E-ISSN: 3025-0994
Halaman 222-232
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026

Meta Analisis: Efektivitas Pembelajaran Biologi Berbasis HOTS Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Karomahtul Nahdliyyah[1], Asurya Widya Ningsih[2], Suci Fadhilah[3], Sri Wulandari[4], Dodi Dwi Risaundi[5]

[1,2,3,4,5]Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Riau
e-mail: karomahtul.nahdliyyah1118@student.unri.ac.id[1], asurya.widya4289@student.unri.ac.id[2], suci.fadhilah35704@student.unti.ac.id[3], sri.wulandari@lecturer.unri.ac.id[4], dodidwirisaundi@lecturer.unri.ac.id[5]

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas strategi pembelajaran Biologi berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah meta-analisis dengan pendekatan deskriptif kuantitatif terhadap 20 artikel penelitian yang diterbitkan dalam rentang tahun 2017–2025. Data diolah dengan menghitung nilai effect size menggunakan rumus Cohen's guna membandingkan perbedaan rata-rata antara kelompok eksperimen dan kontrol.Hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi strategi berbasis HOTS secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, dengan nilai effect size yang didominasi oleh kategori tinggi, berkisar antara 0,63 hingga 1,28. Model Problem Based Learning (PBL) teridentifikasi sebagai model yang paling efektif untuk mengasah kemampuan berpikir kritis, sementara Project Based Learning (PjBL) lebih unggul dalam aspek pengembangan kreativitas siswa. Selain itu, integrasi teknologi digital dan pendekatan STEM terbukti memperkuat penalaran serta keterlibatan aktif siswa dalam memahami konsep biologi yang kompleks. Simpulannya, strategi pembelajaran berbasis HOTS merupakan instrumen yang sangat efektif dan reliabel untuk mengoptimalkan kompetensi berpikir kritis dalam pendidikan Biologi abad ke-21.

Kata kunci: *Berpikir Kritis; Biologi; HOTS; Meta-Analisis*.

Abstract

This study aims to analyze the effectiveness of Biology learning strategies based on Higher Order Thinking Skills in improving students' critical thinking abilities. The research method employed is a meta-analysis with a quantitative descriptive approach involving 20 research articles published between 2017 and 2025. The data were analyzed by calculating effect size values using Cohen's formula to compare the mean differences between experimental and control groups.

The results indicate that the implementation of Higher Order Thinking Skills-based strategies significantly enhances students' critical thinking abilities, with effect size values predominantly in the high category, ranging from 0.63 to 1.28. Problem-based learning was identified as the most effective model for fostering critical thinking skills, while project-based learning showed greater effectiveness in developing students' creativity. In addition, the integration of digital technology and science, technology, engineering, and mathematics approaches was found to strengthen reasoning skills and actively engage students in understanding complex biological concepts.
In conclusion, learning strategies based on Higher Order Thinking Skills serve as a highly effective and reliable approach to optimizing critical thinking competencies in twenty-first century Biology education.

Keywords : *Critical Thinking; Biology; HOTS; Meta-Analysis*

LATAR BELAKANG

Pendidikan merupakan pendekatan yang digunakan pemerintah untuk membangun bangsa yang cerdas dan maju. Kemajuan sebuah negara sangat bergantung pada prioritasnya terhadap sektor pendidikan sebab tanpa hal tersebut, sumber daya alam tidak akan terkelola secara optimal. Rendahnya keterampilan generasi muda justru berisiko menjadi penghambat signifikan bagi keberhasilan pembangunan nasional (Hadi et al., 2023). Pendidikan abad ke-21 menuntut transformasi paradigma dari pembelajaran berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa, dengan fokus utama pada pengembangan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) (Rahmadi et al., 2025). Struktur pendidikan sangat bergantung pada kurikulum dan desain pembelajaran. Seiring dengan pergeseran paradigma pendidikan, kedua aspek ini harus dievolusikan agar relevan. Tujuannya adalah membekali pendidik dan publik dengan instrumen yang tepat dalam menghadapi perubahan zaman (Nirwana et al., 2023).

