

## **EFEKTIVITAS MODEL *PROJECT BASED LEARNING* TERHADAP PENGUASAAN KONSEP MATERI BIOTEKNOLOGI DAN BERNALAR KRITIS SISWA SMA INSTITUT INDONESIA SEMARANG**

**Sulis Setyaningrum<sup>1</sup>, Eko Retno Mulyaningrum<sup>2\*</sup>, M. Anas Dzakiy<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Pendidikan Biologi, FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang, Semarang, Indonesia

\* *Corresponding author email: ekoretno@upgris.ac.id*

*Received 4 March 2026; Received in revised form 20 April 2026; Accepted 3 May 2026*

### **Abstrak**

Siswa kesulitan memahami materi bioteknologi karena banyak menggunakan bahasa ilmiah dan kemampuan bernalar kritis siswa belum optimal, sehingga perlu didukung dengan model pembelajaran yang tepat. Salah satu model pembelajaran untuk materi bioteknologi adalah PjBL (*Project-Based Learning*). Ilmu bioteknologi dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari sehingga berpeluang diajarkan melalui proyek. Tujuan riset ini adalah untuk mengetahui efektivitas model PjBL dalam meningkatkan penguasaan konsep bioteknologi serta memperkuat elemen bernalar kritis. Penelitian dilaksanakan di SMA Institut Indonesia Semarang pada Juli-Agustus 2023. Penerapan riset dengan desain *Pretest-Posttest Nonequivalent Multiple Group Design*. Sampel penelitiannya adalah kelas eksperimen I (X-2) dan eksperimen II (X-3) berdasarkan uji homogenitas nilai rapor. Teknik pengumpulan data menggunakan tes (*pretest* dan *posttest*). Uji normalitas, uji homogenitas, uji t satu pihak kanan, dan uji t dua pihak digunakan untuk analisis data dalam riset ini. Hasil penelitian menunjukkan kelas eksperimen I N-Gain score penguasaan konsep bioteknologi sebesar 64% dan kelas eksperimen II sebesar 74%. Adapun N-Gain bernalar kritis kelas eksperimen I sebesar 61% sedangkan kelas eksperimen II sebesar 68%. Kesimpulan penelitian ini yaitu model PjBL dapat meningkatkan penguasaan konsep bioteknologi dan penguatan profil bernalar kritis siswa kelas X SMA Institut Indonesia Semarang.

**Kata Kunci:** penguasaan konsep bioteknologi; bernalar kritis; PjBL (*Project Based Learning*).

### **Abstract**

*Students have difficulty understanding biotechnology material because they use a lot of scientific language and the critical reasoning is not optimal, so it must be supported by a appropriate learning model. One of the learning models for biotechnology materials is PjBL (Projects Based Learning). Biotechnology can be applied in life so that it has the opportunity to be taught through projects. The purpose of the research is to determine the effectiveness of the PjBL model on the understanding of biotechnology and the strengthening of the critical reasoning element. The research was carried out at SMA Institut Indonesia Semarang in July-August 2023. Application of research with Pretest-Posttest Nonequivalent Multiple Group Design. The research sample is experimental class I (X-2) and experiment II (X-3) based on the homogeneity test of report card scores. Data collection techniques with test techniques during pretest and posttest. The normality test, homogeneity test, right-side t-test, and two-side t-test were used for data analysis in this research. The results showed that experimental class I N-Gain score of biotechnology understanding was 64% and experimental class II was 74%. The N-Gain was critically reasoned in experimental class I by 61% while experimental class II was 68%. Conclusion this research is the PjBL model can improve understanding of biotechnology and strengthen the critical reasoning of grade X students of SMA Institut Indonesia Semarang.*

**Keywords:** *understanding of biotechnology; critical reasoning; PjBL (Project Based Learning).*



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## **PENDAHULUAN**

Pendidikan berperan dalam meningkatkan kesejahteraan kehidupan manusia untuk mensukseskan pembangunan bangsa dan negara (Mardhiyah *et al*, 2021). Pembelajaran abad ke-21 diharapkan dapat mendukung SDM (sumber daya manusia) yang berkualitas unggul. Kecakapan yang harus dimiliki siswa dalam pendidikan abad ke-21 adalah 4C, yaitu *critical thinking* (bernalar kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), dan *creativity and innovation* (kreativitas dan inovasi) (Redhana, 2019). Keterampilan abad 21 tersebut penting bagi siswa karena dapat membantu siswa menghadapi tantangan, masalah, dan karier di abad ke-21.

Kurikulum Merdeka menekankan *student-centered learning* atau pembelajaran berpusat pada siswa dan fokus pada penguatan karakter (Nursalam *et al*, 2021). Kurikulum Merdeka mendukung siswa mengimplementasikan nilai-nilai Pancasila dalam setiap aktivitas. Pendidikan Abad 21 membantu siswa menguasai kompetensi profil pelajar Pancasila yang mencakup enam elemen yaitu beriman bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia, berkebinekaan global, mandiri, gotong royong, bernalar kritis, dan kreatif (Kementerian Pendidikan Kebudayaan, Riset dan Teknologi, 2021). Berdasarkan keenam elemen tersebut, salah satu Profil Pelajar Pancasila yang harus diterapkan oleh siswa adalah bernalar kritis.

