



## Analisis Karya Miniatur Ekosistem Sebagai Asesmen Formatif dalam Mengukur Pemahaman Konsep Peserta Didik di Kelas V PKBM Imam Bukhari

### Analysis of Miniature Ecosystem Projects as Formative Assessment in Measuring Students' Conceptual Understanding in Class V at PKBM Imam Bukhari

Atriyanto Fahrurrohman<sup>1\*</sup>, Abdussalam Jabaruddin Yamjirin<sup>2</sup>,  
Firlita Nurul Kharisma<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> PKBM Imam Bukhari, Karanganyar, Jawa Tengah

[atriyanto.fahrurrohman@gmail.com](mailto:atriyanto.fahrurrohman@gmail.com)<sup>1</sup>

---

#### Kata Kunci :

asesmen formatif, miniatur ekosistem, pemahaman konsep, berpikir tingkat tinggi, pendidikan nonformal

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karya miniatur ekosistem sebagai bentuk asesmen formatif dalam mengukur pemahaman konsep peserta didik di sekolah nonformal. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan metode studi artefak, observasi, dan dokumentasi. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas V Program Paket A di PKBM Imam Bukhari Karanganyar. Data dianalisis menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña yang meliputi reduksi, penyajian, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asesmen berbasis proyek melalui pembuatan miniatur ekosistem efektif dalam menilai kemampuan siswa untuk mengaplikasikan, mensintesis, dan merepresentasikan konsep ekosistem secara autentik. Siswa yang mampu mentransfer pemahaman dari model fisik ke model konseptual menunjukkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Namun, ditemukan kesenjangan dalam representasi interaksi sistemik, terutama pada peran dekomposer dan siklus nutrien. Selain itu, tantangan implementasi mencakup keterbatasan waktu guru, beban administrasi, serta motivasi dan kesiapan manajemen diri siswa. Penelitian ini menegaskan bahwa asesmen formatif berbasis proyek dapat menjadi sarana efektif untuk menilai dan memperdalam pemahaman konseptual siswa jika disertai umpan balik reflektif dan penekanan pada akurasi ilmiah, bukan estetika semata.

---

#### Keywords :

*Formative Assessment, Ecosystem Miniature, Conceptual Understanding, Higher-order Thinking, non-formal education*

---

#### ABSTRACT

*This study aims to analyze ecosystem miniature projects as a form of formative assessment in measuring students' conceptual understanding in a non-formal educational setting. The research employed a descriptive qualitative approach, utilizing artifact analysis, observation, and documentation methods. The subjects were fifth-grade students enrolled in the 'Paket A' Program (a non-formal primary education equivalent) at PKBM Imam*

---

*Bukhari Karanganyar. Data were analyzed using the interactive model of Miles, Huberman, and Saldaña, which includes data reduction, data display, and conclusion drawing. The findings indicate that project-based assessment through the creation of ecosystem miniatures is effective in evaluating students' ability to apply, synthesize, and authentically represent ecosystem concepts. Students capable of transferring understanding from the physical model to a conceptual model demonstrated Higher-Order Thinking Skills (HOTS). However, gaps were identified in the representation of systemic interactions, particularly concerning the role of decomposers and nutrient cycles. Furthermore, implementation challenges included teacher time constraints, administrative burdens, and issues with student motivation and self-management readiness. This study affirms that project-based formative assessment can be an effective means of evaluating and deepening students' conceptual understanding, provided it is accompanied by reflective feedback and emphasizes scientific accuracy over mere aesthetics.*

---

## PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di jenjang sekolah dasar memiliki peran penting dalam menumbuhkan rasa ingin tahu, kemampuan berpikir ilmiah, serta pemahaman siswa terhadap fenomena alam secara menyeluruh. Salah satu konsep yang diajarkan di kelas V adalah konsep ekosistem, yaitu hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap konsep ini masih bersifat parsial dan sering kali disertai miskonsepsi. Siswa cenderung mengenali komponen ekosistem secara berbeda tanpa memahami interaksi antar komponen serta keseimbangan dinamis yang terjadi di dalamnya (Ozata Yücel & Özkan, 2015; Mambrey et al., 2022). Menurut teori perubahan konseptual (conceptual change theory), pemahaman ilmiah yang benar tidak hanya dibentuk dengan menambah pengetahuan baru, tetapi juga dengan mengganti kerangka berpikir yang salah (Nugraha et al., 2023). Dalam konteks ekosistem, siswa sering kali memiliki preconceptions seperti menganggap rantai makanan bersifat linear, bukan sistem yang saling bergantung. Untuk itu, pembelajaran IPA harus mendorong siswa mengembangkan systems thinking, kemampuan memahami bahwa setiap perubahan pada satu komponen ekosistem akan memengaruhi keseluruhan sistem (Mambrey et al., 2022).