Pembelajaran biologi dalam kemampuan berpikir kritis menjadi kunci bagi siswa untuk menganalisis fenomena alam dan memecahkan masalah kompleks. Namun, realita di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan analisis siswa seringkali masih terbatas pada penguasaan materi secara teoretis tanpa kemampuan menghubungkannya dengan data hasil pengamatan (Seftiani et al., 2021). Menurut penelitian Abraham et al. (2021), HOTS merupakan cara berpikir dengan tingkat yang lebih tinggi. Peserta didik tidak hanya mengasah kemampuan nalarnya dalam tingkatan mengetahui, tetapi juga mampu menganalisis, mensintesis dan mengevaluasi. Marker yang digunakan untuk mengukur sebagai instrumen ukur, HOTS berfokus pada proses berpikir mendalam, bukan sekadar kemampuan mereplikasi atau menyampaikan ulang informasi yang telah diterima (Puspita et al., 2023). Kemampuan berpikir kritis sebagai salah satu pilar HOTS menjadi kunci utama bagi siswa untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan menyelesaikan masalah kompleks di dunia nyata (Putri et al., 2023).

Kesenjangan tuntutan kurikulum dengan kemampuan aktual siswa mendorong perlunya implementasi strategi pembelajaran inovatif berbasis masalah nyata. Pelaksanaan pembelajaran peserta didik dilibatkan dalam aktivitas berpikir tingkat tinggi selain penekanan pada keterampilan (Sanuaka et al., 2022). Pembelajaran modern menuntut sosok pendidik yang mampu merancang proses instruksional secara efektif, sistematis, dan akurat. Siswa juga diwajibkan menguasai Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). Integrasi IPTEK mempermudah penyampaian materi dan berperan dalam meningkatkan literasi sains siswa untuk memahami konteks bioproses lebih komprehensif, bukan (Razak et al., 2021). Literasi sains yang baik akan membantu siswa memahami konteks bioproses secara lebih komprehensif, bukan sekadar hafalan mekanisme biologis (Miterianifa et al., 2019).

Integrasi strategi pembelajaran berbasis HOTS dalam pendidikan biologi telah menghasilkan beragam data empiris melalui berbagai studi eksperimen, namun temuan tersebut cenderung bersifat lokal dengan skala sampel yang terbatas. Keberagaman hasil penelitian ini memerlukan adanya sintesis penelitian secara kuantitatif guna memperoleh estimasi dampak yang lebih akurat dan tergeneralisasi (Liani, 2025). Metode meta-analisis diterapkan dalam kajian ini untuk mengintegrasikan temuan tersebut melalui perhitungan nilai *effect size* guna membuktikan efektivitas strategi pembelajaran HOTS terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis secara komprehensif (Erlangga et al., 2023). Melalui pendekatan ini, perdebatan mengenai efektivitas berbagai model pembelajaran dalam biologi dapat divalidasi secara statistik untuk memberikan dasar kuat bagi pengembangan kebijakan instruksional di masa depan (Jauhari et al., 2025).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak strategi pembelajaran Biologi berbasis HOTS terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya pada materi Bioproses. Hipotesis yang diajukan adalah terdapat pengaruh positif yang signifikan pada kelas yang menerapkan strategi HOTS melalui perpaduan pendekatan saintifik dan pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi pendidik dalam mengimplementasikan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang lebih efektif, aplikatif, dan relevan dengan kebutuhan kurikulum masa kini.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis dengan pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi dampak strategi pembelajaran Biologi berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Prosedur penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah untuk menetapkan tujuan analisis, yang kemudian dilanjutkan dengan pencarian literatur pada *database* jurnal pendidikan. Artikel yang ditemukan diseleksi menggunakan kriteria inklusi yang ketat untuk menjamin validitas data. Adapun kriteria inklusi yang ditetapkan meliputi: artikel diterbitkan dalam rentang waktu 2017–2025, merupakan studi eksperimen atau kuasi-eksperimen, serta memiliki data kuantitatif yang lengkap mencakup nilai jumlah sampel (N), rata-rata (*Mean*), dan standar deviasi (SD) pada kelompok eksperimen maupun kontrol. Sebanyak 20 artikel penelitian terpilih kemudian

diekstraksi datanya ke dalam lembar pengkodean (*coding sheet*) untuk diolah lebih lanjut. Teknik analisis data dilakukan dengan menghitung besarnya pengaruh (*effect size*) menggunakan rumus Cohen's untuk membandingkan perbedaan rata-rata antara kelompok eksperimen dan kontrol:

$$d = \frac{M_{eksperimen} - M_{kontrol}}{SD_{pooled}}$$

Keterangan $M_{eksperimen}$ adalah *mean* kelompok eksperimen, $M_{kontrol}$ adalah *mean* kelompok kontrol, dan SD_{pooled} adalah standar deviasi gabungan. Kategori interpretasi nilai *effect size* mengikuti standar Cohen (1988) pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kriteria Nilai *Effect Size*

