JURNAL JEUMPA
JURNAL PENDIDIKAN SAINS & BIOLOGI

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

Efektivitas *Flipped Classroom* Berbasis Kasus terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemandirian Belajar Mahasiswa

The Effectiveness of a Case-Based Flipped Classroom on Students' Critical Thinking Skills and Learning Independence

Nazar Muhammad*, Dewi Andayani, Yaumil Istiqlal M Nur, Azkiya Khumais, & Fitratul Husna

Departemen Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Hasan Krueng Kalee, Darussalam, Banda Aceh, Aceh, 23111, Indonesia

**corresponding author: nazarmuhammad@usk.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas model pembelajaran *flipped classroom* berbasis kasus dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar mahasiswa. Penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimen *non-equivalent control group pretest-posttest*. Sampel terdiri atas 80 mahasiswa, dengan 40 mahasiswa pada kelas eksperimen yang mengikuti *flipped classroom* berbasis kasus dan 40 mahasiswa pada kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Data dikumpulkan menggunakan tes esai untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kuesioner yang diadaptasi dari *Self-Directed Learning Readiness Scale* untuk mengukur kemandirian belajar. Hasil MANCOVA menunjukkan bahwa *flipped classroom* berbasis kasus berpengaruh signifikan secara simultan terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar ($p < 0.001$; *Pillai's Trace* = 0.582). *N-Gain* kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen sebesar 0.68, lebih tinggi daripada kelas kontrol sebesar 0.39. Kemandirian belajar juga meningkat lebih tinggi pada kelas eksperimen (0.67) dibandingkan kelas kontrol (0.27). Uji ANCOVA menunjukkan pengaruh signifikan dengan *effect size* besar pada kedua variabel. Temuan ini menunjukkan bahwa *flipped classroom* berbasis kasus lebih efektif daripada pembelajaran konvensional dalam mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar mahasiswa serta mendukung implementasi *outcome-based education* melalui optimalisasi LMS dalam pembelajaran.
Kata Kunci: Berbasis kasus; berpikir kritis; biokimia; *flipped classroom*; kemandirian belajar.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the effectiveness of a case-based flipped classroom model in improving students' critical thinking skills and self-directed learning. A quasi-experimental non-equivalent control group pretest-posttest design was employed. The sample consisted of 80 students, 40 in the experimental group receiving case-based flipped classroom instruction and 40 in the control group receiving conventional instruction. Data were collected using an essay test to assess critical thinking skills and a questionnaire adapted from the Self-Directed Learning Readiness Scale to assess self-directed learning. MANCOVA results showed that the case-based flipped classroom had a significant effect on critical thinking skills and self-directed learning ($p < 0.001$; Pillai's Trace = 0.582). N-Gain for critical thinking was 0.68 in the experimental group, compared with 0.39 in the control group. Self-directed learning also increased more in the experimental group (0.67) than in the control group (0.27). ANCOVA confirmed significant effects with large effect sizes. These findings indicate that the case-based flipped classroom was more effective than conventional instruction overall in improving critical thinking and self-directed learning while also supporting outcome-based education through optimal LMS utilization.
Keywords: Biochemistry; case-based; critical thinking; flipped classroom; learning independence.

Manuskrip disubmisi pada 25-08-2026;
disetujui pada 09-09-2026.

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

PENDAHULUAN

Pembelajaran mata kuliah biokimia di perguruan tinggi, khususnya pada materi struktur dan fungsi biomolekul, acapkali menghadapi tantangan pedagogis yang cukup kompleks karena pembelajaran sering kali hanya berfokus pada peningkatan pemahaman konseptual yang belum komprehensif. Berdasarkan evaluasi terhadap proses perkuliahan, strategi pembelajaran konvensional memang telah mampu membantu mahasiswa memahami konsep dan teori, namun kemampuan berpikir kritis mahasiswa masih cenderung lemah. Faktor krusial yang menjadi penyebab permasalahan ini adalah pembelajaran yang belum secara optimal menekankan pada *problem solving* melalui kegiatan yang mendorong penemuan solusi berbasis kasus. Mahasiswa jarang difasilitasi untuk menganalisis hubungan antarkonsep secara komprehensif, sehingga mereka kurang terbiasa mengembangkan kemandirian belajar serta keterampilan menganalisis masalah secara kontekstual yang menjadi tuntutan kompetensi abad ke-21 dan mendukung pencapaian SDGs-4, yaitu pendidikan berkualitas (*Quality Education*).

Sebagai salah satu upaya untuk menghadapi permasalahan tersebut, model *flipped classroom* berbasis kasus dapat diimplementasikan sebagai model pembelajaran inovatif. Dengan menempatkan aktivitas belajar mahasiswa secara mandiri sebelum perkuliahan secara luring, alokasi waktu di dalam kelas dapat dioptimalkan untuk mengkaji hubungan antarkonsep guna memperdalam pemahaman dan menganalisis permasalahan berbasis kasus. Mahasiswa tidak hanya dituntut memahami materi biomolekul pada tataran konseptual, tetapi juga membedah kasus, menganalisis informasi berdasarkan prinsip biokimia, serta mengevaluasi alternatif solusi secara logis. Kemandirian belajar menjadi capaian penting sekaligus faktor utama yang menunjang keberhasilan penerapan model pembelajaran *flipped classroom*. Dalam model ini, mahasiswa didorong untuk mengelola, memantau, dan mengevaluasi proses belajarnya secara mandiri melalui berbagai sumber belajar sebelum berkolaborasi dan berdiskusi mengenai penerapan konsep pada kasus nyata dan kontekstual selama pembelajaran luring di dalam kelas.

