. Guru memperoleh skor 45 dari skor maksimal 48 pada 12 butir pernyataan, dengan persentase sebesar 94% dan kategori sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *e-magazine*

mudah digunakan, memiliki penyajian materi yang sistematis, serta mendukung pelaksanaan pembelajaran yang lebih interaktif dan kontekstual. Integrasi isu sosial-saintifik dengan konsep bioteknologi membantu guru memfasilitasi diskusi, mendorong peserta didik mengevaluasi informasi secara kritis, dan mengaitkan konsep ilmiah dengan fenomena kehidupan sehari-hari. Temuan ini sejalan dengan Sahertian dan Hidayati (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis SSI mampu melatih kemampuan analisis dan pemecahan masalah peserta didik. Selain itu, pendekatan SSI juga membantu peserta didik mengevaluasi kredibilitas informasi serta mengambil keputusan secara logis berdasarkan bukti ilmiah.

Implementasi

Selanjutnya, penilaian keefektifan dilakukan untuk mengukur seberapa besar *e-magazine* bioteknologi berbasis SSI dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik setelah proses pembelajaran. Berdasarkan analisis *pretest* dan *posttest* menggunakan rumus N-Gain, skor *pretest* memperoleh rata-rata 34,8, sedangkan skor *posttest* memperoleh rata-rata 88,4 ($n = 25$). Nilai N-Gain yang diperoleh sebesar 0,82, yang termasuk ke dalam kategori tinggi/efektif. Hal ini menunjukkan bahwa *e-magazine* yang dikembangkan efektif meningkatkan pemahaman konsep peserta didik pada materi bioteknologi.

Efektivitas tersebut didukung oleh karakteristik *e-magazine* yang mengintegrasikan penyajian materi secara sistematis dengan fitur-fitur pembelajaran berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI), seperti pertanyaan pemantik, studi kasus, ilustrasi, video pendukung, kolom pro dan kontra, serta aktivitas argumentasi. Peningkatan pemahaman konsep tidak hanya ditunjukkan oleh kenaikan skor N-Gain, tetapi juga tercermin pada kemampuan peserta didik dalam menjelaskan berbagai konsep bioteknologi. Proses pembelajaran tersebut selaras dengan karakteristik pendekatan SSI yang menekankan keterkaitan antara konsep sains dan isu-isu kehidupan nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna (Zeidler et al., 2005).

Hasil penelitian ini juga didukung oleh Razak et al. (2025) yang menunjukkan bahwa penggunaan *e-magazine* mampu meningkatkan pemahaman konsep Biologi dan keterampilan penalaran ilmiah peserta didik. Temuan serupa dilaporkan oleh Karomah et al. (2023) bahwa *e-magazine* efektif meningkatkan literasi Biologi melalui penyajian materi yang kontekstual dan menarik. Selain itu, Pare dan Murniarta (2024) menyatakan bahwa media digital interaktif seperti simulasi dan multimedia mampu meningkatkan pemahaman konsep secara signifikan dibandingkan metode konvensional. Hasil tersebut juga didukung oleh Rahmadani et al. (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis SSI mendorong peserta didik mengevaluasi bukti ilmiah sebelum mengambil keputusan sehingga pemahaman konsep terbentuk secara lebih mendalam.

Secara keseluruhan, implementasi *e-magazine* berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik

pada materi bioteknologi. Media ini dapat menjadi alternatif inovatif dalam pembelajaran Biologi yang tidak hanya menyampaikan konsep secara kognitif, tetapi juga melatih peserta didik untuk menganalisis isu sosial-saintifik secara kritis dan kontekstual. Ke depannya, media ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memperkaya fitur interaktif serta memperluas cakupan materi SSI pada topik-topik bioteknologi lainnya, sehingga semakin mendukung tujuan pembelajaran Biologi yang bermakna dan relevan dengan isu-isu terkini di masyarakat.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya dilakukan pada materi bioteknologi di kelas X dengan jumlah sampel terbatas dan cakupan implementasi pada satu kali uji coba di satu sekolah. Selain itu, penelitian ini hanya mengukur peningkatan pemahaman konsep melalui hasil *pretest* dan *posttest*, sehingga dampak penggunaan *e-magazine* terhadap kemampuan lain yang berkaitan dengan SSI, seperti berpikir kritis dan argumentasi ilmiah, belum dianalisis secara khusus.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *e-magazine* Biologi berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) pada materi bioteknologi yang dikembangkan menggunakan model ADDIE memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sebagai media pembelajaran bagi peserta didik kelas X SMA. Produk memperoleh kategori sangat valid berdasarkan penilaian ahli media, ahli materi, dan ahli SSI. *E-magazine* juga memperoleh kategori sangat praktis berdasarkan respons peserta didik dan guru, serta terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep peserta didik dengan nilai N-Gain sebesar 0,82 yang termasuk kategori tinggi.

Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi *Socio-Scientific Issues* (SSI) dalam *e-magazine* mampu mendukung pembelajaran bioteknologi yang lebih kontekstual dan bermakna, sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji keefektifan *e-magazine* berbasis SSI melalui implementasi yang lebih luas dan berulang dengan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar, beberapa kelas, dan konteks sekolah yang beragam agar efektivitas media dapat diuji secara lebih komprehensif. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat menggunakan desain penelitian yang lebih kuat, seperti melibatkan kelompok kontrol atau melakukan pengukuran dalam jangka waktu yang lebih panjang, sehingga pengaruh penggunaan *e-magazine* terhadap pemahaman konsep dan keterampilan lain yang berkaitan dengan SSI dapat diketahui secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

Alfiah, P. N., Edwita, E., & Supriatna, A. R. (2022). Pengembangan media pembelajaran *e-magazine* berbasis pendekatan saintifik pada pembelajaran

- IPA materi sifat-sifat cahaya kelas IV SD. *Efektor*, 9(2), 230–241. <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/efektor-e/article/view/17067>
- Alfitriyani, N., Pursitasari, I. D., & Kurniasih, S. (2021). Biotechnology module based on socioscientific issues to improve students' critical thinking ability through online learning. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 12(1), 23–39.
- Andari, R. (2020). Pemanfaatan media pembelajaran berbasis game edukasi Kahoot! pada pembelajaran fisika. *Orbita: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(1), 135–137. <https://journal.ummat.ac.id/index.php/orbita/article/view/2069>
- Ardhiantari, W., Fadiawati, N., & Kadaritna, N. (2015). Pengembangan LKS berbasis keterampilan proses sains pada materi hukum-hukum dasar kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 4(1), 312–323.
- Arsyad, A. (2019). *Media pembelajaran*. Rajawali Pers.
- Azizah, H. P., Ilhami, A., & Hafiza, N. (2022). Pengembangan e-modul IPA SMP berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI): *Systematic review*. *Jurnal Pendidikan Indonesia: Teori, Penelitian, dan Inovasi*, 2(4). <https://jurnal.penerbitwidina.com/index.php/JPI/article/view/206>
- Bella, A. A., Kasmawati, A., & Ihsan, A. N. (2024). Pengaruh media e-magazine terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Bahasa Indonesia kelas X di SMA Negeri 30 Bone. *Begibung: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 2(1), 207–214. <https://berugakbaca.org/index.php/begibung/article/view/51>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Budiarti, S., Nuswowati, M., & Cahyono, E. (2016). Guided inquiry berbantuan e-modul untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Journal of Innovative Science Education*, 5(2), 144–151.
- Çalik, M., & Wiyarsi, A. (2021). A systematic review of the research papers on chemistry-focused socio-scientific issues. *Journal of Baltic Science Education*, 20(3), 360–372. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.360>
- Dewi, R. S. (2020). Penggunaan lembar kerja siswa (LKS) berbantuan media audio visual dalam pembelajaran IPA-Biologi pada pokok bahasan struktur dan fungsi jaringan tumbuhan sebagai upaya meningkatkan hasil belajar di MTs N 5 Kota Jambi. *Jurnal Literasiologi*, 4(2). <https://doi.org/10.47783/literasiologi.v4i2.139>
- Falahudin, I. (2014). Pemanfaatan media dalam pembelajaran. *Jurnal Lingkar Widyaishwara*, 1(4), 104–117.
- Fuad, A., Karim, H., & Palennari, M. (2020). Pengembangan media pembelajaran e-magazine sebagai sumber belajar biologi siswa kelas XII. *Biology Teaching and Learning*, 3(1), 38–45. <https://eprints.unm.ac.id/30594/>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics

- courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
<https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Haqiqi, L. N. U., Akhdinirwanto, R. W., & Maftukhin, A. (2020). Pengembangan media pembelajaran modul fisika berbasis software Sigil berekstensi EPUB untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Spektra: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 6(2), 125–133.
<http://dx.doi.org/10.32699/spektra.v6i2.146>
- Harahap, E. P. A., Purba, H. I., Padang, A. M. R., Arwita, W., & Mukra, R. (2026). Analisis tantangan pembelajaran biologi: Kendala guru dalam mengimplementasikan model pembelajaran di MAN 1 Medan. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 11(1), 106–117.
<https://doi.org/10.23969/jp.v11i01.43996>
- Hutasoit, D. P., Gultom, E. S., & Hafzari, R. (2025). Pengembangan bahan ajar buku saku digital berbasis socioscientific issues (SSI) pada materi bioteknologi kelas IX SMP. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*.
<https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/biologi/article/view/25813>
- Irani, N. V., Zulyusri, & Darussyamsu, R. (2020). Miskonsepsi materi biologi SMA dan hubungannya dengan pemahaman siswa. *Jurnal Biolokus: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi*, 3(2), 348–355.
<https://jurnaltarbiyah.uinsu.ac.id/index.php/biolokus/article/view/823>
- Karomah, A. S., Hariyanti, E. N., Indriani, R. P., Ristanto, R. H., & Miarsyah, M. (2023). HAIBio: Development of an e-magazine to improve biological literacy. *Journal of Science Learning*, 6(3), 272–280.
<https://ejournal.upi.edu/index.php/jslearning/article/view/54176>
- Lutfia, A., Kusumaningsih, W., & Suneki, S. (2023). Analisis pemanfaatan media Mathplayground dalam pembelajaran matematika kelas 1 materi pengurangan. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(2), 3676–3684.
<https://www.journal.stkipsubang.ac.id/index.php/didaktik/article/view/1220>
- Magdalena, I., Shodikoh, A. F., Pebrianti, A. R., Jannah, A. W., & Susilawati, I. (2021). Pentingnya media pembelajaran untuk meningkatkan minat belajar siswa SDN Meruya Selatan 06 Pagi. *Edisi*, 3(2), 312–325.
<https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/edisi/article/view/1373>
- Mahadiraja, D., & Syamsuarnis. (2020). Pengembangan modul pembelajaran berbasis daring pada mata pelajaran instalasi penerangan listrik kelas XI Teknik Instalasi Tenaga Listrik T.P. 2019/2020 di SMK Negeri 1 Pariaman. *JTEV: Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*, 6(1), 77–82.
<https://doi.org/10.24036/jtev.v6i1.107612>
- Majlaini, H., Edi, S., & Hasairin, A. (2025). Developing an SSI-based module on biotechnology to improve students' problem-solving and creative thinking skills. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 18(1), 161–173.
<https://doi.org/10.21009/biosferjpb.49296>

- Maryati, E., Sumaryoto, & Suryana, A. (2025). Pengaruh minat dan motivasi belajar siswa terhadap pemahaman konsep biologi: Survei pada SMAN di Kabupaten Bogor. *Alfarisi: Jurnal Pendidikan MIPA*, 7(1). <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/alfarisi/article/view/22839>
- Munir. (2017). *Pembelajaran digital*. Alfabeta.
- Nasution, M. R., Arilia, M. S., Sari, P. P., Fadhilah, V. P., Nasution, M. K., Tanjung, I. F., & Jayanti, U. N. A. D. (2022). Analisis faktor kesulitan belajar materi bioteknologi pada siswa SMA di Pematang Siantar. *Journal of Biology Education Science and Technology*, 5(2), 229–234. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/best/article/view/5666>
- Nurmaulidina, Astuti, I. A. D., & Dasmo. (2022). Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran di era globalisasi. *Jurnal Pendidikan*. <https://journal.lppmunindra.ac.id>
- Nurwahidah, N. (2023). Upaya meningkatkan aktivitas belajar, keterampilan berpikir kritis, dan pemahaman konsep biologi siswa melalui penerapan model pembelajaran berbasis masalah. *Ainara Journal: Jurnal Penelitian dan PKM Bidang Ilmu Pendidikan*, 4(1), 11–21. <https://journal.ainarapress.org/index.php/ainj/article/view/232>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pare, A., & Murniarti, E. (2024). Analisis peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran biologi di era digital. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 7(2), 660–672. <https://e-journal.my.id/jsdp/article/download/4087/2853>
- Partnership for 21st Century Skills. (2015). *Framework for 21st century learning*. <http://www.battelleforkids.org/networks/p21>
- Prasetya, D. D., & Putri, R. E. (2020). Pengembangan e-magazine sebagai media pembelajaran interaktif. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 22(1), 45–55. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jtp/article/view/14032>
- Prayogi, S., Bilad, M. R., Verawati, N. N. S. P., & Asy'ari, M. (2024). Inquiry vs. inquiry-creative: Emphasizing critical thinking skills of prospective STEM teachers in the context of STEM learning in Indonesia. *Education Sciences*, 14(6), 593. <https://doi.org/10.3390/educsci14060593>
- Rahmadani, W., Harahap, F., & Gultom, T. (2017). Analisis faktor kesulitan belajar biologi siswa materi bioteknologi di SMA Negeri se-Kota Medan. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(2). <https://doi.org/10.24114/jpb.v6i2.6546>
- Rahmasari, R. (2025). *Pengembangan e-modul bioteknologi berorientasi kewirausahaan kelas IX SMP Negeri 3 Suppa* [Disertasi doktoral, IAIN Parepare]. Repository IAIN Parepare. <https://repository.iainpare.ac.id/id/eprint/11633>
- Rahmasari, T., Kurnia, L., Juwani, G., Murti, A., Putra, K. P., & Linda, R. (2019). Sosialisasi dan pelatihan pembuatan e-magazine dalam pembelajaran kimia di SMA Negeri Pintar Provinsi Riau. *UNRI Conference Series: Community*