Nilai *Effect Size*	Interpretasi
0,2	Kecil
0,5	Sedang
0,8	Besar

Sumber: Cohen (1988)

Dalam analisis meta-analisis, pengukuran *effect size* digunakan untuk menentukan besarnya pengaruh suatu perlakuan, yang selanjutnya perlu didukung oleh ukuran ketelitian estimasi. Oleh karena itu, standar error digunakan untuk menunjukkan tingkat keakuratan nilai *effect size* yang diperoleh.Standar Error pertama kali dikembangkan oleh William Sealy Gosset (1908) dalam jurnal Biometrika berjudul The Probable Error of a *Mean* dijelaskan bahwa rata-rata sampel dapat berbeda dari rata-rata populasi karena sampling error, sehingga diperlukan ukuran kesalahan rata-rata sampel yang kemudian dikenal sebagai standard error.

$$SE_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Dalam rumus ini, simpangan baku sampel (s) adalah ukuran seberapa jauh nilai-nilai dalam sampel tersebar dari rata-rata sampel. Semakin besar simpangan baku sampel, semakin besar pula Standard Error. Jumlah sampel (n) juga mempengaruhi Standard Error, semakin besar jumlah sampel, semakin kecil Standard Error. Daftar artikel yang dijadikan sampel dalam penelitian ini disajikan dalam tabel 2 berikut untuk memperlihatkan sebaran topik penelitian yang dianalisis.

Tabel 2. Daftar Artikel Penelitian Sampel Meta-Analisis

Kode	Penulis dan Tahun	Judul Penelitian	Fokus Variabel
A1	Putri et al., 2023)	*The Influence of Problem Based Learning (PBL) Model Based on STEM Approach on Critical Thinking Ability Phase-E*	Berpikir Kritis
A2	Adawyah & Habibie (2021)	Pengaruh E-LKPD Berbasis PBL terhadap Kemampuan Berpikir Kritis	Berpikir Kritis
A3	Wulandari, S. (2021)	Pengaruh E-Modul Interaktif terhadap Kemampuan Kognitif Siswa	Hasil Belajar
A4	(Rahmawati et al., 2025)	Efektivitas LKPD Digital Berbasis Masalah di Sekolah Menengah Atas	Hasil Belajar
A5	Maimunah, S. (2020)	Penggunaan Google Classroom pada Model Pembelajaran PBL	Berpikir Kritis
A6	Anggraini, S. (2020)	Analisis Penggunaan Geogebra dalam Pembelajaran Matematika	Penalaran
A7	Utami, R. P., dkk. (2018)	Pengaruh PjBL terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Materi Ekosistem	Berpikir Kritis
A8	Wijaya, K. (2023)	Model *Project Based Learning* Berbantuan Media Realia	Hasil Belajar
A9	Hidayat, T., dkk. (2019)	Efektivitas Model Inkuiri Terbimbing terhadap Kemampuan Berpikir	Berpikir Kritis
A10	Al-Salami, dkk. (2017)	*The Effect of STEM Integration on Student Learning Outcomes*	Hasil Belajar
A11	Fatmawati, A. (2021)	Pengembangan Modul Elektronik Berbasis PBL pada Materi Biologi	Kognitif
A12	Sari, R. P. (2019)	Penerapan Blended Learning pada Materi Sistem Ekskresi	Hasil Belajar
A13	Lestari, I. (2018)	Pengaruh *Project Based Learning* terhadap Kreativitas Siswa	Kreativitas
A14	Nugroho et al. (2025)	Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Keterampilan Proses	Berpikir Kritis
A15	Azizah, M., dkk. (2018)	Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran	HOTS
A16	Kusuma, dkk. (2017)	*The Development of Higher Order Thinking Skill Assessment*	HOTS
A17	Darmawan, I. G. (2019)	Efektivitas Flipped Classroom dalam Pembelajaran Sains	Hasil Belajar
A18	Saputra, A. (2023)	Pengaruh Blended Learning terhadap Hasil Belajar Materi Biologi	Hasil Belajar
A19	Jannah, M. (2021)	Pengaruh Media Interaktif terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah	Pemecahan Masalah