Hasil kajian terhadap penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan *flipped classroom* memberikan dampak positif dalam mengubah pola pembelajaran konvensional menjadi lebih kontekstual dan interaktif. Ugwu & Akpanke (2024) menjelaskan bahwa perubahan paradigma penyampaian materi dari pembelajaran yang berpusat pada pertemuan tatap muka dapat meningkatkan partisipasi mahasiswa serta frekuensi dan kualitas interaksi edukatif melalui pemecahan masalah nyata yang relevan dengan materi. Secara khusus, model ini bermanfaat bagi mahasiswa dengan performa akademik yang tergolong rendah (Harris et

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

al., 2024), serta efektif meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam penguasaan konsep dasar (Öktem et al., 2026). Inovasi lanjutan juga banyak dieksplorasi, seperti integrasi dengan *virtual simulation* dan *team-based learning* yang berhasil meningkatkan motivasi belajar secara mandiri serta memberikan dampak positif terhadap keterampilan operasional laboratorium (Sun et al., 2023; Qu et al., 2024). Dalam ranah teknologi, Liu et al. (2026) menyoroti peningkatan efisiensi interaksi kelas melalui pendekatan *AI-enhanced flipped classroom*, sementara Shah et al. (2026) mencatat peningkatan kemampuan aplikasi dan *problem-solving* dengan merujuk pada kerangka *Bloom's Taxonomy*.

Riset terdahulu menunjukkan tren pengembangan yang positif, namun masih terdapat kesenjangan kajian yang cukup krusial. Umumnya, kajian yang telah dilakukan lebih berfokus pada hasil belajar kognitif, keterampilan praktis sederhana di laboratorium, atau interaksi pembelajaran. Belum ada penelitian yang secara komprehensif membahas penerapan kasus seputar struktur dan fungsi biomolekul yang kompleks secara mendalam hingga melampaui penguasaan kompetensi kognitif. Selain itu, kajian yang secara simultan menguji dampak model *flipped classroom* berbasis kasus terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar mahasiswa masih sangat terbatas. Oleh karena itu, kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penempatan kedua variabel tersebut sebagai fokus utama yang dianalisis secara simultan dalam penerapan *flipped classroom* berbasis kasus.

Berdasarkan pemaparan serta temuan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan model *flipped classroom* berbasis kasus terhadap kemampuan berpikir kritis mahasiswa pada materi struktur dan fungsi biomolekul serta membandingkannya dengan strategi pembelajaran konvensional. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi dampak model pembelajaran tersebut terhadap peningkatan kemandirian belajar mahasiswa serta menganalisis hubungan korelasional antara kemandirian belajar dan kemampuan berpikir kritis yang dicapai. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dan konseptual bagi pengembangan pedagogi berbasis keterampilan tingkat tinggi serta kontribusi praktis dalam meningkatkan mutu pembelajaran biokimia.

METODE PENELITIAN

Desain dan Subjek Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi-eksperimen dan rancangan *non-equivalent control group pretest–posttest design*. Rancangan ini digunakan

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

karena pengelompokan mahasiswa ke dalam kelas telah dilakukan sebelum pembelajaran pada tahun akademik dimulai sehingga randomisasi peserta mata kuliah tidak dapat dilakukan kembali. Subjek penelitian terdiri atas 80 mahasiswa yang terbagi secara seimbang ke dalam dua kelas, yaitu kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran menggunakan model *flipped classroom* berbasis kasus dan kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran dengan strategi konvensional. Variabel yang diintervensi adalah model pembelajaran, sedangkan variabel terikat meliputi kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar. Skor *pretest* kedua variabel digunakan sebagai kovariat pengontrol perbedaan kemampuan awal mahasiswa.

Instrumen Penelitian

Data penelitian dikumpulkan menggunakan dua instrumen, yaitu tes kemampuan berpikir kritis dan kuesioner kemandirian belajar. Tes kemampuan berpikir kritis dikembangkan berdasarkan indikator interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi (Facione, 2020). Kemandirian belajar diukur menggunakan instrumen yang diadaptasi dari *Self-Directed Learning Readiness Scale* (Chikeme et al., 2024). Instrumen tersebut telah digunakan dalam penelitian pembelajaran biokimia dan pendidikan dokter untuk mengevaluasi keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kesiapan belajar mandiri (Sun et al., 2023; Qu et al., 2024). Validitas instrumen diperoleh melalui *expert judgment*.

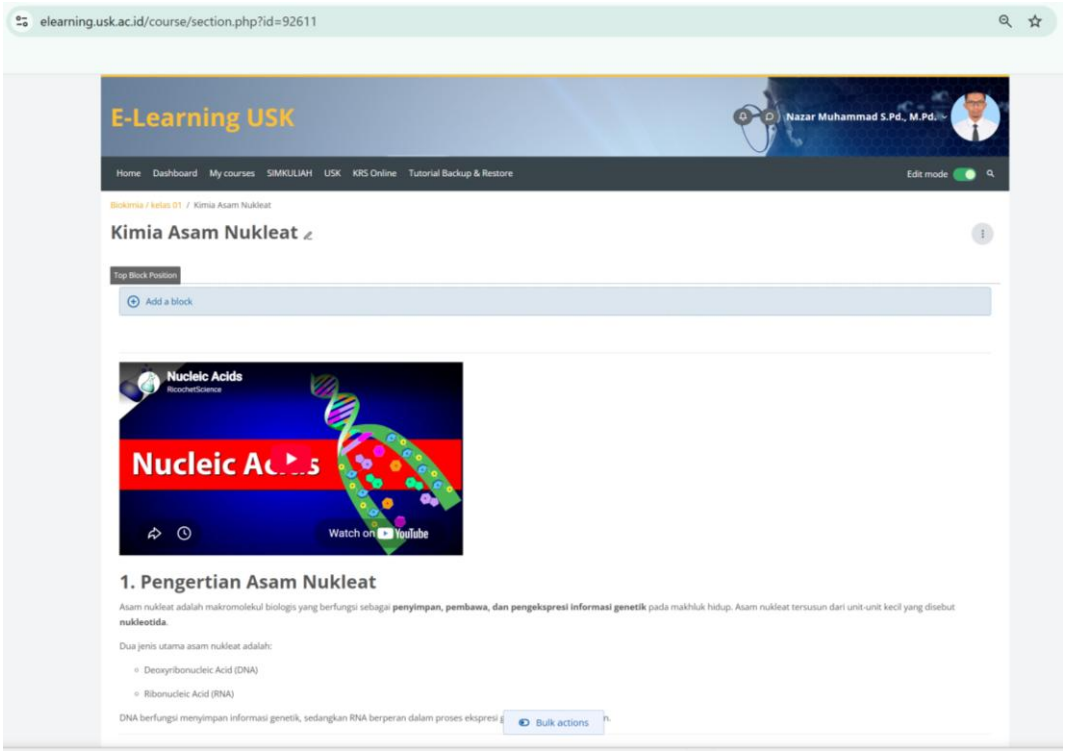
Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diawali dengan pemberian *pretest* kemampuan berpikir kritis dan kuesioner kemandirian belajar pada kedua kelas. Selanjutnya, kelas eksperimen mengikuti pembelajaran melalui penerapan model *flipped classroom* berbasis kasus dengan mempelajari materi dan bahan pembelajaran melalui LMS pada laman elearning.usk.ac.id. LMS dilengkapi dengan materi perkuliahan, tautan sumber belajar yang relevan, video pembelajaran, dan kuis. Untuk menunjang diskusi kasus secara daring, disediakan pula forum diskusi yang dapat diakses oleh seluruh mahasiswa yang terdaftar sebagai peserta mata kuliah biokimia. Forum diskusi digunakan untuk mendorong mahasiswa menganalisis materi dan menyampaikan pendapat berdasarkan alasan yang logis. Tampilan laman LMS *Moodle platform* pada laman elearning.usk.ac.id disajikan pada Gambar 1.

