

Pengaruh Model *Problem Based Learning* Berbasis TPACK Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

The Influence of the TPACK-Based Problem Based Learning Model on Students' Critical Thinking Ability

Nurul Khotimah^{1*}, Iing Dwi Lestari², Dian Rachmawati³, Evi Amelia⁴

^{1,2,3,4} Department of Biology Education, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail: knurul426@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 02-May. 2025

Revised: 24-Nov. 2025

Accepted: 28-Nov.2025

Keywords:

critical thinking, biodiversity, problem based learning

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *problem based learning* berbasis TPACK terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati di SMAN 3 Pandeglang. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan desain *nonequivalent control group*. Populasi dalam penelitian adalah seluruh siswa kelas X SMAN 3 Pandeglang tahun Pelajaran 2024/2025. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas, yaitu kelas X I sebagai kelas kontrol dan kelas X J sebagai kelas eksperimen. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan cara *simple random sampling*. Teknik pengumpulan data menggunakan tes, lembar observasi dan dokumentasi. Hasil *pretest-posttest* siswa pada kelas eksperimen memperoleh skor nilai N-Gain 0,4 dalam kriteria "sedang" dan skor hasil N-Gain kelas kontrol sebesar 0,2 dalam kriteria "rendah". Uji hipotesis menggunakan uji Mann-Whitney U dengan nilai Asymp.Sig. (2-tailed) $0,000 < 0,005$ yang berarti H1 diterima. Berdasarkan uji hipotesis dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model *problem based learning* berbasis TPACK terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati di SMAN 3 Pandeglang.

This research aims to determine the effect of the TPACK-based problem based learning model on students' critical thinking skills in biodiversity material at SMAN 3 Pandeglang. This research is experimental research using a nonequivalent control group design. The population in the study were all class X students of SMAN 3 Pandeglang for the 2024/2025 academic year. The research sample consisted of two classes, namely class X I as the control class and class X J as the experimental class. The sampling technique was carried out using simple random sampling. Data collection techniques use tests, observation sheets and documentation. The pretest-posttest results of students in the experimental class obtained an N-Gain score of 0.4 in the "medium" criteria and an N-Gain score for the control class of 0.2 in the "low" criteria. Hypothesis testing uses the Mann-Whitney U test with the Asymp.Sig value. (2-tailed) $0.000 < 0.005$ which means H1 is accepted. Based on the hypothesis test, it can be concluded that there is an influence of the TPACK-based problem based learning model on students' critical thinking skills in biodiversity material at SMAN 3 Pandeglang.

Journal Of Perspektif is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



How to Cite:

Khotimah, N., Lestari, I. D., rachmawati, D., & Amelia, E. (2025). The Influence of the TPACK-Based Problem Based Learning Model on Students' Critical Thinking Ability .*Perspektif Pendidikan Dan Keguruan*, 16(2), 163–173. [https://doi.org/10.25299/perspektif.2025.vol16\(2\).22239](https://doi.org/10.25299/perspektif.2025.vol16(2).22239)

PENDAHULUAN

Kemampuan utama yang harus dimiliki oleh siswa saat ini adalah kemampuan abad 21. Kemampuan abad 21 yang diperlukan ialah 6C ini terdiri dari *Critical Thinking* (berpikir kritis), *Creativity* (kreatif), *Collaboration* (kolaborasi), *Communication* (komunikasi), *Character* (karakter), dan *Citizenship* (kewarganegaraan) (Astuti, 2024). Keterampilan ini tidak hanya mencakup pengetahuan akademik, tetapi juga kemampuan untuk beradaptasi, bekerja dalam tim, berpikir kritis, dan berkomunikasi secara efektif. Hal ini berkaitan dengan tantangan kehidupan dalam abad ke-21 menjadi semakin kompleks, sehingga generasi penerus di masa depan harus memiliki kemampuan berpikir kritis dan memecahkan masalah secara mandiri.

Salah satu kemampuan yang perlu dimiliki oleh siswa ialah kemampuan berpikir kritis. Alasan siswa harus memiliki kemampuan berpikir kritis diantaranya membuat siswa dapat memahami materi pelajaran secara lebih dalam serta memasukkan asumsi, sehingga rasa ingin tahu juga motivasi belajar meningkat. Selain itu, memungkinkan siswa untuk menganalisis, memecahkan, dan membuat keputusan yang tepat, sehingga meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan penalaran (Mongkau & Pangkey, 2024). Dalam konteks pendidikan, kemampuan berpikir tersebut merujuk pada cara siswa memahami, mengevaluasi, dan menindaklanjuti argumen juga ide. Berpikir kritis juga melibatkan kemampuan berpikir analitis dan logis saat memecahkan masalah serta membuat keputusan. Kemampuan berpikir kritis menjadi salah satu kemampuan yang dikembangkan dalam pembelajaran abad 21.

Dalam kegiatan pembelajaran pendidik perlu menyesuaikan dengan kebutuhan kebutuhan siswa dan tuntutan perkembangan zaman. Model pembelajaran yang diterapkan harus mampu merangsang siswa untuk aktif berpikir, berkolaborasi, dan memecahkan masalah secara mandiri. Pemilihan model pembelajaran yang tepat akan memengaruhi efektivitas pengembangan keterampilan siswa sehingga memaksimalkan potensi mereka. Menggunakan model pembelajaran kolaboratif dapat membantu mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa (Azzahra et al., 2024). Pembelajaran yang didalamnya melibatkan siswa bekerja sama dan terjadi interaksi antar siswa dapat melatih kemampuan berpikir kritis siswa, hal tersebut terjadi karena siswa terdorong untuk saling bertukar ide, menganalisis perspektif yang berbeda hingga mampu memecahkan masalah bersama-sama (Nurdiyah & Yonata, 2022).