A20	Zubaidah, S. (2017)	Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan yang Diajarkan melalui Pembelajaran	Inovasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data nilai *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol pada berbagai penelitian yang dianalisis dalam studi ini diperoleh dari artikel-artikel yang relevan. Data tersebut meliputi nilai rata-rata (*mean*) kelas eksperimen dan kontrol, serta nilai *effect size* (d) untuk mengetahui besar pengaruh perlakuan yang diberikan. Ringkasan data dari masing-masing penelitian disajikan pada Tabel 3.

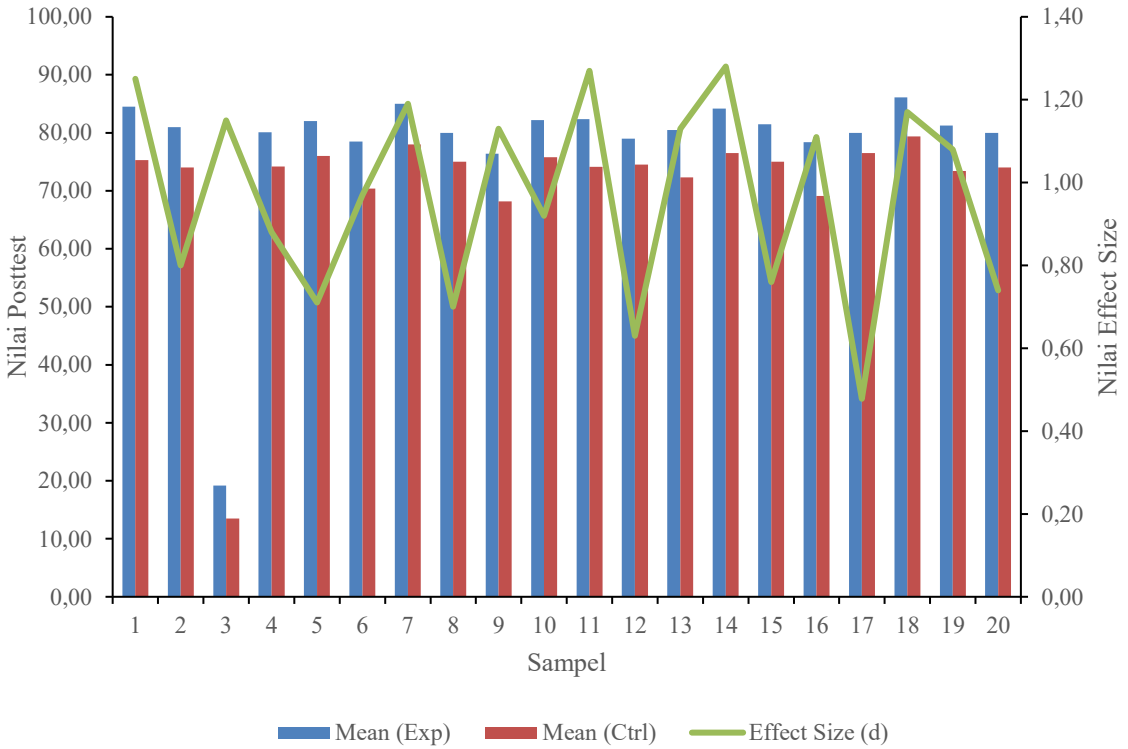
Tabel 3. Data Artikel Penelitian

Kode Artikel	*Mean* (Exp)	*Mean* (Ctrl)	*Effect Size* (d)	Kategori *Effect Size*	Standar Error	Interval Kepercayaan	
						Batas Bawah	Batas Atas
A1	84.50	75.30	1.25	Tinggi	0.287	0.69	1.81
A2	81.00	74.00	0.80	Tinggi	0.268	0.27	1.33
A3	19.20	13.50	1.15	Tinggi	0.282	0.60	1.70
A4	80.10	74.20	0.88	Tinggi	0.271	0.35	1.41
A5	82.00	76.00	0.71	Sedang	0.265	0.19	1.23
A6	78.50	70.40	0.97	Tinggi	0.274	0.43	1.51
A7	85.00	78.00	1.19	Tinggi	0.284	0.63	1.75
A8	80.00	75.00	0.70	Sedang	0.265	0.18	1.22
A9	76.40	68.20	1.13	Tinggi	0.281	0.58	1.68
A10	82.20	75.80	0.92	Tinggi	0.272	0.39	1.45
A11	82.35	74.12	1.27	Tinggi	0.288	0.71	1.83
A12	79.00	74.50	0.63	Sedang	0.263	0.11	1.15
A13	80.50	72.30	1.13	Tinggi	0.281	0.58	1.68
A14	84.20	76.50	1.28	Tinggi	0.288	0.72	1.84
A15	81.50	75.00	0.76	Sedang	0.267	0.24	1.28
A16	78.40	69.10	1.11	Tinggi	0.280	0.56	1.66
A17	80.00	76.50	0.48	Kecil	0.259	-0.03	0.99

