

PENGEMBANGAN *BOOKLET* NATA DARI KULIT SEMANGKA SEBAGAI BAHAN AJAR BERBASIS *EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT* (ESD) PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KELAS XII SMA

Development of a Watermelon Rind Nata Booklet as a Teaching Material Based on Education for Sustainable Development (ESD) in Grade XII Biotechnology Topic

Natasya Kharisma Putri

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: natasya.22090@mhs.unesa.ac.id

Guntur Trimulyono

Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: gunturtrimulyono@unesa.ac.id

Sari Fitriyaningsih

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: sarifitriyaningsih@unesa.ac.id

Corresponding author: gunturtrimulyono@unesa.ac.id

Abstrak

Pembelajaran bioteknologi di sekolah masih didominasi oleh penggunaan buku teks dengan materi umum, kurang kontekstual, dan digunakan secara berulang, sehingga implementasinya belum sepenuhnya terintegrasi dengan potensi lokal maupun pemanfaatan lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan bahan ajar alternatif berupa *booklet* materi bioteknologi yang kontekstual dan berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) melalui pemanfaatan kulit semangka sebagai nata. *Booklet* dipilih karena mampu menyajikan informasi secara ringkas dengan struktur yang menyerupai buku, meliputi bagian pendahuluan, isi, dan penutup. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *booklet* Nata dari Kulit Semangka sebagai bahan ajar berbasis ESD yang valid. Model 4D digunakan sebagai acuan pengembangan yang meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini dibatasi hingga tahap *develop*, karena difokuskan pada penilaian kelayakan produk sebagai bahan ajar melalui uji validitas, tanpa mencakup implementasi secara luas. Penilaian kelayakan dilakukan melalui validasi oleh dosen ahli materi, ahli media, serta guru biologi SMA. *Booklet* menunjukkan skor validitas sebesar 98,72% dengan kategori sangat valid berdasarkan pengolahan data validasi menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Dengan demikian, *booklet* Nata dari Kulit Semangka dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar berbasis ESD.

Kata Kunci: *booklet*, bioteknologi, nata dari kulit semangka, bahan ajar, ESD.

Abstract

Biotechnology learning in schools is still predominantly based on textbooks with general and less contextual content that are repeatedly used, resulting in learning implementation that has not been fully integrated with local potential or environmental utilization. Therefore, alternative teaching materials are needed in the form of a contextual biotechnology booklet based on Education for Sustainable Development (ESD), utilizing watermelon rind to produce nata. The booklet was selected because it can present information concisely in a book-like structure consisting of an introduction, main content, and conclusion. This study aims to develop a Nata from Watermelon Rind booklet as a valid ESD-based teaching material. The development process followed the 4D model, which includes define, design, develop, and disseminate stages. However, the research was limited to the develop stage, focusing on evaluating the feasibility of the product through validity testing without large scale implementation. Feasibility assessment was conducted through expert validation involving a subject matter expert, a media expert, and a senior high school biology teacher. The booklet achieved a validity score of 98.72%, categorized as very valid based on descriptive quantitative analysis. Therefore, the Nata from Watermelon Rind booklet is considered feasible for use as an ESD-based teaching material.

Keywords: *booklet*, biotechnology, nata from watermelon rind, teaching material, ESD.



PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan proses pembelajaran yang dirancang secara terencana dan diwujudkan melalui interaksi guru dengan peserta didik (Dayani dkk., 2025). Guru memegang peran ganda dalam proses pembelajaran di sekolah, yaitu sebagai penyampai materi sekaligus fasilitator yang membimbing peserta didik untuk memahami konsep melalui pengalaman belajar yang relevan (Muslimawati dkk., 2023). Oleh karena itu, pembelajaran yang efektif tidak semata-mata diukur dari hasil belajar akhir, tetapi juga dari bagaimana proses belajar tersebut mampu membentuk pemahaman dan keterampilan peserta didik (Muslimawati dkk., 2023). Sejalan dengan hal tersebut, belajar mencerminkan proses perubahan kemampuan dan perilaku sebagai dampak dari Latihan dan pengalaman yang dirancang secara sengaja (Munthe & Lase, 2022).

Seiring dengan perkembangan zaman, kemajuan teknologi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap cara peserta didik belajar serta strategi guru dalam mengajar. Perkembangan teknologi ini telah membawa perubahan pada pendekatan dan metode pembelajaran, yang menuntut guru untuk mampu mengintegrasikan teknologi secara kreatif agar pembelajaran berlangsung lebih menarik dan efektif sekaligus berdampak pada karakteristik peserta didik (Maftuhah dkk., 2023). Sejalan dengan tuntutan tersebut, sekolah juga perlu beradaptasi dengan menyediakan berbagai sumber belajar yang relevan, kontekstual, dan inovatif. Dalam konteks ini, keberadaan bahan ajar yang disusun secara tepat dan berkualitas menjadi unsur penting karena mampu menunjang efektivitas pembelajaran, sekaligus mendorong peningkatan mutu pendidikan (Muslimawati dkk., 2023).