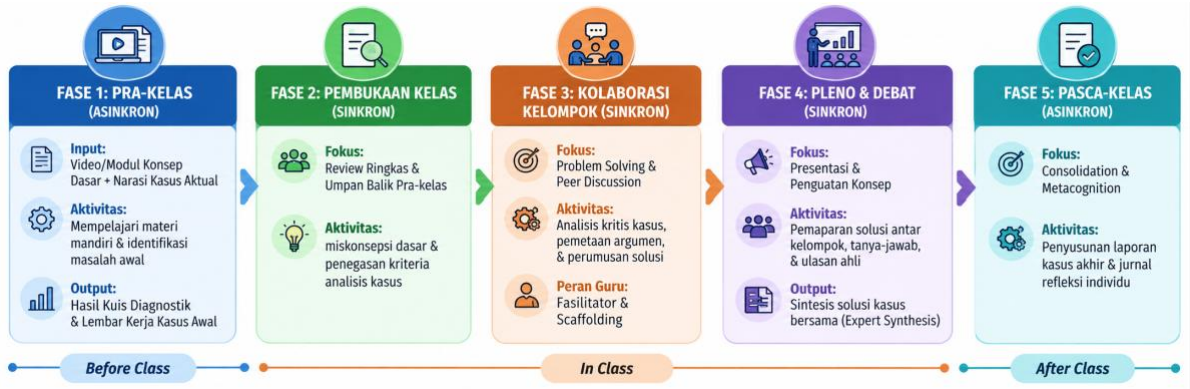
Proses pembelajaran diawali dengan tahap pembelajaran mandiri sebelum kegiatan tatap muka (*before class*). Mahasiswa mempelajari konsep dasar secara mandiri di rumah melalui video pembelajaran, modul digital, dan forum diskusi. Pada tahap inti tatap muka, mahasiswa berkolaborasi dalam kelompok dengan bimbingan dan arahan langsung dari dosen. Tahapan pembelajaran ditutup dengan kegiatan pascapembelajaran (*after class*) berupa evaluasi

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

pemahaman melalui kuis, refleksi belajar, dan pemberian tugas tindak lanjut untuk menunjang pembentukan pengalaman belajar yang lebih komprehensif. Sintaks model pembelajaran *flipped classroom* berbasis kasus disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Tampilan laman LMS *Moodle platform* pada laman elearning.usk.ac.id



Gambar 2. Sintaks model pembelajaran flipped classroom berbasis kasus

Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Statistik deskriptif digunakan untuk memperoleh rerata dan standar deviasi skor pretest, posttest, dan *normalized gain* (N-gain). Asumsi analisis parametrik multivariat diuji melalui *Levene's test*, *Box's M test*, dan *homogeneity of regression slopes*. Efek penerapan model pembelajaran

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

secara simultan terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar dianalisis menggunakan *Multivariate Analysis of Covariance* (MANCOVA) dengan statistik *Pillai's Trace dan Wilks' Lambda*. Pengaruh intervensi terhadap masing-masing variabel terikat dianalisis menggunakan ANCOVA univariat dengan *effect size partial eta squared*. Perbedaan rerata N-gain antara kelas kontrol dan kelas eksperimen diuji menggunakan *Welch's t-test* dan ukuran efek *Cohen's d*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini melibatkan 80 mahasiswa yang terdiri atas masing-masing 40 mahasiswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Deskripsi rerata kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar pada kedua kelas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik deskriptif kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar

Variabel	**Kelas**	**n**	***Pretest* (*Mean*±SD)**	***Posttest* (*Mean*±SD)**
Kemampuan Berpikir Kritis	Kontrol	40	55,03 ± 9,20	72,50 ± 7,38
	Eksperimen	40	53,98 ± 7,83	85,08 ± 11,52
Kemandirian Belajar	Kontrol	40	62,53 ± 11,23	72,28 ± 8,88
	Eksperimen	40	62,30 ± 9,77	87,53 ± 11,22

Hasil pengujian kemampuan awal menunjukkan skor *pretest* kelas kontrol dan eksperimen cenderung setara. Rerata skor *pretest* kemampuan berpikir kritis pada kelas kontrol sebesar 55,03 berada pada rentang yang setara dengan kelas eksperimen sebesar 53,98. Kondisi yang sama terlihat pula pada variabel kemandirian belajar, di mana skor rata-rata *pretest* kelas kontrol 62,53 dan kelas eksperimen sebesar 62,30. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan kedua kelas relatif sama sebelum adanya intervensi dalam pembelajaran.