Keterampilan bernalar kritis sangat penting bagi siswa untuk menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan dan keterampilan sebelumnya (Hakim *et al.*, 2016). Prioritas sistem pendidikan di era revolusi industri 4.0 adalah keterampilan berpikir kritis (Kawuryan *et al*, 2022). Menurut Prameswari *et al.* (2018), berpikir kritis adalah keterampilan berpikir logis melalui proses ilmiah yang dapat dimulai dari kegiatan mengenal permasalahan dan pemecahannya, analisis, sintesis, penarikan kesimpulan, serta evaluasi. Pentingnya bernalar kritis bagi siswa, dan siswa perlu dibiasakan untuk selalu bernalar kritis sehingga dapat memunculkan ide-ide kritisnya dalam menghadapi permasalahan.

Bernalar kritis dalam riset ini mengacu pada Kemdikbudristek (2021) yang menyatakan bahwa bernalar kritis terdiri dari beberapa subelemen, di antaranya: memperoleh dan memproses informasi dan gagasan, menganalisis dan mengevaluasi penalaran, serta merefleksi dan mengevaluasi pemikiran sendiri. Penelitian mengenai keterampilan berpikir kritis siswa telah banyak dikaji, mulai dari tingkat pendidikan dasar, menengah, hingga perguruan tinggi (O'Reilly *et al.*, 2022). Kemampuan bernalar kritis sangat penting bagi siswa untuk menyukseskan pendidikan abad ke-21.

Materi bioteknologi merupakan salah satu materi yang diajarkan di kelas X pada Kurikulum Merdeka. Materi bioteknologi bersifat multidisipliner, banyak menggunakan penerapan dalam pembelajarannya atau bersifat aplikatif (Hartini,

DOI: <https://doi.org/10.26877/jp3.v12i1.537>

2018). Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa kelas X pada 26 Juli 2023, diperoleh hasil bahwa siswa merasa jenuh apabila model pembelajaran yang diterapkan oleh guru hanya berupa ceramah. Siswa lebih antusias jika ada kegiatan yang melibatkan mereka. Buku IPA juga tidak cukup detail dalam menjelaskan materi bioteknologi, sehingga siswa merasa kurang memahami materi tersebut.

Penguasaan konsep penting bagi siswa karena konsep awal yang dipahami akan memengaruhi konsep selanjutnya. Apabila sejak awal siswa sudah salah konsep, hal ini dapat berakibat tidak baik bagi penguasaan konsep selanjutnya. Menurut Andriyani (2017), pemahaman konsep dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan konsep tertentu. Siswa akan dapat menghubungkan kejadian di lingkungan sekitar dengan konsep yang dikuasai dan menggolongkan objek ke dalam kelompok tertentu apabila memiliki pemahaman konsep yang tepat.

Kesulitan siswa dalam memahami materi bioteknologi dapat menyebabkan siswa salah konsep. Penguasaan konsep dan keterampilan bernalar kritis sangat penting bagi siswa. Salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan bernalar kritis adalah model PjBL (*Project-Based Learning*), yaitu pembelajaran berbasis proyek. Sebagaimana hasil riset Fitriyah dan Ramadani (2021), model PjBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Afiana (2015) menuliskan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat memberikan pengalaman belajar yang bermakna, berpusat pada siswa, serta konsep yang diciptakan berdasarkan produk yang dihasilkan selama pembelajaran. Model *Project-Based Learning* menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan, memberi kesempatan siswa untuk belajar dan berkembang sesuai kondisi dunia nyata, bebas mengembangkan pengetahuannya untuk menyelesaikan permasalahan (Sutrisna et al., 2019). Berdasarkan pendapat tersebut, diharapkan melalui model PjBL siswa dapat belajar melalui kegiatan proyek untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan bernalar kritis dalam memecahkan permasalahan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas model *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi dalam meningkatkan penguasaan konsep dan Profil Pelajar Pancasila elemen bernalar kritis pada siswa kelas X SMA Institut Indonesia Semarang. Manfaat penelitian ini dapat memberikan informasi bahwa peningkatan penguasaan konsep bioteknologi dapat diusahakan melalui model *Project-Based Learning*. Model ini diharapkan dapat memperkuat Profil Pelajar Pancasila pada elemen bernalar kritis.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di SMA Institut Indonesia Semarang, Provinsi Jawa Tengah pada Juli-Agustus 2023. Desain penelitian menggunakan *Pretest-Posttest Nonequivalent Multiple Group Design* (Wiersma, 1995) sebagaimana dijelaskan dalam Saputra (2017). Kelas eksperimen I dari kelas X-2 dan kelas eksperimen II dari kelas X-3. Desain riset dapat dicermati pada Tabel 1.