Sebagai komponen perangkat pembelajaran, bahan ajar dikembangkan secara sistematis dalam bentuk informasi, alat, atau teks untuk membantu peserta didik dalam mencapai kompetensi tertentu (Irfan & GH, 2024). *Booklet* merupakan salah satu jenis bahan ajar cetak yang dirancang menyerupai buku, mencakup bagian pendahuluan, isi, dan penutup, namun disajikan dalam format lebih ringkas dan ukuran lebih kecil dibandingkan dengan buku konvensional (Dede dkk., 2025). Selain itu, keberadaan tampilan visual yang menarik pada *booklet* berkontribusi dalam memudahkan pemahaman materi oleh peserta didik (Dede dkk., 2025). Dalam pembelajaran biologi, penggunaan *booklet* dapat memfasilitasi peserta didik dalam memahami konsep yang bersifat abstrak dan memiliki tingkat kompleksitas tinggi (Pamela & Zulyusri, 2024). Materi bioteknologi menjadi salah satu materi biologi selaras dengan kehidupan sehari-hari dan membutuhkan pemahaman konsep yang kuat adalah bioteknologi. Melalui pembelajaran bioteknologi, peserta didik dapat menelaah bagaimana konsep ilmiah yang melibatkan organisme hidup digunakan untuk menciptakan beragam produk dan layanan yang bernilai guna bagi kehidupan manusia (Dayani dkk., 2025).

Meskipun demikian, dominasi penggunaan buku teks dan buku pegangan yang berisi materi umum, kurang kontekstual, serta digunakan secara berulang setiap tahunnya masih tampak dalam pembelajaran bioteknologi di sekolah saat ini (Sari dkk., 2024). Kondisi ini menyebabkan implementasi bioteknologi di sekolah belum sepenuhnya terintegrasi dengan potensi lokal maupun pemanfaatan lingkungan sekitar secara nyata. Di sisi lain, penguasaan materi bioteknologi oleh peserta didik masih rendah, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian Hadianty dkk. (2025) yang memperlihatkan bahwa 93,33% peserta didik memperoleh nilai tes evaluasi dibawah Kriteria Ketuntasan Minimal. Secara umum, hasil belajar peserta didik yang rendah merupakan dampak dari rendahnya pemahaman konsep, pembelajaran yang kurang kontekstual, rendahnya keterlibatan aktif peserta didik, serta terbatasnya relevansi materi dengan kehidupan sehari-hari siswa (Lasminawati dkk., 2023). Sejalan dengan temuan tersebut, Sari dkk. (2024) menegaskan pengembangan bahan ajar yang memanfaatkan potensi lokal berkontribusi dalam menunjang tercapainya peningkatan penguasaan konsep dan semangat belajar peserta didik pada materi bioteknologi.

Mengacu pada permasalahan tersebut, diperlukan bahan ajar kontekstual yang mampu mengaitkan konsep bioteknologi dengan potensi lokal di sekitar peserta didik. Limbah kulit semangka yang dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan nata, yaitu produk hasil fermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum* menjadi salah satu alternatif yang dapat dikembangkan (Sakdiah dkk., 2024). Pemanfaatan kulit semangka tidak hanya menjadi solusi dalam mengurangi penumpukan limbah organik, tetapi juga menjadi sarana pembelajaran kontekstual yang menghubungkan bioteknologi dengan isu keberlanjutan lingkungan. Integrasi konsep *Education for Sustainable Development* (ESD) dalam bahan ajar menjadi langkah penting untuk menumbuhkan kesadaran peserta didik mengenai pentingnya keberlanjutan lingkungan, ekonomi, dan sosial (Vioreza dkk., 2023; UNESCO, 2025). Melalui pengembangan bahan ajar berbasis ESD dengan topik pembuatan nata dari kulit semangka, diharapkan dapat meningkatkan pemahaman, minat belajar, serta kepedulian peserta didik pada lingkungan sekitar. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan *booklet* Nata dari Kulit Semangka sebagai bahan ajar berbasis ESD pada materi bioteknologi yang memenuhi kriteria validitas dan kelayakan, sehingga dapat dimanfaatkan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah.



Sebelumnya, Hidayah dkk. (2019) telah mengembangkan *booklet* mengenai nata dari kulit semangka yang diperuntukkan untuk para petani dengan tujuan sebagai sarana pengembangan keterampilan dalam mengolah sumber daya lokal. Namun, *booklet* tersebut belum mengulas secara spesifik karakteristik nata yang dihasilkan dari kulit semangka sebagai alternatif bahan utama pengganti air kelapa untuk proses fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum*. Selain itu, pengembangan *booklet* tersebut belum diarahkan sebagai bahan ajar biologi di sekolah dan belum terintegrasi dengan konsep ESD.

Sementara itu, *booklet* yang memuat topik nata kulit semangka memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan ajar di sekolah karena relevan dengan materi bioteknologi dan sejalan dengan prinsip ESD. Di samping itu, pemanfaatan limbah kulit semangka sebagai produk pangan yang kaya akan serat dapat menghadirkan pengalaman belajar yang lebih kontekstual bagi peserta didik melalui pemahaman konsep, analisis tahapan proses pembuatan nata secara konseptual, dan kesadaran keberlanjutan. Oleh sebab itu, penelitian ini mengadaptasi konsep tersebut ke dalam pengembangan bahan ajar bioteknologi berbasis ESD agar proses pembelajaran lebih kontekstual, selaras dengan pengalaman sehari-hari, serta mendukung penerapan prinsip keberlanjutan dalam pendidikan.

METODE

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan pengembangan (*research and development*) untuk menghasilkan produk *booklet* Nata dari Kulit Semangka sebagai bahan ajar berbasis ESD pada materi bioteknologi. Pengembangan dalam penelitian ini mengikuti model 4D yang diperkenalkan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974), yang meliputi tahap *define, design, develop, disseminate*. Model 4D dalam penelitian ini hanya dijalankan pada tahap *define, design, dan develop*, sementara tahap *disseminate* tidak dilaksanakan. Penelitian ini tidak dilanjutkan hingga tahap *disseminate* dikarenakan penelitian difokuskan pada pengembangan dan pengujian kelayakan produk melalui validasi ahli tanpa dilakukan tahap penyebarluasan produk.