A18	86.10	79.50	1.17	Tinggi	0.283	0.62	1.72
A19	81.25	73.40	1.08	Tinggi	0.279	0.53	1.63
A20	80.00	74.00	0.74	Sedang	0.266	0.22	1.26

Keterangan: Exp = Eksperimen; Ctrl = Kontrol.
Sumber: Diolah oleh Peneliti, 2026

Data nilai *posttest* kelas eksperimen dan kontrol, disajikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan dalam menganalisis, lebih jelasnya grafik dari kumpulan data nilai posttest seperti pada Gambar 1.



Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2026

Gambar 1. Grafik Meta-Analisis Nilai *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kontrol

Data nilai posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol pada berbagai penelitian yang dianalisis dalam studi ini diperoleh dari artikel-artikel yang relevan. Data tersebut meliputi nilai rata-rata (*mean*) kelas eksperimen dan kontrol, serta nilai *effect size* (d) untuk mengetahui besar pengaruh perlakuan yang diberikan. Ringkasan data dari masing-masing penelitian disajikan pada Tabel 3.

Analisis data meta-analisis menunjukkan bahwa berbagai model pembelajaran aktif dalam Biologi secara konsisten memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa (Fatonah et al., 2026). Berdasarkan data pada Tabel 3, kategori *effect size* dari 20 artikel yang dianalisis didominasi oleh kategori Tinggi (14 artikel), diikuti kategori Sedang (5 artikel), dan hanya 1 artikel (A17) yang masuk dalam kategori Kecil. Hal ini terlihat dari nilai *effect size* (d) yang sebagian besar berada pada rentang yang signifikan, dengan nilai maksimum mencapai 1,28 pada artikel A14. Nilai ini menandakan adanya peningkatan yang sangat kuat pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol secara keseluruhan.

Model *Project Based Learning* (PjBL) menunjukkan efektivitas yang tinggi, namun bervariasi tergantung pada materi. Pada materi Sistem Pencernaan, PjBL menghasilkan *effect size* tertinggi (d = 1,28), diikuti materi Ekosistem (d = 1,27). Hal ini menunjukkan bahwa PjBL lebih optimal pada materi yang memungkinkan eksplorasi konkret dan pembuatan produk. Selain itu, PjBL lebih kuat dalam meningkatkan kreativitas (d = 1,13) dibandingkan hasil belajar kognitif (d = 0,63), sehingga lebih tepat digunakan untuk pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan aplikasi konsep (Fatonah et al., 2026). Sementara itu, *Problem Based Learning* (PBL) unggul dalam meningkatkan berpikir kritis dengan *effect size* sebesar 1,25 (A1). Efektivitas PBL juga dipengaruhi oleh media pendukung, di mana integrasi dengan platform digital seperti Google Classroom (d = 0,88) lebih efektif dibandingkan penggunaan LKPD konvensional (d = 0,71). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi model pembelajaran dan teknologi dapat memperkuat proses berpikir analitis siswa (Dzikrulloh et al., 2025).

Akurasi dari temuan ini didukung oleh nilai Standar Error yang relatif rendah dan konsisten pada seluruh artikel, yakni berada pada rentang 0,259 hingga 0,288. Nilai Standar Error yang kecil ini menunjukkan bahwa estimasi *effect size* dalam meta-analisis ini memiliki presisi yang tinggi dan mewakili populasi penelitian secara akurat. Semakin kecil nilai standar error, semakin tinggi tingkat kepercayaan bahwa hasil yang diperoleh bukan merupakan kebetulan semata.

