

INOVASI PEMBELAJARAN BIOLOGI: LKPD STEM MATERI SISTEM PENCERNAAN UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Biology Learning Innovation: STEM-Based Student Worksheets on Digestive System Material to Improve Higher-Order Thinking Skills

Ana Karisma

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: ana.22097@mhs.unesa.ac.id

Rinie Pratiwi Puspitawati

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: riniepratiwipuspitawati@unesa.ac.id

Corresponding author: riniepratiwipuspitawati@unesa.ac.id

Abstrak

Kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/ HOTS*) peserta didik masih perlu ditingkatkan karena kegiatan pembelajaran cenderung menekankan hafalan konsep dibandingkan pemecahan masalah kontekstual. Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dipandang sebagai alternatif pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk melatih kecakapan peserta didik dalam menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan solusi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan perangkat pembelajaran STEM yang valid, praktis dan efektif khususnya dalam meningkatkan kemampuan HOTS dengan menggunakan metode penelitian dan pengembangan dan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Pengujian terbatas dilakukan pada 25 peserta didik kelas XI Fase F. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar validasi, lembar pengamatan proses pembelajaran, angket respon peserta didik, serta instrumen hasil belajar. Berdasarkan hasil penelitian, LKPD berbasis STEM yang dikembangkan mendapat skor validitas sebesar 96,25% dengan kriteria sangat valid. Aspek kepraktisan ditunjukkan melalui skor keterlaksanaan pembelajaran sebesar 97,14% dan respons positif peserta didik sebesar 95,60%, yang keduanya termasuk kategori sangat praktis. Keefektifan LKPD ditinjau melalui indikator peningkatan kemampuan HOTS berdasarkan hasil *pretest-posttest*, ketuntasan belajar, ketercapaian indikator HOTS, serta nilai *N-gain* yang diperoleh sebesar 0,72 dan termasuk dalam kriteria tinggi, yang mengindikasikan bahwa LKPD ini secara signifikan mampu mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa LKPD berbasis STEM ini memenuhi kriteria layak sekaligus efektif untuk memfasilitasi peningkatan HOTS peserta didik pada pembelajaran biologi.

Kata Kunci: Pembelajaran abad-21, Menganalisis, Mengevaluasi, Mencipta, Penelitian Pengembangan.

Abstract

Students' Higher Order Thinking Skills (HOTS) still require enhancement due to instructional activities that predominantly emphasize conceptual memorization over contextual problem-solving. The STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach serves as a viable instructional alternative that blends science, technology, engineering, and mathematics to cultivate students' competencies in analyzing, evaluating, and generating solutions. This study was intended to design valid, practical, and effective STEM-based learning materials, specifically geared toward boosting HOTS capabilities. Employing a Research and Development (R&D) methodology, this study adopted the 4D development model (Define, Design, Develop, Disseminate). A restricted trial was carried out involving 25 eleventh-grade students in Phase F. The data collection tools utilized comprised validation sheets, learning process observation forms, student response questionnaires, and learning outcome assessments. The findings indicated that the developed STEM-oriented student worksheet (LKPD) attained a validation rating of 96.25%, falling into the highly valid criteria. In terms of practicality, the instructional execution score reached 97.14%, coupled with a 95.60% positive feedback rate from students, both of which represent a highly practical category. The efficacy of the LKPD was assessed through HOTS enhancement indicators derived from pretest-posttest outcomes, learning mastery, the fulfillment of HOTS indicators, and an obtained N-gain score of 0.72. This high-tier score signifies that the LKPD is robustly capable of elevating students' higher-order cognitive skills. Consequently, it can be concluded that the



STEM-based LKPD satisfies the eligibility and effectiveness criteria for fostering students' HOTS progression within biology education..

Keywords: *21st-century learning, analyzing, evaluating, creating, Research and Development (R&D).*

PENDAHULUAN

Era pendidikan modern menempatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang meliputi proses kognitif menganalisis, mengevaluasi, hingga menciptakan sebagai kompetensi krusial (Anderson & Krathwohl, 2001). Pada abad ke-21 ini, proses pembelajaran tidak boleh sekadar berfokus pada transfer keilmuan secara teoretis. Peserta didik dituntut untuk menguasai kecakapan komunikasi, kolaborasi, kreativitas, berpikir kritis, serta ketajaman dalam mengurai problem kontekstual di dunia nyata. Berbagai kemampuan ini krusial sebagai fondasi adaptasi peserta didik di tengah akselerasi sains dan teknologi yang masif, sehingga penanamannya harus dilakukan secara berkesinambungan melalui aktivitas instruksional di kelas. Sejalan dengan hal itu, tuntutan fundamental pada era kontemporer saat ini bertumpu pada aspek penalaran kritis dan berpikir tingkat tinggi yang mengarahkan peserta didik untuk mampu mengambil keputusan logis berbasis data empiris (Umar & Yakub, 2025). Namun, kemampuan HOTS peserta didik di Indonesia masih perlu ditingkatkan karena proses pembelajaran belum sepenuhnya memfasilitasi aktivitas analisis, evaluasi, dan kreasi secara optimal (Nurfitriyanti, 2021).

Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) dapat dijadikan strategi untuk menstimulus tingkat berpikir tingkat tinggi, integrasi multidisiplin keilmuan guna memecahkan masalah kontekstual dilakukan melalui proses ilmiah dan rekayasa. Melalui pendekatan ini, peserta didik diberi ruang untuk mendalami konsep secara mendalam sekaligus menerapkannya pada kondisi nyata yang bersinggungan langsung dengan keseharian peserta didik. Selain itu, metode pembelajaran STEM juga menstimulasi pengembangan berpikir kritis, inovasi, dan kemampuan kolaborasi antar peserta didik. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan STEM secara signifikan mampu mendongkrak kemampuan kognitif tingkat tinggi serta keterampilan peserta didik dalam mencari solusi masalah (Chen *et al.*, 2025). Implementasi pendekatan STEM melalui penggunaan LKPD berbasis STEM dapat memfasilitasi proses belajar peserta didik dalam menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta untuk melatih kemampuan HOTS (Afriana *et al.*, 2016). LKPD tidak sekadar menjadi panduan belajar, namun turut berperan sebagai media penunjang yang menstimulasi keaktifan instingtif peserta didik dalam seluruh tahapan pembelajaran. LKPD berbasis STEM juga mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik, baik secara kognitif maupun psikomotorik, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Prasetyo & Nurhayati, 2023).

Materi sistem pencernaan, peserta didik dituntut untuk memahami konsep mulai dari struktur dan fungsi organ, hingga mengaitkannya dengan permasalahan nyata seperti pola konsumsi makanan, gaya hidup, serta dampaknya terhadap kesehatan tubuh. Namun demikian, pada praktik pembelajaran materi ini, kegiatan masih dominan bersifat teoritis dan belum cukup memfasilitasi ruang bagi peserta didik dalam mengeksplorasi analisis serta evaluasi terhadap permasalahan yang kontekstual. Kondisi ini menyebabkan perkembangan penguasaan potensi penalaran tingkat tinggi peserta didik masih kurang optimal. Melihat fenomena tersebut, dibutuhkan inovasi edukatif yang dapat menggabungkan konsep biologi dengan penerapan pendekatan STEM secara terpadu melalui aktivitas yang menuntut keterampilan HOTS.

Selain itu, beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan bahan ajar berbasis STEM telah berkontribusi secara langsung terhadap peningkatan aspek kognitif kompleks peserta didik. Pembelajaran STEM diketahui efektif dalam melatih kemampuan analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah melalui integrasi konsep lintas disiplin (Chen *et al.*, 2025). Selain itu, pemanfaatan LKPD sebagai media pembelajaran terbukti mampu meningkatkan partisipasi aktif peserta didik serta mempermudah pemahaman konsep secara mendalam (Prasetyo & Nurhayati, 2023). Meski demikian, mayoritas penelitian sebelumnya masih lebih menitikberatkan pada pencapaian hasil belajar secara umum dan belum mengkaji secara rinci ketercapaian setiap indikator HOTS (Nurhasanah *et al.*, 2023). Di sisi lain, pengembangan LKPD berbasis STEM yang dikaitkan dengan permasalahan kontekstual pada materi sistem pencernaan juga masih terbatas. Padahal, integrasi antara pendekatan STEM, bahan ajar LKPD, dan penguatan indikator HOTS secara spesifik sangat diperlukan untuk menghasilkan pembelajaran yang lebih efektif dan bermakna (Nurhasanah *et al.*, 2023). Oleh karena itu, fokus penelitian ini dirancang untuk mendesain LKPD bermuatan STEM, tetapi juga menekankan fokus analisis kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan dalam mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi secara menyeluruh (Mutakinati *et al.*, 2018).

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat kesenjangan antara tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan HOTS dengan praktik pembelajaran di kelas yang masih berorientasi pada kemampuan kognitif tingkat rendah. Selain

itu, keterbatasan dalam pemanfaatan bahan ajar berbasis STEM dalam proses pembelajaran biologi turut menjadi alasan terbatasnya penguasaan keterampilan berpikir tingkat tinggi oleh peserta didik. Sejalan dengan kondisi tersebut, penelitian ini diarahkan pada pengembangan LKPD berbasis STEM yang disusun dengan tujuan memenuhi kriteria validitas, kemudahan penggunaan, serta efektivitas dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) peserta didik pada topik sistem pencernaan.