Tahap *define* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta analisis materi bioteknologi yang relevan dengan potensi lokal. Tahap *design* meliputi perancangan struktur *booklet*, penyusunan materi, dan desain tampilan *booklet*. Tahap *develop* dilakukan melalui pembuatan produk *booklet* yang selanjutnya kelayakan produk diuji melalui proses validasi oleh para ahli.

Booklet Nata dari Kulit semangka dikembangkan pada bulan Maret hingga Oktober 2025 di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya. Sasaran penelitian ini adalah *booklet* Nata dari Kulit Semangka sebagai bahan ajar berbasis ESD pada materi bioteknologi.

Data penelitian dikumpulkan melalui metode validasi menggunakan instrumen berupa lembar validasi dalam bentuk angket tertutup (Riduwan, 2018). Lembar validasi mencakup aspek kelayakan penyajian dengan 13 indikator, aspek isi dengan 13 indikator, dan aspek kebahasaan dengan 7 indikator. Validator dalam penelitian ini terdiri atas tiga orang, meliputi dosen ahli materi, dosen ahli media Jurusan Biologi Unesa, serta guru biologi SMA, yang memberikan skor pada setiap indikator menggunakan skala *Likert* 1-4. Selanjutnya, persentase kelayakan masing-masing aspek ditentukan dengan menghitung hasil validasi menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Total skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimal}} \times 100\%$$

Nilai persentase kelayakan selanjutnya diinterpretasikan ke dalam kategori kualitatif untuk menentukan tingkat kelayakan produk berdasarkan kriteria pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian

Persentase (%)	Kriteria Interpretasi
0 – 20	Tidak valid
21 – 40	Kurang valid
41 – 60	Cukup valid
61 – 80	Valid

(Riduwan, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Booklet yang dikembangkan memuat beberapa topik utama, meliputi konsep dasar bioteknologi konvensional, inovasi nata dari kulit semangka sebagai produk bioteknologi konvensional, proses pembuatan nata dari kulit semangka yang ditambahkan dengan molase dan air rebusan tauge, analisis mutu produk, serta keterkaitannya dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs) khususnya pada poin 12 dan 3. *Booklet* dalam penelitian ini, dicetak pada kertas berukuran





A5 agar praktis dan mudah untuk dibawa. Secara keseluruhan, terdapat tiga bagian utama dalam struktur *booklet*, yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. Adapun komponen penyusun *booklet* mencakup sampul, kata pengantar, daftar isi, capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran, pendahuluan, isi yang berupa materi, fitur-fitur dalam *booklet*, penutup, glosarium, dan daftar pustaka.

Secara umum, *booklet* merupakan buku kecil yang disusun secara sistematis, serta memuat informasi yang khusus, jelas, dan ringkas terhadap suatu topik tertentu. Selain itu, *booklet* juga menyertakan gambar dan ilustrasi beragam yang dapat menstimulasi ketertarikan peserta didik (Fuadiyah & Wijayanti, 2024). Sebagai bahan ajar, *booklet* mengkombinasikan fitur *leaflet* dan buku konvensional dengan penyajian yang lebih sederhana dan padat, sehingga praktis digunakan dalam pembelajaran (Dede dkk., 2025; Ayunda & Lufri, 2024). *Booklet* yang dikembangkan memiliki penyajian materi yang singkat dan terstruktur, yang ditunjukkan melalui penyusunan materi yang runtut dari pendahuluan, isi, hingga penutup, disertai gambar dan ilustrasi pendukung yang bersumber dari dokumentasi pribadi dan bantuan *Artificial Intelligence* (AI). Tampilan visual dengan komposisi warna yang menarik secara teoritis berpotensi dalam meningkatkan minat baca serta memperdalam pemahaman peserta didik terhadap isi materi (Dede dkk., 2025).

Fitur-fitur yang dikembangkan dalam *booklet* meliputi Infopedia, Extra Insight, Bioquiz, dan Refleksi. Fitur Infopedia berfungsi untuk menyajikan informasi tambahan yang menarik dan relevan diluar materi inti yang dibahas, sedangkan fitur Extra Insight memberikan wawasan pendukung yang memfasilitasi peserta didik untuk menangkap konsep utama secara komprehensif. BioQuiz, merupakan fitur yang digunakan sebagai sarana evaluasi pemahaman peserta didik. Sementara itu, fitur Refleksi mendorong peserta didik berpikir kritis mengenai pemanfaatan limbah organik dan dampaknya terhadap lingkungan. Secara keseluruhan, keempat fitur ini tidak hanya memperkaya isi *booklet* dengan berbagai informasi yang menarik dan relevan, tetapi juga berperan sebagai sarana evaluasi dan mengasah kemampuan berpikir kritis peserta didik agar memiliki kesadaran mengenai pentingnya pengelolaan limbah secara berkelanjutan serta berperilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan, sejalan dengan prinsip *Education for Sustainable Development* (ESD). Tampilan *booklet* Nata dari Kulit Semangka disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tampilan *Booklet* Nata dari kulit Semangka