Setelah dilakukannya intervensi dalam pembelajaran, terlihat hasil *posttest* meningkat pada kedua kelas, namun terlihat jelas bahwa kedua kelas berbeda dalam hal Tingkat capaian skor *posttest*. Kelas eksperimen memperoleh skor *posttest* kemampuan berpikir kritis sebesar 85,08 , jauh melampaui capaian hasil *posttest* kelas kontrol yang memperoleh skor 72,50. Tren keunggulan yang konsisten juga terjadi pada kemandirian belajar, di mana kelas eksperimen mencapai rata-rata 87,53, sedangkan kelas kontrol memperoleh skor 72,28. Temuan ini menunjukkan bahwa model pembelajaran *flipped classroom* yang diterapkan pada kelas eksperimen memberikan dampak yang lebih nyata terhadap peningkatan kemampuan berpikir

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

kritis maupun kemandirian belajar peserta didik dibandingkan model pembelajaran konvensional.

Sebelum dilakukan uji inferensi MANCOVA, dilakukan uji asumsi parametrik multivariat secara komprehensif. Hasil uji asumsi tersebut di atas secara rinci dapat dicermati pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian asumsi statistik untuk analisis MANCOVA

Asumsi	Statistik Uji	Nilai	Sig, (p)	Keputusan
Normalitas Multivariat/Univariat	*Shapiro-Wilk* (Residual)			
- Kemampuan Berpikir Kritis	*Shapiro-Wilk (W)*	0,978	0,214	Terdistribusi Normal ($p > 0{,}05$)
- Kemandirian Belajar	*Shapiro-Wilk (W)*	0,971	0,108	Terdistribusi Normal ($p > 0{,}05$)
Homogenitas Varians (Univariat)	*Levene's Test (F)*			
- Kemampuan Berpikir Kritis	$F(1{,}78)$	2,142	0,147	Varians Homogen ($p > 0{,}05$)
- Kemandirian Belajar	$F(1{,}78)$	1,854	0,178	Varians Homogen ($p > 0{,}05$)
Homogenitas Matriks Kovarians	*Box's M*	4,120	0,265	Matriks Kovarians Homogen ($p > 0{,}05$)
Homogenitas Kemiringan Regresi	$F_{Interaksi}$			
- ,Kelas × BK Pretest	$F(1{,}76)$	0,841	0,362	Kemiringan Homogen ($p > 0{,}05$)
- ,Kelas × KB Pretest	$F(1{,}76)$	1,118	0,293	Kemiringan Homogen ($p > 0{,}05$)

*BK : berpikir kritis, KB: Kemandirian belajar

Uji normalitas residual menggunakan statistik *Shapiro-Wilk* menghasilkan nilai W= 0,98 untuk kemampuan berpikir kritis dan W= 0,971 ($p = 0{,}11$) untuk kemandirian belajar. Karena kedua nilai signifikansi berada di atas nilai $\alpha = 0,05$, disimpulkan bahwa data kedua variabel terikat berdistribusi normal secara multivariat maupun univariat. Selanjutnya, *Levene's Test of Equality of Error Variances* mengindikasikan bahwa varians antar kelas bersifat homogen, baik untuk kemampuan berpikir kritis, $F(1{,}78) = 2{,}142, p = 0{,}147$, maupun kemandirian belajar, $F(1{,}78) = 1{,}854, p = 0{,}178$.

Evaluasi terhadap asumsi multivariat khusus menunjukkan bahwa matriks varians-kovarians antar kelas tidak berbeda secara signifikan berdasarkan *Box's M Test*, dengan nilai $Box's\ M = 4.120, F(3{,}984960) = 1.320, p = .265$ $(p > 0{,}05)$. Selain itu, pengujian homogenitas kemiringan regresi (*homogeneity of regression slopes*) membuktikan tidak adanya interaksi signifikan antara perlakuan ,Kelas dengan kovariat kemampuan berpikir kritis awal, $F(1{,}76) = 0{,}841, p = 0{,}362$, maupun dengan kovariat kemandirian belajar awal, $F(1{,}76) = 1{,}118, p = 0{,}293$. Seluruh asumsi MANCOVA telah terpenuhi sehingga analisis dapat dilanjutkan.

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

Tabel 3. Hasil analisis MANCOVA terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar

Statistik Multivariat	***Value***	**F**	**df Hipotesis**	***df Error***	**Sig. (p)**	***Partial Eta Squared* (ηp2)**
Pillai's Trace	0,582	52,215	2	75	< 0,001	0,582
Wilks' Lambda	0,418	52,215	2	75	<0,001	0,582

Berdasarkan hasil uji multivariat pada tabel 3, implementasi model pembelajaran *flipped classroom* berbasis kasus terbukti berpengaruh secara signifikan dan simultan terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar mahasiswa setelah pengontrolan skor *pretest*. Berpatokan pada *Pillai's Trace* sebagai syarat uji utama, didapatkan nilai statistic 0,582, F(2,75)=52,215, $p < 0{,}001$, dengan ukuran efek $\eta_p^2 = 0{,}582$. Nilai *partial eta squared* ini berada pada kategori efek besar ($\eta_p^2 > 0{,}14$), yang mengindikasikan bahwa sebesar 58,2% varians gabungan dari skor akhir kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar dipengaruhi oleh perbedaan jenis model pembelajaran yang diterapkan pada kelas control maupun kelas eksperimen. Selanjutnya signifikansi pengaruh perlakuan pada masing-masing variabel terikat (kemapuan berpikir kritis dan kemandirian belajar) dipaparkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil ANCOVA univariat