Kurikulum Merdeka menekankan pentingnya assessment as learning dan assessment for learning, di mana asesmen tidak hanya menjadi alat pengukuran hasil belajar (summative), tetapi juga bagian dari proses belajar itu sendiri (formative). Menurut Bell dan Cowie (2001), asesmen formatif adalah proses yang digunakan guru dan siswa untuk mengenali dan merespons pembelajaran siswa guna meningkatkan proses belajar. Senada dengan itu, Neumann (2014) menegaskan bahwa asesmen formatif bertujuan memperoleh informasi tentang kompetensi siswa pada domain tertentu, agar guru dapat mengambil langkah instruksional yang lebih efektif. Dengan demikian, asesmen formatif tidak berfungsi sebagai evaluasi akhir, tetapi sebagai jembatan perbaikan pembelajaran melalui umpan balik yang konstruktif (William & Thompson, 2007). Dalam pembelajaran sains, asesmen formatif idealnya bersifat autentik, kontekstual, dan menilai proses berpikir ilmiah siswa. Keeley (2008) menegaskan bahwa asesmen formatif dalam sains sebaiknya melibatkan tugas yang menuntut siswa untuk mengonstruksi, menjelaskan, dan merepresentasikan pemahaman konsep melalui aktivitas nyata. Salah satu bentuk asesmen autentik yang efektif adalah tugas produk siswa, di mana peserta didik menciptakan karya yang mencerminkan penguasaan konsep.

Salah satu bentuk tugas autentik yang dapat diterapkan dalam pembelajaran ekosistem adalah pembuatan miniatur ekosistem. Melalui tugas ini, siswa tidak hanya diminta untuk menyebutkan komponen ekosistem, tetapi juga menampilkannya dalam bentuk representasi nyata, meliputi komponen biotik, abiotik, interaksi, dan keseimbangan ekologis. Kegiatan ini memungkinkan siswa memvisualisasikan konsep abstrak menjadi konkret melalui proses berpikir ilmiah, sekaligus memberi kesempatan bagi guru untuk mengamati tingkat pemahaman mereka secara lebih mendalam. Penelitian Sholihah dan Prihatiningtyas (2021) menunjukkan bahwa pembuatan miniatur ekosistem dengan

model pembelajaran *guided discovery learning* dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa secara signifikan. Hasil serupa diperoleh Zidan et al. (2023), yang menegaskan bahwa aktivitas berbasis representasi konkret dalam pembelajaran ekosistem dapat membantu siswa memahami hubungan sebab-akibat dalam sistem ekologis. Karya miniatur juga memberi ruang bagi siswa untuk berkolaborasi, berdiskusi, dan merefleksikan pemahaman mereka selama proses pembuatan berlangsung, sehingga mendukung esensi asesmen formatif yang menekankan proses, bukan sekadar produk akhir.

Pemilihan lokasi penelitian di PKBM Imam Bukhari Karanganyar, secara khusus pada siswa kelas V Program Paket A, didasarkan pada relevansi konteks pembelajarannya dengan tujuan penelitian yang menekankan penerapan asesmen formatif berbasis proyek. Sebagai lembaga pendidikan nonformal yang mengintegrasikan pendekatan keagamaan dan kontekstual, PKBM ini memberikan fleksibilitas bagi guru untuk menerapkan inovasi asesmen seperti pembuatan miniatur ekosistem dalam pembelajaran IPA. Selain itu, kelas V dipilih karena secara kurikulum merupakan jenjang strategis yang menjadi dasar pelaksanaan asesmen nasional dan asesmen sumatif tingkat akhir, sehingga hasil asesmen formatif pada tahap ini dapat memberikan gambaran mendalam tentang kesiapan dan pemahaman konsep siswa. Siswa kelas V yang berada pada tahap perkembangan kognitif *concrete operational* (Piaget, 1970) juga dinilai paling sesuai untuk kegiatan ini karena mereka memahami konsep melalui representasi konkret. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memperkuat praktik penilaian untuk pembelajaran (*assessment for learning*) di lingkungan pendidikan nonformal (Black & Wiliam, 1998; Stiggins, 2005; Kemdikbud, 2020).

