

Pengembangan Bahan Ajar Berbasis *Next Generation Science Standard* (NGSS) Terintegrasi *Game Discovery* untuk Melatih Literasi Sains dan Keterampilan Berargumentasi Ilmiah

Lalu Hasan Nasirudin Zohri^{1*}, Abdul Wahab Jufri¹², Prapti Sedijani¹², I Putu Artayasa¹², Abdul Syukur¹²

¹Program Studi Magister Pendidikan IPA, Pasca Sarjana, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

*Corresponding Author: laluhasanbio16@gmail.com

Article History

Received : July 19th, 2022

Revised : August 16th, 2022

Accepted : August 30th, 2022

Abstract: Literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah sangat krusial untuk diintegrasikan ke dalam pembelajaran di sekolah. *Next Generation Science Standard* dan *game discovery* dipandang kompatibel untuk melatih literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah dalam pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menganalisis tingkat kebutuhan pengembangan bahan ajar berbasis NGSS terintegrasi *game discovery* (BANDI); 2) merumuskan kerangka dasar BANDI; 3) menganalisis kelayakan BANDI. Jenis penelitian ini adalah *research and development* (R&D) dengan menggunakan model ADDIE. Subjek penelitian ini adalah kelas X IPA SMAN 01 Labuhan Haji. Teknik pengumpulan data melalui pengamatan langsung dan kuesioner. Analisis data menggunakan *Content validity index* (CVI), *Percentage of agreement* (PA), *Flesch Kincaid grade level* (FKGL), dan persentase nilai tanggapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) tingkat kebutuhan bandi berada pada kategori sangat dibutuhkan baik melalui respon siswa maupun guru, 2) Kerangka dasar BANDI terdiri atas 4 item (umum, basis, kompetensi, dan teknologi); 3) BANDI terkonfirmasi layak dikarenakan memenuhi aspek validitas, reliabilitas, keterbacaan, dan ketercapaian. Pemenuhan aspek kelayakan terlihat melalui hasil analisis data validitas BANDI melalui CVI dengan nilai rata-rata sebesar 0,96 dengan kategori valid, reliabilitas dianalisis melalui PA dengan nilai rata-rata sebesar 89,80% dengan kategori reliabel, keterbacaan sesuai dengan usia pengguna yaitu 15-16 tahun dengan nilai FKGL 10,69, serta keterterapan terkonfirmasi melalui uji kelompok kecil dengan nilai respon 89,39% untuk aspek kemudahan dan 84,52% untuk keefektifan penggunaan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa BANDI layak untuk selanjutnya digunakan dalam pembelajaran untuk memfasilitasi literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah di sekolah.

Keywords: *Game discovery*, Literasi Sains, Keterampilan berargumentasi ilmiah, NGSS

PENDAHULUAN

Sains dan teknologi pada abad XXI berkembang pesat menyebabkan perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Dunia pendidikan mendapatkan tantangan yang semakin berat untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan abad XXI (Yulianti, 2017; Monica, 2021). Satuan pendidikan dituntut mampu menghasilkan sumber

daya manusia (SDM) yang berkualitas (Carlgren, 2013; Mashudi, 2019). Kualitas SDM tergambar melalui keterampilan yang memadai untuk bertahan dari tantangan yang muncul akibat perubahan besar yang terjadi pada abad XXI (Carlgren, 2013).

Literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah adalah bagian dari keterampilan yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan abad XXI (Kusdiningsih *et al.*, 2016;

Yuliati, 2017). Hasil riset menunjukkan literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah siswa di Indonesia relatif masih rendah. *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) melalui *Programme for International Student Assessment* (PISA) memaparkan Indonesia belum pernah keluar dari sepuluh besar peringkat terbawah hasil evaluasi (Schleicher, 2019). Indonesia berada pada peringkat 74 dari 79 negara peserta dengan skor 396 pada penilaian terakhir PISA (Schleicher, 2019). Skor perolehan Indonesia terbilang rendah dikarenakan jauh dari rata-rata skor peserta PISA yaitu 489 (PISA, 2018; Schleicher, 2019). Keterampilan berargumentasi ilmiah menunjukkan keadaan yang mirip dengan literasi sains. Mubarak *et al.* (2016) memaparkan nilai capaian siswa belum memadai dengan rata-rata 26,31 dan 25,19 masing-masing pada aspek membenaran dan dukungan. Putri (2018) memperoleh hasil penilaian keterampilan berargumentasi ilmiah yang juga belum memadai sebesar 63,71 dari skor total 100 dengan kriteria standar 75.

Aktivitas belajar yang kurang mendukung dipandang sebagai penyebab rendahnya Literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah (Suraya *et al.*, 2019; Anggraini, 2014; Yuliati, 2017). Kusdiningsih *et al.*, (2016) menyatakan bahwa terlihat jelas selama ini pembelajaran yang diterapkan belum optimal dalam membekali keterampilan dalam berargumentasi ilmiah dan memecahkan masalah sains (*problem literacy*). Mcneill (2011) menyatakan aktivitas belajar siswa dalam pembelajaran masih jarang memfasilitasi aktivitas menghubungkan argumen dengan bukti sains, dan jarang menggunakan data untuk mendukung bukti ketika menjawab suatu pertanyaan.

Bahan ajar berbasis *Next Generation Science Standard* (NGSS) dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan aktivitas belajar yang masih kurang mendukung untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah. NGSS merupakan sebuah standar pembelajaran yang mengembangkan tiga dimensi pendekatan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains. Tiga dimensi tersebut terdiri atas STEM (*Science, Technology, Engineering, Math*), *Disciplinary core idea* (DCI), dan *Crosscutting Concept* (CC) (Skrimponis dan

Makris, 2020; Cisterna *et al.*, 2020). Tiga dimensi tersebut kompatibel untuk melatih literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah. DCI merupakan sebuah pendekatan yang berisikan sajian inti konten materi sains dan teknis dalam pembelajaran (Duncan *et al.*, 201). STEM berkaitan dengan aktivitas yang kental akan nuansa literasi sains dan argumentasi ilmiah yang tidak hanya verbal juga numerik (Skrimponis dan Makris, 2020). *Crosscutting Concept* dapat memfasilitasi cara menjelaskan, menginterpretasi, mengevaluasi fenomena secara ilmiah, mengajukan dukungan pada suatu klaim, membenaran, serta sanggahan menggunakan beberapa konsep berbeda dalam pembelajaran (Osborne *et al.*, 2018; Cisterna *et al.*, 2020).

Aspek yang perlu diperhatikan dalam pengembangan bahan ajar adalah penggunaan model pembelajaran yang tepat. Model pembelajaran menjadi poin utama agar bahan ajar yang dikembangkan sesuai dengan tujuan dan kompetensi yang ingin dicapai (Pangabean dan Danis, 2020). Berdasarkan pendekatan pada NGSS, model pembelajaran *discovery* cocok untuk digunakan dalam proses pembelajaran berbasis NGSS (Sani *et al.*, 2018). Sintaks pembelajaran *discovery* dapat mewadahi integrasi DCI pada stimulasi, STEM pada pengumpulan dan pengolahan data, dan *Crosscutting Concept* pada generalisasi (Astuti, 2015; Gershman *et al.*, 2015).

Pembelajaran dengan bahan ajar berbasis NGSS dengan model *discovery* masih jarang digunakan dalam pembelajaran. Untuk itu, pengintegrasian game dalam langkah pembelajaran *discovery* perlu dilakukan untuk meningkatkan perhatian serta motivasi siswa dalam belajar (McDevitt, 2013; Rakhmawan *et al.*, 2015; sandhy *et al.*, 2018; Ratminingsih *et al.*, 2018; Ariana *et al.*, 2020). Perhatian dan motivasi yang baik dapat meningkatkan ketercapaian tujuan pembelajaran (Dwijaja, 2008; Mawarsih dan Hamidi, 2013).