DOI: <https://doi.org/10.26877/jp3.v12i1.537>

Kelas eksperimen I diberikan perlakuan berupa implementasi model PjBL pada materi bioteknologi melalui proyek pembuatan produk inovasi tempe. Adapun kelas eksperimen II diberi perlakuan implementasi model PjBL pada materi bioteknologi dengan proyek pembuatan produk inovasi tapai. Variabel bebas pada penelitian ini adalah luaran proyek, yaitu produk inovasi tempe dan tapai. Variabel dependennya adalah peningkatan penguasaan konsep bioteknologi dan penguatan Profil Pelajar Pancasila pada elemen bernalar kritis.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen I (kelas X-2)	A1	X1 (proyek inovasi tempe)	A2
Eksperimen II (kelas X-3)	A3	X2 (proyek inovasi tapai)	A4

Teknik pengumpulan data penguasaan konsep bioteknologi menggunakan tes materi bioteknologi pilihan ganda beralasan pada level kognitif C1-C3. Adapun, bernalar kritis diukur menggunakan tes materi biologi pilihan ganda beralasan dengan tipe soal HOTS dan level kognitif C4-C6. Masing-masing instrumen tersebut terdiri dari 15 pertanyaan dengan opsi jawaban (A, B, C, D, E), lima opsi alasan tertutup (A, B, C, D, E) dan satu alasan terbuka yang dapat dituliskan siswa jika alasan yang disediakan kurang tepat atau perlu dilengkapi.

Tes tersebut diujikan kepada siswa sebanyak dua kali, yaitu *pretest* (sebelum pemberian perlakuan) dan *posttest* (setelah pemberian perlakuan). Tujuan pemberian tes dua kali adalah untuk mengetahui pengaruh model PjBL terhadap penguasaan konsep bioteknologi dan keterampilan bernalar kritis siswa. Hal ini dapat ditinjau dari hasil *pretest* ke *posttest*: apakah terdapat peningkatan atau tidak. Sebelum diujikan kepada siswa, instrumen tes ini dilakukan uji validitas, uji reliabilitas, uji kesukaran soal, dan uji daya beda pada kelas uji coba, yaitu kelas X-4. Teknik analisis data yang digunakan adalah uji normalitas, uji homogenitas, uji N Gain *pretest-posttest*, uji t satu pihak kanan (untuk mengetahui peningkatan dari *pretest* ke *posttest*), dan uji t dua pihak (untuk mengetahui perbedaan hasil kelas eksperimen I dan II). Kategori bernalar kritis siswa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Bernalar Kritis Siswa (Luzyawati, 2017)

No	Kategori	Nilai
1	Sangat Baik	81-100
2	Baik	61-80
3	Cukup	41-60
4	Kurang	21-40
5	Sangat kurang	0-20

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian efektivitas model PjBL (*Project Based Learning*) terhadap penguasaan konsep bioteknologi dan penguatan Profil Pelajar Pancasila (elemen bernalar kritis) sebagai berikut:

### Tes Penguasaan Konsep Bioteknologi dan Bernalar Kritis

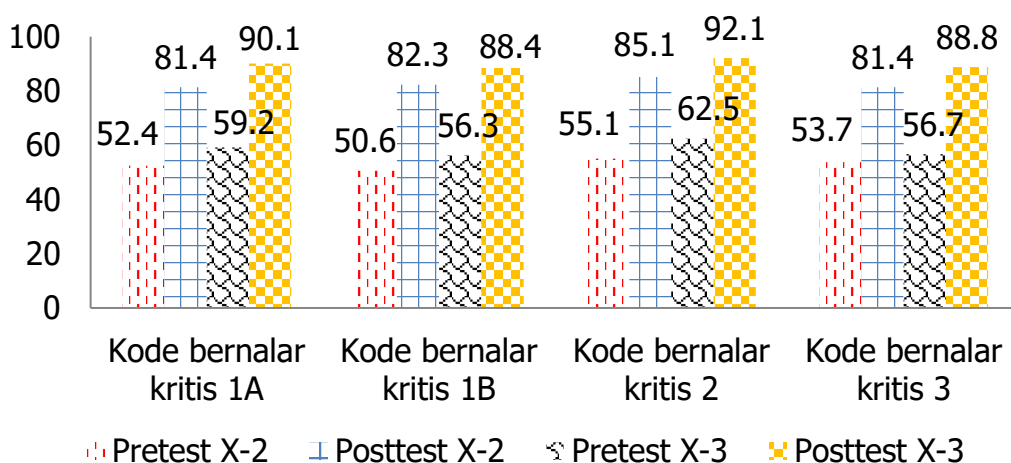
Tabel 3. Hasil Tes Penguasaan Konsep Bioteknologi dan Bernalar Kritis

	Penguasaan Konsep Bioteknologi		Bernalar Kritis	
	$\bar{X}$ Kelas Eksperimen I	$\bar{X}$ Kelas Eksperimen II	$\bar{X}$ Kelas Eksperimen I	$\bar{X}$ Kelas Eksperimen II
<i>Pretest</i>	56,370 (cukup baik)	60,892 (cukup baik)	52,629 (cukup kritis)	56,428 (cukup kritis)
<i>Posttest</i>	84,851 (sangat baik)	90,714 (sangat baik)	82,481 (sangat baik)	86,392 (sangat baik)
N-Gain	64 % (cukup efektif)	74 % (cukup efektif)	61 % (cukup efektif)	68 % (cukup efektif)

Hasil tes penguasaan konsep bioteknologi dan bernalar kritis dapat dicermati pada Tabel 3. Persebaran data hasil *pretest* dan *posttest* berdasarkan indikator bernalar kritis dapat dicermati pada Tabel 4. Persebaran subelemen bernalar kritis juga dapat dicermati di Gambar 1.