Berdasarkan hasil wawancara diketahui sekitar 70% siswa belum dapat memberikan jawaban optimal pada tes sumatif tahun ajaran 2023/2024 materi keanekaragaman hayati. Hal ini terlihat pada saat menjawab tes dengan jenjang kognitif C4 dan C6. Siswa tidak memberikan jawaban dengan tuntas dalam menyelesaikan soal tentang merancang upaya-upaya perlindungan keanekaragaman hayati dan menganalisis penyebab dari terjadinya kepunahan. Menurut Permata *et al.* (2019) kemampuan berpikir kritis pada siswa ditandai dengan siswa mampu mencapai ranah kognitif C4, C5 dan C6. Sehingga kurang mampunya siswa dalam menyelesaikan soal dengan jenjang kognitif tinggi menjadi ciri bahwa kemampuan berpikir kritis siswa masih rendah. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara dengan siswa, materi keanekaragaman hayati menjadi materi sulit terutama dalam membedakan keanekaragaman gen, jenis hingga ekosistem. Siswa keliru dalam mengelompokkan contoh dari keanekaragaman hayati tersebut. Selanjutnya berdasarkan hasil wawancara guru diperoleh informasi bahwa aktifitas siswa di kelas tergolong pasif terlihat dari sebagian besar siswa belum mampu menyampaikan kesimpulan dan argumen dengan percaya diri.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut dengan cara menggunakan model pembelajaran yang sesuai dengan kemampuan dikembangkan. Diperlukan pembelajaran yang dapat menstimulus kemampuan berpikir kritis siswa secara perlahan. Pembiasaan yang dilakukan pada saat belajar mempengaruhi kemampuan siswa dalam jangka panjang, Salah satu model yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis adalah Model Problem Based Learning. Model PBL membantu mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa serta membuat siswa menjadi mandiri melalui kesempatan yang diberikan kepada siswa untuk menyelidiki Suatu permasalahan (Sitanggung et al., 2024). Pembelajaran yang menerapkan model *problem based learning* melibatkan siswa dalam memecahkan masalah nyata atau kompleks yang relevan dengan kehidupan mereka. Siswa tidak hanya diberikan pengetahuan secara langsung oleh guru, tetapi mereka juga aktif berpartisipasi dalam menemukan solusi untuk masalah yang dihadapi. Penerapan model PBL mendorong siswa untuk lebih aktif karena siswa dihadapkan dengan masalah autentik yang kemudian diselesaikan dengan penyelidikan serta menggunakan pendekatan pemecahan masalah (Mustakim et al., 2023). Siswa diberi tanggungjawab untuk menemukan solusi dari masalah yang diberikan pada saat pembelajaran di kelas. Aktivitas diskusi ini menuntut

siswa untuk berpikir analitis, kritis, dan kreatif sambil bekerja lebih dekat dengan siswa lain untuk mencoba menemukan solusi.

Pembelajaran abad 21 memiliki tuntutan untuk mengintegrasikan teknologi sebagai media pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan belajar. Dalam bidang pendidikan di abad 21 ini menuntut adanya perubahan baik dalam bahan ajar, media pembelajaran, fasilitas, maupun model pembelajaran yang diberikan kepada peserta didik untuk menghadapi tuntutan global yang semakin ketat. Penerapan model PBL di kelas sering kali menghadapi kendala, salah satunya adalah keterbatasan dalam memanfaatkan teknologi secara maksimal. Untuk itu konsep TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) menjadi sangat relevan untuk diterapkan. TPACK adalah sebuah kerangka kerja yang menggabungkan tiga elemen utama, yaitu pengetahuan tentang konten (C), pengetahuan tentang pedagogi (P), dan pengetahuan tentang teknologi (T). Interaksi antara ketiga komponen tersebut memiliki kekuatan dan daya tarik untuk menumbuhkan pembelajaran aktif yang terfokus pada siswa (Triwahyudi, 2021). Model ini menyarankan agar guru mengintegrasikan ketiga elemen tersebut untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih kaya dan efektif. Dengan mengintegrasikan TPACK dalam proses pembelajaran siswa memiliki kesempatan memperoleh pengetahuan secara mandiri. Selain itu, Integrasi antara teknologi, pedagogi, serta konten pada TPACK secara bersamaan dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih dinamis dan efektif. Penerapan TPACK dalam pembelajaran memunculkan interaksi antara guru dengan siswa melalui penyelidikan pengetahuan baru atau pun pengetahuan yang sudah dimiliki menggunakan teknologi (Hardanti et al., 2024).