Tampilan	Deskripsi
 <p>Nata dari Kulit Semangka Inovasi Bioteknologi Konvensional Dari Limbah Menjadi Manfaat</p> <p>Oleh: Natasya Kharisma Putri Berkontribusi: Kumar Kurniasari, S.Si, M.Sc. Sari Fitriyongga, S.Pd, M.Pd, M.Sc. Universitas Negeri Surabaya</p>	<p>Pada cover ditampilkan gambar kulit semangka dan nata yang dihasilkan, yang merepresentasikan topik utama <i>booklet</i> yaitu mengenai inovasi pembuatan nata dari kulit semangka.</p>
 <p>Capaian Pembelajaran Pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel serta jaringan yang terdiri seperti transpor molekul dan perubahan sel, menggunakan ketahanan sumber energi pada sistem organ dengan lingkungan serta kelainan atau gangguan yang timbul pada sistem organ tersebut, memahami fungsi seluler dan tanggapan secara metabolik yang terjadi dalam tubuh, serta memiliki kemampuan menggunakan konsep glikolisis, asam piruvat dan siklus asam lemak, serta memahami peran serta mekanisme, strategi adaptasi organisme pada lingkungan ekologi, dan interaksi teknologi biologi.</p> <p>Tujuan Pembelajaran Menjelaskan kompetensi <i>booklet</i> ini peserta didik diharapkan memiliki: 1. Menjelaskan konsep bioteknologi konvensional dengan menggunakan prinsip dan contoh penerapannya. 2. Menjelaskan peran <i>aceticetobacter xylinum</i> dalam pembuatan nata. 3. Menjelaskan struktur dan protein limbah organik sebagai media fermentasi dalam proses pembuatan bioteknologi konvensional. 4. Menjelaskan hasil fermentasi nata berdasarkan karakteristik kimia melalui data uji kadar air serta mendeskripsikannya dengan hasil uji labortas. 5. Menunjukkan etika peduli lingkungan dan berpikir kritis terhadap pemanfaatan limbah organik melalui pendekatan R5W dan aplikasi.</p>	<p><i>Booklet</i> dilengkapi dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang berfungsi dalam memberikan arah dan menetapkan hasil belajar yang harus dicapai selama kegiatan pembelajaran.</p>

Tampilan

Deskripsi



Pendahuluan *booklet* berisi informasi awal mengenai bioteknologi sebagai topik dalam mata pelajaran biologi dan inovasi dalam bioteknologi konvensional berupa nata dari kulit semangka.



Isi dalam *booklet* dimulai dengan materi yang memuat tentang konsep dasar bioteknologi. Bagian ini menjelaskan tentang konsep bioteknologi dan bioteknologi konvensional.



Materi kedua terkait dengan inovasi produk nata yang dibuat menggunakan kulit semangka, air rebusan tauge, dan molase sebagai bahan baku dalam penerapan prinsip bioteknologi konvensional.



Materi ketiga memuat informasi mengenai proses pembuatan nata dari kulit semangka yang dikombinasikan dengan molase dan air rebusan tauge. Bagian materi ini juga memberikan penjelasan mengenai bagaimana bakteri *Acetobacter xylinum* bekerja dalam proses pembuatan nata melalui fermentasi.



Materi keempat memuat informasi tentang analisis produk nata dari kulit semangka berupa uji kadar air dan uji hedonik untuk menunjukkan kualitas nata yang dihasilkan serta membantu peserta didik dalam memahami keterkaitan antara bahan, proses, dan hasil akhir produk.

Tampilan

Deskripsi



Materi kelima memuat informasi mengenai hubungan antara inovasi produk nata dari kulit semangka dengan SDGs, poin 12 dan 3 untuk menumbuhkan kesadaran pentingnya pengelolaan limbah dan keberlanjutan lingkungan.



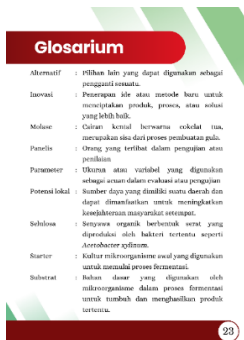
Pada *booklet*, terdapat fitur BioQuiz yang berisikan pertanyaan yang dapat diakses melalui internet untuk mengevaluasi tingkat penguasaan materi peserta didik.



Terdapat bagian refleksi yang berisikan pertanyaan terkait pemanfaatan limbah organik dan dampaknya terhadap lingkungan untuk melatih kognitif peserta didik setelah membaca dan menggunakan *booklet*.



Bagian penutup *booklet* berisi motivasi dan ajakan reflektif agar peserta didik mampu memanfaatkan pengetahuan yang telah dipelajari dalam situasi nyata dan lebih peduli terhadap lingkungan setelah membaca dan menggunakan *booklet*.



Glosarium pada *booklet* berfungsi untuk menjelaskan istilah-istilah kunci yang disertakan dalam *booklet* untuk memfasilitasi peserta didik dalam menangkap konsep dengan lebih sederhana dan jelas.