Pengembangan bahan ajar untuk mendukung literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah perlu dilakukan (Putri, 2018; Sari *et al.*, 2019). Sari *et al.* (2019) mengembangkan bahan ajar berbasis model inkuiri untuk meningkatkan literasi sains. Putri (2018) mengembangkan bahan ajar berbasis metode HALO untuk meningkatkan keterampilan berargumentasi ilmiah. Berdasarkan penelitian oleh Putri (2018) dan Sari *et al.* (2019),

bahan ajar masih berfokus pada aspek metode dan model pembelajaran. Pembelajaran membutuhkan aspek-aspek penting lain untuk mendukung literasi sains dan keterampilan argumentasi ilmiah seperti aktivitas belajar menggunakan model matematika dengan bantuan teknologi serta integrasi game untuk meningkatkan atensi dan motivasi siswa (Ismail *et al.*, 2016; Paramita *et al.*, 2019).

Bahan ajar berbasis NGSS terintegrasi game dalam pembelajaran *discovery* (BANDI) memiliki potensi tidak hanya pada model dan pendekatan pembelajaran. Potensi bahan ajar berbasis NGSS terintegrasi game *discovery* mampu mengakomodasi penggunaan model matematika, penggunaan teknologi, serta integrasi game dalam pembelajaran. Berdasarkan potensi BANDI maka penelitian dengan judul “Pengembangan Bahan Ajar Biologi Berbasis NGSS Terintegrasi Game *Discovery* Untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Keterampilan Berargumentasi Ilmiah Siswa” menjadi perlu untuk dilaksanakan. Bahan ajar yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat memberi kontribusi pada peningkatan literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah siswa SMA di sekolah.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Model penelitian pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah ADDIE Models. Tahapan pengembangan pada model ADDIE terdiri dari 5 tahap pengembangan yaitu tahap menganalisis (*analysis*), tahap mendesain (*design*), tahap menyusun (*develop*), tahap mengimplementasi (*implement*), dan tahap mengevaluasi (*Evaluate*). Adapun pada artikel ini dimodifikasi untuk menjabarkan sampai pada tahap menyusun (*develop*). Setiap tahapan memiliki kegiatan spesifik yang dilakukan.

Tahap menganalisis dimulai dengan analisis literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah pada bahan ajar yang digunakan di sekolah. Selain itu, dilakukan analisis untuk menentukan solusi yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang ditemukan. Hasil tahap menganalisis tersebut dijabarkan melalui analisis analisis awal akhir, analisis kebutuhan, analisis materi, dan analisis kesiapan pengguna. Tahap mendesain menggunakan hasil tahap menganalisis

untuk merumuskan kerangka dasar BANDI. Kerangka dasar menggambarkan item-item yang digunakan untuk Menyusun BANDI. Tahap menyusun menggunakan kerangka dasar untuk menyusun draf 1. Kemudian uji validitas dan reliabilitas melalui ahli dan respon siswa dilakukan. Hasil penilaian ahli, terutama kritik dan saran digunakan sebagai bahan utama revisi produk sehingga terbentuk draf 2. Selanjutnya, draf 2 digunakan untuk uji keterbacaan untuk menentukan kesesuaian kesulitan teks terhadap pengguna bahan ajar. Hasil uji keterbacaan akan menghasilkan draf 3. Selanjutnya draf 3 diuji melalui mekanisme kelompok kecil untuk menganalisis tingkat keterterapan BANDI. Hasil uji kelompok kecil direvisi kemudian menghasilkan draf 4 (Akhir).

Ujicoba produk menggunakan beberapa analisis data untuk menghasilkan bahan ajar yang layak. Tingkat kelayakan dalam penelitian ini ditinjau berdasarkan validitas, reliabilitas, keterbacaan, dan uji keterterapan melalui kelompok kecil. Keterterapan produk ditinjau berdasarkan aspek kemudahan pemakaian dan efektivitas pemakaian.

Validitas dan reliabilitas BANDI dari segi teoritis diperoleh melalui data penilaian oleh ahli. Validitas perangkat bahan ajar berbasis NGSS terintegrasi game *discovery* dihitung menggunakan *Content Validity Ratio* (CVR) dan *Content Validity Index* (CVI). Pemberian skor pada item divalidasi dengan CVR. Cara menghitung nilai CVR adalah dengan menggunakan persamaan:

$$CVR = \frac{Ne - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \quad (\text{Aning et al., 2021})$$

Dengan Ne adalah jumlah validator yang setuju dan N adalah jumlah total validator. Formula ini memiliki ketentuan saat jumlah validator yang menyatakan setuju kurang dari setengah total validator maka CVR bernilai negatif. Kemudian saat jumlah validator yang menyatakan setuju setengah dari jumlah total validator maka CVR bernilai nol. Saat seluruh validator menyatakan setuju maka CVR bernilai 1 (diatur menjadi 0,99). Serta saat jumlah validator yang menyatakan setuju lebih dari setengah total validator maka CVR bernilai antara 0-0,99. Hasil perhitungan CVR selanjutnya dihitung menggunakan CVI yang

merupakan indikasi validitas isi tes secara keseluruhan. CVI merupakan rata-rata dari nilai CVR dari semua item:

$$CVI = \frac{\text{jumlah seluruh CVR}}{\text{jumlah butir item}}$$

(Aning et al., 2021)

Selanjutnya nilai CVI disesuaikan dengan kategori validitas pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Hasil Evaluasi Validasi

Nilai CVI	Tingkat Validitas
0 <	Sangat valid
= 0	Valid
> 0	Tidak valid

Reliabilitas dari segi teoritis dalam penelitian ini dianalisis menggunakan metode Borich yang dikenal dengan *Percentage Agreement* (PA). PA merupakan persentase kesepakatan antar penilai yang merupakan suatu persentase kesesuaian nilai antara penilai pertama dengan penilai yang lain. *Percentage Agreement* (PA) dapat dirumuskan:

$$PA = \left(1 - \frac{A-B}{A+B}\right) 100\%$$

(Borich, 1994)

Dengan A merupakan skor penilai yang paling besar dan B skor penilai paling kecil. Skor yang lebih besar (A) selalu dikurangi dengan skor yang lebih kecil (B). Instrumen dikatakan reliabel jika nilai persentase kesepakatannya lebih atau sama dengan 75%. Jika dihasilkan kurang dari 75%, maka harus direvisi dan diuji ulang untuk kejelasan dan persetujuan dari pengamat (Borich, 1994).

Uji validitas dan reliabilitas butir instrumen melalui respon siswa bertujuan untuk mengetahui tingkat validitas instrumen soal dari segi empiris. Validitas perangkat bahan ajar berbasis NGSS terintegrasi game *discovery* dihitung menggunakan Korelasi *Product moment* (RPM) dengan memenuhi persamaan:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

(Arikunto, 2014)

Keterangan

- X : nilai mahasiswa pada item soal yang akan diuji
- Y : nilai total mahasiswa
- N : banyak data
- r_{xy} : koefisien korelasi antara variabel X dengan variabel Y, dua variabel yang dikorelasikan.