Penggunaan teknologi dalam pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan efektivitas PBL. Teknologi dapat digunakan untuk memperluas sumber informasi, memfasilitasi kolaborasi, dan mendukung proses eksplorasi masalah secara lebih interaktif. Misalnya, melalui penggunaan perangkat lunak berbasis internet, siswa dapat mengakses berbagai sumber daya digital, dan berbagi ide secara lebih efisien. Berdasarkan hasil penelitian Rizal et al. (2023) penerapan media teknologi seperti handphone dan internet membuat siswa lebih aktif mencari, membaca, dapat menganalisis informasi serta mengemukakan isi pikiran. Dengan demikian, TPACK memungkinkan guru untuk menggabungkan keterampilan pedagogis dan konten dengan teknologi yang dapat memperkaya pengalaman belajar siswa. Penerapan PBL berbasis TPACK dapat memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. PBL mendorong siswa untuk mengeksplorasi masalah secara mendalam, mempertimbangkan berbagai sudut pandang dan mengevaluasi solusi terkait pemecahan masalah yang dihadapi. Ketika proses ini dipadukan dengan teknologi yang tepat, siswa dapat mengakses berbagai informasi yang dapat memperdalam pemahaman serta membantu mereka merumuskan solusi yang lebih baik. Oleh karena itu, model ini berpotensi meningkatkan kemampuan analisis dan evaluasi siswa. Meskipun PBL dan TPACK memiliki potensi besar akan tetapi penerapan dalam pembelajaran tidak selalu berjalan mulus. Terdapat faktor yang dapat memengaruhi keberhasilan penerapan model ini, seperti tingkat pemahaman guru terhadap TPACK, ketersediaan sumber daya teknologi, dan kesiapan siswa dalam menggunakan teknologi. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi lebih lanjut bagaimana model PBL berbasis TPACK dapat diterapkan secara efektif dalam kegiatan pembelajaran serta pengaruhnya terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

Penelitian ini akan melihat bagaimana integrasi antara PBL dan TPACK dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi dalam pembelajaran. Melalui penerapan teknologi yang mendukung proses belajar, diharapkan siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang lebih baik dalam menyelesaikan masalah yang kompleks. Seiring dengan perkembangan teknologi, siswa diharapkan tidak hanya menguasai konten akademik, tetapi juga mampu menggunakan teknologi untuk mendalami materi dan menyelesaikan masalah secara lebih efisien. Oleh karena itu, model PBL yang dipadukan dengan TPACK menjadi sangat relevan untuk diterapkan dalam pendidikan. Model ini memungkinkan guru untuk memanfaatkan teknologi dalam mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif dan mendorong siswa untuk berpikir lebih kritis dan kreatif. Pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi menciptakan lingkungan belajar yang kolaboratif dan interaktif, seperti penggunaan *e-learning* yang memfasilitasi siswa untuk bertukar informasi ketika berdiskusi dalam kelompok (Sundari, 2024).

Penggunaan teknologi dalam model PBL berbasis TPACK juga memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri dan lebih aktif. Siswa dapat mengeksplorasi berbagai sumber daya digital, berdiskusi dengan teman sebaya melalui platform online, dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam lingkungan yang lebih kolaboratif. Ini sejalan dengan tujuan pendidikan di abad ke-21 yang menekankan pada pengembangan keterampilan hidup, seperti berpikir kritis, komunikasi, dan kolaborasi. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan tujuan

penelitian ini untuk mengetahui pengaruh model *problem based learning* berbasis TPACK terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati di SMAN 3 Pandeglang pada tahun ajaran 2024/2025.

METODE

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimen, menggunakan *nonequivalent control group design*. Kelas kontrol dalam penelitian ini tidak sepenuhnya berfungsi sebagai kontrol melainkan sebagai pembanding. Desain penelitian dapat digambarkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian *non equivalent control group design*

E	O1	X	O2
K	O3		O4

[Kusumawardani *et al.*, 2022]

Keterangan:

- E : Kelas eksperimen
- K : Kelas kontrol
- X : Perlakuan, kelas eksperimen model PBL berbasis TPACK dan kelas kontrol model *Discovery Learning*
- O1 : *Pretest*
- O3 : *Pretest*
- O2 : *Posttest*
- O4 : *Posttest*

Penelitian dilaksanakan di SMAN 3 Pandeglang pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025. Populasi penelitian ialah seluruh kelas X SMAN 3 Pandeglang. Pengambilan sampel menggunakan *simple random sampling*. Adapun sampel yang digunakan dalam penelitian yaitu 31 siswa pada kelas X J sebagai kelas eksperimen dan 31 siswa pada kelas I sebagai kelas kontrol. Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi pemberian *pretest* pada kedua kelas sesuai dengan materi yang dipelajari sebelum mendapatkan perlakuan kelas eksperimen yaitu dengan diberi perlakuan penerapan *Problem Based Learning* berbasis TPACK, sedangkan kelas kontrol menggunakan *Discovery Learning*. Setelah diberi perlakuan, kedua kelas diberi *posttest* untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa dalam mempelajari materi keanekaragaman hayati. Perolehan hasil *pretest* digunakan untuk mengetahui kemampuan awal siswa, sedangkan *posttest* digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa. Data yang diperoleh berupa nilai hasil *pretest* dan *posttest*. Masing-masing tes yang digunakan terdiri dari 5 soal uraian yang telah disesuaikan dengan indikator berpikir kritis menurut Mas'ula dan Rokhis (2020) (Tabel 2).

Tabel 2. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

No	Aspek Keterampilan Berpikir Kritis	Indikator yang digunakan
1	<i>Elementary Clarification</i> (Memberikan penjelasan sederhana)	Menganalisis argumen
2	<i>The Basis for the decision</i> (Menentukan dasar pengambilan keputusan)	Melakukan observasi dan menilai laporan hasil observasi
3	<i>Inference</i> (Menyimpulkan)	Kegiatan mendeduksi atau mempertimbangkan hasil deduksi
4	<i>Advances Clarification</i> (Memberikan penjelasan lanjut)	Mendefinisikan serta mempertimbangkan suatu definisi
5	<i>Supposition and integration</i> (Memperkirakan dan menggabungkan)	Menggabungkan informasi atau memadukan dalam penentuan keputusan

(Mas'ula & Rokhis, 2020)

