Journal of Social and Scientific Education, Vol. 3 No. 3 (2026) : 883-896 ISSN 3047-0684
Available online at: https://doi.org/10.58230/josse.v3i3.965

Pengaruh Model Pembelajaran Case Based Learning dengan Pendekatan Flipped Classroom terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Biologi

[1]Amalia Kartika, [2]Ervan Johan Wicaksana, [3]Desfaur Natalia
Universitas Jambi, Indonesia
[1]krtk9773@gmail.com, [2]ervanjw@unja.ac.id, [3]desfaur.natalia@unja.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the Case-Based Learning (CBL) model combined with a Flipped Classroom approach on students' critical thinking skills in Biology lessons regarding Environmental Change. The study employed a quantitative approach with a non-randomized pretest-posttest control group design. It was conducted at SMA Adhyaksa 1 Jambi during the even semester of the 2025/2026 academic year. The sample consisted of 72 students: class E5 served as the control group and class E6 as the experimental group, with 36 students in each. The control group participated in CBL without the Flipped Classroom approach, while the experimental group participated in CBL integrated with the Flipped Classroom approach. Data were collected via an essay test on critical thinking skills and an observation sheet regarding the implementation of instruction. Data analysis included descriptive statistics, assumption testing, and One-Way ANCOVA using pretest scores as a covariate. The mean pretest score was 23.33 for the control group and 24.53 for the experimental group. After three sessions, the mean posttest score rose to 27.47 for the control group and 31.75 for the experimental group. One-Way ANCOVA results indicated a significant difference in critical thinking skills after controlling for initial ability ($F = 45.700$; $p < 0.001$; partial eta squared = 0.59). All aspects of critical thinking in the experimental group showed improvement: Focus (16.0%), Clarity (11.8%), Reason (17.4%), Overview (21.3%), Inference (16.7%), and Situation (18.8%). The findings demonstrate that integrating CBL with the Flipped Classroom approach resulted in greater improvement in critical thinking skills compared to CBL without this approach within the context of this study.

Keywords: Case-Based Learning, Flipped Classroom, Critical Thinking Skills, Biology Learning, Environmental Change

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran Case Based Learning (CBL) dengan pendekatan Flipped Classroom terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran Biologi materi Perubahan Lingkungan. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rancangan non-randomized pretest-posttest control group. Penelitian dilaksanakan di SMA Adhyaksa 1 Jambi pada semester genap tahun pelajaran 2025/2026. Sampel terdiri atas 72 siswa yang berasal dari kelas E5 sebagai kelompok kontrol dan E6 sebagai kelompok eksperimen, masing-masing 36 siswa. Kelompok kontrol mengikuti CBL tanpa pendekatan Flipped Classroom, sedangkan kelompok eksperimen mengikuti CBL yang dipadukan dengan pendekatan Flipped Classroom. Data diperoleh melalui tes esai kemampuan berpikir kritis dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Analisis data meliputi statistik deskriptif, pengujian asumsi, dan One Way ANCOVA dengan skor pretest sebagai kovariat. Rerata pretest kelompok kontrol sebesar 23,33 dan kelompok eksperimen sebesar 24,53. Setelah tiga kali pertemuan, rerata posttest kelompok kontrol meningkat menjadi 27,47, sedangkan kelompok eksperimen menjadi 31,75. Hasil One Way ANCOVA menunjukkan adanya perbedaan kemampuan berpikir kritis setelah kemampuan awal dikontrol ($F = 45,700$; $p < 0,001$; partial eta squared = 0,59). Seluruh aspek berpikir kritis pada kelompok eksperimen mengalami peningkatan, yaitu Focus 16,0%, Clarity 11,8%, Reason 17,4%, Overview 21,3%, Inference 16,7%, dan Situation 18,8%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi CBL dengan Flipped Classroom menghasilkan perubahan kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan CBL tanpa pendekatan tersebut dalam konteks penelitian ini.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
*Copyright (c) 2026 **Amalia Kartika, Ervan Johan Wicaksana, Desfaur Natalia**

Kata Kunci: Case Based Learning, Flipped Classroom, Kemampuan Berpikir Kritis, Pembelajaran Biologi, Perubahan Lingkungan

Corresponding Author: [1]Amalia Kartika - [1]krtk9773@gmail.com

How to cite : Kartika, A., Wicaksana, E. J., & Natalia, D. (2026). Pengaruh Model Pembelajaran Case Based Learning dengan Pendekatan Flipped Classroom terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Biologi. *Journal of Social and Scientific Education, 3*(3), 883-896. https://doi.org/10.58230/josse.v3i3.965

PENDAHULUAN

Pembelajaran Biologi pada jenjang sekolah menengah tidak hanya berorientasi pada penguasaan fakta, istilah, dan konsep, tetapi juga pada kemampuan siswa menggunakan pengetahuan tersebut untuk memahami fenomena, menilai informasi, menjelaskan hubungan sebab akibat, serta merumuskan penyelesaian terhadap persoalan yang ditemukan di lingkungan. Materi Perubahan Lingkungan merupakan salah satu materi yang memiliki keterkaitan kuat dengan kehidupan sehari-hari karena siswa dapat menemukan contoh perubahan lingkungan, pencemaran, pemanasan global, serta upaya pelestarian lingkungan di sekitar mereka. Kondisi tersebut menjadikan pembelajaran Biologi memiliki peluang untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi apabila pengalaman belajar tidak berhenti pada kegiatan mengingat materi.

Kemampuan berpikir kritis menjadi bagian penting dari keterampilan abad ke-21. Rosnaeni (2021) menjelaskan bahwa pembelajaran abad ke-21 menekankan keterampilan 4C, termasuk kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu, konstruksi bahan ajar yang tepat sangat diperlukan untuk memfasilitasi kebutuhan pembelajaran abad ke-21 dalam menstimulasi kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa (Sarjana et al., 2024). Dalam konteks pembelajaran Biologi, kemampuan tersebut tampak ketika siswa mampu memusatkan perhatian pada persoalan yang dikaji, menjelaskan informasi secara jelas, memberikan alasan yang sesuai, mempertimbangkan keseluruhan informasi, menarik kesimpulan berdasarkan bukti, dan memahami situasi yang melatarbelakangi suatu permasalahan. Keenam aspek yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Focus*, *Clarity*, *Reason*, *Overview*, *Inference*, dan *Situation*.