Tampilan	Deskripsi
	<p>Daftar pustaka menunjukkan berbagai kajian literatur dan jurnal ilmiah yang digunakan dalam penyusunan materi dalam <i>booklet</i>.</p>

Fitur- Fitur Booklet

	<p>Fitur Infopedia berfungsi menyajikan fakta sains atau pengetahuan tambahan yang menarik dan relevan dengan topik untuk memperluas wawasan peserta didik di luar materi inti, serta dilengkapi ilustrasi pendukung untuk memperkuat tampilan visual.</p>
	<p>Fitur Extra Insight ditampilkan dalam bentuk teks singkat yang berfungsi untuk memberikan wawasan lanjutan terkait materi yang dibahas.</p>
	<p>Fitur BioQuiz memuat Kumpulan soal yang dirancang untuk mengevaluasi kemampuan peserta didik pasca mempelajari isi <i>booklet</i>.</p>
	<p>Fitur Refleksi berisi pertanyaan panduan yang mendorong peserta didik untuk berpikir kritis tentang pemanfaatan limbah organik dan dampaknya bagi lingkungan. Bagian ini membantu peserta didik untuk menumbuhkan kesadaran pentingnya limbah akan pengelolaan secara berkelanjutan.</p>

Validitas Booklet Nata dari Kulit Semangka

Penilaian terhadap *booklet* diberikan oleh ahli materi, ahli media, serta guru biologi SMA untuk memperoleh validitas didasarkan pada aspek kelayakan penyajian, isi, dan kebahasaan pada *booklet*. Proses penilaian ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa *booklet* hasil pengembangan ini mampu memenuhi persyaratan sebagai bahan ajar yang layak, dari segi akurasi materi, tampilan visual, dan kejelasan bahasa yang digunakan. Setelah proses validasi dilakukan, saran dari para validator digunakan sebagai dasar dalam memperbaiki dan menyempurnakan *booklet*, sehingga produk yang dikembangkan memiliki kelayakan, daya tarik, dan relevansi yang lebih tinggi untuk kegiatan pembelajaran. Adapun hasil rekapitulasi validasi *booklet* nata dari kulit semangka sebagai bahan ajar berbasis ESD diuraikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penilaian Validitas *Booklet* Nata dari Kulit Semangka

No	Kriteria	Hasil Penilaian			Persentase Rata-rata Nilai per Indikator (%)	Kategori
		V1	V2	V3		
Kriteria Penilaian Penyajian						
1.	Keterpaduan dan Keteraturan Penyajian Booklet	4	4	4	100	SV
2.	Keteraturan Tata Letak serta Kesesuaian Desain Visual	4	4	4	100	SV
3.	Kejelasan dan Kenyamanan Tipografi dalam Membaca	4	4	4	100	SV



No	Kriteria	Hasil Penilaian			Persentase Rata-rata Nilai per Indikator (%)	Kategori
		V1	V2	V3		
4.	Kejelasan, Kesesuaian, dan Proporsi Ilustrasi yang Ditampilkan	4	4	4	100	SV
5.	Pencantuman Identitas Penulis dan Referensi yang Digunakan	4	4	4	100	SV
Rata-rata					100	SV
Kriteria Penilaian Isi						
1.	Kesesuaian Materi dengan Konsep Bioteknologi	4	4	4	100	SV
2.	Kesesuaian Materi dengan Tujuan dan Capaian Pembelajaran	4	4	4	100	SV
3.	Kelengkapan dan Keterpaduan Isi dalam Mendukung Pembelajaran	4	3	4	91,67	SV
4.	Relevansi Materi dengan ESD (berfokus pada SDGs poin 12 dan poin 3)	4	3,83	4	98,58	SV
Rata-rata					97,56	SV
Kriteria Penilaian Kebahasaan						
1.	Kejelasan, Keterbacaan, dan Komunikasi Bahasa yang Digunakan	4	4	4	100	SV
2.	Ketepatan dan Konsistensi Penggunaan Istilah Biologi	4	3,5	4	95,83	SV
3.	Ketepatan Penulisan Daftar Pustaka	4	4	4	100	SV
Rata-rata					98,61	SV
Rata-rata keseluruhan aspek penilaian					98,72	SV

Keterangan:

V1 : Validator 1 (dosen ahli materi)

V2 : Validator 2 (dosen ahli media)

V3 : Validator 3 (guru biologi SMA)

SV : Sangat valid

Hasil validasi pada Tabel 3 menunjukkan skor rata-rata penilaian dari tiga validator terhadap tiga aspek yang dinilai, yaitu, penyajian, isi, dan kebahasaan, masing-masing berturut-turut mencapai 100%, 97,56%, dan 98,61%, yang secara keseluruhan dinyatakan sangat valid. Hasil ini memperlihatkan bahwa setiap komponen dalam *booklet* telah memenuhi persyaratan sebagai bahan ajar yang layak. Secara keseluruhan penilaian aspek penyajian, isi, dan kebahasaan, didapatkan skor rata-rata sebesar 98,72% dalam kategori sangat valid. Hasil ini memperlihatkan *booklet* Nata dari Kulit Semangka dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar yang mendukung kegiatan belajar yang aktif dan kontekstual pada topik bioteknologi yang relevan dengan penerapan konsep sains dalam kegiatan sehari-hari.

Aspek penyajian *booklet* Nata dari Kulit Semangka mencapai rata-rata sebesar 100% dalam kategori sangat valid, mengindikasikan jika *booklet* hasil pengembangan memenuhi kriteria penyajian yang baik, meliputi keterpaduan dan kerapian tampilan, keteraturan tata letak, kejelasan tipografi, kesesuaian ilustrasi yang ditampilkan, serta pencantuman identitas penulis dan daftar pustaka secara lengkap. Secara keseluruhan, tampilan *booklet* dirancang secara atraktif dan komunikatif, sehingga dapat menarik minat baca sekaligus memfasilitasi pemahaman peserta didik terhadap materi. Menurut Sipahutar dkk. (2023) bahan ajar harus memperhatikan aspek visual agar pesan pembelajaran tersampaikan secara efektif, sehingga perhatian dan keterlibatan peserta didik dapat meningkat. Selain itu, rangsangan visual yang



menarik berpotensi meningkatkan minat membaca serta pemahaman peserta didik terhadap konsep materi (Na'im & Rofi'ah, 2024; Barokah dkk., 2024).