Tabel 4. Hasil *Pretest* dan *Posttest* Berdasarkan Indikator Bernalar Kritis

Sub elemen bernalar kritis	Nomor soal	Kelas Eksperimen I (X-2)		Kelas Eksperimen II (X-3)	
		$\bar{X}$ <i>pretest</i>	$\bar{X}$ <i>posttest</i>	$\bar{X}$ <i>pretest</i>	$\bar{X}$ <i>posttest</i>
Mengajukan pertanyaan	5 dan 8	52,469	81,481	59,259	90,123
Mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan	3, 4, dan 7	50,617	82,304	56,378	88,477
Menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya	1, 6, dan 9	55,144	85,185	62,551	92,181
Merefleksi dan mengevaluasi pemikirannya sendiri	2 dan 10	53,703	81,481	56,790	88,888



Gambar 1. Persebaran Sub Elemen Bernalar Kritis Siswa

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 1 menunjukkan hasil *pretest* dan *posttest* bernalar kritis yang tertinggi atau dominan pada siswa kelas eksperimen I dan II

DOI: <https://doi.org/10.26877/jp3.v12i1.537>

adalah sub elemen menganalisis dan mengevaluasi penalaran dan prosedurnya. Rata-rata nilai *pretest* bernalar kritis kelas eksperimen I pada subelemen tersebut adalah 55,144 (cukup kritis) dan *posttest* bernilai 85,185 (sangat baik). Adapun nilai rata-rata *pretest* bernalar kritis kelas eksperimen II pada subelemen tersebut adalah 62,551 (baik) dan *posttest* bernilai 92,181 (sangat baik). Hal ini menunjukkan bahwa model PJBL efektif dalam meningkatkan kemampuan bernalar kritis peserta didik.

### Uji Normalitas Tes Penguasaan Konsep Bioteknologi dan Bernalar Kritis

Hasil uji normalitas tes penguasaan konsep bioteknologi dan bernalar kritis dapat disajikan pada Tabel 5. Data berdistribusi normal karena  $D \text{ hitung} \leq D \text{ tabel}$  (Gio dan Rusmaini, 2016; Arifin dan Aunillah, 2021).

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Tes Penguasaan Konsep Bioteknologi dan Bernalar Kritis

Kelas	Penguasaan Konsep Bioteknologi				Keterangan Analisis Penguasaan Konsep Bioteknologi	Bernalar Kritis				Keterangan Analisis Bernalar Kritis	
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>					Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>					
	D hitung	D tabel	df	Sig.		D hitung	D tabel	df	Sig.		
<i>Pretest</i>	X-2	.146	0,254	27	.145	Normal	.166	0,254	27	.055	Normal
	X-3	.135	0,250	28	.200*	Normal	.138	0,250	28	.183	Normal
<i>Posttest</i>	X-2	.152	0,254	27	.109	Normal	.164	0,254	27	.060	Normal
	X-3	.159	0,250	28	.066	Normal	.134	0,250	28	.200*	Normal
N-Gain	X-2	.124	0,254	27	.200*	Normal	.095	0,254	27	.200*	Normal
	X-3	.137	0,250	28	.192	Normal	.083	0,250	28	.200*	Normal

a. Lilliefors Significance Correction

\*. This is a lower bound of the true significance

### Uji Homogenitas Pretest dan Posttest Penguasaan Konsep Bioteknologi dan Bernalar Kritis

Hasil uji homogenitas tes penguasaan konsep bioteknologi dan bernalar kritis disajikan pada Tabel 6. Data homogen apabila nilai sig. > 0.05 dan  $F \text{ hitung} \leq F \text{ tabel}$  (Arifin dan Aunillah, 2021) dan (Iskandar et al., 2022).

Tabel 6. Hasil Uji Homogenitas Tes Penguasaan Bioteknologi dan Bernalar Kritis

	Penguasaan Konsep Bioteknologi		Keterangan Penguasaan Konsep Bioteknologi	Bernalar Kritis		Keterangan Bernalar Kritis
	F hitung	F tabel		F hitung	F tabel	
<i>Pretest &amp; posttest</i> X-2	1,413396	1,929	Homogen	3,55437	3,58018	Homogen
<i>Pretest &amp; posttest</i> X-3	2,855855	2,866163	Homogen	1,21294	1,904	Homogen
Pretest X-2 & X-3	1,093226	1,912	Homogen	1,54574	1,912	Homogen
Posttest X-2 & X-3	1,848258	1,912	Homogen	1,89574	1,912	Homogen
N-Gain X-2 dan X-3	1,642833	1,912	Homogen	1,44197	1,912	Homogen