Pengembangan kemampuan berpikir kritis membutuhkan pengalaman belajar yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk menghadapi masalah, mencari informasi, membandingkan bukti, berdiskusi, dan menguji alasan yang digunakan. Pembelajaran yang terlalu berpusat pada penyampaian informasi oleh guru berpotensi mengurangi kesempatan siswa untuk melakukan proses tersebut secara mandiri. Oleh sebab itu, diperlukan model pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pelaku utama dalam proses analisis dan pemecahan masalah. Salah satu model yang relevan adalah *Case Based Learning* (*CBL*).

CBL menempatkan kasus sebagai titik awal pembelajaran. Berdasarkan perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian, kegiatan dimulai dari orientasi peserta didik Epada kasus, pengorganisasian kelompok, pencarian informasi secara mandiri, penyajian hasil temuan, serta analisis dan evaluasi. Pada materi Perubahan Lingkungan, kasus dapat berupa pencemaran air, pencemaran udara, pencemaran tanah, pemanasan global, maupun permasalahan pengelolaan limbah. Kasus yang dekat dengan pengalaman siswa memungkinkan konsep Biologi dipelajari melalui persoalan yang memiliki konteks, bukan

sekadar melalui definisi.

Penelitian Alfiandra et al. (2022) menunjukkan bahwa bahan ajar berorientasi *CBL* dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Citrawathi & Adnyana (2023) juga menunjukkan bahwa *CBL* berkaitan dengan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir siswa pada bidang nutrisi dan kesehatan. Dewi & Nurjanah (2022) membahas *CBL* dan *problem-based learning* dalam kaitannya dengan kemampuan koneksi matematis, sedangkan Khoiriyah & Wijaya (2022) menunjukkan bahwa *CBL* dapat menstimulasi keterampilan kognitif melalui aktivitas pembelajaran yang melibatkan mahasiswa dalam pembahasan masalah. Temuan tersebut memberikan dasar bahwa kasus dapat menjadi pemicu aktivitas kognitif yang lebih aktif dibandingkan penyampaian materi secara satu arah. Hal ini sejalan dengan temuan Fatimah & Nurita (2023) serta Kasmiryanti et al. (2024) yang menyatakan bahwa model *Case Based Learning* terbukti efektif dalam membangun keterampilan berpikir kritis dan memecahan masalah pada pembelajaran rumpun sains.

Meskipun demikian, *CBL* tetap membutuhkan pengelolaan waktu yang baik. Analisis kasus, pencarian informasi, diskusi, presentasi, dan refleksi memerlukan waktu tatap muka yang cukup. Pendekatan *Flipped Classroom* dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan tersebut dengan memindahkan sebagian aktivitas pengenalan materi ke sebelum kegiatan tatap muka. Siswa memperoleh materi awal melalui sumber belajar yang telah disiapkan, sedangkan waktu di kelas digunakan untuk kegiatan yang membutuhkan interaksi dan pengolahan informasi secara lebih mendalam.

Flipped Classroom pada dasarnya mengubah urutan aktivitas belajar. Informasi dasar dapat dipelajari siswa sebelum masuk kelas, kemudian kegiatan di kelas diarahkan pada penerapan, analisis, diskusi, dan umpan balik. Malto et al. (2018) melaporkan penerapan *Flipped Classroom* pada pembelajaran Biologi dalam kaitannya dengan prestasi akademik dan sikap terhadap Biologi. Putri et al. (2022) mengkaji model *Flipped Classroom* dalam kaitannya dengan kemandirian dan hasil belajar kognitif. Pada aspek berpikir kritis, Siburian et al. (2023) membahas kemampuan berpikir kritis melalui implementasi *Flipped Classroom* pada siswa SMA, sedangkan Simatupang et al. (2023) mengkaji kemampuan berpikir kritis pada materi system respirasi manusia dalam konteks *Flipped Classroom*. Ekaputra (2024) juga melaporkan peningkatan kemampuan berpikir kritis dan aktivitas belajar melalui penerapan *Flipped Classroom-PjBL*.

Penggabungan *CBL* dan *Flipped Classroom* memiliki hubungan yang logis dalam pembelajaran. *CBL* membutuhkan waktu untuk menganalisis kasus, sedangkan *Flipped Classroom* memberikan kesempatan untuk menempatkan informasi awal sebelum tatap muka. Dengan demikian, waktu kelas dapat lebih banyak digunakan untuk mengidentifikasi masalah, mengorganisasikan informasi, membandingkan alternatif solusi, menyampaikan argumen, serta melakukan refleksi. Darmastuti et al. (2025) juga melaporkan penggunaan *Flipped Classroom* berbasis *STEM* untuk mendukung kemampuan berpikir kritis dan literasi Biologi pada materi *Animalia*.

Penelitian terdahulu yang terdapat dalam skripsi umumnya mengkaji *CBL* atau *Flipped Classroom* secara terpisah, atau menggabungkannya dengan pendekatan lain. Penelitian ini memfokuskan pada penerapan *CBL* yang dipadukan dengan pendekatan *Flipped Classroom* pada materi Perubahan Lingkungan di SMA. Perbandingan dilakukan dengan kelas yang sama-

sama menggunakan *CBL* tetapi tidak menggunakan pendekatan *Flipped Classroom*. Dengan rancangan tersebut, penelitian diarahkan untuk melihat apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis setelah kemampuan awal siswa dikontrol secara statistik.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh model pembelajaran *CBL* dengan pendekatan *Flipped Classroom* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran Biologi materi Perubahan Lingkungan di SMA Adhyaksa 1 Jambi. Hasil penelitian diharapkan memberikan gambaran empiris mengenai penggunaan pembelajaran berbasis kasus yang dipadukan dengan pengaturan aktivitas belajar sebelum dan selama pembelajaran tatap muka.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan rancangan *non-randomized pretest-posttest control group*. Penelitian dilaksanakan di SMA Adhyaksa 1 Jambi pada semester genap tahun pelajaran 2025/2026. Populasi penelitian adalah siswa Fase E yang terdiri atas tujuh kelas dengan jumlah keseluruhan 257 siswa. Pemilihan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan pertimbangan kesesuaian kelas dengan tujuan penelitian. Kelas E5 ditetapkan sebagai kelompok kontrol dan kelas E6 sebagai kelompok eksperimen. Untuk mengendalikan potensi variabel perancu dari faktor eksternal, kedua kelas tersebut diajar oleh guru Biologi yang sama dengan jadwal materi yang setara. Pemilihan desain eksperimen ini juga diperkuat oleh rekomendasi Bulus (2021) mengenai penentuan ukuran sampel dan desain optimal pada rancangan *pretest-posttest control-group* non-ekuivalen. Dengan demikian, potensi perbedaan hasil akibat karakteristik pengajar, gaya penyampaian, maupun penguasaan materi guru dapat diminimalisasi, sehingga perbedaan kemampuan berpikir kritis yang terjadi dapat lebih difokuskan pada pengaruh intervensi model pembelajaran.