Analisis data yang digunakan ialah statistik deskriptif, analisis N-Gain dan statistik inferensial. Melalui statistik deskriptif diperoleh perhitungan rata-rata hasil tes kelas eksperimen dan kontrol. Perhitungan nilai kemampuan berpikir kritis diperoleh berdasarkan rumus pada persamaan 1. Nilai persentase kemampuan berpikir kritis siswa

diperoleh dari hasil nilai yang dikonversikan ke dalam bentuk persen untuk mengetahui kategori kemampuan berpikir kritis.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 \quad (1)$$

Adapun analisis N-Gain digunakan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa melalui perhitungan nilai *pretest* dan *posttest*. Kategori pembagian skor N-Gain sebagai berikut:

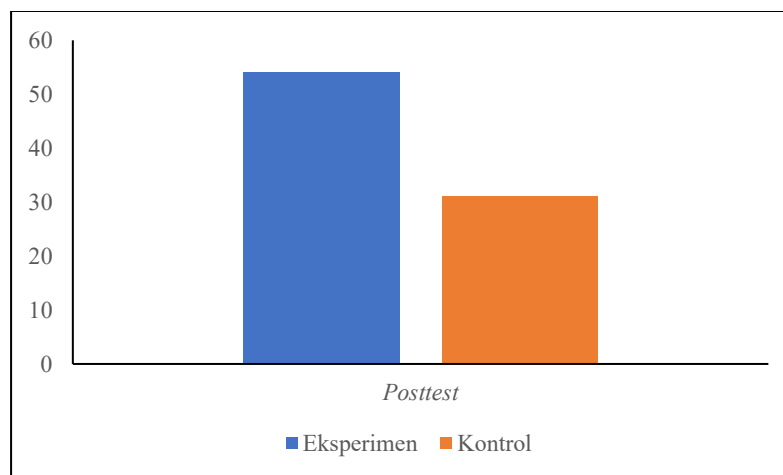
Tabel 3. Kategori pembagian skor N-Gain

Nilai N-Gain	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Selanjutnya statistik inferensial yang digunakan meliputi uji prasyarat normalitas Kolmogorov-Smirnov, uji Levene untuk menentukan homogenitas. Jika data terdistribusi normal dan homogen, maka uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji t. Namun, jika data tidak terdistribusi normal, maka pengujian hipotesis dilakukan dengan uji Mann-Whitney U. Pengujian statistik inferensial menggunakan *software* SPSS Versi 27 dengan nilai Sig. < 0,05.

HASIL PENELITIAN

Kemampuan berpikir kritis siswa yang dilihat berdasarkan hasil *posttest* menunjukkan nilai rata-rata 54 di kelas eksperimen, dan 31 di kelas kontrol (Gambar 1). Perbedaan hasil ini diduga disebabkan oleh penerapan model pembelajaran yang berbeda di kedua kelas, yaitu di kelas eksperimen diterapkan *model Problem Based Learning* berbasis TPACK, sedangkan di kelas kontrol diterapkan model *Discovery Learning*.

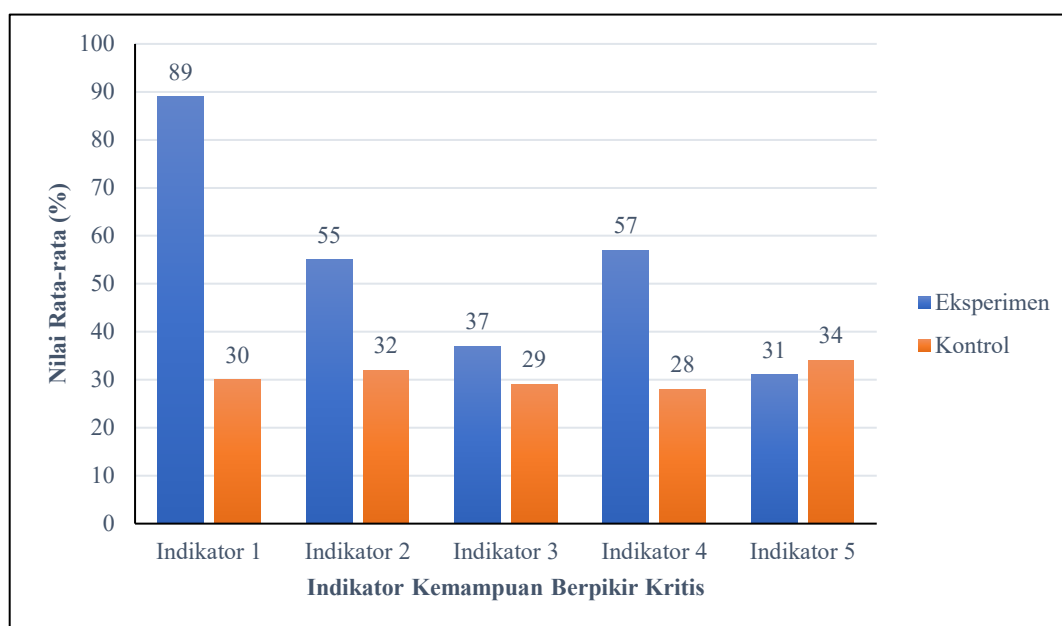


Gambar 1. Rata-rata nilai posttest di kelas eksperimen dan di kelas kontrol

Peningkatan hasil belajar siswa diperoleh melalui analisis N-Gain, yaitu di kelas eksperimen menunjukkan nilai N-Gain sebesar 0,4 (kategori sedang), sedangkan di kelas kontrol menunjukkan nilai N-Gain sebesar 0,2 (kategori rendah). Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa di kelas eksperimen lebih tinggi daripada di kelas kontrol.