Oleh karena itu, penting dilakukan analisis terhadap karya miniatur ekosistem sebagai bentuk asesmen formatif dalam mengukur pemahaman konsep siswa kelas V Program Paket A PKBM Imam Bukhari Karanganyar. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran sejauh mana tugas miniatur dapat merefleksikan pemahaman konseptual siswa tentang ekosistem, sekaligus menjadi dasar bagi pengembangan instrumen asesmen formatif berbasis produk kreatif.

## METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif deskriptif analitik, bertujuan memahami fenomena pembelajaran alamiah, khususnya bagaimana karya miniatur ekosistem mencerminkan pemahaman konsep siswa dan fungsinya sebagai asesmen formatif. Pendekatan ini, merujuk pada Bogdan & Biklen serta Miles et al., berfokus pada makna dan pemahaman mendalam, bukan generalisasi, serta menggambarkan realitas empiris secara sistematis melalui analisis pola. Lokasi penelitian adalah PKBM Imam Bukhari Karanganyar, dengan subjek siswa kelas V Program Paket A, dipilih menggunakan *purposive sampling* (Sugiyono). Subjek dipilih karena relevansi materi ekosistem dan kesesuaian tahap kognitif operasional konkret (Piaget). Sumber data utama bersifat kualitatif (Kreswell), mencakup artefak karya miniatur, foto dokumentasi, catatan observasi presentasi, serta rubrik kualitatif untuk mengidentifikasi pemahaman struktur ekosistem.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik utama: observasi partisipatif moderat, dokumentasi visual, dan analisis artefak. Selama observasi (Spradley), peneliti mengamati langsung presentasi siswa, fokus pada cara mereka menjelaskan konsep dan interaksi kelompok. Dokumentasi visual (Moleong) berupa foto-foto miniatur dan proses presentasi dikumpulkan sebagai bukti visual yang memperkaya data verbal. Analisis produk atau artefak (Gulikers et al.) memperlakukan miniatur sebagai asesmen autentik yang merefleksikan konstruksi pengetahuan siswa. Analisis data mengikuti model interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña, meliputi reduksi data relevan, penyajian data (deskripsi naratif dan kategorisasi), serta penarikan kesimpulan makna. Keabsahan data dipastikan melalui triangulasi sumber dan teknik (Denzin), dengan membandingkan temuan dari observasi, dokumentasi, dan artefak, serta didukung oleh *member checking* kepada guru.

**Tabel 1. Kriteria Skor Total**

Rentang Skor	Kategori Pemahaman Konsep
21–24	Sangat Baik (Konseptual dan Representatif)
16–20	Baik (Cukup Konseptual)
11–15	Cukup (Masih Miskonsepsi Parsial)

Rentang Skor	Kategori Pemahaman Konsep
≤10	Kurang (Pemahaman Dasar Belum Terbentuk)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Analisis Artefak Miniatur Ekosistem

Data kualitatif diperoleh melalui observasi dan evaluasi terhadap karya siswa menggunakan rubrik penilaian yang berfokus pada tiga aspek utama: (1) Kelengkapan Komponen Ekosistem, (2) Ketepatan Hubungan Antarkomponen, dan (3) Representasi Konsep Ekosistem.

#### 1. Karya A: Diorama Ekosistem Gabungan

Karya ini berbentuk diorama *pop-up* tiga dimensi yang merepresentasikan gabungan ekosistem darat (sabana) dan perairan tawar. Siswa menunjukkan pemahaman yang baik dalam mengidentifikasi komponen biotik esensial (produsen: pohon; konsumen: gajah, zebra, harimau) dan abiotik (tanah, air). Penempatan organisme menunjukkan pemahaman awal mengenai rantai makanan, seperti keberadaan predator (harimau) di dekat herbivora (zebra). Namun, terdapat simplifikasi konsep melalui penggabungan fauna dari habitat yang berbeda (misalnya, kepiting) dan belum adanya representasi eksplisit dari komponen dekomposer. Ini mengindikasikan bahwa pemahaman siswa tentang siklus nutrisi masih perlu diperdalam.