### Uji t Satu Pihak Kanan untuk Mengetahui Peningkatan Pretest ke Posttest Penguasaan Konsep Bioteknologi dan Bernalar Kritis

Tabel 7. Hasil Uji t Satu Pihak Kanan Penguasaan Konsep Bioteknologi dan Bernalar Kritis

	Penguasaan Konsep Bioteknologi		Keterangan Penguasaan Konsep Bioteknologi	Bernalar kritis		Keterangan Bernalar kritis
	t hitung	t tabel		t hitung	t tabel	
<i>Pretest &amp; Posttest X-2</i>	-14,064679	1,705617	Ada peningkatan	-17,7506	1,70561	Ada peningkatan
<i>Pretest &amp; Posttest X-3</i>	-13,871429	1,703288	Ada peningkatan	-21,525	1,70328	Ada peningkatan

Uji t satu pihak kanan digunakan untuk mengetahui peningkatan dari pretest ke posttest dalam penguasaan konsep bioteknologi dan bernalar kritis. Hasil uji t satu pihak kanan dapat dicermati pada Tabel 7. Berdasarkan analisis tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan hasil dari pretest ke posttest penguasaan konsep bioteknologi dan bernalar kritis yang signifikan pada kelas eksperimen I dan II. Hal ini dapat dibuktikan bahwa jika nilai  $t \text{ tabel} \leq |t \text{ hitung}|$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, dengan kaidah *posttest* lebih tinggi daripada *pretest* ( $\mu_1 > \mu_2$ ) (Rosalina *et al.*, 2023).

### Uji t dua Pihak (Uji Independent Sample t Test) untuk Mengetahui Perbedaan Hasil di Kelas Eksperimen I dan II

Uji *independent sample t-test* dilakukan untuk mengetahui perbedaan data penguasaan konsep bioteknologi dan bernalar kritis antara kelas eksperimen I dan II. Hasil uji t dua pihak dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji *independent sample t test*

	Penguasaan Konsep Bioteknologi		Keterangan Penguasaan Konsep Bioteknologi	Bernalar Kritis		Keterangan Bernalar Kritis
	t hitung	t tabel		t hitung	t tabel	
<i>Pretest X-2 &amp; X-3</i>	-1,82189	2,005746	Ada perbedaan	-1,93461	2,00574	Ada perbedaan
<i>Posttest X-2 dan X-3</i>	-3,28291	2,005746	Ada perbedaan	-2,81808	2,00574	Ada perbedaan
<i>N-Gain X-2 dan X-3</i>	-2,07568	2,005746	Ada perbedaan	-2,10085	2,00574	Ada perbedaan

Analisis di atas menggunakan uji t dua pihak dengan kaidah apabila  $t \text{ tabel} < |t \text{ hitung}|$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima ( $\mu_1 \neq \mu_2$  atau ada perbedaan data kelas eksperimen I dan II). Sedangkan jika  $-t \text{ tabel} \leq |t \text{ hitung}| \leq t \text{ tabel}$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak ( $\mu_1 = \mu_2$  atau tidak ada perbedaan data kelas eksperimen I dan II) (Rosalina *et al.*, 2023).

## **Pembahasan**

Penguasaan konsep merupakan salah satu keterampilan untuk mengonstruksi pengetahuannya sendiri melalui penyelesaian permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan, dan penguasaan konsep ini merupakan salah satu indikator keberhasilan belajar kognitif (Fajariningtyas dan Hidayat, 2015). Oleh karena itu, penguasaan konsep sangat penting dalam pembelajaran. Apabila siswa mengerti dan memahami konsep dalam materi, maka siswa dapat meningkatkan dan mengembangkan pengetahuannya. Menurut Putri dan Hakim (2022), apabila siswa memahami konsep materi, maka siswa akan memahami makna materi yang dipelajari karena penguasaan konsep merupakan penguasaan dasar.

Menurut Samuduri (2022), salah satu tes yang dapat mengukur tingkat pemahaman siswa adalah tes pilihan ganda beralasan. Hal ini didukung oleh pendapat Rusilowati (2015) dan Sudarisman (2015) bahwa tes pilihan ganda beralasan dapat digunakan untuk mengetahui apakah siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep atau tidak. Berdasarkan pendapat tersebut, peneliti mengukur penguasaan konsep siswa pada materi bioteknologi menggunakan tes pilihan ganda beralasan.

Penguasaan konsep dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal misalnya konsentrasi, motivasi, kebiasaan belajar, sikap belajar, dan kemampuan belajar, sedangkan faktor eksternal misalnya cara mengajar guru, sarana belajar, dan lingkungan belajar (Ariska, 2015). Oleh karena itu, dibutuhkan proses pembelajaran yang efektif. Tujuannya agar siswa lebih mudah memahami konsep materi. Salah satu caranya adalah menggunakan model PjBL yang sesuai dengan karakteristik materi dan siswa.