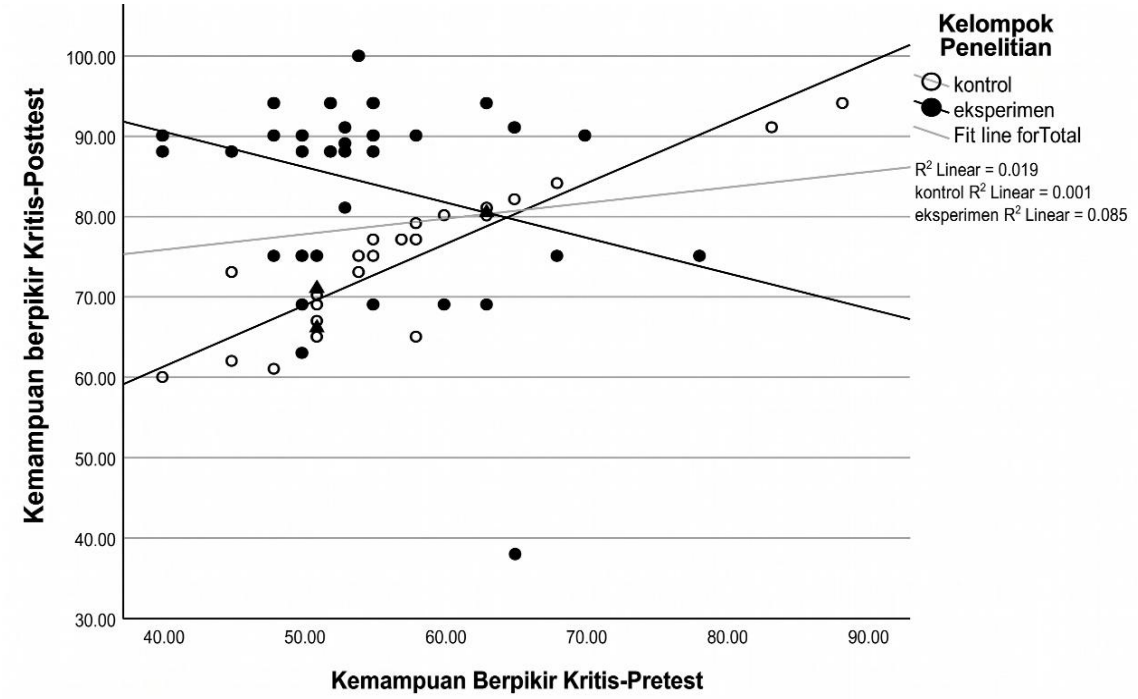
Variabel Dependen	**F**	**df**	**Sig. (p)**	***Partial Eta Squared (ηp2)***	**Keputusan**
Kemampuan Berpikir Kritis	52,614	(1, 76)	< 0,001	0,409	Signifikan
Kemandirian Belajar	62,481	(1, 76)	< 0,001	0,451	Signifikan

Hasil perhitungan ANCOVA Univariat pada tabel 4 menegaskan bahwa jenis perlakuan berupa penerapan model pembelajaran *flipped classroom* berbasis kasus berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis, $F(1{,}76) = 52.614, p < 0{,}001, \eta_p^2 = 0{,}409$, serta terhadap kemandirian belajar, $F(1{,}76) = 62{,}481, p < 0{,}001, \eta_p^2 = 0{,}451$. Kedua variabel menunjukkan *effect size* ($\eta_p^2 > 0{,}14$), yang sangat besar. Ilustrasi tentang arah interaksi kelas pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis awal dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan visualisasi *scatterplot* (sebaran data) dan garis regresi pada Gambar 3, terlihat adanya perbedaan pola hubungan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis pada kedua kelas perlakuan. Pada kelas kontrol, garis regresi membentuk pola linier positif yang sangat kuat dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0{,}801$. Hasil ini mengindikasikan bahwa sebesar 80,1% variansi skor *posttest* kelas tanpa penerapan model *flipped classroom* ditentukan oleh kemampuan awal (*pretest*) mahasiswa. Mahasiswa dengan skor *pretest* rendah cenderung tetap memperoleh skor *posttest* yang rendah. Sebaliknya,

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

pada kelas eksperimen yang menerapkan model *Flipped Classroom* berbasis kasus, garis regresi cenderung landai dengan nilai $R^2 = 0{,}085$ dan sebaran skor *posttest* berkonsentrasi pada rentang tinggi (80 – 95). Persilangan kedua garis regresi tersebut (*non-parallel slopes*) secara visual menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara model pembelajaran *flipped classroom* dan kemampuan awal mahasiswa ($p < 0{,}05$).



Gambar 3. Grafik arah interaksi kelas dan kemampuan berpikir kritis awal

Garis regresi kelas eksperimen terlihat berada pada elevasi yang lebih tinggi secara konsisten di sepanjang kontinum skor *pretest* daripada garis regresi kelas kontrol, dengan kemiringan garis yang paralel. Posisi ordinat seperti ditunukkan pada grafik ini secara visual menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik hanya didorong oleh perlakukan penerapan model pembelajaran, bukan disebabkan oleh bias interaksi kemampuan awal. Demikian pula dengan pengaruh penerapan model *flipped classroom* berbasis kasus terhadap kemandirian belajar dijelaskan lebih lanjut dalam Tabel 5.

Tabel 5. *Adjusted mean* kemandirian belajar mahasiswa setelah mengontrol *pretest*

Kelas	***Adjusted Mean***	***Standard Error of the Mean (SEM)***	***95% Confidence Interval (CI)***	
			Lower Bound	***Upper Bound***
Kontrol	72,21	1,30	69,62	74,81
Eksperimen	87,59	1,30	84,99	90,18

Data hasil analisis *adjusted mean pada* Tabel 5 membuktikan bahwa setelah mengontrol kovariat kemandirian belajar awal (pada nilai rerata kovariat= 62,41), *adjusted mean*

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

kemandirian belajar pada kelas eksperimen mencapai $87{,}59$ ($\mathrm{SE} = 1.30$; 95% CI $[84,99; 90{,}18]$). Angka ini secara signifikan lebih tinggi ddaripada kelas kontrol yang nilai *adjusted mean*-nya hanya $72{,}21$ ($\mathrm{SE} = 1{,}30$; 95% CI $[69{,}62; 74{,}81]$). Selisih rerata terkoreksi sebesar $15{,}37$ poin semakin menegaskan efek nyata dari perlakukan pada kelas eksperimen kelas eksperimen dalam membangun kemandirian belajar dalam diri mahasiswa.