Gambar 1. Diorama Ekosistem Gabungan

#### 2. Karya B: Representasi Dua Dimensi Ekosistem Laut

Karya ini berbentuk sebuah gambar detail yang menggambarkan ekosistem terumbu karang. Artefak ini menunjukkan pemahaman yang sangat baik mengenai konsep keanekaragaman hayati. Siswa berhasil memvisualisasikan kepadatan populasi dan variasi spesies dalam ekosistem terumbu karang, meliputi produsen (alga pada karang), berbagai tingkat konsumen (penyu, ikan, kuda laut), dan komponen abiotik (air, terumbu). Meskipun tidak secara eksplisit menggambarkan rantai makanan, detail visual yang kaya menyiratkan pemahaman tentang interaksi seperti simbiosis dan relung ekologis (ikan kecil berlindung di karang). Karya ini menonjol dalam representasi kekayaan biotik.



**Gambar 2. Representasi Dua Dimensi Ekosistem Laut**

### 3. Karya C: Diorama Skala Besar dalam Media Inovatif

Karya ini berbentuk diorama tiga dimensi berskala besar yang disajikan dalam sebuah koper kardus bekas, menggambarkan ekosistem padang rumput yang dilintasi sungai. Karya ini menunjukkan tingkat pemahaman konseptual yang paling komprehensif. Siswa tidak hanya berhasil merepresentasikan komponen biotik (pohon, herbivora) dan abiotik (tanah, sungai) secara akurat, tetapi juga menambahkan elemen atmosferik (awan dari kapas), yang menunjukkan pemahaman holistik tentang faktor-faktor yang memengaruhi ekosistem. Yang paling signifikan siswa tersebut dapat membuktikan pendukung berupa diagram rantai makanan yang dibuat terpisah. Hal ini mendemonstrasikan kemampuan siswa untuk mentransfer pemahaman dari model fisik (konkret) ke model konseptual (abstrak), sebuah keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam sains.



**Gambar 3. Diorama Skala Besar dalam Media Inovatif**

### Pembahasan

Pembahasan ini bertujuan untuk menganalisis temuan dari evaluasi artefak miniatur ekosistem dalam konteks literatur ilmiah mutakhir, mengelaborasi tiga dimensi utama: (1) validitas Miniatur

Ekosistem sebagai asesmen formatif otentik, (2) peran pemodelan dalam mengungkap kualitas pemahaman konseptual siswa, dan (3) implikasi pedagogis terhadap tantangan implementasi di lapangan.

### **1. Miniatur Ekosistem: Instrumen Otentik Pengukur Pemahaman Terstruktur**

Temuan penelitian ini secara kuat mengkonfirmasi bahwa asesmen berbasis proyek, diwujudkan melalui pembuatan miniatur ekosistem, memiliki validitas yang tinggi dalam mengukur pemahaman siswa secara lebih otentik dibandingkan dengan tes konvensional. Sebagai instrumen formatif, setiap karya adalah "dokumen hidup" yang secara transparan merefleksikan proses berpikir, kemampuan sintesis, dan potensi miskonsepsi siswa.

Sejalan dengan prinsip Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) (Bell, 2010), tugas ini menuntut siswa untuk melakukan aplikasi dan sintesis informasi, yang jauh melampaui sekadar mengingat fakta. Wiyarsi & Priyambodo (2020) juga menyoroti bahwa proyek sains memungkinkan pengukuran kompetensi yang komprehensif, mencakup pengetahuan faktual, kemampuan sintesis (Ketepatan Hubungan Antarkomponen), dan kreativitas (Representasi Konsep Ekosistem) elemen yang sulit diukur optimal melalui tes tertulis.

Analisis kualitatif artefak memberikan wawasan formatif yang krusial. Misalnya, miskonsepsi kecil tentang penggabungan fauna dari habitat berbeda pada Karya A selaras dengan temuan Özdemir & Işıkoğlu (2020) mengenai kecenderungan simplifikasi ekologis dan pemahaman superfisial tentang relung. Data ini menjadi titik intervensi yang sangat berharga bagi guru, mendukung pernyataan Astuti & Hidayat (2022) bahwa asesmen proyek unggul dalam meningkatkan pemahaman karena sifatnya yang kontekstual dan menuntut keterlibatan aktif.