Kelompok kontrol memperoleh pembelajaran *CBL* tanpa pendekatan *Flipped Classroom*. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran *CBL* dengan pendekatan *Flipped Classroom*. Kedua kelompok mempelajari materi yang sama, yaitu Perubahan Lingkungan, Penelitian ini memiliki keterbatasan pada waktu pengukuran kemampuan berpikir kritis siswa. Pengukuran dilakukan melalui pretest sebelum perlakuan dan posttest setelah tiga kali pertemuan pembelajaran, tanpa pengukuran lanjutan dalam jangka waktu tertentu. Oleh karena itu, peningkatan kemampuan berpikir kritis yang diperoleh belum dapat menunjukkan apakah hasil tersebut dapat bertahan dalam jangka panjang atau hanya mencerminkan dampak jangka pendek setelah penerapan pembelajaran. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengukuran lanjutan (*follow-up test*) agar keberlanjutan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dapat diketahui.

Tahapan *CBL* yang digunakan meliputi lima bagian utama. Tahap pertama adalah orientasi peserta didik pada kasus, yaitu siswa diperkenalkan pada permasalahan kontekstual perubahan lingkungan. Tahap kedua adalah mengorganisasikan siswa dalam kelompok sehingga siswa memiliki pembagian tugas dan tujuan penyelidikan. Tahap ketiga adalah menemukan informasi secara mandiri melalui LKPD, sumber belajar, dan diskusi untuk mengidentifikasi bentuk, penyebab, serta dampak perubahan lingkungan. Tahap keempat adalah mempresentasikan hasil temuan dan memperoleh tanggapan dari kelompok lain.

Tahap kelima adalah menganalisis dan mengevaluasi hasil pembelajaran melalui umpan balik, refleksi, dan penarikan kesimpulan.

Pada kelompok eksperimen, tahapan tersebut dilengkapi dengan prinsip *Flipped Classroom*. Sebelum tatap muka, guru membagikan materi awal berupa video, artikel, atau infografis yang berkaitan dengan perubahan lingkungan. Materi awal berfungsi memberikan pengetahuan pendahuluan sehingga ketika berada di kelas siswa dapat langsung diarahkan pada kasus dan aktivitas analisis. Dalam pelaksanaan pembelajaran, kasus yang digunakan berkaitan dengan persoalan perubahan lingkungan dan pencemaran yang dekat dengan kehidupan peserta didik. Aktivitas tersebut memungkinkan siswa menghubungkan pengetahuan awal dengan informasi yang ditemukan selama proses penyelidikan.

Instrumen pengumpulan data terdiri atas tes esai kemampuan berpikir kritis dan lembar observasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran. Tes disusun berdasarkan enam indikator kemampuan berpikir kritis, yaitu *Focus, Clarity, Reason, Overview, Inference,* dan *Situation*. Tes diberikan sebelum perlakuan (*pretest*) dan setelah tiga kali pertemuan (*posttest*). Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen tes diuji cobakan pada siswa dari kelas yang berbeda dengan kelas penelitian utama yang telah mempelajari materi Perubahan Lingkungan. Uji coba tersebut dilakukan untuk mengetahui kualitas butir soal melalui pengujian validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Berdasarkan hasil pengujian, dari 13 butir soal yang diuji cobakan, 10 butir dinyatakan valid dan digunakan dalam penelitian, sedangkan tiga butir lainnya, yaitu nomor 5,6 dan 8, tidak digunakan. Hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,658. Nilai ini belum mencapai acuan 0,70 yang umum digunakan, sehingga hasil pengukuran kemampuan berpikir kritis perlu diinterpretasikan secara hati-hati dengan mempertimbangkan keterbatasan konsistensi internal instrumen. Tingkat kesukaran butir soal yang digunakan berada pada kategori sedang.

Data dianalisis secara deskriptif menggunakan jumlah skor, rerata, standar deviasi, skor minimum, dan skor maksimum. Selanjutnya dilakukan pengujian asumsi untuk *One Way ANCOVA*, meliputi normalitas residual, homogenitas varians, linearitas antara kovariat dan variabel terikat, serta homogenitas kemiringan regresi. Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *One Way ANCOVA* dengan skor *pretest* sebagai kovariat dan skor *posttest* sebagai variabel terikat. Besaran efek dilaporkan menggunakan *partial eta squared*. Analisis dilakukan untuk mengetahui perbedaan kemampuan berpikir kritis antara kelompok kontrol dan eksperimen setelah kemampuan awal siswa diperhitungkan.

Pelaksanaan Pembelajaran

Pelaksanaan pembelajaran pada kedua kelompok dirancang dengan materi dan tujuan pembelajaran yang sama, tetapi memiliki perbedaan pada pengelolaan aktivitas sebelum dan selama pembelajaran tatap muka. Perbedaan ini penting karena penelitian tidak membandingkan dua materi yang berbeda, melainkan membandingkan *CBL* tanpa pendekatan *Flipped Classroom* dengan *CBL* yang dipadukan dengan *Flipped Classroom*. Dengan demikian, pengalaman belajar berbasis kasus tetap diberikan pada kedua kelompok, sedangkan aktivitas sebelum kelas menjadi ciri tambahan pada kelompok eksperimen.

Pada tahap awal pembelajaran, guru mengondisikan siswa, menyampaikan tujuan, dan memberikan konteks mengenai perubahan lingkungan. Kasus digunakan untuk mengarahkan perhatian siswa terhadap persoalan yang akan dikaji. Dalam perangkat pembelajaran

penelitian, siswa diarahkan untuk mengidentifikasi perubahan lingkungan dan pencemaran, mengelompokkan permasalahan, serta menghubungkan kondisi lingkungan dengan aktivitas manusia. Tahap orientasi tersebut berkaitan dengan aspek *Focus* karena siswa perlu menentukan bagian permasalahan yang menjadi perhatian utama.