Nilai *posttest* di kelas eksperimen dan kontrol terdistribusi tidak normal (Sig. < 0,05), namun homogen (Sig. > 0,05), sehingga pengujian hipotesis dilakukan dengan uji Mann-Whitney U. Uji hipotesis Mann-Whitney U menunjukkan nilai Sig. < 0,05, sehingga H1 diterima. Artinya, terdapat pengaruh model *Problem Based Learning* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati di SMAN 3 Pandeglang.

Baik siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan nilai indikator kemampuan berpikir kritis yang berbeda. Secara umum, nilai setiap indikator berpikir kritis di kelas eksperimen lebih baik dibandingkan di kelas kontrol (Gambar 2).



Gambar 2. Capaian kemampuan berpikir kritis pada indikator berdasarkan hasil *posttest*.

Keterangan: Indikator 1. Menganalisis argumen, Indikator 2. Melakukan observasi dan menilai laporan hasil observasi, Indikator 3. Mendeduksi atau mempertimbangkan hasil deduksi, Indikator 4. Mendefinisikan serta mempertimbangkan suatu definisi, dan Indikator 5. Menggabungkan informasi atau memadukan dalam penentuan keputusan.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan kelas eksperimen dan kontrol. Kelas eksperimen menerapkan model Problem based learning berbasis TPACK. Model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) terdiri dari 5 fase diantaranya fase orientasi siswa pada masalah, mengorganisasikan siswa untuk belajar, membimbing penyelidikan individual atau kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. TPACK merupakan mengoptimalkan TK dalam kegiatan belajar serta mengintegrasikan CK, PK, dan PCK dalam mewujudkan pembelajaran yang efektif, efisien serta menarik (Widaningsih et al., 2023). Adapun implementasi komponen TPACK dalam pembelajaran merujuk pada salah satu indikator dari komponen TPACK penelitian Fajero et al. (2021). Beberapa indikator yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya *Technological Knowledge* merujuk pada media berbasis *website*. Pada kegiatan pembelajaran menggunakan E-LKPD melalui *website liveworksheets*. *Pedagogical Knowledge* merujuk pada membimbing siswa untuk belajar mandiri. Komponen ini diterapkan melalui kegiatan diskusi kelompok pada saat pembelajaran. *Content Knowledge* merujuk pada materi ajar. Pada kegiatan belajar siswa diberi materi dalam bentuk video. Keterkaitan dari masing-masing komponen seperti *Teknological Content Knowledge* yakni mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran diterapkan pada fase 1. Komponen *Pedagogical Content Knowledge* berupa pembelajaran dialogis diterapkan pada fase 2 dan evaluasi hasil belajar diterapkan pada fase 5. *Technological Pedagogical Knowledge* diterapkan pada fase 3. TPACK yang merupakan gabungan dari TK, CK dan PK diterapkan pada fase 4. Oleh karena itu, penerapan model *Problem Based Learning* berbasis TPACK dalam penelitian ini merupakan model pembelajaran *Problem Based Learning* yang setiap fasenya terintegrasi dengan komponen TPACK.

Rata-rata nilai kemampuan berpikir kritis berdasarkan hasil *posttest* siswa di kelas eksperimen berada pada kategori cukup. Hasil belajar di kelas eksperimen lebih tinggi karena menggunakan model *Problem Based Learning* berbasis TPACK. Melalui penerapan model *Problem Based Learning* berbasis TPACK siswa menjadi aktif dalam belajar. Hal tersebut terlihat pada fase 3, siswa mengumpulkan informasi terkait materi yang dipelajari melalui internet kemudian menghubungkan informasi yang ditemukan dengan pengalaman hasil belajar dalam kegiatan diskusi. Selain itu, pada fase 4 dalam kelompok siswa terlibat diskusi untuk menyusun jawaban dalam E-LKPD. Dalam kegiatan diskusi siswa memiliki kesempatan untuk menyampaikan pendapat terkait informasi yang dimiliki. Kegiatan diskusi ketika pembelajaran dapat mengembangkan keterampilan argumentasi siswa (Ontowijoyo et al., 2022). Keterlibatan siswa pada saat belajar di kelas memberikan dampak positif pada saat mengerjakan *posttest*. Siswa lebih memahami materi yang dipelajari, sehingga hasil *posttest* di kelas eksperimen memperoleh hasil yang lebih tinggi.

Berdasarkan hasil pengolahan data melalui program excel terhadap hasil *pretest* dan *posttest* diperoleh rata-rata N-Gain siswa pada kelas eksperimen mencapai 0,4. Hal itu berarti peningkatan hasil siswa setelah mendapat perlakuan penerapan model *problem based learning* berada pada kategori sedang, sebab nilai rata-rata N-Gainnya berada pada rentang nilai $0,3 \leq g \leq 0,7$. Pada kelas kontrol yang menerapkan model *Discovery Learning* diperoleh hasil rata-rata N-Gain sebesar 0,2. Berdasarkan perolehan nilai tersebut berarti peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa di kelas kontrol berada pada kategori rendah, karena nilai N-Gainnya berada pada rentang nilai $g < 0,3$. Hal tersebut terjadi karena kelebihan model *Problem Based Learning* yang dapat membuat siswa lebih memahami konsep materi. Sehingga hasil jawaban *posttest* yang benar di kelas eksperimen lebih banyak dibanding kelas kontrol. Siswa yang memanfaatkan langkah PBL pada langkah membimbing penyelidikan kelompok dan individu menjadi terlatih dalam menganalisis soal dan mampu menjawab soal dengan benar dan tepat (Siagian et al., 2020). Ketika pembelajaran yang dilakukan dapat melibatkan siswa siswa aktif dalam berargumen, memberikan pertanyaan atau kritikan serta memberikan penilaian terhadap suatu yang dipelajari kemampuan berpikir kritis siswa dapat berkembang (Abdullah & Munawwaroh, 2024).