Perbedaan *adjusted mean* tersebutcsecara statistik melalui uji ANCOVA univariat, $F(1{,}76) = 62{,}481, p < 0{,}001$, dengan perolehan ukuran efek $\eta_p^2 = 0{,}451$ telah membuktikan secara signifikan bagaimana pengaruh penerapan model *flipped* classroom berbasis kasus. Nilai *partial eta squared* sebesar 45.1% menunjukkan bahwa model *flipped* classroom berbasis kasus pada kelas eksperimen memiliki kekuatan efek instruksional yang bersifat transformatif dalam mendorong kemandirian, penetapan tujuan belajar (*learning goal setting*), serta ketekunan reflektif mahasiswa daripada strategi pembelajaran yang diterapkan di kelas control. Sementara itu, hasil analis perbedaan tingkat peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar kelas kontrol dan kelas ekspermen dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis N-Gain kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar

Variabel	**Kelas**	***Mean N-Gain***	**SD**	**Kategori**
Kemampuan Berpikir Kritis	Kontrol	0,39	0,13	Sedang ($0.30 \leq g \leq 0.69$)
	Eksperimen	0,68	0,21	Sedang ($0.30 \leq g \leq 0.69$)
Kemandirian Belajar	Kontrol	0,27	0,18	Rendah ($g < 0.30$)
	Eksperimen	0,67	0,23	Sedang ($0.30 \leq g \leq 0.69$)

Hasil analisis *N-Gain* pada Tabel 5 memperlihatkan disparitas efektivitas pembelajaran yang tajam antar kelompok. Pada variabel kemampuan berpikir kritis, kelas eksperimen menunjukkan peningkatan skor rerata pada batas atas kategori sedang, $g = 0{,}68$ ($\mathrm{SD} = 0{,}21$), sementara kelas kontrol hanya mencapai $g = 0{,}39$ ($\mathrm{SD} = 0{,}13$). Pada variabel kemandirian belajar, kelas eksperimen mencapai kategori sedang sebesar $g = 0{,}67$ ($\mathrm{SD} = 0{,}23$), sedangkan kelas kontrol berada pada kategori rendah dengan rata-rata $g = 0{,}27$ ($\mathrm{SD} = 0{,}18$). Selanjutnya untuk mengalisis perbedaan peningkatan rerata serta untuk mengukur *effect size* dilakukan *Welch's t-test* dan *Cohen's d* terhadap *N-Gain* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil *Welch's t-test dan Cohen's d* terhadap *N-Gain*

Variabel	**t**	**df**	**Sig. (p)**	***Cohen's d***	**Interpretasi Efek**
Kemampuan Berpikir Kritis	7,43	63,22	< 0,001	1,684	Efek Sangat Besar ($d > 0.80$)
Kemandirian Belajar	8,69	74,63	< 0,001	1,942	Efek Sangat Besar ($d > 0.80$)

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

Uji signifikansi perbedaan peningkatan menggunakan *Welch's t-test* pada Tabel 7 menunjukkan bahwa selisih *N-Gain* antar kedua kelas sangat signifikan, baik pada kemampuan berpikir kritis, $t(63{,}22) = 7{,}43, p < 0{,}001, d = 1{,}69$, maupun pada kemandirian belajar, $t(74{,}63) = 8{,}69, p < 0{,}001, d = 1{,}942$. Nilai Cohen's d yang melampaui ambang batas 0,80 menunjukkan ukuran efek yang sangat besar (*large effect size*). Secara pedagogis, temuan ini mengonfirmasi bahwa model pembelajaran *flipped classroom* berbasis kasus terbukti secara empiris lebih unggul dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan membangun kemandirian belajar mahasiswa secara simultan.

Pembahasan

Peningkatan yang terlihat signifikan pada variabel kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar dalam penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan paradigma dari transmisi pengetahuan pasif menuju *active learning* bernafaskan nilai-nilai kontruktivisme telah terjadi secara efektif (Palazón-Herrera & Soria-Vílchez, 2021). Data kuantitatif memperlihatkan capaian kelas eksperimen yang berbeda nyata dari kelas kontrol. Peningkatan capaian akademik ini bukan hanya pembuktian dari bias kemampuan awal mahasiswa, melainkan murni dari pengaruh intervensi desain instruksional *flipped classroom* berbasis kasus yang diimplementasikan dalam perkuliahan. Temuan ini juga sejalan dengan hasil penelitian Palazón-Herrera & Soria-Vílchez, (2021) tentang gejala kualitatif terkait persepsi mahasiswa yang turut mendukung keberhasilan pembelajaran, di mana keleluasaan mengelola aktifitas belajar secara mandiri (*self-paced*) secara signifikan turut mengembangkan rasa ketekunan reflektif dan kepemilikan (*self of belonging*) terhadap proses pembelajaran itu sendiri. Sikap adaptif dari mahasiswa terhadap intervensi ini dapat dijelaskan lewat kacamata *Self-Determination Theory* (SDT), di mana model pembelajaran *flipped classroom* memfasilitasi pemenuhan kebutuhan psikologis dasar seperti kemandirian dan kompetensi secara inheren (Li & Wang, 2026). Kemandirian tersebut terwujud dan tercapai secara nyata saat mahasiswa diberikan kebebasan untuk mengakses materi serta menetapkan tujuan belajarnya secara aktif sebelum kelas dimulai (Li & Wang, 2026).