Tahap berikutnya adalah pengorganisasian siswa dalam kelompok. Siswa dibagi ke dalam kelompok yang terdiri atas sekitar empat sampai lima orang secara heterogen. Pembagian tersebut memungkinkan siswa berbagi peran dalam menyelesaikan tugas. Guru menjelaskan tujuan, aturan diskusi, dan waktu pengerjaan. Dalam kegiatan kelompok, siswa tidak hanya menerima pembagian tugas, tetapi juga menentukan fokus masalah yang akan dianalisis. Proses tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kejelasan terhadap tujuan penyelidikan dan membangun alasan mengenai informasi yang diperlukan.

Tahap menemukan informasi secara mandiri menjadi bagian penting dalam pembelajaran berbasis kasus. Siswa menggunakan LKPD berbasis kasus dan sumber belajar untuk mengidentifikasi bentuk, penyebab, dan dampak perubahan lingkungan. Pada kelompok eksperimen, aktivitas ini didukung oleh materi awal yang telah diberikan sebelum kelas. Siswa datang ke kelas dengan pengalaman membaca atau menyimak sumber awal, kemudian menggunakan informasi tersebut untuk memperdalam analisis kasus. Pada kelompok kontrol, proses memperoleh informasi dilakukan dalam rangkaian kegiatan pembelajaran *CBL* tanpa tahap belajar awal melalui pendekatan *Flipped Classroom*.

Kasus yang digunakan dalam perangkat pembelajaran berkaitan dengan persoalan lingkungan yang dapat ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu konteks yang digunakan adalah pencemaran sungai, termasuk analisis perubahan kondisi sungai, sumber pencemar, dampak terhadap fungsi ekosi*stem*, dan alternatif penanganan. Siswa diarahkan untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah pencemaran, memprediksi dampak apabila perubahan berlanjut, mengidentifikasi jenis pencemaran berdasarkan karakteristik limbah, dan merumuskan alternatif solusi. Aktivitas tersebut memberikan konteks nyata bagi siswa untuk menggunakan konsep Biologi.

Pada tahap penyajian hasil, setiap kelompok menyusun hasil analisis dan mempresentasikannya. Kelompok lain memberikan pertanyaan, tanggapan, atau masukan. Guru memberikan umpan balik dan membantu siswa mengevaluasi kelebihan dan kekurangan solusi yang diajukan. Kegiatan presentasi tidak hanya berfungsi untuk menyampaikan hasil, tetapi juga menjadi kesempatan untuk memeriksa konsistensi alasan. Siswa perlu menjelaskan mengapa suatu solusi dipilih, bukti apa yang digunakan, dan bagaimana solusi tersebut berkaitan dengan masalah yang ditemukan.

Tahap terakhir adalah analisis dan evaluasi. Guru bersama siswa membahas hasil diskusi, meluruskan miskonsepsi, dan menghubungkan kembali temuan kelompok dengan konsep perubahan lingkungan. Siswa melakukan refleksi terhadap kesulitan yang dihadapi, pengetahuan yang diperoleh, dan bagian pembelajaran yang paling berkesan. Proses refleksi ini penting karena kemampuan berpikir kritis tidak hanya berkaitan dengan menghasilkan jawaban, tetapi juga kemampuan mengevaluasi proses berpikir dan hasil yang telah diperoleh.

Tabel 1 Perbedaan Pengelolaan Pembelajaran pada Kelompok Kontrol dan Eksperimen

Komponen pembelajaran	CBL tanpa Flipped Classroom	CBL dengan Flipped Classroom
Persiapan materi	Materi dipelajari dalam rangkaian pembelajaran kelas	Materi awal dipelajari sebelum tatap muka
Orientasi kasus	Kasus diperkenalkan pada kegiatan pembelajaran	Kasus dianalisis setelah siswa memperoleh materi awal
Aktivitas kelas	Diskusi, pencarian informasi, analisis, presentasi, refleksi	Diskusi, pencarian informasi, analisis, presentasi, refleksi dengan kesiapan awal
Peran siswa	Menganalisis kasus dan mencari informasi	Mempelajari informasi awal dan menggunakannya untuk analisis kasus
Peran guru	Mengarahkan kasus, diskusi, presentasi, dan evaluasi	Menyediakan materi awal, mengarahkan kasus, diskusi, presentasi, dan evaluasi

Perbedaan pengelolaan tersebut tidak berarti bahwa kelompok kontrol tidak memperoleh aktivitas berpikir tingkat tinggi. *CBL* pada kelompok kontrol tetap memberikan kesempatan untuk menganalisis kasus dan menyusun solusi. Perbedaan utamanya adalah kapan informasi awal dipelajari dan bagaimana waktu tatap muka dimanfaatkan. Pada kelompok eksperimen, informasi awal diberikan sebelum kelas sehingga kegiatan tatap muka dapat lebih banyak diarahkan pada aktivitas yang membutuhkan penerapan dan analisis.

Dari perspektif pembelajaran, struktur tersebut dapat membantu menghubungkan pengetahuan awal dengan kasus. Ketika siswa telah memiliki gambaran dasar mengenai perubahan lingkungan, pembahasan kasus dapat diarahkan pada pertanyaan yang lebih spesifik. Misalnya, siswa tidak hanya diminta menjelaskan pengertian pencemaran, tetapi juga menganalisis jenis pencemaran, menentukan sumber pencemar, memperkirakan dampak, dan menilai alternatif penanganan. Dengan demikian, waktu kelas dapat digunakan untuk menguji dan memperbaiki pemahaman melalui interaksi.

Pelaksanaan tiga kali pertemuan juga memperlihatkan bahwa pembelajaran berbasis kasus membutuhkan kesinambungan aktivitas. Materi pertemuan pertama berfokus pada pengenalan perubahan lingkungan dan pencemaran. Pertemuan berikutnya membahas pemanasan global, dampak, dan upaya penanganan perubahan lingkungan. Siswa kemudian menggunakan informasi yang diperoleh untuk menganalisis kasus dan merumuskan tindakan yang relevan. Rangkaian tersebut membuat proses pembelajaran bergerak dari pemahaman masalah menuju analisis dan evaluasi.