Lebih lanjut, analisis pada Interval Kepercayaan (*Confidence Interval*) dengan batas bawah dan batas atas memperkuat konsistensi temuan ini. Hampir seluruh artikel (A1 hingga A20, kecuali A17) memiliki rentang interval kepercayaan yang seluruhnya bernilai positif (di atas 0). Sebagai contoh, pada artikel A11, interval kepercayaan berada pada rentang 0,71 hingga 1,83, yang berarti pengaruh model pembelajaran tersebut dipastikan positif dalam berbagai kondisi. Hanya pada artikel A17 terdapat batas bawah negatif (-0,03), yang selaras dengan kategori *effect size*-nya yang kecil (0,48). Secara kolektif, rentang interval kepercayaan yang sempit dan konsisten di angka positif menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran inovatif memiliki reliabilitas yang tinggi dalam meningkatkan hasil belajar.

Pendekatan berbasis teknologi seperti STEM-TPACK Digital juga menunjukkan peningkatan efektivitas (d = 1,11) dibandingkan versi non-digital (d = 0,92). Temuan ini didukung oleh efektivitas *Blended Learning* (d = 1,15) dan media interaktif (d = 1,08) yang mampu meningkatkan kemampuan penalaran siswa melalui visualisasi konsep abstrak dalam Biologi. Secara umum, kelas eksperimen menunjukkan peningkatan nilai

rata-rata sebesar 5–10 poin dibandingkan kelas kontrol. Hal ini menegaskan bahwa penggunaan model pembelajaran inovatif tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga kualitas proses pembelajaran (Firmansyah et al., 2022). Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa integrasi PjBL (untuk kreativitas), PBL (untuk berpikir kritis), serta dukungan teknologi digital (STEM-TPACK) merupakan strategi yang efektif dalam meningkatkan hasil belajar Biologi di era Kurikulum Merdeka.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil meta-analisis terhadap 20 artikel penelitian, dapat disimpulkan bahwa strategi pembelajaran Biologi berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini ditunjukkan oleh mayoritas nilai *effect size* yang berada pada kategori tinggi, yang mengindikasikan bahwa pembelajaran pada kelas eksperimen lebih efektif dibandingkan kelas kontrol. Model pembelajaran seperti *Problem Based Learning* (PBL) terbukti paling efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, sedangkan *Project Based Learning* (PjBL) lebih unggul dalam mengembangkan kreativitas siswa. Selain itu, integrasi teknologi dalam pembelajaran, seperti STEM-TPACK dan *blended learning*, mampu memperkuat proses berpikir analitis melalui visualisasi dan interaktivitas yang lebih baik. Secara keseluruhan, penerapan strategi pembelajaran berbasis HOTS tidak hanya meningkatkan hasil belajar, tetapi juga kualitas proses pembelajaran yang lebih aktif, kontekstual, dan bermakna. Oleh karena itu, strategi ini direkomendasikan untuk diimplementasikan secara luas dalam pembelajaran Biologi guna mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21. Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, pendidik diharapkan dapat mengombinasikan model PBL atau PjBL dengan media digital yang relevan untuk mengoptimalkan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka. Penelitian masa depan dapat memperluas cakupan meta-analisis pada materi Biologi lainnya yang belum banyak dieksplorasi dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abraham, I., Tjalla, A., & Indrajit, R. E. (2021). HOTS (High Order Thingking Skill) dalam Paedagogik Kritis. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, *5*(3), 2598–9944. https://doi.org/10.36312/jisip.v5i3.2211/http

Adawyah, A. R., & Habibie, S. M. R. (2021). Effects of Fermentation Time on Chemical, Organoleptic Characteristics and Total Plate Count of Dried Squid (Loligo sp.). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, *24*(2), 160–166. https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i2.32911

Erlangga, S. Y., Poort, E. A., Winingsih, P. H., Manasikana, O., & Dimas, A. (2023). Meta-Analisis: Effect size Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) dan Pemahaman Konseptual Siswa dalam Fisika. *COMPTON (JURNAL ILMU PENDIDIKAN FISIKA)*, *9*(2), 185–198.