Desain sampul menampilkan gambar nata dan kulit semangka yang secara visual menggambarkan topik utama, yaitu penggunaan kulit semangka yang dianggap sebagai limbah menjadi bahan baku pembuatan produk bioteknologi konvensional berupa nata. Penyajian visual yang relevan dengan materi pembelajaran berperan penting dalam menarik perhatian dan membantu pembaca dalam memahami konteks isi bahan ajar (Dede dkk., 2025). Perpaduan warna cerah dan serasi, serta pemilihan jenis dan ukuran huruf yang proporsional mendukung keterbacaan dan kenyamanan dalam membaca, sehingga peserta didik mudah untuk mengakses informasi yang disajikan (Ayunda & Lufri, 2024). Tata letak *booklet* yang terstruktur dan rapi, dengan elemen visual serta teks yang seimbang, menjadikan tampilan *booklet* lebih dinamis. Selain itu, kehadiran fitur-fitur pendukung seperti Infopedia, Extra Insight, BioQuiz, dan Refleksi juga memperkaya penyajian serta membantu pembaca dalam memperdalam pemahaman materi (Muslimawati dkk., 2023). Dengan demikian, penyajian *booklet* telah memenuhi kriteria-kriteria dalam aspek penyajian.

Aspek isi *booklet* Nata dari Kulit Semangka mencakup beberapa kriteria penilaian di dalamnya, yaitu kesesuaian materi dengan konsep bioteknologi, tujuan dan capaian pembelajaran, kelengkapan dan keterpaduan isi, serta relevansi materi terhadap *Education for Sustainable Development* (ESD) yang berfokus pada SDGs poin 12 dan poin 3. Hasil validasi menunjukkan bahwa aspek kelayakan isi *booklet* memperoleh rata-rata 97,56%, dan tergolong sangat valid. Temuan ini menegaskan bahwa materi di dalam *booklet* telah sesuai dengan kurikulum dan mendukung pencapaian kompetensi peserta didik. Keakuratan dan kesesuaian isi bahan ajar dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang tertera pada kurikulum mata pelajaran terkait merupakan faktor penting yang dapat menentukan kualitas bahan ajar (Laubaha dkk., 2022). Sejalan dengan hal tersebut, bahan ajar yang berkualitas dapat meningkatkan efektivitas proses pembelajaran (Kalsum dkk., 2023). Selain itu, kriteria kelengkapan dan keterpaduan isi materi dalam mendukung pembelajaran memperoleh rata-rata sebesar 91,67% dan tergolong sangat valid. Data ini menunjukkan jika materi dalam *booklet* dirancang secara runtut, saling melengkapi, dan logis, sehingga dapat menunjang pemahaman peserta didik terhadap memahami keterkaitan konsep-konsep yang dipelajari dan mendukung tercapainya tujuan pembelajaran (Muhardi & Siregar, 2025).

Relevansi materi dalam *booklet* dengan *Education for Sustainable Development* (ESD) yang fokus pada SDGs poin 12 dan poin 3 mendapatkan rata-rata persentase sebesar 98,58% dan tergolong sangat valid. Temuan ini memperlihatkan jika isi *booklet* memiliki kesesuaian dengan prinsip ESD yang diusung oleh UNESCO, yaitu melalui integrasi pengetahuan ilmiah, sikap peduli lingkungan, dan penerapan konsep praktik berkelanjutan dalam konteks pembuatan produk bioteknologi konvensional berupa nata dari kulit semangka. Melalui kegiatan tersebut, peserta didik diajak untuk memahami bagaimana prinsip bioteknologi dapat dimanfaatkan dalam pengelolaan limbah organik secara bijak sebagai bentuk penerapan SDGs poin 12 yaitu *Responsible Consumption and Production*, serta meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya kesehatan dan kesejahteraan melalui pemanfaatan bahan alami yang menghasilkan produk bernilai gizi yang sejalan dengan SDGs poin 3 yaitu *Good Health and Well-Being*.

Tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, *booklet* ini juga mendorong sikap reflektif serta kesadaran dan kewajiban menjaga kelestarian lingkungan. Pernyataan ini didukung pendapat Tilbury (2011) yang mengungkapkan jika ESD mampu menumbuhkan pemikiran kritis serta sikap bertanggung jawab dalam menjaga lingkungan. Menurut Barratt Hacking *et al.* (2010) implementasi ESD di sekolah dapat meningkatkan kualitas sekolah secara keseluruhan. Kondisi ini muncul sebagai akibat dari partisipasi peserta didik selama kegiatan belajar mengajar, yang selanjutnya akan menstimulasi motivasi serta kemampuan belajar mereka, sekaligus menciptakan lingkungan sekolah yang sehat. Hal ini mendukung temuan Artha dkk. (2025) yang menyebutkan bahwa penerapan pengalaman belajar yang bermakna melalui kegiatan yang berbasis lingkungan akan berakibat pada hasil belajar yang meningkat dan siswa aktif berpartisipasi kegiatan belajar. Dengan demikian, hasil validasi sebesar 98,58% dengan kategori sangat valid membuktikan bahwa *booklet* Nata dari Kulit Semangka merupakan bahan ajar berbasis ESD yang memiliki relevansi yang tinggi terhadap prinsip pembelajaran dalam ESD.