Uji aspek reliabilitas instrumen tes akan menggunakan rumus *cronbach alpha* (CR). Persamaan umum dari rumus CR adalah sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1}\right) \left(1 - \frac{\sum \tau_i^2}{\tau_i^2}\right)$$

(Sahidu, 2016)

Keterangan:

- r_{11} : reliabilitas yang dicari
- n : banyaknya butir pertanyaan
- $\sum \tau_i^2$: jumlah varians skor tiap-tiap item
- τ_i^2 : varians total

Uji keterbacaan menggunakan formula analisis Flesch-Kincaid *Grade Level*. Data yang dianalisis adalah teks pada bahan ajar yang terdiri minimal dari 100 kata. Teks yang digunakan dalam uji keterbacaan diambil secara sistematis. Pengambilan dilakukan 2 sampel untuk masing-masing materi dalam setiap pertemuan. Prinsip analisis Flesch-Kincaid memperhitungkan rata-rata Panjang kalimat dan jumlah rata-rata suku kata dari total kata yang digunakan dalam uji. Hasil perhitungan Flesch-Kincaid mengindikasikan tingkat kelas yang sesuai dengan tingkat kesulitan wacana pada teks yang diuji. Adapun rumus dari analisis Flesch-Kincaid adalah sebagai berikut:

$$FKGL = (0,39 \times ASL) + (11,8 \times ASW) - 15,59$$

(Wekes, 2022)

Keterangan

- FKGL : Flesch-Kincaid Grade Level
- ASL : Rata-rata Panjang kalimat (Jumlah kata/Jumlah kalimat)
- ASW : Rata-rata jumlah kata (Jumlah suku kata/jumlah kata)

Tingkat keterterapan ditinjau berdasarkan kemudahan dan keefektifan penggunaan bahan ajar diperoleh melalui responden yang telah belajar materi ekosistem dengan keterampilan akademik bervariasi (tinggi, sedang, dan rendah) berdasarkan nilai rapor. Hal ini bertujuan agar bahan ajar yang dikembangkan agar dapat digunakan oleh semua siswa dengan keterampilan akademik yang

bervariasi. Analisis data untuk uji keterbacaan menggunakan persentase nilai tanggapan. Respon siswa diperoleh menggunakan kuesioner keterterapan bahan ajar. Kemudian data pada kuesioner dianalisis menggunakan persentase nilai tanggapan. Adapun formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai tanggapan} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Kategori tingkat kemudahan dan keefektifan penggunaan BANDI disajikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kategori nilai tanggapan

Nilai Tanggapan	Kategori
76-100%	Tinggi
51-75%	Cukup
26-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

(Diadopsi dari Arikunto, 2010)

HASIL

Hasil penelitian diperoleh melalui prosedur penelitian dan pengembangan model ADDIE diadaptasi. Model ADDIE yang teradaptasi pada artikel ini menggunakan tiga dari lima tahapan yaitu menganalisis (*analysis*), merancang (*design*), dan menyusun (*develop*). Setiap tahapan memiliki aktivitas spesifik yang dilakukan untuk menghasilkan bahan ajar berbasis NGSS terintegrasi game *discovery* (BANDI). Pemaparan hasil penelitian dan pengembangan lebih lanjut disajikan melalui uraian berikut:

a. Tahap Menganalisis

Tahap menganalisis bertujuan untuk menganalisis kondisi bahan ajar yang digunakan di sekolah dan mengidentifikasi masalah yang dijadikan sebagai dasar pengembangan. Selain itu, tahap menganalisis bertujuan untuk menganalisis materi yang sesuai dengan kebutuhan pengembangan, serta analisis kesiapan pengguna dalam menggunakan solusi yang ditawarkan. Hasil tahap menganalisis meliputi data analisis awal akhir, data analisis kebutuhan, hasil analisis materi, dan data analisis kesiapan pengguna.

1. Data analisis awal akhir

Analisis awal akhir bertujuan untuk untuk menganalisis masalah atau kelemahan bahan ajar yang digunakan di sekolah. Kelemahan yang dimaksud adalah kapasitas bahan ajar dalam memfasilitasi literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah. Selain itu, analisis awal akhir juga bertujuan untuk menentukan solusi yang ditawarkan untuk mengatasi kelemahan bahan ajar yang ada di sekolah. Bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran di sekolah lokasi penelitian terdiri atas 5 bahan ajar: (1) Wati *et al.* (2021); (2) Safitri R (2016); (3) Irnaningtyas (2013); Priadi dan Herlanti (2020); dan Pujiyanto (2020) (Lampiran 2). Data komponen item penyusun spesifikasi ke-5 bahan ajar dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Data analisis bahan ajar yang umum digunakan di sekolah

Komponen	Bahan Ajar				
	1	2	3	4	5
Komponen Umum					
Petunjuk penggunaan	1	1	1	1	1
Tujuan pembelajaran	0	1	0	0	1
Peta Konsep		1	1	1	1
Sajian materi	1	1	1	1	1
Lembar kerja	1	0	1	1	1
Tugas	1	1	1	1	0
Instrumen soal	1	1	1	1	1

Komponen	Bahan Ajar				
	1	2	3	4	5
Literasi Sains					
Menyajikan fenomena ilmiah	1	0	1	1	1
Menyajikan aktivitas menjelaskan fenomena secara ilmiah	0	0	0	0	0
Menyajikan aktivitas mengevaluasi dan mendesain penyelidikan ilmiah	0	0	0	0	0
Menyajikan kegiatan menginterpretasi data dan bukti ilmiah	0	0	0	0	0
Keterampilan Berargumentasi Ilmiah					
Menyajikan kegiatan mengumpulkan data dengan jelas	0	0	0	0	0
Menyajikan kegiatan merumuskan klaim dengan jelas	0	0	0	0	0
Menyajikan kegiatan merumuskan pembenaran dengan jelas	0	0	0	0	0
Menyajikan kegiatan merumuskan dukungan dengan jelas	0	0	0	0	0
Game pembelajaran					
Menyajikan link game menggunakan materi biologi sebagai desain	0	0	0	0	0
Dapat diakses melalui <i>Smartphone</i> android	0	0	0	0	0

Keterangan: 1 (Terdapat komponen yang dimaksud); 0 (Tidak terdapat komponen yang dimaksud).

2. Data analisis kebutuhan

Tabel 3 menunjukkan bahwa literasi sains dan keterampilan argumentasi ilmiah perlu ditingkatkan eksistensinya dalam bahan ajar di sekolah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengajukan NGSS dan game *discovery* untuk memfasilitasi peningkatan literasi

sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah. Untuk mengkonfirmasi data analisis awal akhir dan solusi yang ditawarkan dilakukan analisis kebutuhan. Data analisis kebutuhan menunjukkan integrasi literasi sains, argumentasi ilmiah, NGSS, dan game *discovery* sangat diperlukan (Tabel 4).

Tabel 4. Data ringkasan analisis kebutuhan

Aspek yang dianalisis	Respon guru	Respon siswa
Tingkat kebutuhan literasi sains dalam mata pelajaran biologi	100%	99,04%
Tingkat kebutuhan argumentasi ilmiah dalam mata pelajaran biologi	100%	98,08%
Tingkat kebutuhan integrasi NGSS pada bahan ajar Biologi	92%	97,12%
Tingkat kebutuhan integrasi game pada bahan ajar Biologi	92%	82,69%

3. Analisis materi

Analisis materi bertujuan untuk menentukan dan menganalisis komponen materi yang digunakan dalam pengembangan. Bahasan materi yang dijadikan acuan untuk mengembangkan produk setidaknya memiliki kriteria: memiliki aspek penggunaan matematika dan mempunyai kandungan konsep yang luas. Berdasarkan analisis terhadap kumpulan materi biologi SMA kandidat yang paling cocok adalah materi ekosistem. Ekosistem memiliki pengintegrasian konsep matematika pada sub-materi perhitungan interaksi. Selain itu, materi ekosistem memiliki kandungan konsep yang luas dikarenakan membahas tidak hanya aspek bios (hidup) tetapi juga aspek abios (tidak hidup) serta siklus yang menghubungkan keduanya.