METODE

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan (Research and Development) yang mengadopsi prosedur 4D (*define, design, develop, disseminate*). Model ini dipilih untuk menghasilkan produk bahan ajar berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) bermuatan STEM yang telah teruji secara kelayakan, keterpakaian, sekaligus memiliki daya guna guna menstimulus kemampuan kognitif tingkat tinggi peserta didik. Subjek dalam studi ini mencakup 25 orang peserta didik dari kelas XI Fase F di SMAN 1 Tarik, Sidoarjo, dengan dilakukan uji coba terbatas untuk menilai kualitas LKPD yang dikembangkan.

Prosedur pengembangan mengikuti tahapan model 4D, dimulai dengan tahap *define* (pendefinisian) yang mencakup analisis kurikulum, karakteristik peserta didik, serta materi sistem pencernaan. Tahap berikutnya adalah *design* (perancangan), penyusunan rencana pengembangan dengan menyesuaikan indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kegiatan STEM. Tahap *develop* (pengembangan) mencakup pengembangan LKPD, validasi oleh ahli materi dan media, serta praktisi pendidikan, serta revisi LKPD berdasarkan masukan hingga menghasilkan produk akhir yang layak. Pada langkah ini, pengujian terbatas juga diterapkan untuk menilai kepraktisan dan keefektifan LKPD dalam pembelajaran. Tahap terakhir adalah *disseminate* (penyebaran) yang dilakukan secara terbatas melalui publikasi artikel ilmiah. Kelayakan LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada materi sistem pencernaan ditentukan oleh validitas, kepraktisan, dan keefektifannya.

Validitas LKPD berbasis STEM dinilai oleh validator dengan skala linkert 1-4 yang kemudian dihitung menggunakan *indeks aiken* dengan rumus sebagai berikut:

$$X = \frac{\sum s}{n(c-1)} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

s = $r - lo$

r = Skor yang diberikan validator

lo = Skor terendah dalam skala penilaian

n = Jumlah validator

c = Jumlah kategori penilaian

Jika skor validitas LKPD yang diperoleh mencapai $v > 0,80$ maka dianggap Valid

Kepraktisan bahan ajar LKPD ini diukur melalui pengamatan observer terhadap terlaksanannya proses pembelajaran menggunakan LKPD serta kuisioner tanggapan peserta didik. Penilaian dilakukan dengan skala guttman 0 dan 1 yang masing masing mewakili jawaban “Ya” dan “Tidak”. Nilai yang diperoleh dihitung menjadi data persentase melalui rumus di bawah ini:

$$\text{Keterlaksanaan} = \frac{\text{Skor jawaban "Ya"}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Respon (\%)} = \frac{\text{Jumlah siswa yang menjawab Ya}}{\text{Jumlah Seluruh siswa}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

LKPD dinyatakan praktis jika persentase yang diperoleh $>71\%$.

Keefektifan LKPD dilihat dari skor *N-gain* serta uji *paired sample t-test*, yang dihitung melalui perbandingan *pretest* dan *posttest* terhadap kemampuan peserta didik. Hasil belajar dinyatakan tuntas apabila mencapai nilai ketuntasan kemampuan minimum (KKM) >75 . Perhitungan skor *N-gain* digunakan dalam mengevaluasi peningkatan pencapaian hasil belajar peserta didik antara kondisi awal dan kondisi akhir penggunaan LKPD berbasis STEM, yang dihitung menggunakan rumus berikut::

$$< g > = \frac{\text{Posttest} - \text{Pretest}}{100 - \text{Skor pretest}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$



Nilai yang diperoleh dari pengakumulasian skor *N-gain* kemudian diinterprestasikan berdasarkan Tabel.1

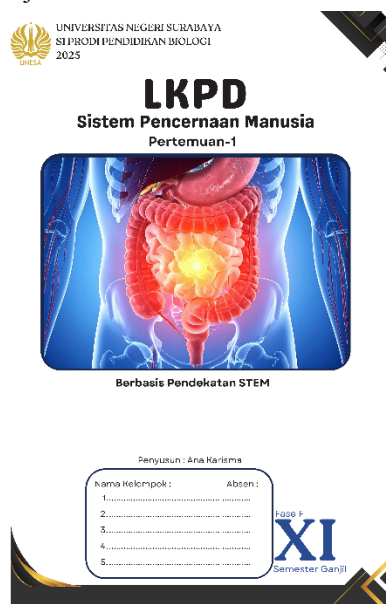
Skor Gain	Kriteria
$(g) < 0,3$	Rendah
$0,3 > (g) > 0,7$	Sedang
$(g) > 0,7$	Tinggi

(Ramadhani *et al.*, 2020)