Temuan penelitian ini mengindikasikan ketrkaitan yang erat dengan temuan penelitian terdahulu, di mana penerapan *flipped classroom* terbukti secara empiris unggul dalam meningkatkan kemandirian dan pemahaman konsep dibandingkan model konvensional (Muhammad et al., 2022). Secara teknis, penyelarasan antara aktivitas *flipped classroom* dengan pembelajaran kolaboratif terbukti mampu memicu interaksi antar teman sebaya sebagai peserta pembelajaran dan memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kritis (Lapitan Jr

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

et al., 2023). Capaian yang unggul dalam aspek kemampuan adaptasi pada model pembelajaran *flipped* classroom berbasis kasus ini juga memperkuat keyakinan kita tentang temuan baru terkait pentingnya adaptasi untuk mendukung resiliensi dalam pembelajaran, di mana *flipped classroom* memberikan fleksibilitas tinggi tanpa menuntut perombakan radikal pada sistem evaluasi pembelajaran sambil mempertahankan performa serta efektifitas dan efisiensi instruksional (Flores-Alarcia et al., 2022; Manikowati, 2019). Namun demikian, ditemukan pula adanya divergensi kritis terkait mekanisme keikutsertaan mahasiswa dalam pembelajaran. Temuan penelitian lain juga menunjukkan bahwa keterlibatan mendalam mahasiswa secara komprehensif lebih ditentukan oleh desain instruksional pedagogis yang khas, seperti inkuiri terstruktur dibandingkan semata-mata oleh teknologi terapan dalam pembelajaran (Chen et al., 2026; Li & Wang, 2026; Annajmi et al., 2026). Tanpa adanya perancah (*scaffolding*) pedagogis seperti peta pengetahuan (*knowledge graph*) atau penuntun inkuiri yang sistematis, mahasiswa sangat rentan mengalami beban kerja kognitif yang berlebihan (Yang et al., 2026). Dalam penelitian ini, pendekatan *berbasis kasus* yang dipadupadankan dengan model *flipped classroom* justru bertindak sebagai *scaffolding* yang memberi dukungan untuk meminimalisir bias interaksi antara model pembelajaran dengan kemampuan awal, sehingga secara terukur mampu mencegah kesalahan orientasi kognitif tersebut.

Letak perbedaan dan kebaharuan utama dari model penelitian ini adalah pada integrasi taktis metode *berbasis kasus* (*case based method*) ke dalam skema model pembelajaran *flipped classroom*, yang secara empiris dan simultan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta kemandirian belajar mahasiswa. Jika Li & Wang (2026) berfokus pada intervensi proses drama untuk memenuhi kebutuhan psikologis dasar, dan Yang et al. (2026) mengandalkan *knowledge graph* bertingkat untuk menstrukturkan pemahaman, maka model yang diajukan dalam studi ini membangun alur tahapan belajar yang berusaha secara taktis dan cermat menjadi penghubung antara pemahaman konseptual mandiri menuju tahap pemecahan masalah (*problem* solving) melalui penemuan solusi kasus-kasus secara analitis. Hal ini memungkinkan mahasiswa untuk mempertahankan kinerja akademik secara optimal pada level kognitif yang tinggi, meskipun lamanya proses transmisi materi secara luring mengalami pengurangan (Palazón-Herrera & Soria-Vílchez, 2021). Secara konseptual, penelitian ini turut menyumbangkan pemikiran esensial dengan membuktikan bahwa pergeseran peran dosen sebagai instruktur menjadi fasilitator murni menghendaki rekonstruksi pembelajaran yang cenderung konvensional menjadi diskusi materi berbasis kasus yang lebih presisi dalam perkuliahan secara luring di ruang kelas (Lapitan Jr et al., 2023). Lebih lanjut, model ini

ISSN: 2356-069X
E-ISSN: 2715-4343
https://doi.org/10.33059/jj.v13i1.15162

menawarkan prototipe desain instruksional yang tangguh (Barrios et al., 2022; Borasheva, 2026), yang bukan hanya mengembangkan kemampuan dalam menentukan tujuan belajar mahasiswa, tetapi juga mampu mempercepat transfer kemapuan dan keterampilan aplikatif dan praktis sesuai dengan paradigma *Outcome-Based Education* atau OBE (Yang et al., 2026).

Dampak nyata bagi pendidik dan institusi pendidikan tinggi adalah pentingnya acuan dasar untuk merekontruksi ulang kurikulum, di mana durasi tatap muka dialokasikan secara eksklusif untuk proses menganalisi masalah seputar materi pembelajaran, kolaborasi teman sebaya antar mahasiswa, dan penemuan solusi terkait kasus secara kontekstual daripada hanya sekedar transfer pengetahuan (Lapitan Jr et al., 2023). Lembaga pendidikan tinggi perlu secara strategis mendukung pengunaan *platform Learning Management* System, salah satunya berbasis moodle (Al-Fraihat et al., 2025). Implementasi model *flipped* classroom berbasis kasus juga dilakukan untuk memastikan keberlajutan pembelajaran untuk menghasilkan pendidikan berkualitas (SDGs-4)sebagai salah satu standar pedagogi yang proaktif, tangguh, dan presisi bukan sekadar langkah reaktif di masa krisis (Barrios et al., 2022).

KESIMPULAN

Penerapan model pembelajaran *flipped classroom* berbasis kasus pada materi Struktur dan Fungsi Biomolekul terbukti lebih efektif secara signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar mahasiswa dibandingkan pembelajaran konvensional. Model ini mengintegrasikan pembelajaran konseptual secara mandiri pada tahap pra-kelas dengan pemecahan masalah dan diskusi kolaboratif selama pembelajaran tatap muka, tanpa menunjukkan pengaruh bias kemampuan awal mahasiswa. Keterbatasan penelitian terletak pada durasi pembelajaran tatap muka yang relatif singkat sehingga belum dapat menggambarkan retensi kemampuan kognitif dan keberlanjutan kemandirian belajar dalam jangka panjang. Institusi pendidikan disarankan mengoptimalkan pemanfaatan *Learning Management System* (LMS) secara berkelanjutan sebagai bagian dari implementasi SDGs-4. Penelitian selanjutnya perlu menggunakan desain yang lebih terintegrasi untuk mengeksplorasi keterlibatan mahasiswa dalam aktivitas pra-kelas dan kaitannya dengan performa mahasiswa selama diskusi kasus secara luring langsung dalam pembelajaran tatap muka di kelas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih peneliti ucapkan UPT Perpustakaan dan E-Learning Universitas Syiah Kuala sebagai penyedia *Larning Management System* (LMS) berbasis moodle yang memfasilitasi

peneliti dalam memyediakan beragam materi ajar untuk mendukung *flipped classroom* dan kepada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala atas dukungan moril terutama mendukung aktifitas pembelajaran guna implementasi *flipped classroom* berbasis kasus *yang* juga turut mendukung implementasi kurikulum *Outcome Based Education* (OBE).