Aspek kebahasaan *booklet* memperoleh rata-rata penilaian sebesar 98,61%, sehingga tergolong sangat valid. Kriteria penilaian aspek ini meliputi kejelasan, keterbacaan, serta bahasa yang digunakan, ketepatan dan konsistensi penggunaan istilah biologi, serta ketepatan penulisan daftar pustaka. Hasil ini menunjukkan bahwa bahasa dalam *booklet* disusun secara sistematis, jelas, dan mudah dipahami, sehingga mendukung pemahaman konsep bioteknologi oleh peserta didik. Bahasa yang komunikatif dapat mempermudah peserta didik untuk mendalami materi dengan lebih cepat dan tepat, karena bahasa yang sederhana dan terstruktur mampu mengurangi kesalahan penafsiran makna oleh pembaca (Na'im & Rofi'ah, 2024). Sebaliknya, penggunaan kosakata yang kurang tepat dapat menyebabkan munculnya kesalahpahaman yang

berdampak pada ketidaksempurnaan peserta didik dalam mengolah informasi yang disampaikan (Siahaan dkk., 2024). Konsistensi istilah biologi yang sesuai juga mendukung terbentuknya pemahaman konsep yang tepat dan mencegah terjadinya miskonsepsi, sehingga materi dapat dipahami secara utuh (Siahaan dkk., 2024). Dalam *booklet*, tercantum identitas secara lengkap, serta sumber informasi yang diperoleh sesuai aturan yang ditetapkan. Penulisan kutipan dan daftar pustaka yang sesuai kaidah mencerminkan tanggung jawab akademik penulis serta memperkuat kredibilitas sumber belajar (Hamzah dkk., 2023). Selain itu, penulisan kutipan dan daftar pustaka memungkinkan pembaca untuk melacak dan memverifikasi informasi yang digunakan (Sofia & Usono, 2025).

Menurut Greene dan Petty (1971) suatu bahan ajar dikatakan baik apabila dapat mencakup beberapa kriteria berikut, yaitu mampu menarik minat dan memotivasi peserta didik, serta materi disajikan secara jelas, konsisten, dan relevan dengan tujuan pembelajaran. Selain itu, agar materi dapat diterima dan dipahami dengan baik, penyusunan bahan ajar perlu memperhatikan visual yang menarik, penggunaan Bahasa yang mudah dipahami, komunikatif, dan disesuaikan dengan kemampuan kognitif peserta didik. Berdasarkan hasil penilaian dari validator terhadap aspek penyajian, isi, dan kebahasaan, *booklet* Nata dari Kulit Semangka memperoleh nilai rata-rata untuk keseluruhan aspek penilaian sebesar 98,72% yang tergolong dalam kategori sangat valid. Dengan demikian, *booklet* ini telah memenuhi seluruh kriteria kelayakan bahan ajar, baik dari aspek penyajian, isi, maupun kebahasaan, sehingga peserta didik maupun guru dapat memanfaatkan *booklet* Nata dari Kulit Semangka sebagai bahan ajar berbasis ESD dalam kegiatan pembelajaran.

PENUTUP

Simpulan

Temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa *booklet* Nata dari Kulit Semangka sebagai bahan ajar berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) pada materi bioteknologi kelas XII SMA memperoleh rata-rata skor validitas pada aspek penyajian, isi, dan kebahasaan sebesar 98,72% dengan kategori sangat valid, sehingga *booklet* ini memenuhi kriteria kelayakan, dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar berbasis ESD pada materi bioteknologi.

Saran

Penelitian ini belum menguji keefektifan dalam pembelajaran, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk mengimplementasikan *booklet* Nata dari Kulit Semangka di kelas untuk menilai sejauh mana *booklet* yang dikembangkan ini mempengaruhi proses belajar mengajar dan hasil yang dicapai oleh peserta didik.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada Prof. Dr. Fida Rachmadiarti, M.Kes., Dr. Rinie Pratiwi Puspitawati, M.Si., Sari Fitriyaningsih, S.Pd., M.Pd., M.Sc., serta Agustina Dewi Maryatie, S.Pd., guru biologi SMAN 1 Jatiroto, selaku validator dan verifikator yang memberikan evaluasi, masukan, serta saran yang sangat berharga. Lebih lanjut, ucapan terima kasih turut penulis tujukan pada semua pihak yang berkontribusi dalam kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Artha, I. N. W., Agustini, K., & Suartama, I. K. (2025). Kajian Literatur Tentang Implementasi Pembelajaran Bermakna di Sekolah Menengah Atas. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 8(4), 214–227.
- Ayunda, S. N., & Lufri. (2024). Meta-Analisis: Validitas Pengembangan E-Booklet Pembelajaran Biologi untuk Peserta didik SMA. *Al-Jahiz: Journal of Biology Education Research*, 5(2), 152–164.
- Barokah, A., Meilania, D. K., & Lestari, F. (2024). Studi Literatur: Pengaruh Penggunaan Media Video Interaktif Terhadap Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar Dalam Pembelajaran IPA. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 10(3), 653–670.
- Barratt Hacking, E., Scott, W., & Lee, E. (2010). Evidence of Impact of Sustainable Schools. *Department for Children, Schools and Families (DCSF)*.
- Dayani, A., Zamzami, & Maulida. (2025). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa Di SMAN 1 Singkil Utara Pada Materi Bioteknologi. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 9(1), 291–300.
- Dede, V.A., Buku, M.N.I., & Seran, L. (2025). Pengembangan dan Validasi Media Booklet Materi Virus sebagai Sumber Belajar bagi Peserta Didik SMA. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11(1), 218–231.