Daya beda *pretest* dan *posttest*, atau sering dikenal dengan *paired sample t-test* ditentukan berdasarkan nilai signifikasi yang muncul pada hasil pengujian yakni $\text{sig} < 0,05$ dinyatakan sangat beda atau signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian telah diperoleh produk LKPD bermuatan STEM yang diorientasikan guna menstimulasi kecakapan penalaran tingkat tinggi yang layak jika ditinjau dari aspek validasi, tingkat kepraktisan, serta derajat keefektifannya. Produk bahan ajar hasil pengembangan tersebut memiliki keunggulan melalui integrasi kegiatan pembelajaran *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* yang sekaligus relevan terkait dengan indikator berpikir tingkat tinggi. LKPD ini juga dilengkapi dengan *Qr-code* dan tautan web yang memudahkan peserta didik, gambar dan juga video. Tampilan produk LKPD berbasis STEM disajikan dalam Gambar.1



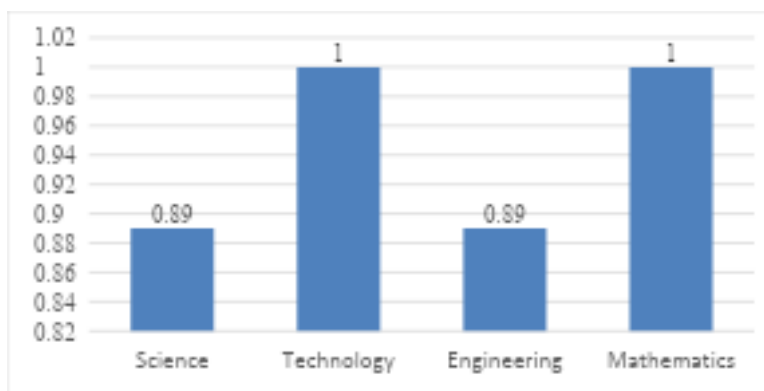
Gambar 1. Profil LKP Materi Sistem Pencernaan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingka tinggi

LKPD ini dirancang dengan mengintegrasikan komponen *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada setiap aktivitas pembelajaran. Peserta didik diarahkan pada kegiatan menganalisis permasalahan kontekstual terkait sistem pencernaan, menggunakan data yang relevan, serta merancang solusi sebagai bentuk pemecahan masalah. Selain itu, peserta didik juga dilibatkan dalam pengolahan dan analisis data untuk mendukung pengambilan keputusan. Kegiatan tersebut tersaji didalam aktivitas aktivitas dalam LKPD yang disajikan dalam Tabel 2.

Validitas

Validitas LKPD berbasis STEM dari hasil Penilaian kevalidan ini memuat aspek kelayakan isi, struktur penyajian, serta aspek tata bahasa yang secara keseluruhan mengindikasikan bahwa LKPD dinyatakan memenuhi standar kelayakan sebagai Produk bahan ajar ini dibuktikan dengan perolehan validitas pada aspek kelayakan isi, struktur penyajian, serta aspek tata bahasa. yang bekisar antara 0,91-0,92 yang dikategorikan tinggi, sehingga dinilai layak untuk diimplementasikan dalam pelaksanaan pembelajaran. Pada aspek validitas yang spesifik dalam LKPD ini disajikan Gambar 2.