Dengan demikian, perubahan skor kemampuan berpikir kritis perlu dilihat bersama dengan karakteristik kegiatan belajar yang dilaksanakan. Hasil kuantitatif menunjukkan perubahan skor, sedangkan struktur pembelajaran memberikan konteks mengenai bagaimana kesempatan untuk berpikir kritis diberikan kepada siswa. Pembahasan selanjutnya menguraikan perubahan skor secara lebih rinci dan menghubungkannya dengan hasil penelitian terdahulu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis setelah pembelajaran. Pada kelompok kontrol, skor rata-rata meningkat dari 23,33 pada *pretest* menjadi 27,47 pada *posttest*, atau bertambah 4,14 poin. Pada kelompok eksperimen, skor rata-rata meningkat dari 24,53 menjadi 31,75, atau

bertambah 7,22 poin. Perbedaan peningkatan tersebut memberikan gambaran awal bahwa perubahan skor pada kelompok yang memperoleh *CBL* dengan pendekatan *Flipped Classroom* lebih besar daripada kelompok yang memperoleh *CBL* tanpa pendekatan tersebut.

Nilai awal kedua kelompok relatif berdekatan. Rata-rata *pretest* kelompok kontrol sebesar 23,33, sedangkan kelompok eksperimen sebesar 24,53. Selisih awal sebesar 1,20 poin menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang tidak jauh berbeda berdasarkan skor deskriptif. Kondisi ini penting karena penelitian tidak menggunakan pembagian siswa secara acak ke dalam kelompok. Penggunaan *pretest* sebagai kovariat kemudian membantu memperhitungkan perbedaan kemampuan awal ketika membandingkan skor akhir.

Pada akhir pembelajaran, rata-rata kelompok eksperimen mencapai 31,75, sedangkan kelompok kontrol mencapai 27,47. Selain rata-rata yang lebih tinggi, skor maksimum kelompok eksperimen mencapai 36, sedangkan kelompok kontrol 33. Skor minimum masing-masing kelompok adalah 25 dan 24. Data tersebut menunjukkan bahwa distribusi skor akhir pada kelompok eksperimen bergeser ke arah skor yang lebih tinggi. Meskipun demikian, interpretasi hasil tetap ditempatkan dalam konteks dua kelas pada satu sekolah dan satu materi pembelajaran.

Tabel 2 Perubahan Rerata Skor Kemampuan Berpikir Kritis

Kelompok	Pretest	Posttest	Peningkatan rerata
Kontrol (CBL)	23,33	27,47	4,14
Eksperimen (CBL-FC)	24,53	31,75	7,22

Perubahan skor tersebut dapat dipahami dari karakteristik pembelajaran yang diterima masing-masing kelompok. Pada kelompok kontrol, *CBL* tetap memberikan pengalaman belajar berbasis kasus. Siswa berhadapan dengan kasus perubahan lingkungan, bekerja dalam kelompok, mencari informasi, menganalisis permasalahan, dan menyampaikan hasil. Oleh karena itu, kelompok kontrol juga mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas *CBL* sendiri memberikan ruang bagi siswa untuk menggunakan pengetahuan secara aktif. Temuan tersebut sejalan dengan Alfiandra et al. (2022) yang melaporkan peningkatan kemampuan berpikir kritis melalui bahan ajar berorientasi *CBL* dan Citrawathi & Adnyana (2023) yang mengaitkan *CBL* dengan kemampuan berpikir dan penguasaan konsep.

Perbedaan yang lebih besar pada kelompok eksperimen berkaitan dengan tambahan pendekatan *Flipped Classroom*. Materi awal dipelajari sebelum pembelajaran tatap muka sehingga waktu kelas tidak sepenuhnya digunakan untuk penyampaian informasi dasar. Dalam rancangan pembelajaran penelitian, kegiatan tatap muka diarahkan pada kasus, diskusi, analisis informasi, presentasi, dan refleksi. Dengan demikian, siswa memperoleh lebih banyak kesempatan untuk menggunakan informasi yang telah dipelajari ketika menghadapi permasalahan baru.

Pola tersebut sesuai dengan prinsip pembelajaran berbasis kasus. Kasus tidak hanya berfungsi sebagai contoh, tetapi menjadi titik awal untuk menentukan fokus masalah dan kebutuhan informasi. Pada materi Perubahan Lingkungan, siswa diminta mengidentifikasi bentuk perubahan lingkungan, mengelompokkan masalah, mencari informasi, menganalisis hubungan aktivitas manusia dengan perubahan lingkungan, dan menyusun alternatif penanganan. Aktivitas tersebut secara langsung berhubungan dengan indikator berpikir kritis

yang diukur dalam penelitian.

Penggunaan *Flipped Classroom* juga memberikan peluang bagi siswa untuk mempersiapkan diri sebelum mengikuti pembelajaran di kelas. Pada kegiatan *before class*, siswa memperoleh materi awal melalui sumber belajar digital. Selama pembelajaran berlangsung, guru dapat memusatkan perhatian pada proses analisis, diskusi, dan pemberian umpan balik terhadap kesulitan yang dihadapi siswa. Pengaturan pembelajaran ini sejalan dengan kajian Malto et al. (2018) mengenai penggunaan *Flipped Classroom* dalam pembelajaran Biologi serta Putri et al. (2022) yang membahas kaitannya dengan kemandirian dan hasil belajar kognitif.