### **2. Visualisasi dan Pemodelan sebagai Praktik Ilmiah Inti dan Pengukur HOTS**

Pembuatan diorama atau miniatur adalah bentuk dari praktik pemodelan ilmiah di mana siswa membangun representasi yang disederhanakan dari sistem ekologis yang kompleks (Schwarz et al., 2009). Proses ini secara inheren mendorong siswa untuk membuat keputusan kognitif tentang hierarki komponen dan interaksi fungsionalnya.

Kualitas pemahaman tertinggi tercermin pada Karya C, yang tidak hanya unggul dalam representasi fisik yang akurat tetapi juga menambahkan diagram rantai makanan terpisah. Pencapaian ini menjadi penanda kritis karena mendemonstrasikan kemampuan transfer konsep yaitu, transisi yang sukses dari model fisik (konkret) ke model konseptual (abstrak) mengenai aliran energi.

Pengukuran Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS): Studi oleh Fong et al. (2021) secara eksplisit menegaskan bahwa proyek konstruksi model (mirip Karya C) efektif dalam mendorong dan mengukur kemampuan siswa untuk mentransfer pemahaman, yang merupakan indikator kuat dari pemahaman konseptual terstruktur dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS).

Tantangan Representasi Interaksi: Sebaliknya, kesulitan dalam merepresentasikan interaksi sistemik menjadi isu sentral. Temuan yang menunjukkan kurangnya representasi eksplisit dekomposer dan siklus nutrisi dalam Karya A dan B sejalan dengan penelitian Grotzer & Halverson (2022). Mereka mencatat bahwa siswa tingkat dasar sering berjuang untuk memvisualisasikan interaksi non-linear dan cenderung merepresentasikan komponen ekosistem secara statis (makro-organisme yang terlihat), alih-alih sebagai sistem yang dinamis. Dengan demikian, tugas ini tidak hanya menilai apa yang siswa ketahui, tetapi juga bagaimana mereka berpikir secara ilmiah tentang sistem yang kompleks.

### **3. Implikasi Pedagogis dan Kompleksitas Tantangan Implementasi**

Meskipun efektivitasnya telah terbukti, implementasi asesmen formatif berbasis proyek ini menghadapi tantangan yang kompleks dan multidimensi.

Tantangan Struktural (Guru): Kendala yang paling mendesak adalah keterbatasan waktu guru, beban administrasi pelaporan yang tinggi, serta keterbatasan sarana/fasilitas, sebuah realitas yang konsisten disorot oleh Darling-Hammond et al. (2020). Kendala struktural ini secara langsung memengaruhi kualitas pendampingan dan umpan balik formatif yang dapat diberikan guru kepada siswa, yang merupakan inti dari efektivitas asesmen formatif.

Tantangan Siswa (Motivasi dan Kesenjangan Sumber Daya): Keberhasilan proyek sangat dipengaruhi oleh motivasi intrinsik siswa dan keterampilan manajemen diri (Chan & Yuen, 2022). Siswa yang tidak siap atau kurang termotivasi dapat menghasilkan karya yang kurang mendalam. Selain itu, guru harus mengatasi potensi kesenjangan akibat keterbatasan sumber daya; kualitas visual karya tidak boleh disalahartikan sebagai kualitas konseptual. Penekanan harus diberikan pada akurasi konseptual, dan siswa didorong untuk menggunakan bahan daur ulang yang inovatif, sebagaimana dicontohkan oleh Karya C (koper kardus bekas).

Peran Feedback Formatif: Untuk memitigasi tantangan ini, guru harus secara berulang menegaskan bahwa tujuan utama adalah komunikasi ilmiah, bukan kesempurnaan artistik. Umpan balik yang diberikan, sejalan dengan prinsip asesmen formatif (Wiliam & Leahy, 2015), harus bersifat konstruktif, berorientasi pada proses (assessment for learning), dan bertujuan untuk secara aktif membentuk serta memperdalam pemahaman siswa, bukan sekadar membenarkan nilai akhir.