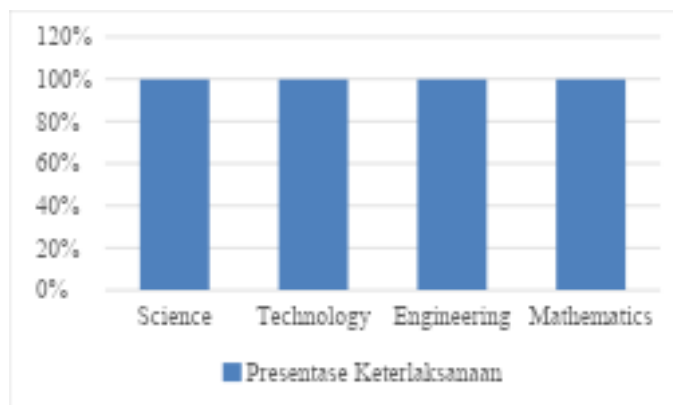


Gambar 2. Validitas ketepatan LKPD dengan aktivitas STEM

Integrasi STEM dalam LKPD menunjukkan tingkat validitas yang sangat baik pada setiap komponen STEM. Aspek *Technology* dan *Mathematics* meraih perolehan skor sebesar 1,00 dengan kriteria sangat valid, menandakan bahwa LKPD telah berhasil mengintegrasikan penggunaan teknologi serta aktivitas perhitungan dan analisis data secara optimal ke dalam proses instruksional. Sementara itu pada aspek *Science* dan *Engineering* mendapatkan capaian indeks validitas sebesar 0,89 yang dikategorikan sangat valid, yang menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran telah mampu memfasilitasi peserta didik dalam memahami konsep sistem pencernaan serta melakukan proses investigasi dan pemecahan masalah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa LKPD bermuatan STEM yang dirancang terbukti mampu mengintegrasikan keempat komponen STEM secara seimbang untuk mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna. Pembelajaran berbasis STEM dapat membantu peserta didik menghubungkan konsep pembelajaran dengan permasalahan nyata melalui aktivitas pemecahan masalah kontekstual (Lestari *et al.*, 2018). Integrasi aspek teknologi dan rekayasa dalam implementasi STEM mampu menstimulasi perkembangan kecakapan menyelidik, daya kreativitas, serta nalar kritis peserta didik (Fitriyani *et al.*, 2019). Di samping itu, penerapan STEM dalam bahan ajar diketahui efektif dalam mendukung pengembangan potensi penalaran tingkat tinggi melalui aktivitas penalaran kritis serta pencarian solusi masalah secara terpadu (Sari *et al.*, 2021). Hal tersebut didukung oleh penyusunan LKPD yang runtut, interaktif, dan dilengkapi aktivitas pembelajaran kontekstual sehingga mampu memicu keaktifan peserta didik sepanjang jalannya interaksi kelas (Prasetyo & Nurhayati, 2023). Penggunaan bahasa yang interaktif dan selaras dengan kapabilitas pemahaman peserta didik pun turut berkontribusi dalam memperkuat rekonstruksi pemahaman konsep terhadap substansi materi yang dipelajari (Nurhasanah *et al.*, 2023).

Kepraktisan

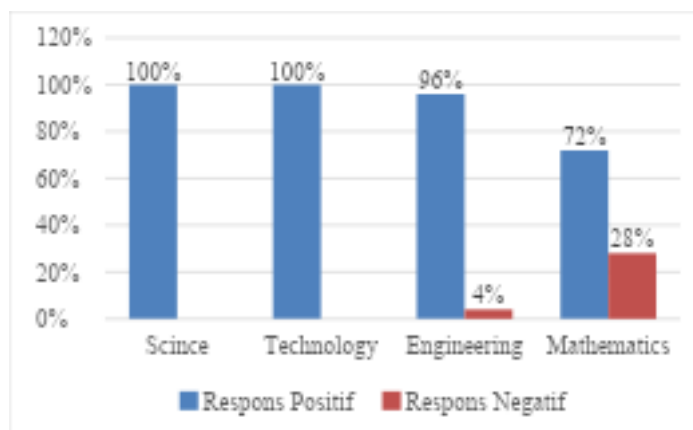
Kepraktisan LKPD dianalisis melalui dua aspek, yaitu keterwujudan proses pembelajaran serta tanggapan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran. Data hasil pengamatan mengonfirmasi bahwa eksekusi pembelajaran memanfaatkan LKPD berbasis STEM berada pada kualifikasi yang sangat memuaskan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa setiap fase pembelajaran berhasil dieksekusi sesuai skema rancangan yang telah disusun sehingga mendukung keaktifan peserta didik sepanjang rangkaian aktivitas pembelajaran. Meskipun terdapat beberapa aktivitas yang belum terlaksana secara optimal, kondisi tersebut tidak menghambat jalannya pembelajaran secara keseluruhan. Keterlaksanaan yang tinggi mengindikasikan bahwa LKPD yang dikembangkan mudah digunakan dan mampu memfasilitasi peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dalam kegiatan belajar berbasis pemecahan masalah secara kontekstual melalui integrasi aspek science, technology, engineering, dan mathematics, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase Keterlaksanaan Aktivitas Berbasis STEM dalam Pembelajaran

Keterlaksanaan seluruh indikator STEM tersebut menunjukkan bahwa LKPD mampu memfasilitasi para peserta didik dalam berpartisipasi secara aktif sepanjang jalannya proses instruksional berbasis pemecahan masalah secara kontekstual. Integrasi keempat aspek STEM dalam pembelajaran diketahui berkontribusi positif dalam menstimulasi ketajaman nalar kritis, keterampilan penyelesaian masalah dan keterampilan investigasi melalui pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan bermakna (Permanasari, 2016). Pembelajaran berbasis STEM juga mampu meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik karena proses pembelajaran tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga pada penerapan konsep dalam kehidupan nyata melalui kegiatan analisis dan perancangan solusi (Afriana *et al.*, 2016). Selain itu, penerapan STEM dalam pembelajaran biologi dapat membantu peserta didik menghubungkan konsep sains dengan teknologi dan rekayasa sehingga pembelajaran menjadi lebih aplikatif dan mendukung pengembangan HOTS peserta didik (Lestari *et al.*, 2018).

Kepraktisan juga dianalisis berdasarkan respons peserta didik setelah mengikuti pembelajaran. Respons peserta didik penting untuk mengetahui tingkat penerimaan, ketertarikan, serta kemudahan penggunaan LKPD dalam proses instruksional. Hasil kuisioner menunjukkan bahwa respons peserta didik terhadap LKPD berbasis STEM dikategorikan sangat praktis dengan persentase rerata sebesar 95,60%. Respons peserta didik pada aspek STEM disajikan melalui Gambar 4.