Pada penelitian ini terdapat lima indikator berpikir kritis yang diukur. Indikator pertama yaitu menganalisis argumen. Pada indikator ini rata-rata berpikir kritis yang diperoleh siswa kelas eksperimen mencapai 89% dengan kategori sangat baik dan kelas kontrol 30% dengan kategori kurang. Indikator pertama ini terdapat pada soal nomor satu. Soal nomor satu disajikan gambar mengenai kondisi suatu ekosistem, siswa harus menganalisis gambar untuk dapat mengemukakan pendapatnya pada lembar jawaban soal. Siswa pada kelas eksperimen mampu menganalisis gambar dengan baik sehingga memberikan alasan lengkap pada saat mengisi soal. Hal tersebut dipengaruhi dari Fase 4 mengembangkan dan menyajikan hasil. Pada fase ini siswa berdiskusi untuk menyusun jawaban pada E-LKPD berdasarkan hasil penelusuran internet (TPACK).

Pembelajaran memanfaatkan teknologi berupa E-LKPD mendorong siswa aktif untuk mengerjakan pertanyaan tentang keanekaragaman hayati melalui kegiatan diskusi. Kegiatan penyusunan jawaban yang melibatkan diskusi kelompok memberi peluang pada siswa untuk bertukar ide dan informasi. Sehingga siswa dapat melatih kemampuan berpikir kritis dalam hal mengemukakan argumen melalui kegiatan pengumpulan informasi dan diskusi. Selain itu, pada saat pembelajaran siswa di kelas eksperimen menyimak video pembelajaran. Siswa mendapatkan gambaran nyata dari konsep materi yang dipelajari. Siswa berdiskusi dan bertukar pikiran berdasarkan hasil informasi dalam video digabungkan dengan penelusuran internet. Siswa yang terlibat menyampaikan pendapat ketika diskusi dapat mengingat materi dan mampu menjawab soal dengan tuntas. Menurut (Winata et al., 2024) kegiatan diskusi dalam pembelajaran memberikan kesempatan kepada siswa untuk berpartisipasi aktif dalam menyampaikan pendapat dan berpengaruh pada kemampuan berpikir kritis siswa.

Indikator kedua yaitu melakukan observasi dan menilai laporan hasil observasi. Pada indikator ini nilai rata-rata kemampuan berpikir kritis yang diperoleh siswa kelas eksperimen mencapai 55%

dengan kategori cukup dan kelas kontrol 32% dengan kategori kurang. Indikator kedua ini terdapat pada soal nomor dua. Pada butir soal ini siswa diminta untuk mengevaluasi informasi dan memberikan jawaban tentang pemanfaatan keanekaragaman hayati. Siswa kelas eksperimen sebagian besar dapat menuliskan jawaban dengan lengkap. Hal tersebut terjadi karena siswa kelas eksperimen mengembangkan keterampilan observasi melalui fase 1.

Pada fase 1 siswa memperhatikan dan menemukan permasalahan yang terdapat dalam video. Video youtube sebagai bentuk memanfaatkan teknologi sebagai bahan ajar (TCK). Siswa menganalisis video dengan mengaitkan pengetahuan yang dimilikinya untuk menemukan masalah yang akan dipecahkan. Setelah mengamati video selanjutnya siswa mengumpulkan informasi, pada kegiatan ini siswa mengembangkan kemampuan menganalisis informasi, memecahkan masalah serta membuat keputusan dalam menyusun solusi. Ketika siswa dihadapkan soal yang memerlukan keterampilan observasi siswa kelas eksperimen dapat mengaitkan pengetahuan yang dimiliki untuk menjawab soal sehingga dapat menuliskan jawaban dengan lengkap. Pada kelas kontrol siswa menemukan informasi lalu mencatat jawaban dalam LKPD, sehingga pada saat mengisi soal jawaban yang dituliskan kurang lengkap. Penggunaan konten audiovisual salah satunya video membantu siswa dalam memahami konsep kompleks serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis (Annas et al., 2024).

Indikator ketiga yaitu mendeduksi atau mempertimbangkan hasil deduksi. Pada indikator ini nilai rata-rata kemampuan berpikir kritis yang diperoleh siswa kelas eksperimen mencapai 37% dengan kategori kurang dan kelas kontrol 29% dengan kategori rendah. Indikator kedua ini terdapat pada soal nomor tiga. Pada butir soal ini disajikan gambar tentang proses suksesi primer, siswa diminta menganalisis informasi dari gambar untuk dapat menyusun sebuah kesimpulan. Siswa mengalami kesulitan dalam menjawab soal sehingga mendapatkan skor rendah. Hal ini terjadi karena saat belajar siswa di kelas eksperimen terbiasa membuat kesimpulan dari informasi berupa teks terdapat pada fase 5. Pada fase 5 siswa melengkapi pertanyaan lanjutan tentang materi keanekaragaman hayati melalui kegiatan diskusi (PCK). Siswa menganalisis informasi yang telah dikumpulkan dari internet serta jawaban pada butir soal sebelumnya untuk disusun menjadi jawaban akhir berupa kesimpulan dari permasalahan yang telah dipelajari. Sama halnya dengan siswa di kelas kontrol terbiasa menyusun kesimpulan dari teks bacaan dan menyimak informasi dari guru. Kesulitan siswa dalam memahami informasi yang terdapat pada gambar berhubungan dengan kemampuan literasi visual siswa. hal tersebut karena pada saat belajar guru tidak melatih kemampuan literasi visual siswa. Untuk mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa secara optimal siswa perlu memiliki literasi visual (Fadilah, 2024).