REFERENSI

Al-Fraihat, D., Alshahrani, A. M., Alzaidi, M., Shaikh, A. A., Al-Obeidallah, M., & Al-Okaily, M. (2025). Exploring students' perceptions of the design and use of the Moodle learning management system. *Computers in Human Behavior Reports*, *18*, 100685. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100685

Annajmi, A., Kuswandi, D., Setyosari, P., & Praherdhiono, H. (2026). Integrating multiple representations and local cultural contexts into problem-based learning within a flipped classroom: A new framework for mathematics education. *Social Sciences & Humanities Open*, *13*, 102797. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2026.102797

Barrios, A.T., Llinás Rojas, S., Solórzano Movilla, J., Umaña Ibáñez, S. F., & Huyke Taboada, A. (2022). Characterization of flipped classroom model in higher education: A perception from educational resilience during Covid-19 pandemic. *Procedia Computer Science*, *203*, 575-582. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.07.082

Borasheva, A. (2026). Student engagement and language learning in a flipped ESP classroom: The role of Telegram. *Social Sciences & Humanities Open*, *13*, 102382. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102382

Chen, C., Abdul Rabu, S. N., & Jamiat, N. (2026). Effects of a structured inquiry-based virtual laboratory on undergraduate students' learning achievement, laboratory skills, and perceived motivation in a flipped chemical engineering classroom. *Education for Chemical Engineers*, *56*, 100513. https://doi.org/10.1016/j.ece.2026.100513

Chikeme, P. C., Ogbonnaya, N. P., Ihudiebube-Splendor, C., Abonyi, E. O., Madu, O., & Okoronkwo, I. (2024). Self-directed learning readiness and learning achievements of a flipped classroom model approach in research methods class: A quasi-experimental study. *Nurse Education in Practice*, *77*, 103968. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.103968

Facione, P. A. (2020). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts.* (Updated edition). Insight Assessment.

Flores-Alarcia, Ò., del-Arco Bravo, I., Ramos-Pla, A., & Espart, A. (2022). Without fear of change: the flipped classroom as a flexible model in different learning environments. *Heliyon*, *8*(12), e12160. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12160

Harris, E. N., Schroder, E. A., & Berks, T. J. (2024). Student comprehension of biochemistry in a flipped classroom format. *Smart Learning Environments*, *11*(57). https://doi.org/10.1186/s40561-024-00356-z

Lapitan Jr, L. D. S., Chan, A. L. A., Sabarillo, N. S., Sumalinog, D. A. G., & Diaz, J. M. S. (2023). Design, implementation, and evaluation of an online flipped classroom with collaborative learning model in an undergraduate chemical engineering course. *Education for Chemical Engineers*, *43*, 58-72. https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.01.007

Li, Z., & Wang, Z. (2026). Incorporating process drama into the flipped classroom to enhance learner motivation and engagement: A self-determination theory perspective. *Acta Psychologica*, *265*, 106712. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2026.106712

Liu, Y. J., Ma, H. Z., Luo, H. Y., Xiong, Y. X., Qu, F. W., Xie, J. P., & Guo, Y. (2026). From traditional classroom to AI-enhanced flipped classroom: A three-year pedagogical evolution for international students in pharmacology. *BMC Medical Education, 26*(1111). https://doi.org/10.1186/s12909-026-09608-7

Manikowati. (2019). Penerapan model Flipped-Classroom untuk meningkatkan performa guru pada pelajaran Bahasa Inggris (Studi kasus di SMA Negeri 1 Narmada, Nusa Tenggara Barat). *Teknodika: Jurnal Penelitian Teknologi Pendidikan*, *17*(2), 48-61. https://doi.org/10.20961/teknodika.v17i2.34957

Muhammad, N., Nur, Y. I. M., & Widarta, F. O. (2022). Implementasi flipped classroom terhadap pemahaman konsep dan motivasi belajar mahasiswa pada materi metabolisme lipid. *JURNAL JEUMPA: Jurnal Pendidikan Sains & Biologi*, *9*(1), 656-665.

Öktem, H., Sever, S. N., Jamil, Y., & Tülek, N. (2026). An evaluation of flipped classroom-based anatomy teaching in medical students. *Irish Journal of Medical Science (1971 -)*. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s11845-026-04284-4

Palazón-Herrera, J., & Soria-Vílchez, A. (2021). Students' perception and academic performance in a flipped classroom model within Early Childhood Education Degree. *Heliyon*, *7*(4), e06702. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06702

Qu, M., Hou, Q., Li, X., Yu, C., Xia, J., & Dong, Z. (2024). Application of a flipped classroom incorporating modified team-based learning in molecular biology laboratory teaching: A mixed methods study. *BMC Medical Education, 24*(1442). https://doi.org/10.1186/s12909-024-06450-7

Shah, M., Musatova, D., Bird, J. B., Olvet, D. M., & Willey, J. M. (2026). Applying Bloom's taxonomy to student outcomes in a flipped classroom model. *Medical Science Educator, 36*(4), 1–10. https://doi.org/10.1007/s40670-026-02840-2

Sun, L., Liu, D., Lian, J., & Yang, M. (2023). Application of flipped classroom combined with virtual simulation platform in clinical biochemistry practical course. *BMC Medical Education, 23*(771). https://doi.org/10.1186/s12909-023-04735-x

Ugwu, J. N., & Akpanke, R. A. (2024). *Flipped classrooms: Rethinking traditional teaching methods. Research Output Journal of Arts and Management, 3*(3), 79–83.

Yang, D., Zheng, J., Wang, B., Li, Z., & Tian, X. (2026). A three-stage progressive teaching model for chemical safety engineering: Integrating flipped classroom and knowledge graphs for competency development. *Education for Chemical Engineers, 54*, 100491. https://doi.org/10.1016/j.ece.2025.10.001