Gambar 4. Respons Peserta didik pada Aktivitas STEM

Berdasarkan Gambar 4, respons peserta didik terhadap aktivitas STEM menunjukkan kategori sangat positif dengan rata-rata persentase sebesar 95,60%. Tingginya respons positif ini membuktikan bahwa LKPD berbasis STEM berhasil membuat kegiatan belajar menjadi menarik serta bermanfaat untuk peserta didik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nurhasanah *et al.* (2023) yang menjelaskan bahwa LKPD berbasis STEM bisa menaikkan keterlibatan peserta didik dan mendukung kemampuan abad ke-21. Sebagian besar aktivitas memperoleh respons yang sangat tinggi, terutama pada aspek science dan technology yang membantu peserta didik memahami konsep sistem pencernaan serta pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Meskipun respons pada aspek mathematics relatif lebih rendah dibandingkan aspek lainnya, kondisi tersebut tidak mengurangi tingginya respons positif peserta didik secara keseluruhan. Rendahnya

respons pada aspek matematika diduga karena aktivitas matematis disajikan secara implisit sehingga tidak seluruh peserta didik menyadari bahwa mereka sedang melakukan aktivitas yang berkaitan dengan pengukuran, interpretasi data, maupun analisis informasi (Utami *et al.*, 2017). Hasil ini menunjukkan bahwa LKPD yang dibuat memang praktis saat digunakan dalam pembelajaran, dan mampumendukung keterlibatan aktif peserta didik, sebagaimana karakteristik pembelajaran STEM yang menekankan keterpaduan konsep untuk menyelesaikan permasalahan kontekstual (Rahmawati & Dewi, 2020).

Tingginya tingkat kepraktisan ini mengindikasikan bahwa LKPD berbasis STEM yang dibuat ini mudah digunakan, baik oleh guru maupun peserta didik, serta bisa menciptakan pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, LKPD dinyatakan dapat diimplementasikan sebagai media pembelajaran pada proses pembelajaran di kelas. Tingkat kepraktisan LKPD ini dipengaruhi oleh rancangan LKPD yang mengintegrasikan pendekatan STEM dalam setiap aktivitas pembelajaran. Aktivitas yang disusun secara kontekstual dan berbasis masalah membuat peserta didik lebih mudah memahami alur pembelajaran serta berpartisipasi secara langsung dan lebih aktif selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Pernyataan ini selaras dengan hasil studi yang menjelaskan bahwa bahan ajar yang disusun secara terstruktur, dilengkapi unsur interaktif, serta dikaitkan dengan situasi nyata mampu mendorong peningkatan keterlibatan serta kemudahan penggunaan oleh peserta didik (Prasetyo & Nurhayati, 2023). Kepraktisan LKPD juga dipengaruhi oleh sifat pembelajaran berbasis STEM yang memuat berbagai macam aktivitas secara aktif melalui kegiatan eksplorasi dan pemecahan masalah. Integrasi antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika menghadirkan suasana belajar yang lebih bermakna, sehingga peserta didik mudah untuk mengikuti alur pembelajaran secara sistematis. Dalam kondisi ini, peserta didik tidak sekedar memperoleh materi secara pasif tanpa keterlibatan langsung tetapi juga berperan sebagai agen aktif dalam membangun pengetahuan mereka sendiri. Wulandari & Mustaji (2020) mengemukakan bahwa pendekatan STEM mampu membuat keaktifan peserta didik meningkat selama proses belajar.

Efektifitas

Efektivitas LKPD berbasis STEM dianalisis berdasarkan skor *N-gain* dan perbedaan skor antara *pretest* dan *posttest*. Penilaian menggunakan *N-gain* bertujuan guna mengukur kecakapan peserta didik dalam penggunaan LKPD selama proses pembelajaran yang tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi *N-gain score* berdasarkan Indikator berpikir Tingkat Tinggi

Indikator HOTS	No. Butir Soal	Skor <i>Pretest</i>	Skor <i>Posttest</i>	<i>N-Gain</i>	Keterangan
Menganalisis (C4)	1	0,32	0,76	0,65	Sedang
	2	0,48	0,88	0,77	Tinggi
	3	0,24	0,52	0,37	Sedang
	4	0,4	0,72	0,53	Sedang
	5	0,08	0,84	0,83	Tinggi
Mengevaluasi (C5)	6	0,56	0,96	0,91	Tinggi
	7	0,64	0,96	0,89	Tinggi
	8	0,48	0,68	0,38	Sedang
Mencipta (C6)	9	0,8	0,84	0,20	Rendah
	10	0,36	0,72	0,56	Sedang