Indikator keempat yaitu mendefinisikan serta mempertimbangkan suatu definisi. Pada indikator ini nilai rata-rata kemampuan berpikir kritis yang diperoleh siswa kelas eksperimen mencapai 57% berada pada kategori cukup dan kontrol 28% dengan kategori kurang. Indikator ini terdapat pada soal nomor lima. Pada butir soal ini siswa diminta untuk memberikan definisi mengenai bentuk pelestarian "insitu" berdasarkan informasi yang disajikan pada soal. Siswa kelas eksperimen dapat menuliskan jawaban dengan baik. Hal tersebut dipengaruhi adanya interaksi antar siswa ketika menyelesaikan masalah dalam E-LKPD pada fase 4 dan 5. Siswa mengumpulkan informasi melalui internet dan berdiskusi terkait informasi yang ditemukan untuk menjawab permasalahan dalam E-LKPD. Pada kegiatan ini siswa mendapatkan pengetahuan baru yang lebih luas. Pada fase 5 siswa menjawab pertanyaan lanjutan yang menuntut mereka untuk menggabungkan informasi baru yang didapat dengan hasil pemecahan masalah pada fase 4. Pada kelas kontrol interaksi antar siswa ketika menyelesaikan tugas dalam LKPD kurang terjalin karena informasi yang diperlukan untuk menjawab LKPD tersedia dalam handout materi. Siswa dapat dengan mudah menemukan jawaban dan memindahkan informasi yang ditemukan. Hal tersebut menyebabkan siswa kesulitan pada saat menjawab soal nomor 5. Penerapan model PBL membuat siswa aktif dalam memecahkan masalah yang diberikan dalam pembelajaran (Arini et al., 2024).

Indikator kelima yaitu menggabungkan informasi atau memadukan dalam penentuan keputusan. Pada indikator ini nilai rata-rata kemampuan berpikir kritis yang diperoleh siswa kelas eksperimen mencapai 31% dengan kategori kurang dan kelas kontrol 34% dengan kategori kurang. Indikator lima ini terdapat pada soal nomor empat. Pada butir soal ini disajikan informasi mengenai suatu kondisi flora yang terancam punah, siswa diminta untuk menggabungkan informasi yang dimiliki dengan informasi pada soal dalam menyusun sebuah solusi. Pada saat mengerjakan soal sebagian besar siswa baik kelas kontrol maupun eksperimen belum bisa memberikan jawaban dengan tuntas. Hal tersebut karena siswa ketika menemukan informasi bentuk pelestarian *in situ* dan *ex situ* siswa cenderung menghafal dan belum sepenuhnya memahami konsep. Pada fase 3 siswa telah dibimbing oleh guru dalam mencari informasi berupa literatur dari internet dan berdiskusi dalam kelompok. Pada fase ini siswa menggunakan teknologi berupa internet untuk mengumpulkan berbagai sumber informasi terkait materi pembelajaran. Setelah itu siswa dibimbing dalam melakukan diskusi untuk menemukan jawaban dari pertanyaan dalam E-LKPD (TPK). Penggunaan internet memudahkan siswa dalam menemukan informasi. Penjelasan mengenai bentuk usaha pelestarian *in situ* dan *ex situ* dapat ditemukan dengan mudah. Akan tetapi perhatian siswa yang mudah teralihkan pada saat diskusi menyebabkan pertukaran informasi yang diterima tidak tuntas. Sehingga pada saat melengkapi jawaban lanjutan LKPD pada fase 5 siswa belum dapat mengaitkan bentuk pelestarian yang ditemukan dengan usaha pelestarian yang dapat dilakukan. Perhatian siswa yang rendah ketika belajar merupakan salah satu faktor yang menyebabkan hasil belajar siswa rendah (Meliana et al., 2023).

Berdasarkan analisis hasil rata-rata N-Gain terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis yang berbeda antara kelas eksperimen dan kontrol. Selain itu, perolehan rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Pada hasil analisis persentase kemampuan berpikir kritis sesuai dengan indikator yang digunakan, 4 dari 5 indikator pada kelas eksperimen memiliki capaian nilai yang lebih tinggi. Hasil uji hipotesis Mann-Whitney U melalui program SPSS Versi 27 diperoleh nilai Sig. $0,00 < 0,05$ berarti H_1 diterima. Sesuai dengan hipotesis yang diajukan maka dapat diketahui bahwa terdapat pengaruh model *problem based learning* berbasis TPACK terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati di SMAN 3 Pandeglang.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang diterapkan di kelas kontrol dan eksperimen, diketahui peningkatan hasil belajar siswa kelas eksperimen berada pada kategori sedang dan kelas kontrol rendah. Selain itu, perolehan nilai *posttest* pada kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Melalui hasil uji hipotesis Mann-Whitney U diperoleh nilai Sig. $0,00 < 0,05$ berarti H_1 diterima. Sesuai dengan hipotesis yang diajukan maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model *problem based learning* berbasis TPACK terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi keanekaragaman hayati di SMAN 3 Pandeglang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., & Munawwaroh, F. (2024). Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Educatio*, 10(1), 155–162. <https://doi.org/10.31949/educatio.v10i1.6313>
- Annas, A. N., Baguna, I., Kobandaha, F., Salasa, S. A., Nuzul, M., & Abdul, H. (2024). *Urgensi literasi terhadap kemampuan berpikir kritis anak*. 1–6.
- Arini, I., Tuapattinaya, M., & Romuty, T. (2024). *Pengaruh Model Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Peningkatan Hasil Belajar Kognitif Siswa Pada Materi Sistem Gerak Pada Manusia Di Kelas Viii Smp Negeri 43 Maluku Tengah*. 10, 282–287.
- Astuti, & Lina, M. (2024). *The Role of 6C Skills in 21st Century Learning of Elementary School Students*. *Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar Volume*, 7(2), 154–161.