Dari sisi kemampuan berpikir kritis, Siburian et al. (2023) membahas implementasi *Flipped Classroom* pada siswa SMA, sedangkan Simatupang et al. (2023) mengkaji penerapannya pada materi Sistem Respirasi Manusia. Ekaputra (2024) juga membahas peningkatan kemampuan berpikir kritis melalui integrasi *Flipped Classroom* dengan model *Project Based Learning* (PjBL). Selain itu, Darmastuti dkk. (2025) mengkaji penerapan *Flipped Classroom* dan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran Biologi pada materi Animalia. Di sisi lain, meskipun beberapa model pembelajaran inovatif berbasis inkuiri terbimbing juga dilaporkan efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa pada pembelajaran Biologi (Yennita et al., 2024). Penelitian-penelitian tersebut memiliki keterkaitan dengan penelitian ini dalam hal pemanfaatan *Flipped Classroom* untuk mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Perbedaannya terletak pada integrasi pendekatan pembelajaran dengan model yang digunakan serta karakteristik materi yang dipelajari. Penelitian ini mengintegrasikan *Flipped Classroom* dengan model *Case Based Learning* (CBL) pada materi Perubahan Lingkungan, sehingga aktivitas pembelajaran diarahkan pada analisis kasus lingkungan, penalaran berdasarkan informasi yang relevan, evaluasi permasalahan, dan perumusan alternatif solusi. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini terletak pada pengkajian integrasi CBL dan *Flipped Classroom* dalam pembelajaran Biologi materi Perubahan Lingkungan serta kaitannya dengan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini memperluas konteks penerapan *Flipped Classroom* melalui integrasi model pembelajaran berbasis kasus yang relevan dengan permasalahan lingkungan.

Tabel 3 Capaian Enam Aspek Kemampuan Berpikir Kritis

Aspek berpikir kritis	CBL-FC Pretest	CBL-FC Posttest	Peningkatan	CBL Pretest	CBL Posttest	Peningkatan
Focus	63,2	79,2	16,0%	62,5	66,0	3,5%
Clarity	63,2	75,0	11,8%	59,7	69,4	9,7%
Reason	64,2	81,6	17,4%	60,8	69,8	9,0%
Overview	58,8	80,1	21,3%	56,9	69,0	12,1%
Inference	62,5	79,2	16,7%	59,0	68,8	9,8%
Situation	59,7	78,5	18,8%	54,9	68,1	13,2%

Penilaian kemampuan berpikir kritis dalam penelitian ini ditinjau secara komprehensif melalui enam aspek utama model Ennis, yang meliputi *Focus, Clarity, Reason, Overview, Inference,* dan *Situation*. Secara umum, visualisasi data menunjukkan adanya signifikansi pergeseran skor (*gain score*) yang positif pada kedua kelompok penelitan, namun kuantitas selisih poin pada kelas eksperimen (CBL-*Flipped Classroom*) terbukti mendominasi secara konsisten di seluruh aspek dibandingkan kelas kontrol.

Pertama, pada aspek Focus, kelompok eksperimen menunjukkan lonjakan performa dari skor awal 63,2 menjadi 79,2, yang merepresentasikan selisih kemajuan sebesar 16,0 poin. Kenaikan ini mengindikasikan adanya rekonstruksi kemampuan siswa dalam mengidentifikasi, memilah, dan memusatkan perhatian pada esensi masalah kontekstual yang sedang diselidiki. Melalui model CBL, siswa tidak serta-merta disuapi dengan jawaban instan, melainkan diposisikan untuk menelaah situasi rumit dan menentukan masalah mendasar dari kasus perubahan lingkungan yang disajikan. Kemandirian awal yang terbentuk dari aktivitas *before class* pada pendekatan *flipped classroom* memberikan modal kognitif yang kuat bagi siswa untuk langsung melakukan pengerucutan masalah secara efektif saat fase tatap muka dimulai.

Pertama, pada aspek Focus, kelompok eksperimen menunjukkan lonjakan performa dari skor awal 63,2 menjadi 79,2, yang merepresentasikan selisih kemajuan sebesar 16,0 poin. Kenaikan ini mengindikasikan adanya rekonstruksi kemampuan siswa dalam mengidentifikasi, memilah, dan memusatkan perhatian pada esensi masalah kontekstual yang sedang diselidiki. Melalui model CBL, siswa tidak serta-merta disuapi dengan jawaban instan, melainkan diposisikan untuk menelaah situasi rumit dan menentukan masalah mendasar dari kasus perubahan lingkungan yang disajikan. Kemandirian awal yang terbentuk dari aktivitas *before class* pada pendekatan *flipped classroom* memberikan modal kognitif yang kuat bagi siswa untuk langsung melakukan pengerucutan masalah secara efektif saat fase tatap muka dimulai.

Ketiga, pada aspek Reason, tercatat peningkatan dari skor 64,2 menjadi 81,6 dengan capaian selisih sebesar 17,4 poin. Keberhasilan akomodasi aspek ini berakar pada sintaks pembimbingan informasi mandiri di dalam kelas, di mana siswa diwajibkan menyertakan landasan teoretis dan bukti empiris yang logis di balik setiap solusi perubahan lingkungan yang mereka tawarkan. Proses analisis kausalitas (sebab-akibat) antara aktivitas antropogenik (manusia) dengan degradasi kualitas ekosistem sungai atau udara memaksa siswa berpikir secara terstruktur , melampaui sekadar retorika atau pendapat intuitif pada dasar ilmiah.

Keempat aspek *Overview* menunjukkan peningkatan paling besar pada kelompok eksperimen, yaitu 21,3%, dari 58,8 menjadi 80,1. Aspek ini menjadi capaian paling menonjol dalam data penelitian. Peningkatan tersebut dapat dipahami karena pembelajaran mengharuskan siswa melihat permasalahan dari berbagai informasi dan mempertimbangkan hubungan antara aktivitas manusia, perubahan lingkungan, dampak, serta alternatif penanganan. Siswa tidak hanya bekerja dengan satu informasi, tetapi menggabungkan informasi yang diperoleh dari kasus, bahan belajar, diskusi, dan hasil kelompok.

Kelima, aspek *Inference* berkembang secara simultan dengan mencatatkan selisih peningkatan sebesar 16,7 poin (dari 62,5 menjadi 79,2). Ketajaman melakukan inferensi atau penarikan kesimpulan ini terbentuk secara bertahap ketika siswa mengeksplorasi LKPD berbasis kasus. Alih-alih memindahkan informasi mentah dari buku teks, siswa dipandu untuk mengombinasikan data hasil pengamatan riil, menganalisis grafik perubahan lingkungan, dan merangkumnya menjadi sebuah temuan substantif yang valid secara ilmiah.

Keenam, pada aspek *Situation*, kelompok eksperimen berhasil membukukan nilai posttest sebesar 78,5 dari basis pretest 59,7, yang berarti terdapat selisih kemajuan sebesar 18,8 poin. Keberhasilan ini mengonfirmasi bahwa penataan kasus kontekstual yang dekat dengan ekosistem lokal siswa mampu memicu kepekaan situasional. Siswa tidak lagi

memandang konsep Biologi sebagai hafalan abstrak di atas kertas, melainkan sebagai instrumen nyata untuk memecahkan problem aktual yang melatarbelakangi lingkungan sosial dan geografis di sekitar tempat tinggal mereka.