4. Data analisis kesiapan pengguna

Analisis kesiapan pengguna bertujuan untuk menganalisis kesiapan pengguna untuk menggunakan media teknologi pada bahan ajar. Teknologi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah *smartphone* android dan komputer. Responden yang digunakan untuk menganalisis aspek kesiapan pengguna adalah siswa kelas X sebanyak 75 orang di salah satu SMA Lombok Timur. Aspek kesiapan pengguna yang dianalisis berkaitan dengan kepemilikan *smartphone* dan komputer, sistem operasi dan *browser* pada perangkat, serta tingkat kemahiran menggunakan perangkat. Adapun data perhitungan respon siswa disajikan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Data analisis kesiapan pengguna

Pernyataan	Tanggapan	
	Setuju	Tidak Setuju
Pengguna Smartphone		
Siswa memiliki <i>smartphone</i> Pribadi	92,00%	8,00%
<i>Smartphone</i> yang dimiliki menggunakan sistem operasi android	92,00%	8,00%
Siswa mahir dalam menggunakan <i>smartphone</i> android	92,00%	8,00%
Pengguna Personal Computer (PC)		
Siswa memiliki PC pribadi	34,67%	65,33%
PC yang dimiliki terpasang <i>web-browser</i>	34,67%	65,33%
Siswa mahir mengoperasikan PC	34,67%	65,33%

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa mayoritas siswa memiliki *smartphone* akan tetapi sedikit yang memiliki komputer. Selanjutnya, siswa yang memiliki *smartphone* atau komputer diikuti oleh keahlian dalam menggunakan kedua perangkat tersebut. Hasil ini menunjukkan *smartphone* android memiliki potensi yang tinggi untuk diintegrasikan dalam pengembangan bahan ajar di SMAN 01 Labuhan haji. Selain itu, media bahan ajar berbasis komputer juga dapat dipertimbangkan dikarenakan sekitar 34,67% siswa memiliki perangkat dan keahlian menggunakan komputer.

b. Tahap Mendesain

Tahap menganalisis menampilkan komponen item yang menyusun bahan ajar yang digunakan di sekolah. Selanjutnya, hasil analisis berhasil menampilkan kekurangan bahan ajar yang umum digunakan di sekolah kemudian menampilkan alternatif solusi untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah. Berdasarkan kombinasi antara hasil analisis bahan ajar yang digunakan di sekolah dengan solusi yang ditawarkan maka dirumuskan item-item bahan ajar yang dikembangkan sebagaimana pada Tabel 6.

Tabel 6. Item-item bahan ajar berbasis NGSS terintegrasi game *discovery* (BANDI)

Item	Deskripsi
Item Umum	
Petunjuk penggunaan	Item ini memuat penjelasan petunjuk penggunaan bahan ajar melalui tombol (simbol) yang tersedia pada bahan ajar.
Tujuan pembelajaran	Memuat objek pembelajaran yang dijabarkan melalui kompetensi KD 3.10 dan 4.10, indikator literasi sains, dan keterampilan berargumentasi ilmiah.
Peta konsep	Memuat peta materi yang dikandung oleh materi ekosistem yang dijabarkan melalui analisis materi
Sajian materi	Memuat materi hasil penjabaran dari peta konsep.
Lembar kerja	Memuat kegiatan melatih literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah
Tugas rumah	Memuat tugas yang harus diselesaikan oleh siswa diluar sekolah
Instrumen soal	Memuat alat ukur untuk menilai literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah
Item Basis	
<i>Disciplinary core idea</i> (DCI)	Pendekatan yang digunakan untuk menentukan inti materi yang digunakan untuk melatih literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah pada materi ekosistem
<i>Science and engineering practice</i> (SEP)	Pendekatan sains dan teknis dalam pembelajaran untuk melatih literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah disertai penggunaan teknologi dan model matematika
<i>Crosscutting concept</i> (CC)	Pendekatan yang digunakan untuk membuat penjelasan pada lembar kerja di bahan ajar
Item Kompetensi	
Kompetensi Dasar (KD) 3.10 dan 4.10	Memuat tagihan kompetensi yang ditetapkan oleh kurikulum berkenaan dengan kemampuan dan keterampilan pada materi ekosistem

Item	Deskripsi
Literasi sains	Bagian dari keterampilan abad XXI yang ditandai dengan indikator: 1) menjelaskan fenomena secara ilmiah; 2) mengevaluasi dan mendesain penyelidikan ilmiah; 3) interpretasi data dan membuktikan data secara ilmiah.
Keterampilan berargumentasi ilmiah	Bagian dari keterampilan abad XXI yang ditandai dengan indikator: 1) data; 2) klaim; 3) membenaran; dan 4) dukungan.
Item Teknologi	
Apk	Sistem operasi yang berjalan pada <i>smartphone</i>
Html	Bahasa pemrograman yang berjalan pada komputer

c. Tahap Menyusun

Tahap menyusun bertujuan untuk menyusun bahan ajar ke dalam bentuk aplikasi *software* berdasarkan kerangka dasar yang telah ditetapkan pada tahap mendesain. Selain itu, tahap ini juga bertujuan untuk menganalisis kelayakan produk yang telah terbentuk. Kelayakan yang dimaksud dalam penelitian ini meliputi validitas, reliabilitas, keterbacaan, dan keterterapan.

Penyusunan BANDI menggunakan kombinasi dari beberapa aplikasi yang terdiri atas: 1) Java, 2) *Microsoft Powerpoint*, 3) *iSpringsuite*, dan 4) *APK2builder*. *Microsoft Power Point* berfungsi sebagai latar untuk mengkonstruksi bahan ajar yang bertema ekosistem. Adapun Java berfungsi sebagai sistem operasi *buffer* untuk menjalankan *iSpringsuite* dan *APK2Builder*. *iSpringsuite* berfungsi mengubah bahan ajar pada latar *Microsoft Power Point* menjadi file dengan Bahasa web-html. Kemudian *APK2builed* bertugas untuk menerjemahkan bahasa html ke dalam apk agar dapat berjalan pada sistem operasi android pada *smartphone*. Adapun hasil penyusunan aplikasi BANDI awal memiliki spesifikasi teknis sebagaimana tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Spesifikasi teknis produk awal

Komponen	Spesifikasi
Sistem operasi 1	Android apk
Sistem operasi 2	Html
<i>Minimal android operational system</i>	5.0.0 (Lollipop)
Aplikasi konstruktor	66,8 MB
Materi pelajaran	Ekosistem

Hasil produk awal kemudian diuji kelayakannya menggunakan kriteria kelayakan yang telah ditetapkan. Kriteria tersebut terdiri atas validitas, reliabilitas, keterbacaan, dan keterterapan. Hasil analisis kelayakan dijabarkan melalui data penilaian ahli, data respon siswa, data analisis keterbacaan, dan data uji kelompok kecil.

1. Data penilaian ahli

Kelayakan bahan ajar berdasarkan penilaian ahli bertujuan menganalisis aspek validitas dan reliabilitas. Data validitas dan reliabilitas diperoleh melalui penilai 4 orang ahli yang terdiri atas 3 dosen dan 1 orang guru. Penilaian oleh ahli berfokus pada aspek kelayakan isi, kesesuaian produk dengan variabel penelitian, kelayakan format dan tampilan, dan kelayakan bahasa. Adapun data analisis penilaian ahli disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Data analisis validitas dan reliabilitas BANDI

Kriteria Penilaian	CVI	Keterangan	PA	Keterangan
Kelayakan isi	0,99	Sangat Valid	88,31%	Reliabel
Kesesuaian produk dengan variabel penelitian	0,99	Sangat Valid	91,43%	Reliabel
Kelayakan format dan tampilan	0,95	Sangat Valid	90,48%	Reliabel
Kelayakan Bahasa	0,88	Sangat Valid	88,89%	Reliabel
Rata-rata	0,96	Sangat Valid	89,80%	Reliabel

Keterangan: CVI (*Content Validity Index*); PA (*Percentage of Agreement*).