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) yang diimplementasikan ini dapat mengintegrasikan penguasaan kognitif, psikomotorik, dan afektif siswa. Integrasi tersebut dapat terlihat nyata melalui kegiatan pembelajaran yang melibatkan siswa dalam melakukan proyek dan menciptakan produk nyata (inovasi tempe dan tapai). Kegiatan pembelajaran yang melibatkan kinerja ilmiah dan proyek dapat berdampak baik pada pengetahuan siswa, bermanfaat bagi siswa, dan bisa mengaplikasikan ilmu yang diterimanya dalam kehidupan.

Siswa dapat mengintegrasikan proyek yang dilaksanakan dengan materi bioteknologi, sehingga penguasaan konsep siswa mengenai bioteknologi dapat meningkat. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil posttest penguasaan bioteknologi setiap siswa yang menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan hasil pretest sebelumnya. Hasil uji N-Gain penguasaan konsep bioteknologi pada kelas eksperimen I sebesar 64% (cukup efektif) dan pada kelas eksperimen II sebesar 74% (cukup efektif meningkat). Hasil uji t satu pihak kanan tersebut menunjukkan nilai  $t_{tabel} \leq |t_{hitung}|$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, dengan kaidah *posttest* lebih tinggi daripada *pretest* ( $\mu_1 > \mu_2$ ) (Rosalina *et al.*, 2023). Hal ini merupakan bukti bahwa model PJBL dapat meningkatkan penguasaan konsep bioteknologi pada siswa di kelas eksperimen I dan II. Pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pelaksanaan Proyek di Kelas Eskperimen I (Kiri) dan Kelas Eksperimen II (Kanan)

Berdasarkan uji t 2 pihak (*uji independent sample t test*) menunjukkan bahwa ada perbedaan penguasaan konsep bioteknologi siswa kelas eksperimen I dan eksperimen II, sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Perbedaan tersebut disebabkan karena produk inovasi tempe memiliki tingkat produksi dan keberhasilan produk jadinya yang lebih rumit dibandingkan produk inovasi tapai. Implementasi pembelajaran dengan model PjBL dapat membantu siswa dalam menyelesaikan permasalahan. Kelas eksperimen II lebih mandiri dan berinisiatif lebih tinggi dalam membangun pengetahuannya sendiri melalui studi literatur, merefleksikan proyek, dan belajar dari hasil presentasi di kelas. Selain itu, kelas eksperimen I kurang kondusif untuk pelaksanaan pembelajaran dan proyek. Kegiatan proyek dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa karena siswa telah mengalami kegiatan tersebut (Lestari, 2018). Hasil penelitian ini didukung oleh Prakasa (2022) yang menunjukkan bahwa risetnya menunjukkan model PjBL dapat meningkatkan pemahaman siswa yang ditinjau berdasarkan hasil belajar siswa kelas X di SMK Rajasa Surabaya pada mata pelajaran pekerjaan dasar.

Bernalar kritis adalah keterampilan proses kognitif dalam menganalisis masalah, membedakan permasalahan, dan mengidentifikasi berbagai informasi untuk menyelesaikannya (Azizah et al., 2018). Kono dan Mamu (2016) berpendapat bahwa siswa dapat mendukung kemajuan pendidikan abad ke-21 karena mampu bernalar kritis, lateral, dan sistematis, serta memecahkan masalah. *Partnership for 21st Century Skills* menjelaskan bahwa keterampilan berpikir kritis dibutuhkan untuk mempersiapkan siswa bagi jenjang pendidikan selanjutnya dan dunia kerja (Zubaidah, 2016).

Keterampilan bernalar kritis dapat diketahui dari hasil mengerjakan soal tes. Soal tes yang digunakan berbentuk pilihan ganda beralasan atau pilihan ganda dua tingkat (*two-tier multiple choice* atau TTMC). TTMC dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi (Nofiana et al., 2014) dan (Shidiq et al, 2014). Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dapat dikembangkan melalui tes kemampuan berpikir tingkat tinggi (Kusuma, 2017). Riset ini menggunakan tes TTMC dengan level kognitif C4-C6 (berpikir tingkat tinggi).

Nilai N-Gain *pretest* dan *posttest* yang diperoleh masing-masing kelas termasuk dalam kategori tinggi, dan persentasenya juga tinggi. Nilai N-Gain kelas eksperimen I sebesar 61% (cukup efektif meningkat). Adapun nilai N-Gain kelas eksperimen II sebesar 68% (cukup efektif meningkat). Hal tersebut dapat

ditafsirkan bahwa model *Project Based Learning* efektif dalam meningkatkan kemampuan bernalar kritis siswa pada kelas eksperimen I dan eksperimen II.

Nilai N-Gain dan persentasenya pada kelas eksperimen II lebih tinggi dibandingkan kelas eksperimen I. Hal ini dikarenakan siswa kelas eksperimen II lebih antusias dan aktif dalam bertanya atau berpendapat selama kegiatan pembelajaran. Berdasarkan uji t dua pihak (*independent sample t-test*), terdapat perbedaan bernalar kritis siswa kelas eksperimen I dan eksperimen II, sehingga H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima. Perbedaan tersebut disebabkan karena produk inovasi tempe memiliki tingkat produksi dan keberhasilan produk jadinya yang lebih rumit dibandingkan produk inovasi tapai. Selain itu, kelas eksperimen I kurang kondusif untuk pelaksanaan pembelajaran dan proyek. Kelas eksperimen II lebih mandiri dan berinisiatif lebih tinggi dalam membangun pengetahuannya sendiri melalui studi literatur, merefleksikan proyek, dan belajar dari hasil presentasi di kelas.