Secara komparatif, apabila seluruh parameter diurutkan berdasarkan nilai selisih poin peningkatan pada kelompok eksperimen, peta distribusinya bergerak dari yang tertinggi menuju terendah yaitu: *Overview* (21,3), *Situation* (18,8), *Reason* (17,4), *Inference* (16,7), *Focus* (16,0), dan *Clarity* (11,8). Di sisi lain, kelompok kontrol yang hanya dibelajarkan dengan CBL konvensional mencatatkan pertambahan skor aspek berturut-turut sebesar 3,5; 9,7; 9,0; 12,1; 9,8; dan 13,2. Berdasarkan perbandingan komprehensif tersebut, terlihat jelas bahwa meskipun model pembelajaran berbasis kasus secara mandiri mampu menstimulasi kemampuan kognitif, pelibatan pendekatan *Flipped Classroom* memberikan efek akselerasi yang jauh lebih masif dan konsisten pada seluruh aspek berpikir kritis siswa.

Tabel 4 Capaian Aspek Berpikir Kritis Kelompok Eksperimen Berdasarkan Level Kognitif

Aspek	Rendah (A) Pre–Post	Peningkatan	Sedang (B) Pre–Post	Peningkatan	Tinggi (C) Pre–Post	Peningkatan
Focus	54,2–81,3	27,1%	60,4–72,9	12,5%	75,0–83,3	8,3%
Clarity	58,3–79,2	20,9%	64,6–75,0	10,4%	66,7–70,8	4,1%
Reason	62,5–85,4	22,9%	62,5–81,3	18,8%	67,7–78,1	10,4%
Overview	50,7–80,6	29,9%	60,4–78,5	18,1%	65,3–81,3	16,0%
Inference	52,1–81,3	29,2%	64,6–77,1	12,5%	70,8–79,2	8,4%
Situation	53,1–80,2	27,1%	58,3–75,0	16,7%	67,7–80,2	12,5%

Analisis deskriptif berdasarkan level kognitif menunjukkan adanya peningkatan skor kemampuan berpikir kritis pada kelompok rendah (A), sedang (B), dan tinggi (C) setelah penerapan model *Case Based Learning* (CBL) dengan pendekatan *Flipped Classroom*. Pada kelompok rendah, peningkatan terjadi pada seluruh aspek kemampuan berpikir kritis, dengan peningkatan terbesar pada aspek *Overview* sebesar 29,9 poin. Pada kelompok sedang, peningkatan terbesar juga terdapat pada aspek *Overview*, yaitu 18,1 poin. Sementara itu, pada kelompok tinggi, peningkatan terbesar terdapat pada aspek yang sama, yaitu 16,0 poin.

Perbedaan besarnya peningkatan tersebut perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan capaian awal setiap kelompok. Kelompok dengan skor awal lebih rendah memiliki ruang peningkatan yang berbeda dibandingkan kelompok dengan skor awal lebih tinggi. Sebagai contoh, pada aspek *Overview*, kelompok rendah mengalami peningkatan dari 50,7 menjadi 80,6, sedangkan kelompok tinggi meningkat dari 65,3 menjadi 81,3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan skor, meskipun besarnya perubahan berbeda.

Secara deskriptif, hasil ini menggambarkan adanya peningkatan capaian kemampuan berpikir kritis pada ketiga kelompok level kognitif. Penyesuaian LKPD berdasarkan level kognitif memberikan konteks bagi pelaksanaan pembelajaran melalui kegiatan analisis kasus dan pemecahan masalah. Namun, hasil tersebut belum dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa pengaruh perlakuan berbeda secara signifikan antara kelompok rendah, sedang, dan tinggi karena analisis yang disajikan belum disertai pengujian statistik pada masing-masing kelompok. Oleh karena itu, temuan ini perlu dipahami sebagai gambaran perubahan skor selama pembelajaran, bukan sebagai bukti perbedaan efektivitas perlakuan antarkategori level kognitif.

Besarnya peningkatan pada kelompok rendah juga memberikan gambaran bahwa kegiatan analisis kasus dan dukungan bahan awal dapat digunakan untuk membantu siswa yang pada awalnya memiliki capaian lebih rendah. Siswa memperoleh kesempatan untuk mempelajari materi sebelum kelas, kemudian menggunakan informasi tersebut dalam diskusi dan pemecahan kasus. Guru juga dapat memberikan bimbingan selama siswa bekerja dalam kelompok. Dengan demikian, proses pembelajaran tidak hanya memberikan tantangan bagi siswa dengan capaian tinggi, tetapi juga menyediakan kesempatan bagi siswa dengan capaian awal lebih rendah untuk memperbaiki pemahamannya.

Pada kelompok tinggi, peningkatan tetap terjadi pada seluruh aspek, tetapi beberapa peningkatan relatif lebih kecil. Hal tersebut dapat berkaitan dengan capaian awal yang sudah lebih tinggi. Meskipun demikian, *Overview* pada kelompok tinggi meningkat 16,0%, lebih besar dibandingkan beberapa aspek lainnya. Ini menunjukkan bahwa aktivitas mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber dan mempertimbangkan permasalahan secara menyeluruh tetap memberikan ruang perkembangan bagi siswa dengan kemampuan awal tinggi.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh model pembelajaran *Case Based Learning* dengan pendekatan *Flipped Classroom* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran Biologi materi Perubahan Lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis, dengan rerata *pretest* dan *posttest* kelompok kontrol sebesar 23,33 dan 27,47, sedangkan kelompok eksperimen sebesar 24,53 dan 31,75. Peningkatan rerata kelompok eksperimen sebesar 7,22 poin lebih besar daripada kelompok kontrol sebesar 4,14 poin. Seluruh indikator *Focus*, *Clarity*, *Reason*, *Overview*, *Inference*, dan *Situation* mengalami peningkatan pada kelompok eksperimen. Hasil *One Way ANCOVA* menunjukkan perbedaan yang signifikan setelah kemampuan awal dikontrol ($F = 45{,}700$; $p < 0{,}001$; *partial eta squared* = 0,59). Dengan demikian, dalam konteks penelitian di SMA Adhyaksa 1 Jambi, penerapan *CBL* dengan pendekatan *Flipped Classroom* menghasilkan perbedaan kemampuan berpikir kritis dibandingkan *CBL* tanpa pendekatan tersebut. Keterbatasan penelitian terletak pada jumlah sampel, satu lokasi sekolah, satu materi Biologi, dan durasi perlakuan yang terbatas. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas sampel, memperpanjang waktu perlakuan, dan menggunakan sumber data tambahan untuk mengkaji proses perkembangan berpikir kritis siswa secara lebih mendalam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMA Adhyaksa 1 Jambi yang telah menjadi lokasi pelaksanaan penelitian serta kepada pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian mengenai penerapan model pembelajaran *Case Based Learning* (CBL) dengan pendekatan *Flipped Classroom* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran Biologi materi Perubahan Lingkungan.