2. Data respon siswa

Kelayakan berdasarkan respon siswa bertujuan menganalisis aspek validitas dan reliabilitas instrumen tes literasi sains dan

keterampilan berargumentasi ilmiah secara empiris. Data uji validitas menunjukkan terdapat 3 item soal literasi sains yang tidak valid. Instrumen keterampilan berargumentasi ilmiah memenuhi

kriteria valid untuk seluruh item soal sebagaimana tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Data validitas butir instrumen

Instrumen soal	<i>Sig.(p)</i>	Butir soan nomor	Keterangan
Literasi sains (Pilihan ganda)	<0,05	1,2,3,4,5,6,7,10,11,13,14,15,16 dan 17	Valid
	>0,05	8,9, dan 12	Tidak valid
Keterampilan berargumentasi ilmiah (Uraian)	<0,05	18,19,20, dan 21	Valid
	>0,05	-	Tidak valid

Data uji reliabilitas melalui respon siswa menunjukkan keseluruhan instrumen reliabel. Kriteria reliabel terpenuhi dikarenakan baik soal

pilihan ganda maupun essay memiliki output analisis lebih dari 0,60. Data analisis reliabilitas lebih lanjut tersaji pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Data uji reliabilitas instrumen melalui respon siswa

Instrumen	N item	Cronbach's Alpha	Keterangan
Literasi sains	17	0,677	Reliabel
Keterampilan berargumentasi ilmiah	4	0,900	Reliabel

3. Data uji keterbacaan

Uji keterbacaan dilakukan bertujuan untuk menganalisis tingkat kesesuaian antara kompleksitas wacana pada BANDI dengan tingkat usia siswa. Uji keterbacaan menggunakan analisis *Flesch-kincaid readability grade level*. Sampel untuk data diperoleh dengan mekanisme *systematic sampling* terhadap BANDI. BANDI terbagi

menjadi materi untuk 4 pertemuan. Sampel diambil masing-masing 2 dari masing-masing materi per-pertemuan. Ukuran sampel diambil dengan kriteria ukuran minimal 100 kata. Prinsip analisis *Flesch-kincaid* adalah menggunakan Panjang kalimat dan banyak suku kata sebagai dasar utama tingkat kesulitan keterbacaan (Tabel 11).

Tabel 11. Data analisis *Flesch-kincaid*

Sampel	ASL	ASW	FKGL	Sesuai untuk Rentang Usia (tahun)
Materi I: Komponen ekosistem dan tingkatan kehidupan	11.50	1.79	10,03	15-16
	10.93	1.86	10,65	15-16
Materi II: Interaksi antara komponen ekosistem	10.88	1.89	10,98	15-16
	11.36	1.92	11,50	16-17
Materi III: Aliran energi	10.50	1.87	10,51	15-16
	11.36	1.96	11,97	16-17
Materi IV: Daur biogeokimia	11.00	1.89	11,05	16-17
	9.25	2.03	11,94	16-17
Rata-rata			10,96	15-16

Data hasil analisis *Flesch-kincaid* memiliki output analisis yang menunjukkan tingkat kelas yang sesuai terhadap teks yang dianalisis. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 11, BANDI kompatibel untuk digunakan pada jenjang anak SMA. Berdasarkan rentang analisis BANDI ditinjau dari tingkat keterbacaan secara rata-rata

cocok untuk kelas 10 SMA. Analisis keterbacaan penting untuk menyelaraskan produk yang dikembangkan terhadap target pengguna yang diharapkan.

4. Data uji keterterapan

Uji coba kelompok kecil dilakukan untuk menganalisis tingkat performa bahan ajar dalam skala kelompok kecil. Performa yang dimaksud dalam penelitian ini adalah keterterapan BANDI dalam mendukung pembelajaran. Tingkat keterterapan BANDI ditinjau melalui aspek kemudahan penggunaan dan efektivitas penggunaan. Data uji coba kelompok kecil tentang performa bahan ajar diperoleh melalui 21 orang

siswa yang terbagi menjadi 4 kelompok kecil dengan masing-masing 5-6 anggota.

Data nilai tanggapan siswa berkenaan dengan aspek kemudahan penggunaan bahan ajar menunjukkan bahwa bahan ajar berada pada kategori sangat mudah untuk digunakan hampir pada semua kriteria. Kriteria kemudahan memahami isi satu-satunya kriteria dengan kategori mudah. Data lebih terperinci disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Data kemudahan penggunaan BANDI

Kriteria yang dinilai	Nilai Tanggapan Kelompok				Keseluruhan	
	I	II	III	IV	Rata-rata	SD
Kemudahan menginstal aplikasi	90,00%	95,00%	90,00%	95,83%	95,83%	0,03
Kemudahan memahami petunjuk penggunaan	95,00%	100,00%	90,00%	95,83%	95,83%	0,04
Kemudahan menjalankan game DI	90,00%	100,00%	85,00%	91,67%	91,67%	0,06
Kemudahan memahami materi	90,00%	95,00%	80,00%	87,50%	87,50%	0,04
Kemudahan memahami wacana	95,00%	90,00%	95,00%	87,50%	87,50%	0,05
Kemudahan memahami isi	75,00%	75,00%	65,00%	75,00%	75,00%	0,07
Kemudahan membaca ukuran huruf	95,00%	80,00%	80,00%	87,50%	87,50%	0,04
Kemudahan membaca jenis huruf	90,00%	95,00%	85,00%	87,50%	87,50%	0,04
Kemudahan pembelajaran melalui gambar dan ilustrasi yang tersedia	100,00%	95,00%	90,00%	91,67%	91,67%	0,02
Kemudahan mengakses dimanapun dan kapanpun	90,00%	95,00%	85,00%	91,67%	91,67%	0,04
Rerata					89,39%	0,06

Data uji coba kelompok kecil selanjutnya berkenaan dengan aspek keefektifan penggunaan bahan ajar. Analisis data nilai tanggapan siswa berkenaan dengan aspek keefektifan penggunaan BANDI menunjukkan bahwa bahan ajar berada

pada kategori sangat efektif hampir pada semua kriteria. Kriteria keefektifan pemantauan pembelajaran satu-satunya kriteria dengan kategori mudah. Penyajian data lebih terperinci disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Data Efektifitas penggunaan BANDI

Kriteria yang dinilai	Nilai Tanggapan Kelompok				Keseluruhan	
	I	II	III	IV	Rata-rata	SD
Keefektifan waktu belajar	80,00%	100,00%	75,00%	95,83%	95,83%	0,12
Keefektifan pemantaun pembelajaran	55,00%	60,00%	70,00%	62,50%	62,50%	0,06
Keefektifan memahami konsep	85,00%	95,00%	80,00%	87,50%	87,50%	0,07
Keefektifan memahami materi	95,00%	100,00%	85,00%	87,50%	87,50%	0,02
Keefektifan menu fenomena dalam melatih pemahaman permasalahan ilmiah	90,00%	95,00%	90,00%	91,67%	91,67%	0,04
Keefektifan belajar mandiri	95,00%	100,00%	90,00%	91,67%	91,67%	0,10
Keefektifan meningkatkan minat belajar	80,00%	85,00%	100,00%	75,00%	87,50%	0,11
Rerata					84,52%	0,11

Pembahasan

Prosedur penelitian dan pengembangan telah memperoleh hasil spesifik pada masing-masing tahapan yang telah dilaksanakan. Berdasarkan hasil

yang telah diperoleh, pembahasan dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian. Tiga pembahasan tersebut terdiri atas kebutuhan pengembangan BANDI, kerangka dasar BANDI,

dan kelayakan BANDI. Adapun penjelasan lebih rinci disajikan sebagai berikut:

a. Kebutuhan Pengembangan BANDI

Hasil analisis komponen bahan ajar biologi yang digunakan di sekolah menunjukkan susunan komponen yang masih kurang memadai dalam memfasilitasi literasi sains dan kemampuan berargumentasi ilmiah (Tabel 3). Satu-satunya komponen yang dapat diamati pada bahan ajar adalah penjelasan fenomena pada ekosistem yang dapat dikategorikan pada indikator pertama literasi sains (Tabel 3). Literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah perlu diintegrasikan ke dalam bahan ajar secara jelas dalam rangka memenuhi bagian dari tagihan keterampilan abad 21 (Kusdiningsih *et al.*, 2016; Yuliati, 2017; Robbia *et al.*, 2020). Tagihan akan keterampilan abad 21 membuat aspek literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah menjadi aspek potensial dalam mengembangkan bahan ajar.