- Engagement*, *I*, 545–554.
<https://conference.unri.ac.id/index.php/unricsce/article/view/1110>
- Rahmawati, I., & Hidayat, A. (2021). Analisis penggunaan media pembelajaran dalam meningkatkan keaktifan belajar siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi*, *13*(2), 98–105.
<https://journal2.um.ac.id/index.php/jpb/article/view/19437>
- Ramadhaniah, P. S., Syamswisna, & Yokhebed. (2026). Kelayakan e-magazine pada submateri keanekaragaman hayati Indonesia kelas X SMA berbasis etnobotani tumbuhan obat penyakit hipertensi. *Biodik*, *12*(1), 182–193.
<https://online-journal.unja.ac.id/biodik/article/view/47291>
- Razak, A., & Fadilah, M. (2025). Science literacy-based e-magazine on the regulatory system material to improve scientific literacy and learning interest. *JPI: Jurnal Pendidikan Indonesia*, *14*(4), 932–941.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPI/article/view/103135>
- Rohima, N. (2023). Penggunaan media pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan belajar pada siswa. *Publikasi Pembelajaran*, *1*(1), 1–12.
https://osf.io/preprints/osf/acxe2_v1
- Rosmayuni, A. A. A. P., Suma, K., & Suja, I. W. (2024). E-modul pembelajaran IPA berbasis isu-isu sosial sains untuk meningkatkan literasi sains dan literasi sosial peserta didik kelas VIII. *Indonesian Journal of Instruction*, *5*(2), 204–215. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/IJI/article/view/81607>
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, *37*(4), 371–391.
<https://doi.org/10.1007/s11165-006-9030-9>
- Sahertian, D. P., & Hidayati, S. N. (2022). Analisis keterampilan pemecahan masalah siswa berbantuan artikel socio-scientific issue pada materi energi alternatif. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, *10*(1), 1–7.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/issue/view/2465>
- Samaduri, A. (2022). Analisis pemahaman konsep siswa yang diukur menggunakan tes pilihan ganda beralasan pada mata pelajaran biologi. *Jurnal Pendidikan Glasser*, *6*(1), 109–120.
<https://lonsuit.unismuhluwuk.ac.id/index.php/glasser/article/view/1466>
- Sari, D. P., & Suswanto, H. (2017). Pengembangan e-magazine berbasis multimedia interaktif pada mata pelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, *2*(10), 1360–1366.
<https://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/article/view/10045>
- Sari, M., & Adlini, M. N. (2024). Biology e-magazine integrated on Wahdatul 'Ulum: Learning media on reproductive system material. *Bio-Inoved: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, *6*(2), 137–145.
- Sudjana, N., & Rivai, A. (2017). *Media pengajaran*. Sinar Baru Algensindo.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

- Tafonao, T. (2018). Peranan media pembelajaran dalam meningkatkan minat belajar mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(2), 103–114. <https://doi.org/10.32585/jkp.v2i2.113>
- Ummah, A. A. N., & Subiantoro, A. W. (2024). Efektivitas website pembelajaran biologi berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) terhadap keterampilan argumentasi peserta didik. *Biodik*, 10(3), 347–357. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i3.21910>
- Zahroh, M. N., Hidayati, S. N., & Aulia, E. V. (2024). Penerapan *Socio-Scientific Issues* (SSI) untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas VII di era Revolusi Industri 4.0. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(4), 1029–1039. <https://journal.rumahindonesia.org/index.php/njpi/article/view/520>
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58. <https://doi.org/10.1007/BF03173684>
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., Ruzek, M., Linder, A., & Lin, S. S. (2013). Cross-cultural epistemological orientations to socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(3), 251–283. <https://doi.org/10.1002/tea.21077>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>