- Azzahra, N., Yogica, R., & Fitri, R. (2024). *Menggali Potensi Model Inkuiri Terbimbing dalam Membentuk Kemampuan berpikir kritis Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi*. *Papanda Journal of Mathematics and Science Research*, 3(2), 81–89.
- Fadilah, M. (2024). Literatur Review: Analisis Kemampuan Literasi Visual Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi di Sekolah. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 9(1). <https://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/view/15243%0Ahttps://journal.unpas.ac.id/index.php/biosfer/article/download/15243/7015>
- Fajero, T., Festiawan, R., Anggraeni, D., Rilastiyo Budi, D., Pendidikan Jasmani, J., & Ilmu-Ilmu Kesehatan, F. (2021). Analisis Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) dalam Implementasi Metode Pembelajaran Daring pada Era Covid-19 di SMA Negeri se-Kota Tegal. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi*, 7(2), 342–353. <https://ojs.mahadewa.ac.id/index.php/jpkr/article/view/1136>
- Hardanti, P., Murtinugraha, R. E., & Arthur, R. (2024). Studi Literatur: Pemanfaatan Pendekatan TPACK (Technological, Pedagogical, And Content Knowledge) pada Pengembangan E-Modul Pembelajaran. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 1(3), 11. <https://doi.org/10.47134/jtp.v1i3.307>
- Kusumawardani, N. N., Rusijono, R., & Dewi, U. (2022). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(2), 1416–1427. <https://doi.org/10.58258/jime.v8i2.3217>
- Mas'ula, N., & Rokhis, T. A. (2020). Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Pada Pokok Bahasan Kinematika. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 4(3), 177–185. <https://doi.org/10.30998/sap.v4i3.6279>
- Meliana, Dedy, A., & Budilaksana, R. (2023). Analisis Faktor-Faktor yang Menyebabkan Rendahnya Hasil Belajar. *Journal on Education*, 5(3), 9357–9363. <https://www.jonedu.org/index.php/joe/article/view/1742>
- Mongkau, J. G., & Pangkey, R. D. H. (2024). Kurikulum Merdeka: Memperkuat Keterampilan Abad 21 untuk Generasi Emas. *Journal on Education*, 6(4), 22018–22030. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.6323>
- Mustakim, N. I. L., Hilmi Hambali, & Nurdianti. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Sistem Koordinasi. *COMPASS: Journal of Education and Counselling*, 1(2), 287–292. <https://doi.org/10.58738/compass.v1i2.367>
- Nurdiah, M. S., & Yonata, B. (2022). Implementation of the guided inquiry learning model to train critical thinking skills in senior high school. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(2), 148–155. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i2.3272>
- Ontowijoyo, A. S., Nurhayati, S., Wardani, S., & Haryani, S. (2022). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Melalui Penerapan Problem Based Learning Berpendekatan Flipped Classroom Pada Materi Hidrolisis. *Chemined*, 11(2), 151–157. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/chemined>
- Permata, A. R., Muslim, M., & Suyana, I. (2019). *Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sma Pada Materi Momentum Dan Impuls*. VIII, SNF2019-PE-9–16. <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.pe.02>
- Rizal, S., Yakin, N., & Saparudin, S. (2023). Implementasi TPACK Dalam Peningkatan Keaktifan Siswa Pada Pembelajaran Pai di SMKN 5 dan MAN 2 Mataram. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 9(2), 1203–1217. <https://doi.org/10.58258/jime.v9i2.5049>
- Siagian, T. A., Muchlis, E. E., & Oktavia, R. D. (2020). Analisis Faktor Kesulitan Belajar Mata Pelajaran Biologi Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Krueng Barona Jaya Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 4(2), 124–135.
- Sitanggang, A., Husna, H., Ritonga, P., Arwita, W., & Simatupang, H. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Motivasi dan Berpikir Kritis Siswa dalam The Influence Of The Problem Based Learning Model To Increase Student' Motivation And Critical Thinking In. *Jiic: Jurnal Intelek Insan Cendikia*, 1, 636–645.
- Sundari, E. (2024). Transformasi Pembelajaran Di Era Digital: Mengintegrasikan Teknologi Dalam

Pendidikan Modern. *Cendekia Pendidikan*, 4(4), 50–54.

- Triwahyudi, S. (2021). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis TPACK pada materi kimia SMA. *Chempublish Journal*, 6(1), 46–53. <https://doi.org/10.22437/chp.v6i1.11679>
- Widaningsih, R., Margo Irianto, D., & Yuniarti, Y. (2023). Pembelajaran Berbasis Tpack Untuk Meningkatkan Kemampuan Numerasi Dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Review Pendidikan Dasar : Jurnal Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian*, 9(1), 9–16. <https://doi.org/10.26740/jrpd.v9n1.p9-16>
- Winata, A., Mela Astari, W., Maryati, Y., & Maya Masyitah, P. (2024). Analisis Efektivitas Pembelajaran Metode Diskusi Dalam Meningkatkan Berfikir Kritis Siswa di Kelas. *Jurnal Ilmiah Telaah*, 9(2), 196–201. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/telaah>