Perkembangan dunia teknologi pada abad 21 menuntut bahan ajar yang lebih portabel dan terintegrasi dengan *daily device* seperti *smartphone* dan komputer (Matsun *et al.*, 2018; Novita *et al.*, 2020). Bentuk teknologi pembelajaran yang dapat diintegrasikan adalah bahan ajar berbasis html, android (apk), dan game pembelajaran (Matsun *et al.*, 2018; Novita *et al.*, 2020). Sayangnya, aspek teknologi tersebut belum dapat ditemukan pada bahan ajar yang digunakan di sekolah (Tabel 3). Hasil temuan Tabel 3 membuat aspek teknologi menjadi aspek tambahan potensial dalam pengembangan bahan ajar era digital saat ini.

NGSS memiliki potensi sebagai *framework* (kerangka dasar) dalam pengembangan bahan ajar yang dapat mengintegrasikan literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah. Potensi *Framework* tersebut terlihat melalui tiga dimensi yang terdiri atas terdiri atas SEP (*Science and engineering practice*), DCI (*Disciplinary Core Idea*), dan *Crosscutting Concept* (CC) (Skrimponis dan Makris, 2020; Cisterna *et al.*, 2020). DCI berperan sebagai pendekatan yang berisikan sajian inti konten materi sains dan teknis dalam pembelajaran (Duncan *et al.*, 201). Adapun SEP merupakan aktivitas sains dan teknis yang berperan mawadahi aktivitas yang kental akan nuansa literasi sains dan argumentasi ilmiah yang tidak hanya verbal juga numerik serta mengintegrasikan

teknologi seperti media digital dan game pembelajaran (Skrimponis dan Makris, 2020). Kemudian *crosscutting concept* berperan memfasilitasi cara menjelaskan, menginterpretasi, mengevaluasi fenomena secara ilmiah, mengajukan dukungan pada suatu klaim, membenaran, serta sanggahan menggunakan beberapa konsep berbeda dalam pembelajaran (Osborne *et al.*, 2018; Cisterna *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil analisis bahan ajar (Tabel 3) dan potensi NGSS maka dapat dikatakan terdapat kebutuhan akan bahan ajar yang mengakomodasi komponen literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah serta integrasi game pembelajaran berbasis digital. Kebutuhan tersebut sesuai dengan hasil analisis kebutuhan dimana kebutuhan literasi sains, argumentasi ilmiah, NGSS, dan game pembelajaran berada pada kategori “sangat dibutuhkan” (Tabel 4).

b. Kerangka Dasar BANDI

Tahap analisis memperoleh informasi tentang gambaran bahan ajar yang umum digunakan di sekolah (Tabel 3). Kerangka dasar bahan ajar yang umum digunakan di sekolah kemudian dikembangkan untuk meningkatkan kapasitas bahan ajar dalam mendukung literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah membentuk desain kerangka dasar bahan ajar yang dikembangkan pada penelitian. Konsep bahan ajar yang dikembangkan memiliki spesifikasi memuat literasi sains, argumentasi ilmiah, game pembelajaran, dan dapat dijalankan pada media digital android dan html (Tabel 7). Konsep bahan ajar pada penelitian ini dijabarkan berdasarkan analisis terhadap bahan ajar yang ada kemudian dirumuskan menjadi item umum, basis item, kompetensi, dan item *support technology* (Tabel 6).

Item umum merupakan bagian umum yang ada pada bahan ajar yang digunakan. Secara umum komponen bahan ajar memuat tujuan pembelajaran, sajian materi, lembar kerja, dan instrumen penilaian/kuis (Tabel 6; Akpan *et al.*, 2018; Pursitasari *et al.*, 2019). Item umum penting dalam bahan ajar untuk sistematisasi menampilkan konten atau substansi pelajaran yang tersusun runtut dan sistematis serta menampilkan mekanisme utuh dari kompetensi yang akan dikuasai siswa sebagai alat dalam kegiatan

pembelajaran. Akpan *et al.* (2018) menyatakan bahan ajar yang baik merupakan alat yang dapat memfasilitasi guru dalam menyajikan materi pelajaran kepada siswa secara logis dan berurutan.

Basis item merupakan item yang digunakan sebagai kerangka untuk mengakomodasi literasi sains, keterampilan berargumentasi ilmiah, dan game pembelajaran (Tabel 6). Item basis tersebut terdiri atas *Next Generation Science Standard* (NGSS) dan *Game Discovery* (Game DI). NGSS memiliki kapasitas sebagai *framework* dalam mengakomodasi literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah. Potensi *Framework* tersebut termanifestasi melalui tiga dimensi yang terdiri atas terdiri atas STEM/SEP, DCI, dan *Crosscutting Concept* (CC) (Skrimponis dan Makris, 2020; Cisterna *et al.*, 2020). *Game discovery* merupakan basis item yang digunakan untuk mengakomodasi game pembelajaran. *Game discovery* menggunakan konten materi ekosistem sebagai konstruksi dasar.

Item kompetensi merupakan komponen keterampilan dan pengetahuan yang ditujukan untuk dikuasai melalui penggunaan bahan ajar yang dikembangkan. Kompetensi yang ditetapkan mengadopsi Kompetensi Dasar Biologi kelas 10 SMA/MA, indikator literasi sains, dan indikator keterampilan berargumentasi ilmiah (Tabel 6; Gambar 4.1). Item *support technology* merupakan media digital tempat bahan ajar dijalankan. Media tersebut berbentuk apk untuk digunakan pada *hardware* pengguna *smartphone*, dan html untuk digunakan pada *hardware* pengguna PC/laptop. Pengaplikasian bahan ajar dalam media digital perlu dilakukan dikarenakan alat digital merupakan *daily device* yang digunakan siswa termasuk untuk kegiatan pembelajaran (Matsun *et al.*, 2018; Prasetyo, 2020). Matsun *et al.* (2018) dan Prasetyo (2020) menyatakan bahan ajar elektronik saat ini perlu dikembangkan dan disempurnakan dalam rangka mendukung pembelajaran di sekolah.

Bahan ajar yang dikembangkan perlu diuji untuk mengetahui tingkat kelayakannya untuk digunakan dalam pembelajaran. Beberapa aspek kelayakan yang perlu dipenuhi oleh bahan ajar adalah keterbacaan, kevalidan dan kereliabelan (Leton *et al.*, 2021; Amrulloh dan Suprpto, 2018; Permatasari *et al.*, 2018; Tinja *et al.*; 2017). Uji keterbacaan perlu dilakukan untuk menganalisis kesesuaian tingkat kesulitan wacana pada BANDI

dengan tingkat kelas pengguna (Susanti *et al.*, 2015). Uji kevalidan dan kereliabelan perlu dilakukan untuk menganalisis tingkat akurasi dan konsistensi bahan ajar dalam mencapai keterampilan yang diinginkan (Permatasari *et al.*, 2019).

c. Kelayakan BANDI

Produk pengembangan bahan ajar berbasis NGSS terintegrasi game *discovery* (BANDI) telah termanifestasi dalam bentuk nyata (*real*) berdasarkan desain yang telah ditetapkan (Tabel 7). Tahap menyusun memfasilitasi pengujian produk dalam aspek kelayakan yang terdiri atas uji validitas, reliabilitas, keterbacaan, dan keterterapan melalui uji coba kelompok kecil.

Hasil uji validitas ahli menunjukkan menunjukkan BANDI memiliki nilai CVI yang tinggi (Tabel 8). Perolehan CVI menetapkan bahwa BANDI berada pada kategori sangat valid. Lawse (1975) sebagai pencetus formula CVI menyatakan suatu produk dengan nilai hasil uji lebih besar dari 0 berada pada kategori sangat valid. Uji validitas melalui validator ahli penting dilakukan untuk menilai tingkat keakuratan produk penegemangan dalam memfasilitasi pembelajaran literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah (Rini, 2022).

Hasil uji reliabilitas ahli menghasilkan output analisis *Percentage of agreement* (PA) BANDI berada pada kategori reliabel (Tabel 8). Borich (1994) menyatakan suatu item dalam uji PA dikatakan reliabel apabila nilai hasil hasil lebih dari 75%. Hasil analisis reliabilitas membuktikan bahwa baik BANDI, RPP, silabus, dan tes literasi sains dan argumentasi ilmiah memenuhi kriteria reliabel. Uji reliabilitas secara teoritis penting dilaksanakan untuk menilai tingkat kesesuaian konsistensi produk pengembangan dalam melatih literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah (Rini, 2022).