Berdasarkan Tabel.1 Pada indikator menganalisis (C4), terlihat adanya peningkatan yang cukup signifikan dari nilai *pretest* yang masih berada pada kategori rendah hingga sedang (sekitar 0,08–0,48) dikategorikan sedang hingga tinggi pada *posttest* (sekitar 0,52–0,88). Hal tersebut mengindikasikan bahwa peserta didik mulai mampu menganalisis dan menyusun informasi, mengidentifikasi hubungan antar konsep, serta menarik makna dari permasalahan yang disajikan. Pada indikator mengevaluasi (C5), peningkatan juga tampak jelas dengan nilai *pretest* berkisar antara 0,48–0,64 yang kemudian meningkat menjadi 0,68–0,96 pada tes awal. Peningkatan ini menandakan peserta didik telah mampu memberikan penilaian terhadap suatu permasalahan, mempertimbangkan berbagai alternatif solusi, serta mengambil keputusan secara lebih logis dan sistematis. Sementara itu, pada indikator mencipta (C6), ketercapaian peserta didik menunjukkan perkembangan dari kategori sedang (sekitar 0,36–0,80) menjadi kategori tinggi (sekitar 0,72–0,84). Menandakan peserta didik mulai dapat menghasilkan ide atau solusi baru, termasuk dalam merancang dan mengembangkan alat sederhana yang berkaitan dengan konteks pembelajaran. Peningkatan ini didukung oleh

penggunaan LKPD yang dirancang secara sistematis dan interaktif, sehingga mempermudah pemahaman konsep lebih mendalam (Nurhasanah *et al.*, 2023).

Peningkatan pada setiap indikator menunjukkan bahwa peserta didik juga mengalami peningkatan pada aspek kognitif secara umum, tetapi juga pada kemampuan berpikir tingkat tinggi secara spesifik. Ketercapaian indikator HOTS tersebut. Selaras terhadap temuan sebelumnya yang mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis STEM berpotensi mendorong peningkatan kemampuan berpikir kritis dan analitis tingkat lanjut melalui integrasi aktivitas pemecahan masalah kontekstual dan proyek berbasis pengalaman (Agustini *et al.*, 2022).

Keefektifan LKPD berbasis STEM juga diuji menggunakan uji perbedaan berpasangan untuk menilai tingkat signifikan perbedaan antara skor *pretest* dan *posttest* peserta didik yang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji t berpasangan (*paired sample t-test*)

		Perbedaan Berpasangan					Nilai t-Hitung	Derajat Kebebasan	Nilai Signifikansi
		Rata-rata Selisih	Std. Deviasi	St. Error Rata-rata	95% Interval kepercayaan dari Selisih				
					Batas Bawah	Batas Atas			
Pasangan ke-1	Pretest-Posttest	-46.0000	20.15496	6.37356	-60.41799	-31.58201	-7.217	9	.000

Berdasarkan Tabel 2, terdapat perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest*. Hal ini dibuktikan melalui nilai signifikansi uji statistik sebesar 0,000 yang berada di bawah batas 0,05. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penerapan LKPD berbasis STEM memberikan dampak yang nyata dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Peningkatan yang diperoleh tidak hanya terlihat dari perbandingan nilai secara umum, tetapi juga diperkuat oleh bukti statistik yang valid. Oleh karena itu, LKPD berbasis STEM yang dikembangkan dapat dinyatakan efektif dalam mendukung penguatan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada topik sistem pencernaan. Temuan ini juga mirip dengan beberapa studi lain yang mengambil kesimpulan kalau pendekatan STEM bisa menaikkan hasil belajar serta ikut membuat peserta didik semakin berkembang kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik secara signifikan (Agustini *et al.*, 2022).

Secara umum, kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik terlihat jelas pada indikator menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), hingga mencipta (C6) tidak hanya dapat dilihat melalui hasil perhitungan statistik, tetapi juga didukung oleh peningkatan ketercapaian indikator serta hasil pengerjaan LKPD yang berada pada kategori sangat baik. Peningkatan ini dipengaruhi oleh kualitas LKPD berbasis STEM yang telah memenuhi kriteria validitas pada setiap aktivitas pembelajaran, sehingga mampu memfasilitasi peserta didik dalam melakukan analisis, evaluasi, dan penciptaan solusi secara optimal. Selain itu, proses pembelajaran yang diisi dengan kegiatan kontekstual, kerja kelompok, serta penyelesaian masalah membuktikan bahwa peserta didik tidak cuma mendengarkan pelajaran secara pasif. Mereka justru ikut aktif membentuk pemahaman sendiri lewat kegiatan belajar yang relevan dan bermakna. Selaras terhadap prinsip konstruktivisme dan teori belajar sosial, yang mengutamakan pentingnya keaktifan peserta didik serta interaksi langsung untuk menaikkan kemampuan berpikir (Vygotsky, 1978; Bandura, 1986). Dengan demikian, penerapan LKPD berbasis STEM berhasil menciptakan proses pembelajaran yang sukses, interaktif, dan pas dengan keterampilan yang dicari pada era pendidikan modern saat ini.