Hadi, A. F., Az-Zahra, F., & Salsabila, N. (2023). Strategi Organisasi Pendidikan di Tingkat Sekolah Menengah dalam Menghadapi Tantangan Global. *Protasis: Jurnal*

Bahasa, Sastra, Budaya, Dan Pengajarannya, *2*(1), 178–189. https://doi.org/10.55606/protasis.v2i1.87

Jauhari, M. T., Adisan, Kurniawan, D., & Rokhmat, J. (2025). Model Pembelajaran Kontekstual dan Ilmu Pengetahuan Alam: Analisis Bibliometrik Tren dan Lanskap Penelitian dalam Pendidikan. *Contextual Natural Science Education Journal*, *3*(2), 15–31. https://doi.org/10.29303/cnsej.v3i2.1079

Liani, A. M. (2025). Meta-Analisis Dampak Inovasi Pembelajaran Pada Penelitian Pendidikan Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS). *Jurnal Ilmiah Matematika (JIMAT)*, *6*(2), 714–723. https://doi.org/10.63976/jimat.v6i2.1124

Miterianifa, Trisnayanti, Y., Khoiri, A., & Ayu, H. D. (2019). Meta-analysis: The effect of problem-based learning on students' critical thinking skills. *AIP Conference Proceedings*, *2194*. https://doi.org/10.1063/1.5139796

Nirwana, R., Khoiri, Q., Fatmawati, U., Bengkulu, S., Fatah, J. R., & Bengkulu, K. (2023). Kebijakan Kurikulum Pendidikan Islam Pada Satuan Pendidikan Dasar, Menengah dan Tinggi. *Journal on Education*, *05*(02), 5266–5278.

Nugroho, I., Wilujeng, I., Pujaningsih, Sad Iman, M., & Nadya Mahesawati, P. (2025). Publication Trends on Higher-Order Thinking Skills and Science Process Skills in Elementary Schools (1992–2023): A Bibliometric Analysis of Science Education. *Al-Bidayah : Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, *17*(2), 92–119. https://doi.org/10.14421/al-bidayah.v17i2.12039

Puspita, A., Azis, A., Arsyad, M., dan Kepulauan, P., Jurusan Biologi, D., Negeri Makassar, U., & Jurusan Fisika, D. (2023). Inovasi Sains dan Pembelajarannya: Tantangan dan Peluang Makassar. *Inovasi Sains Dan Pembelajarannya: Tantangan Dan Peluang*, 510–529.

Putri, A. J., Sukmono, T., & Wicaksana, E. J. (2023). Influence of Problem Based Learning (PBL) Model Based on STEM Approach on Critical Thinking Ability Phase-E in Biology Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(9), 7056–7063. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.4568

Rahmadi, Fadhilah, H., & Mulyono, Y. (2025). TRANSFORMASI STRATEGI PEMBELAJARAN DI ERA DIGITAL: INOVASI MENUJU PENDIDIKAN ABAD 21. *Jurnal Pendidikan*, *7*(1).

Rahmawati, R. A., Suryaningsih, Y., Sugandi, K., Studi, P., Biologi, P., Rahmawati, R. A., Suryaningsih, Y., & Sugandi, M. K. (2025). E-LKPD SEBAGAI MEDIA DIGITAL UNTUK MENDORONG KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI: LITERATURE REVIEW Corresponding Author How to Cite. In *Papanda Journal of Mathematics and Sciences Research* (Vol. 4, Number 1).

Razak, A., Apra Santosa, T., Pendidikan Biologi Universitas Negeri Padang, M., & Hamka Air Tawar, J. (2021). Meta-Analisis: Pengaruh Soal HOTS (Higher Order Thinking Skill) Terhadap Kemampuan Literasi Sains dan Lesson Study Siswa Pada Materi Ekologi dan Lingkungan Pada Masa Pandemi Covid-19 Meta-Analysis: The Effect of HOTS (Higher Order Thinking Skill) Questions on Students' Science Literacy Skills and Lesson Study on Ecology and Environmental Materials During

the Covid-19 Pandemic. *Jurnal Pendidikan Biologi*, *6*(1), 2021. https://doi.org/10.37058/bioed.v6i1.2930

Sanuaka, I. W. A. A., Warpala, I. W. S., & Tegeh, M. (2022). META ANALISIS PENGARUH MODEL PROBLEM BASED E-LEARNING TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*, *12*(1). https://doi.org/10.23887/jurnal_tp.v12i1.863

Seftiani, S., Arsih, F., Hamka Air Tawar, J., & Barat, S. (2021). META-ANALISIS PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK SMA. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, *VII*. http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/bioilmi