Uji kelayakan butir soal instrumen menggunakan subjek studi siswa untuk menilai tingkat validitas dan reliabilitas produk pengembangan dari segi empiris. Uji kelayakan empiris hanya dilakukan pada instrumen tes literasi sains dan keterampilan berargumentasi ilmiah (Tabel 9). Hasil uji validitas menunjukkan menunjukkan terdapat 3 butir instrumen yang memiliki nilai probabilitas *Relation Product Moment* (RPM) yang lebih dari dari probabilitas

nilai alfa (Tabel 9). Sujarweni dan Utami (2019) menyatakan suatu item dalam uji RPM dikatakan valid apabila nilai signifikansi hasil uji item tersebut kurang dari 0.05. Hasil ini membuat harus dilakukan reduksi terhadap jumlah instrumen soal. Jumlah awal 21 instrumen tereduksi menjadi 18 instrumen soal. Uji validitas secara empiris perlu dilakukan untuk menilai tingkat kesesuaian akurasi instrumen dengan siswa kelas X yang belajar materi ekosistem (Rini, 2022).

Hasil uji reliabilitas melalui respon siswa menghasilkan output *Cronbach Alpha* (CR) masing-masing memenuhi kriteria baik untuk soal literasi maupun soal keterampilan berargumentasi ilmiah (Tabel 10). Sujarweni dan Utami (2019) menyatakan suatu item dalam uji CR dikatakan reliabel apabila nilai signifikansi hasil uji item tersebut lebih dari 0.6. Hasil ini membuktikan bahwa baik instrumen literasi sains maupun instrumen keterampilan berargumentasi ilmiah memenuhi kriteria reliabel. Uji reliabilitas secara empiris penting dilaksanakan untuk menilai tingkat kesesuaian konsistensi instrumen dengan siswa kelas X yang belajar materi ekosistem (Rini, 2022).

Hasil uji keterbacaan BANDI melalui *Flesch-Kincaid grade level* memperoleh rata-rata nilai indeks FKGL yang cocok dengan siswa SMA. Indeks tersebut menunjukkan bahwa tingkat struktur kalimat yang ada pada BANDI cocok pada siswa kelas X SMA (Tabel 11). Hal ini mendukung kelayakan keterbacaan BANDI dikarenakan ditujukan pada materi ekosistem yang dibahas pada kelas X. Wekes *et al.* (2022) menyatakan keterbacaan Flesch yang sesuai dengan *grade level* (tingkatan kelas) diasumsikan mampu memberikan pembenaran terhadap klaim tingkat kesesuaian kalimat pada bahan ajar dengan pengguna yang ditujukan. Akan tetapi menurut Wati *et al.* (2020) belum tentu dalam teks Bahasa Indonesia jumlah suku kata selalu berkorelasi dengan tingkat kesulitan kata. Hal ini adalah salah satu kelemahan dari analisis *Flesch-Kincaid readability* dalam menganalisis teks Bahasa Indonesia. Karena pada prinsipnya analisis *Flesch-Kincaid readability* menggunakan data rata-rata Panjang kalimat dan rata-rata jumlah suku kata (Wekes *et al.*, 2022).

Hasil uji kelompok kecil tentang keterterapan memperoleh hasil yang positif (Tabel 12-13). Keterterapan bahan ajar ditinjau melalui keterpakaian dan efektifitas penggunaan BANDI.

Mayoritas skor tanggapan untuk aspek keemudahan penggunaan berkisar pada rentang sangat tinggi. Adapun aspek efektivitas penggunaan memperoleh skor tanggapan yang mirip, akan tetapi terdapat satu indikator yang berada pada kategori tinggi (Tabel 12-13). Kisaran skor yang berada pada kisaran kategori tinggi dan sangat tinggi menunjukkan bahwa produk pengembangan sangat mudah digunakan dan sangat efektif digunakan pada skala kelompok kecil. Uji coba kelompok kecil penting dilakukan untuk memastikan kesiapan produk sebelum digunakan pada tahap implementasi.

Uji coba kelompok kecil memperoleh satu item yang memiliki skor di bawah rentang kriteria sangat tinggi, yaitu aspek pemantauan aktivitas belajar (Tabel 12). Walaupun berada pada rentang berbeda dengan item lainnya, item ini masih berada pada kategori cukup efektif. Hasil ini mengindikasikan bahwa guru harus memberikan pengawasan lebih pada penggunaan produk pengembangan yang berbasis digital sebagai alat membantu belajar dan tidak menjadi distraksi pembelajaran (Hondoyono *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan, maka dapat disimpulkan bahwa: 1) Tingkat kebutuhan pengembangan BANDI berada pada kategori tinggi dengan nilai respon 92%-100% untuk guru dan 82,69%-99,04% untuk siswa; 2) Rumusan kerangka dasar BANDI terdiri atas 4 item yaitu item umum, item basis, item kompetensi, dan item teknologi; 3) BANDI terbukti layak digunakan pada pembelajaran di sekolah. Predikat layak tersebut diperoleh melalui tingkat validitas, reliabilitas, keterbacaan, dan keterterapan BANDI. Validitas BANDI terbukti melalui nilai rata-rata CVI sebesar 0,96. Reliabilitas terkonfirmasi melalui nilai rata-rata PA sebesar 89,80%. Keterbacaan sesuai dengan usia pengguna yaitu 15-16 tahun dengan nilai FKGL 10,69. Serta keterterapan terkonfirmasi melalui uji kelompok kecil dengan nilai respon 89,39% untuk aspek kemudahan dan 84,52% untuk keefektifan penggunaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada kepala sekolah dan Wakil kepala sekolah SMAN 01 Labuhan Haji dan MAN 02 Lombok Timur yang telah memberikan izin sekaligus memfasilitasi penelitian ini sehingga berjalan dengan lancar. Tak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih kepada mahasiswa magister Pendidikan IPA Angkatan 2021 yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

REFERENSI

- Akpan, V.I., Okoli, A.C. & Akpan, I.I. (2018). Challenges of accessing and utilizing instructional materials by primary school teachers in Ikwuano Local Government. Area, Abia State, Nigeria. *International Journal of Advanced Academic and Educational Research*. 13(3): 27–35.
- Amrulloh, M. S., & Suprpto, N. (2018). Pengembangan bahan ajar fisika berbasis CORE untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik materi momentum dan impuls. *Inovasi Pendidikan Fisika*. 7(3): 356-369.
- Anggraini, A. F., Erviana, N., Anggraini, S., & Prasetya, D. D. (2016). Aplikasi game edukasi petualangan nusantara. *SENTIA 2016*. 8(1).
- Aning, K. S., Suranata, K., & Dwiawati, K. A. (2021). Pengembangan Instrumen Pengukuran Prokrastinasi Siswa Sekolah Menengah Pertama. *SCHOULID: Indonesian Journal of School Counseling*. 6(3): 174-182.
- Ariana, D., Situmorang, R. P., & Krave, A. S. (2020). Pengembangan Modul berbasis Discovery Learning pada Materi Jaringan Tumbuhan untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas XI IPA SMA. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*. 11(1): 34-46.
- Arikunto, Suharsimi 2010. *Prosedur Penelitian Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Astuti, M. S. (2015). Peningkatan keterampilan bertanya dan hasil belajar siswa kelas 2 SDN Slungkep 03 menggunakan model Discovery Learning. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*. 5(1): 10-23.
- Carlgren, T. (2013). Communication, Critical Thinking, Problem Solving: A Suggested Course for All High School Students in the 21st Century. *Interchange*. 44(1–2): 63–81.
- Cisterna, D., Liu, L., Chen, S. K., van Rijn, P., Graf, A., Rehmat, A. P., & Hmelo-Silver, C. E. (2020). Students' Ideas about the NGSS Crosscutting Concept of System and System Models: Evidence from Parallel Assessments. In *Proceeding ICLS 2020*.
- Duncan, R. G., Chinn, C. A., & Barzilai, S. (2018). Grasp of evidence: Problematizing and expanding the next generation science standards' conceptualization of evidence. *Journal of Research in Science Teaching*. 55(7): 907-937.
- Dwijaja, I. W. (2008). Hubungan antara konsep diri, motivasi berprestasi dan perhatian orang tua dengan hasil belajar Sosiologi pada siswa kelas II Sekolah Menengah Atas unggulan di Kota Amlapura. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*. 41(1): 1-17.
- Gershman, S. J., Norman, K. A., & Niv, Y. (2015). Discovering latent causes in reinforcement learning. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. 5: 43-50.
- Ismail, K. A. (2016). *Fenomena permainan game online Defense of the Ancients (Dota 2) pada prestasi akademik mahasiswa perguruan tinggi di Kota Malang* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Kusdiningsih, E. Z., Abdurrahman, A., & Jalmo, T. (2016). Penerapan LKPD Berbasis Kemampuan Argumentasi-SWH untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Tertulis dan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Progresif*. 6(2): 101-110.
- Leton, I., Lakapu, M., Djong, K. D., Jagom, Y. O., Uskono, I. V., & Dosinaeng, W. B. N. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Visual dan Realistik bagi Siswa Tunarungu. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*. 5(1): 23-36.
- Mashudi, A. (2019). Kebijakan PPDB Sistem Zonasi SMA/SMK dalam mendorong Pemerataan Kualitas Sumberdaya Manusia di Jawa Timur. *Nidhomul Haq: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*. 4 (2): 186-206.