- Fuadiyah, A., & Wijayanti, E. (2024). Meta-analisis Validitas Pengembangan Booklet Sebagai Salah Satu Suplemen Bahan Ajar Dalam Materi Pembelajaran Biologi SMA/MA. *Bio-Pedagogi: Jurnal Pembelajaran Biologi*, 13(2), 57–62.
- GH, M., & Irfan, M. (2024). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Mata Kuliah Biologi Dasar. *BIOMA*, 6(1), 105–118.
- Greene, H. A., & Petty, W. T. (1971). Developing Language Skills In The Elementary Schools. *Allyn and Bacon*.
- Hadianty, H., Rochman, C., & Rahmawati, R. (2025). Evaluasi Hasil Belajar Siswa Pada Materi Bioteknologi dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*. 11(1), 180–188.
- Hamzah, R. A., Musbaing, & Hastati, S. (2023). Pelatihan Penulisan Daftar Pustaka Menggunakan Aplikasi Mendeley Desktop Bagi Mahasiswa PGSD Universitas Islam Makassar. *Jurnal Dedikasi*, 3(2), 188–197.
- Hidayah, U.F., Hastuti, U.S., Sueb. (2019). Implementasi Booklet Nata Kulit Semangka bagi Petani untuk Meningkatkan Pengetahuan dan Keterampilan. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 4(7), 869–873.
- Kalsum, E. M., Siregar, R., & Ramadhan, A. (2023). Strategi Peningkatan Kompetensi Guru Dalam Meningkatkan Kualitas Bahan Ajar Pada Sekolah Madrasah Aliyah Negeri Di Kabupaten Karo. *Jurnal Deputy*, 3(1), 161–163.
- Lasminawati, E., Kusnita, Y., & Merta, I. W. (2023). Meningkatkan Hasil Belajar dengan Pendekatan Pembelajaran Culturally Responsive Teaching Model Problem Based Learning. *Journal of Science and Education Research*, 2(2), 44–48.
- Laubaha, S. A., Bahri, R. B. H., Kadir, S. D., Adam, M. Z., Ali, I., & Jundi, M. (2022). Kesesuaian Materi Berdasarkan Teori dan Praktek pada Bahan Ajar Bahasa Arab. *Jurnal Kajian Pendidikan dan Bahasa Arab*, 4(2), 10–21.
- Maftuhah, Yusni, D., Supriatno, B., & Riandi. (2023). Inovasi Media Pembelajaran Biologi Menggunakan Smart Apps Creator pada Materi Protista. *JIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(12), 10114–10118.
- Muhadi, & Siregar, I. (2025). Konsep Dasar dan Strategi Pengembangan Bahan Ajar dalam Pembelajaran. *Kiswah Journal of Islamic Studies and Education*, 1(1), 45–55.
- Munthe, M., & Lase, F. (2022). Faktor-Faktor Dominan yang Mempengaruhi Kegiatan Belajar Mahasiswa. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, 1(1), 216–225.
- Muslimawati, A.W., Karim, H., & Muis, A. (2023). Pengembangan Booklet Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Angiospermae Kelas Magnoliopsida (*Dicotyledonae*). *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 569–574.
- Na'im, N., & Rofi'ah, S. (2024). Validitas dan Keterbacaan Media Kartu Baca Terintegrasi Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila. *Jurnal BASICEDU*, 8(4), 2800-2807.
- Pamela, A. Z., & Zulyusri. (2024). Meta-Analisis: Validitas Media Booklet pada Pembelajaran Biologi (Tahun 2013-2023). *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 5(1), 84–95.
- Riduwan. (2018). Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian. *ALFABETA*
- Sakdiah, H., Ramadhani, M.M.D., Putri, N.A.H., Kurniawan, P. H., Azzahara, Y., Puspitasari, E.S., Manurung, E.S., Hendrasoenarta, K., & Ellasari, N.N. (2024). Pemanfaatan Kulit Semangka Sebagai Bahan Dasar Dalam Pembuatan Nata de Citrullus Lanatus (Semangka) Untuk Meningkatkan Nilai Tambah Limbah Buah- Buahan. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 3(1), 768–772.
- Sari, H.D., Riandi, R., & Surtikanti, H.K. (2024). Bahan Ajar Digital Bermuatan Potensi Lokal Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Motivasi Belajar Pada Materi Bioteknologi Konvensional. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 263–276.
- Siahaan, A. A., Husniatunnisa, Sinaga, M. F., Nasution, W. H., & Febriana, I. Peran Bahasa Indonesia Dalam Pengembangan Keterampilan Komunikasi Dan Membaca di Jurusan Biologi. *Jurnal Biologi*, 1(4), 1–9.
- Sipahutar, R. S., Basri, A., & Sari, S. P. (2023). Penggunaan Media Picture and Picture Untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar Pada Materi Part of Body Di Sekolah Nida Suksasat School Satun Thailand. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(6), 12347–12361.
- Sofia, A., & Usiono. (2025). Efektivitas dan Problem Penulisan Kutipan dan Daftar Pustaka Pada Mahasiswa. *Alahyan Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, 3(1), 1–5.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook. *Indiana University*.
- Tilbury, D. (2011). *Education for Sustainable Development: An Expert Review of Processes and Learning*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000191442>



UNESCO. (2025). *Education for Sustainable Development*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/sustainable-development/education>

Vioreza, N., Hilyati, W., & Lasminingsih. (2023). Education for Sustainable Development: Bagaimana Urgensi dan Peluang Penerapannya pada Kurikulum Merdeka?. *PUSAKA: Journal of Educational Review*, 1(1), 34–48.