Selain membuat produk inovasi tempe atau tapai, siswa juga membuat laporan proyek dalam bentuk poster ilmiah. Hal ini tentunya dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam mencari informasi tambahan guna memperluas pengetahuan dan keterampilan mereka. Sebagaimana menurut Hidayati et al. (2021), ketika siswa melakukan kerja ilmiah yang menghasilkan produk, mengamati, menyelidiki, mengerjakan soal berdasarkan pengalaman pembelajaran, serta mengolah data dalam bentuk grafik/tabel, hal ini menunjukkan bahwa siswa telah menunjukkan keterampilan berpikir kritis.

Penelitian ini sejalan dengan Mabruroh (2019) yang menyatakan bahwa model PjBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Ilmu Pengetahuan Alam. Bernalar kritis dapat diasah secara berkelanjutan dengan cara terus berlatih, pembelajaran yang berpusat pada siswa, serta menstimulasi siswa agar terbiasa menangani masalah yang perlu diselesaikan. Keterampilan bernalar kritis dapat dijadikan bekal bagi siswa untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, memberikan solusi yang logis, serta bersaing di era global dan pendidikan abad ke-21. Model PjBL dapat mengembangkan kepercayaan diri, meningkatkan keterampilan penyelesaian masalah, dan melatih siswa agar terbiasa berpikir tingkat tinggi (Ariyanto et al., 2022).

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian mengenai efektivitas model *Project Based Learning* (PjBL) terhadap penguasaan konsep bioteknologi dan penguatan profil bernalar kritis bagi siswa kelas X SMA Institut Indonesia Semarang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan model PjBL secara efektif meningkatkan penguasaan konsep bioteknologi siswa pada kelas eksperimen I dan II. Hal ini dapat ditinjau berdasarkan hasil analisis data pretest dan posttest, di mana persentase N-Gain kelas eksperimen I sebesar 64% dengan kategori cukup efektif. Adapun hasil persentase N-Gain pretest dan posttest penguasaan konsep bioteknologi kelas eksperimen II sebesar 74% dengan kategori cukup efektif

DOI: <https://doi.org/10.26877/jp3.v12i1.537>

2. Penggunaan PjBL secara efektif meningkatkan penguatan profil bernalar kritis, baik di kelas eksperimen I maupun di kelas eksperimen II. Berdasarkan hasil pretest dan posttest, persentase N-Gain kelas eksperimen I sebesar 61% dengan kategori cukup efektif. Adapun hasil persentase N-Gain pretest dan posttest bernalar kritis pada kelas eksperimen II sebesar 68% dengan kategori cukup efektif.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menerapkan model PJBL pada materi bioteknologi dengan proyek yang lebih modern, misalnya kultur jaringan tumbuhan, agar siswa lebih terampil dalam mengaplikasikan bioteknologi modern.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Afriana, J. (2015). Project Based Learning (PjBL). Makalah. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Andriyani, N.F., Prihandono, T., & Maryani. (2017). Identifikasi Pemahaman Konsep Siswa Kelas XII Pada Materi Pokok Gelombang Cahaya di SMA. Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2017, 2, 1 – 5.
- Arifin & Aunillah. (2021). Buku Ajar Statistik Pendidikan. Sidoarjo: Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Ariska, M. (2015). Studi Pemahaman Konsep Siswa Pada Sub Konsep Rangkaian Listrik Arus Searah di Kelas XI SMA Negeri 1 Palembang. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 2, 147 – 154.
- Ariyanto, A., Utama., dan Markhamah. (2022). Pembelajaran Project Based Learning (Pjbl) untuk Penguatan Karakter Kemandirian. *Jurnal Ilmiah Mitra Swara Ganesha*, 9(2):101-116.
- Azizah, M. Sulianto, J., dan Cintang, N. (2018). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar pada Pembelajaran Matematika Kurikulum 2013. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 35(1):61-70.
- Fajariningtyas, D.A., dan J.N Hidayat. (2015). Meningkatkan Pemahaman Konseptual Bioteknologi melalui Handout di Kampus Cemara Sumenep. *Jurnal Lentera Sains (Lensa)*, 5(2):21-28.
- Fitriyah, A. dan S.D. Ramadani. (2021). Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis Pjbl (Project-Based Learning) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Berpikir Kritis. *Jurnal UIN Alauddin*, X(1):209-226.
- Gio, P.U., & E. Rosmaini. (2016). Belajar Olah Data dengan SPSS, Minitab, R, Microsoft Excel, Eviews, Lisrel, Amos, dan Smartpls (disertai beberapa contoh perhitungan manual). Medan: USU Press.
- Hakim, A., Liliarsari, Kadarohman, A., & Syah, Y.M. (2016). Improvement of student critical thinking skills with the natural product mini project laboratory learning. *Indonesian Journal of Chemistry*, 16(3), 322–328.
- Hartini. (2018). Pengembangan Media Virtual Laboratory Pada Sub Pokok Bahasan Bioteknologi Konvensional (Kultur Jaringan Tumbuhan) Kelas XII MIA. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.