- Matsun, M., Ramadhani, D., & Lestari, I. (2018). Pengembangan bahan ajar listrik magnet berbasis android di program studi pendidikan fisika IKIP PGRI Pontianak. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*. 9(1): 99-107.
- Mawarsih, S. E., & Hamidi, N. (2013). Pengaruh perhatian orang tua dan motivasi belajar terhadap prestasi belajar siswa sma negeri jumapolo. *Jupe-Jurnal Pendidikan Ekonomi*. 1(3): 1-13.
- McDevitt, T. (2013). Everyone Likes a Challenge: Getting Students' Attention with Interactive Games and Authentic Assignments. *Pennsylvania Libraries: Research & Practice*. 1(2): 149-161.
- McNeill, K. L. (2011). Elementary student's views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*. 48(7): 793-823.
- Monica, N. F. (2021). Mengembangkan Keterampilan Belajar Abad-21 pada Pembelajaran Fisika untuk Mendukung Program Kampus Merdeka. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan dan Sains Kimia (SNP-SK) FKIP-Undana*. 4(1): 49-53.
- Mubarok, O. S., Muslim, M., & Danawan, A. (2016). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah dengan pendekatan saintifik terhadap kemampuan argumentasi ilmiah siswa SMA pada materi pengukuran. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*. 4: 381-388.
- Muslim & Suhandi, A. (2012). Pengembangan perangkat pembelajaran fisika sekolah untuk meningkatkan kemampuan kognitif dan keterampilan berargumentasi. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 13(2): 174-183.
- Novita, L., & Sundari, F. S. (2020). Peningkatan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Media Game Ular Tangga Digital. *Jurnal Basicedu*. 4(3): 716-724.
- OECD. (2016). *Assessing Scientific, Reading, and Mathematical Literacy A Framework for PISA 2015*. Paris: OECD Publishing.
- Osborne, J., Rafanelli, S., & Kind, P. (2018). Toward a more coherent model for science education than the crosscutting concepts of the next generation science standards: The affordances of styles of reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*. 55(7): 962-981.
- Panggabean, N. H., & Danis, A. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Mind Mapping Pada Pembelajaran IPA Tema Lingkungan Sahabat Kita. *Jurnal Tunas Bangsa*. 7(2): 204-218.
- Paramitha, M. V. A., & Sutapa, P. (2019). Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Permainan Sirkuit Untuk Meningkatkan Motorik Halus Anak Usia 4-5 Tahun. *Jurnal Golden Age*, 3(01), 1-16.
- Permatasari, I., Ramdani, A., & Syukur, A. (2019). Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Inkuiri Terintegrasi Sets (Science, Environment, Technology And Society) pada Materi Sistem Reproduksi Manusia. *Jurnal Pijar Mipa*. 14(2): 74-78.
- Prasetyo, F., Rachmatsyah, A. D., Nur, J., & Adam, F. (2020). Penerapan Aplikasi Android Pengenalan Huruf Hijaiyah Metode Waterfall Pada Paud Al Fina. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*. 9 (3): 412-419.
- Pursitasari, I. D., Suhardi, E., Ardianto, D., & Arif, A. (2019). Pengembangan bahan ajar bermuatan konteks kelautan untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*. 3(2): 88-105.
- Putri, R. E. (2018). Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa SMP Kelas VII melalui Bahan Ajar IPA Terpadu dengan TemaHALO pada Topik Kalor. *Jurnal SEMESTA*. 1(1): 34-46.
- Rakhmawan, A., Setiabudi, A., & Mudzakir, A. (2015). Perancangan pembelajaran literasi sains berbasis inkuiri pada kegiatan laboratorium. *Jurnal Penelitian & Pembelajaran IPA*. 1(1), 143-152.
- Ratminingsih, N. M., Mahadewi, L. P. P., & Divayana, D. G. H. (2018). ICT-Based Interactive Game in TEYL: Teachers' Perception, Students' Motivation, and Achievement. *International Journal of*

- Emerging Technologies in Learning*. 13(9): 190-203.
- Rini, A. F., & Budijastuti, W. (2022). Pengembangan instrumen soal HOTS untuk mengukur keterampilan pemecahan masalah pada materi sistem gerak manusia. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*. 11(1): 127-137.
- Robbia, A. Z., & Fuadi, H. (2020). Pengembangan Keterampilan Multimedia Interaktif Pembelajaran IPA Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik di Abad 21. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*. 5(2): 117-123.
- Sahidu, C. (2016). *Evaluasi Pembelajaran Fisika*. Mataram: Arga Puji Press.
- Sandhy, A. K., Tandililing, E., & Oktavianty, E. (2018). Pengaruh Model Inkuiri Untuk Meningkatkan Keterampilan Argumentasi Peserta Didik terhadap Materi Getaran dan Gelombang. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*. 7(10): 1-9.
- Sari, B. S. K., Jufri, A. W., & Santoso, D. (2019). Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Literasi Sains. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*. 5(2): 219-227.
- Schleicher, A. (2019). *PISA 2018 Insight and Interpretatin*. OECD Publishing.
- Skrimponis, P., & Makris, N. (2020). Evaluation: A Teacher Professional Development Program Using Wireless Communications and NGSS to Enhance STEM Teaching & Learning. In *American Society for Engineering Education Annual Conference*.
- Sujarweni, V. W., & Utami, L. R. (2019). *The master book of SPSS*. Jakarta: Anak Hebat Indonesia
- Suraya, S., Setiadi, A. E., & Muldayanti, N. D. (2019). Argumentasi Ilmiah nan Keterampilan Berpikir Kritis Melalui Metode Debat. *Edusains*. 11(2): 233-241.
- Susanti, M., Rusilowati, A., & Susanto, H. (2015). Pengembangan bahan ajar IPA berbasis literasi sains bertema listrik dalam kehidupan untuk kelas IX. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*. 4(3): 43-49.
- Wekes, P., Rombepajung, P., & Kumayas, T. (2022). An Analysis On Readability Level Of English Reading Texts In The English Textbook Entitled Bahasa Inggris Untuk Siswa SMA-MA/SMK-MAK Kelas XI By Otong Setiawan Dj. And Supeni. *JoTELL: Journal of Teaching English, Linguistics, and Literature*. 1(1): 1-22.
- Yuliati, Y. (2017). Literasi sains dalam pembelajaran IPA. *Jurnal cakrawala pendas*. 3(2): 21-28.