Secara keseluruhan, miniatur ekosistem adalah alat asesmen formatif yang kuat karena mampu menembus lapisan pemahaman konseptual yang lebih dalam dan mengungkap misconception yang tersembunyi. Namun, potensi penuhnya hanya dapat tercapai jika guru dan sistem sekolah mengatasi tantangan struktural serta pedagogis yang menghambat pelaksanaannya secara terstruktur dan adil.

**Tabel 2. Ringkasan Hasil Analisis dan Pembahasan Karya Miniatur Ekosistem**

Kode Karya	Deskripsi Artefak	Temuan Utama	Analisis dan Interpretasi Ilmiah	Implikasi Pedagogis
Karya A	Diorama gabungan ekosistem darat (sabana) dan perairan tawar.	Menampilkan pemahaman dasar tentang komponen biotik dan abiotik, namun masih terdapat simplifikasi konsep melalui penggabungan fauna lintas habitat dan tanpa dekomposer.	Mengindikasikan pemahaman konseptual yang masih parsial dan kecenderungan siswa melihat ekosistem secara statis. Hal ini selaras dengan temuan Özdemir & Işıkoğlu (2020) tentang miskonsepsi relung ekologis.	Guru perlu memberikan bimbingan eksplisit tentang interaksi non-linear (mis. peran dekomposer dan siklus nutrien) melalui diskusi reflektif pasca-proyek.
Karya B	Gambar dua dimensi ekosistem laut (terumbu karang).	Representasi visual kaya, menampilkan keanekaragaman hayati dan relasi simbiosis, namun belum menggambarkan rantai makanan eksplisit.	Menunjukkan kemampuan observasi dan klasifikasi tinggi, tetapi keterbatasan dalam representasi dinamis ekosistem. Sejalan dengan Grotzer & Halverson (2022) tentang tantangan visualisasi sistemik.	Umpan balik perlu difokuskan pada keterhubungan antar spesies dan aliran energi agar siswa mengembangkan systems thinking.
Karya C	Diorama tiga dimensi berskala besar dari kardus bekas, menggambarkan padang rumput dengan sungai dan diagram rantai makanan terpisa	Representasi paling komprehensif; terdapat transfer pemahaman dari model fisik ke model konseptual.	model fisik ke model konseptual.	model fisik ke model konseptual.

**Tabel 3. Ringkasan Hasil Analisis dan Pembahasan Karya Miniatur Ekosistem**

<b>Aspek</b>	<b>Tantangan yang Ditemukan</b>	<b>Dampak terhadap Pembelajaran</b>	<b>Strategi Solutif / Rekomendasi</b>
Struktural (Guru)	Keterbatasan waktu dan beban administrasi tinggi (Darling-Hammond et al., 2020).	Mengurangi intensitas umpan balik formatif dan refleksi kelas.	Integrasikan asesmen proyek dengan agenda pembelajaran rutin, gunakan rubrik digital untuk efisiensi.
Pedagogis (Siswa)	Variasi motivasi dan kesiapan manajemen diri (Chan & Yuen, 2022).	Hasil proyek tidak selalu mencerminkan pemahaman konseptual sebenarnya.	Gunakan peer feedback dan refleksi terstruktur agar siswa saling mendukung proses belajar.
Konseptual (Penilaian)	Fokus berlebihan pada aspek estetika.	Distorsi dalam penilaian pemahaman ilmiah.	Geser fokus ke akurasi konseptual; tekankan <i>assessment for learning</i> dengan umpan balik prosesual (William & Leahy, 2015).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Asesmen berbasis proyek ini terbukti efektif melampaui tes tradisional karena menuntut siswa untuk mengaplikasikan, mensintesis, dan memvisualisasikan konsep. Keberhasilan tersebut tampak pada Karya C, di mana siswa mampu mentransfer pemahaman dari model fisik ke model konseptual (diagram rantai makanan), yang mengindikasikan bahwa asesmen ini mampu mengukur Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) serta pemahaman konseptual yang terstruktur. Analisis artefak juga memberikan wawasan diagnostik yang mendalam mengenai kualitas pemahaman ekologis siswa. Kesenjangan ditemukan dalam representasi konsep sistemik, di mana siswa cenderung memvisualisasikan komponen secara statis dan mengalami kesulitan merepresentasikan interaksi non-linear seperti peran dekomposer atau siklus nutrisi. Kecenderungan simplifikasi konsep, seperti penggabungan habitat yang terlihat pada Karya A, memberikan data formatif penting bagi intervensi pembelajaran yang lebih spesifik.