PERNYATAAN PENGGUNAAN AI

Para penulis menyatakan telah menggunakan ChatGPT untuk membantu penyusunan dan penyuntingan naskah artikel, termasuk penyesuaian bahasa dan penyusunan bagian

artikel sesuai dengan pedoman penulisan jurnal. Meskipun menggunakan AI, para penulis menegaskan bahwa merekalah yang bertanggung jawab atas isi, keakuratan data, interpretasi hasil penelitian, dan versi akhir naskah ini.

PERSETUJUAN PARTISIPAN

Penelitian ini melibatkan 72 siswa kelas E5 dan E6 SMA Adhyaksa 1 Jambi sebagai partisipan penelitian. Pernyataan mengenai persetujuan setelah penjelasan dan persetujuan tertulis partisipan disesuaikan dengan prosedur persetujuan yang benar-benar dilaksanakan dalam penelitian.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian, analisis data, dan penyusunan artikel ini.

KONTRIBUSIBUSI PENULIS

A.K. berkontribusi dalam konseptualisasi penelitian, pelaksanaan penelitian, pengumpulan data, analisis data, serta penyusunan naskah artikel. E.J.W. dan D.N. berkontribusi dalam pembimbingan dan peninjauan naskah serta memberikan masukan terhadap pengembangan penelitian. Semua penulis menyatakan bahwa versi final makalah ini telah dibaca dan disetujui. Persentase kontribusi masing-masing penulis ditetapkan berdasarkan kontribusi aktual dalam konseptualisasi, pelaksanaan penelitian, analisis data, penyusunan, dan revisi naskah sebagai berikut: A.K 60%, E. J. W 20%, D.N 20%.

REFERENCES

Alfiandra, A., Yusuf, S., & Barlian, I. (2022). Improving students' critical thinking skills through case based learning oriented textbook. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 6(3), 440–449. https://doi.org/10.23887/jppp.v6i3.56179

Bulus, M. (2021). Sample size determination and optimal design of randomized/non-equivalent pretest-posttest control-group designs. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 11(1), 48–69. https://doi.org/10.17984/adyuebd.941434

Citrawathi, D. M., & Adnyana, P. B. (2023). Case-based learning on concept mastery and students' thinking ability in the field of nutrition and health. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 6(1), 17–24. https://doi.org/10.23887/jp2.v6i1.59643

Darmastuti, S., Isfaeni, H., & Komala, R. (2025). STEM-based flipped classroom: Improve students' critical thinking skills and biological literacy in animalia material. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 11(1), 166–178. https://doi.org/10.22219/jpbi.v11i1.39804

Dewi, E. R., & Nurjanah, A. (2022). Problem-based learning and case-based learning: Which is more effective for fostering mathematical connection? *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 9(2), 124–136. https://doi.org/10.21831/jrpm.v9i2.53276

Ekaputra, F. (2024). Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan aktivitas belajar dengan penerapan model pembelajaran Flipped Classroom-PjBL. *Pancasakti Science Education Journal*, 9(1), 31–38. https://doi.org/10.24905/psej.v9i1.169

Fatimah, S., & Nurita, T. (2023). Membangun keterampilan berpikir kritis siswa melalui Case Based Learning pada materi getaran. *PENSA E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 11(3), 273–277. https://doi.org/10.26740/pensa.v11i3.54375

Kasmiryanti, S. N., Sindi, Nuratmi, & Misa, Y. T. (2024). Case Based Learning pada pembelajaran fisika. *Guru Pencerah Semesta*, 2(2), 232–241. https://doi.org/10.56983/jgps.v2i2.878

Khoiriyah, U., & Wijaya, A. (2022). Exploring problem-based learning (PBL) and case-based learning (CBL) in stimulating cognitive skills among medical students. *IIUM Medical Journal Malaysia*, 21(4). https://doi.org/10.31436/imjm.v21i4.2066

Malto, G. A. O., Dalida, C. S., & Lagunzad, C. G. B. (2018). Flipped classroom approach in teaching biology: Assessing students' academic achievement and attitude towards biology. *KnE Social Sciences*, 3(6), 540. https://doi.org/10.18502/kss.v3i6.2403

Putri, N. A., Siburian, J., & Sadikin, A. (2022). Independence and cognitive learning outcomes of students with the flipped classroom learning model. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8(3), 558–570. https://doi.org/10.36687/jpbn.v8i3.3141

Rosnaeni, R. (2021). Karakteristik dan asesmen pembelajaran abad 21. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3829–3840. https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1548

Sarjana, K., Kurniawan, E., Lu' Luilma'nun, U., & Kertayani, N. M. (2024). Construction of teaching materials to facilitate 21st century learning on critical and creative thinking. *Jurnal Kependidikan*, 10(1), 242–250. https://doi.org/10.33394/jk.v10i1.9442

Siburian, J., Sinaga, E., & Murni, P. (2023). Kemampuan berpikir kritis melalui implementasi Flipped Classroom pada siswa SMA. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 12(1), 71–80. https://doi.org/10.20961/inkuiri.v12i1.68213

Simatupang, E. C., Silitonga, M., & Rajagukguk, S. H. (2023). Students' critical thinking skills on human respiratory system material in flipped classroom. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 387–393. https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.26841

Yennita, Astriawati, F., & Jumiarni, D. (2024). Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL): Its effectiveness in increasing students' scientific literacy skills in plant physiology course. *Bioeduscience*, 8(1), 104–115. https://doi.org/10.22236/jbes/13008