DOI: <https://doi.org/10.26877/jp3.v12i1.537>

- Hidayati, A.R., W. Fadly., dan R.F Ekapti. (2021). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA Materi Bioteknologi. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(1):34-48.
- Iskandar et al. (2022). Statistkn Pendidikan (Teori dan Aplikasi SPSS). Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management
- Kawuryan, S. P., Sayuti, S. A., & Aman. (2022). Critical thinking among fourth grade elementary school students: A gender perspective. *Cakrawala Pendidikan*, 41(1), 211–224.
- Kementerian Pendidikan Kebudayaan, Riset dan Teknologi. (2021). *Panduan Pengembangan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta: Pusat Asesmen dan Pembelajaran, Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan, Kementerian Pendidikan Kebudayaan, Riset dan Teknologi.
- Kono, R., & Mamu, H. D. (2016). Pengaruh model problem-based learning (pbl) terhadap pemahaman konsep biologi dan keterampilan berpikir kritis siswa tentang ekosistem dan lingkungan di kelas x sma negeri 1 sigi. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, 5(4), 28–38.
- Kusuma, M. D. (2017). Pengembangan Perangkat Instrumen Asesmen Higher Order Thinking Skill (HOTS) dalam Pembelajaran Fisika Siswa SMA pada Materi Fluida Statis. *Tesis*, Lampung: Universitas Lampung.
- Lestari, D.F. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas IV. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar Edisi 17 Tahun ke-7*, 7(17):1609-1617.
- Luzyawati, L. (2017). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Materi Alat Indera melalui Model Pembelajaran Inquiry Pictorial Riddle. *Edusains, Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*. 5(2):9-21.
- Mabruroh, M. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Pada Mata Pelajaran IPA Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VI SD Negeri Margorejo VI Surabaya. *Child Education Journal*, 1(1):28-35.
- Mardhiyah, R.H, et al. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura : Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40.
- Nofiana, M., Sajidan, & Pughu. (2014). Pengembangan instrumen evaluasi two-tier multiple choice question untuk mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi kingdom plantae. *Jurnal Inkuiri*, 3(2), 60–74.
- Nursalam., Sulaeman., dan R Latuapo. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka melalui Pembelajaran Berbasis Proyek pada Sekolah Penggerak Kelompok Bermain Terpadu Nurul Falah dan Ar-Rasyid Banda. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 8(1):17-34
- O'Reilly, C., Devitt, A., & Hayes, N. (2022). Critical thinking in the preschool classroom - A systematic literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 46(August).
- Prakasa, R.E.M. (2022). Efektifitas Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Peningkatan Pemahaman Siswa pada Mata Pelajaran Pekerjaan Dasar di SMK Rajasa Surabaya. *JPTM*, 11(3):49-56.

DOI: <https://doi.org/10.26877/jp3.v12i1.537>

- Prameswari, S.W., Suharno, S., & Sarwanto, S. (2018). Inculcate Critical Thinking Skills in Primary Schools. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHEs): Conference Series*, 1(1), 742–750.
- Putri, C.N. dan D.L. Hakim. (2022). Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas XII pada Materi Program Linier. *JPMI Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5(6): 1573-1580
- Redhana, I.W. (2019). Mengembangkan keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239-2253
- Rosalina et al. (2021). Buku Ajar Statistika. Padang: CV. Muharika Rumah Ilmiah.
- Rusilowati, A. (2015). Development of Diagnostic Tests as an Evaluation Tool for Physics Learning Difficulties. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 6(1), 1-10.
- Samuduri, A. (2022). Analisis Pemahaman Konsep Siswa yang Diukur Menggunakan Tes Pilihan Ganda Beralasan pada Mata Pelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Glasser*, 6(1):109-120.
- Saputra, I.D. (2017). Implentasi Pendekatan Konstruktivisme pada Materi Pencemaran Lingkungan dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Kuantitatif dan Sikap Ilmiah Siswa SMA. *Tesis*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Shidiq, A.S., M. Masykuri., dan E.S.V Hayus. (2014). Pengembangan Instrumen Penilaian Two-Tier Multiple Choice untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thinking Skills) pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan untuk Siswa SMA/MA Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 3(4):83-92
- Sudarisman, S. (2015). Memahami Hakikat Dan Karakteristik Pembelajaran Biologi Dalam Upaya Menjawab Tantangan Abad 21. *Jurnal Florea*. 2(1), 29-35.
- Sutrisna, G.B.B., Sujana, I.W., & Ganing, N.N. (2019). Pengaruh Model Project Based Learning Berlandaskan Tri Hita Karana terhadap Kompetensi Pengetahuan IPS. *Jurnal Adat dan Budaya Indonesia*, 1(2):84-93.
- Zubaidah, S. (2016). Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan yang Diajarkan melalui Pembelajaran. *Seminar Nasional Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi STKIP Persada Khatulistiwa Sintang*, 1-17.