Meskipun efektif, penerapan asesmen ini di lapangan menghadapi tantangan yang kompleks dan konsisten dengan temuan dalam literatur. Kendala tersebut meliputi keterbatasan waktu guru, tingginya beban administrasi, serta isu pedagogis yang berkaitan dengan motivasi intrinsik dan kesiapan manajemen diri siswa dalam melaksanakan proyek secara mandiri. Untuk memaksimalkan potensi asesmen ini, fokus penilaian perlu bergeser dari kualitas estetika menuju akurasi konseptual. Guru juga perlu secara eksplisit mendorong penggunaan representasi ganda (fisik dan konseptual) serta memberikan umpan balik yang konstruktif dan berorientasi pada proses (*assessment for learning*), guna menjembatani kesenjangan pemahaman sekaligus meningkatkan motivasi belajar siswa.

### Saran

Adopsi asesmen ini dalam kurikulum sains dapat meningkatkan keterampilan abad ke-21; penelitian masa depan disarankan untuk integrasi teknologi digital dan studi longitudinal guna menilai dampak jangka panjang, sehingga pembelajaran sains menjadi lebih bermakna dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bell, B., & Cowie, B. (2001). The Characteristics of Formative Assessment in Science Education. *Science Education*, 85(5), 536–553. <https://doi.org/10.1002/sce.1022>
- Keeley, P. (2008). *Science Formative Assessment: 75 Practical Strategies for Linking Assessment, Instruction, and Learning*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Mambrey, S., Schreiber, N., & Schmiemann, P. (2022). Young Students' Reasoning About Ecosystems: The Role of Systems Thinking, Knowledge, Conceptions, and Representation. *Research in Science Education*, 52, 79–98. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09917-x>
- Neumann, K. (2014). Formative Assessment. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 376–378). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6165-0\\_82](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6165-0_82)
- Nugraha, I., Anggraeni, S., & Amprasto, A. (2023). Promoting Students' Conceptual Change on the Concept of Ecosystem through PDEODE Teaching Strategy. *Jurnal Pengajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 28(1), 12–21. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v28i1.36257>
- Ozata Yücel, E., & Özkan, M. (2015). Determining the Middle School 7th Grade Students' Levels of Understanding the Concept of Ecosystem via Worksheets. *Education and Science*, 40(179), 11–24. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.4765>
- Sholihah, F. N., & Prihatiningtyas, S. (2021). Creating Miniature Ecosystem to Increase Student Learning Outcomes Through Guided Discovery Learning. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan*, 6(1), 9–16. <https://doi.org/10.33503/ebio.v6i1.1970>
- Wiliam, D., & Thompson, M. (2007). Integrating Assessment with Learning: What Will It Take to Make It Work? In *The Future of Assessment: Shaping Teaching and Learning* (pp. 53–82). Lawrence Erlbaum Associates.
- Zidan, Z., Maftuhah, M., Yusti, D., Rahmat, A., Riandi, R., & Kusnadi, K. (2023). Learning Strategies on Ecosystem Concepts and Environmental Change: A Pedagogical Study Analysis. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 6(2), 145–155.\* <https://doi.org/10.17509/asim.v6i2.59777>
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74.
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. New York: Orion Press.
- Stiggins, R. J. (2005). From formative assessment to assessment for learning: A path to success in standards-based schools. *Phi Delta Kappan*, 87(4), 324–328.
- Widiastuti, N., & Sari, D. A. (2021). Implementasi asesmen formatif berbasis proyek dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 6(2), 145–156.
- Kemdikbud. (2020). *Panduan Penilaian Pendidikan Kesetaraan Paket A, B, dan C*. Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kreswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Denzin, N. K. (1978). *The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. New York: McGraw-Hill.
- Gulikers, J. T. M., Bastiaens, T. J., & Kirschner, P. A. (2004). A Five-Dimensional Framework for Authentic Assessment. *Educational Technology Research and Development*, 52(3), 67–86. <https://doi.org/10.1007/BF02504676>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Moleong, L. J. (2019). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. New York: Orion Press.
- Spradley, J. P. (1980). *Participant Observation*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.