PENUTUP

Simpulan

Melalui penelitian ini, peneliti berhasil membuat bahan ajar LKPD bermuatan STEM pada topik sistem pencernaan menggunakan model 4D yang ditujukan untuk membantu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) peserta didik. Temuan dari studi ini membuktikan kalau produk LKPD yang dibuat sudah pas dengan syarat sangat valid kalau dilihat dari penilaian para ahli. Bahan ajar ini juga sangat praktis karena kegiatan belajar bisa berjalan lancar dan peserta didik memberikan tanggapan yang positif, di samping terbukti manjur untuk menaikkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Keefektifan LKPD ditunjukkan oleh adanya kenaikan nilai belajar serta dapat perolehan skor peningkatan (N-gain) masuk dalam kelompok tinggi. Dengan demikian, LKPD berbasis STEM yang dibuat ini

sudah sangat pantas dipakai sebagai buku panduan belajar untuk menyokong kegiatan belajar biologi yang nyata dan ikut menaikkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

Saran

LKPD berbasis STEM yang dikembangkan sudah sangat pas apabila dijadikan sebagai pilihan media belajar pendukung pada pelajaran biologi khususnya materi sistem pencernaan bagi peserta didik Fase F. LKPD ini sesuai digunakan bagi peserta didik yang sudah punya modal kemampuan dasar berpikir analitis, kritis, dan bisa terlibat aktif saat menyelesaikan pemecahan masalah kontekstual melalui integrasi aspek science, technology, engineering, dan mathematics. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan LKPD berbasis STEM pada materi biologi lainnya serta mengujinya pada cakupan peserta didik dengan jumlah sampel yang lebih banyak agar bisa mendapatkan data manfaat produk secara yang lebih komprehensif.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih peneliti ucapkan kepada Dr. Nur Kuswanti M.Sc.St., Dr. Pramita Yakub S.Pd., M.Pd., dan Erni Muchinasin S.Pd., M.Pd., selaku validator dalam pengembangan LKPD berbasis STEM, serta peserta didik kelas X-6 SMA Negeri 1 Tarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains peserta didik ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212.
- Agustini, D., Rahman, F., & Lestari, N. (2022). Developing 21st century skills: The impact of STEM education on students' creative thinking in biology. *Journal of Science Education Research*, 5(2), 101–110.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Ariyana, Y., Pudjiastuti, A., Bestary, R., & Zamroni. (2018). *Buku pegangan pembelajaran berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Astuti, D., & Mustadi, A. (2020). Analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik sekolah dasar dalam pembelajaran tematik. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 11(1), 45–56.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Chen, L., Wang, Y., & Zhao, H. (2025). The impact of STEM education on students' higher-order thinking skills: A meta-analysis of K–12 research. *International Journal of STEM Education*, 12(3), 210–229.
- Fitriyani, A., Toto, T., & Erlin, E. (2019). Implementasi model PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Bioedu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2).
- Ismayani, A. (2016). Pengaruh penerapan STEM project-based learning terhadap kreativitas matematis peserta didik SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3(4), 264–272.
- Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS dengan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(2), 202–207.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through STEM education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54–65.
- Nurfitriyanti, M. (2021). Analisis kesulitan guru dalam mengembangkan soal berbasis HOTS di sekolah menengah. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 12(2), 90–102.
- Nurhasanah, E., Ramadhani, S., & Yuliani, N. (2023). Efektivitas LKPD berbasis STEM terhadap peningkatan literasi sains dan kemampuan abad ke-21 peserta didik SMP. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(3), 201–214.
- Umar, I., & Yakub, P. (2025). Pengembangan E-LKPD PBL berbasis blended learning materi sistem pernapasan untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. *BioEdu*, 14(1), 54–61.
- Permanasari, A. (2016). *STEM education: Inovasi dalam pembelajaran sains*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS).

Prasetyo, R., & Nurhayati, S. (2023). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM-HOTS dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 7(4), 301–312.

Rahmawati, Y., & Dewi, F. (2020). Inovasi pembelajaran sains melalui pendekatan STEM untuk membangun kreativitas peserta didik abad ke-21. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains*, 3(1), 12–20.

Ramdhani, M. A., Arifin, S., & Nandiyanto, A. B. D. (2020). Calculation and interpretation of normalized gain (N-Gain) in educational research. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3), 032130.

Sari, A., dkk. (2021). Meta analisis pengaruh integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 7(1).

Utami, I. S., dkk. (2017). Pengembangan STEM-A (Science, Technology, Engineering, Mathematic and Animation) berbasis kearifan lokal dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 3(2), 15-23.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wulandari, A., & Mustaji, M. (2020). Analisis kemampuan guru dalam mengembangkan LKPD berbasis kurikulum 2013 di SMA Negeri Surabaya. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(1), 45–57..