GeoScienceEd *7(3) (2026)*

Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika

http://jpfis.unram.ac.id/index.php/GeoScienceEdu/index

Model Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Media *Game Biosentence Challenge* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Murid Kelas VIII di SMP Negeri 26 Makassar

Arfan Sudiraman[1*], Rifda Nurhikmawati Arif[1]

[1] Program Studi Pendidikan Profesi Guru, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia.

DOI: https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2067

Article Info:
Received : 23 Mei2026
Revised : 30 Mei 2026
Accepted : 14 Juni 2026
Published : 19 Juni 2026

Correspondence:

Arfan Sudiraman

Phone:

Abstract: This study aims to improve the learning outcomes of eighth-grade students at SMP Negeri 26 Makassar in the subject of biotechnology through the implementation of the Project-Based Learning (PjBL) model aided by the Biosentence Challenge game. This study is a Classroom Action Research (CAR) conducted in three cycles, each consisting of one session, covering the stages of planning, implementation, observation, and reflection. The Biosentence Challenge game is a word-building game designed to form sentences relevant to biotechnology concepts. A practical activity involving the production of sweet potato tapai was integrated as a real-world project into the learning process. Data collection instruments included a pretest, formative tests at the end of each cycle, and a posttest following the third cycle. The research results showed a significant improvement in learning outcomes, marked by an increase in the average formative test score from 72.4 in Cycle I to 83.8 in Cycle II, and 98.3 in Cycle III. A comparison of the pretest (77.7) and posttest (93.35) scores revealed an increase of 15.65 points. The class N-gain analysis was 0.67 (moderate category) with 11 students in the high category, and the analysis by indicator showed the highest improvement in C3 (Applying) with an N-gain of 0.70 and C4 (Analyzing) with an N-gain of 0.71. The implementation of the game-assisted PjBL model proved capable of optimally improving students' motivation, active engagement, and conceptual understanding of biotechnology material.

Keywords: Project Based Learning; Game Biosentence Challenge; Learning Outcomes; Biotechnology; Classroom Action Research.

Citation: Sudirman, A., & Arif, R. N. (2026). Model Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Media Game Biosentence Challenge untuk Meningkatkan Hasil Belajar Murid Kelas VIII di SMP Negeri 26 Makassar. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, *7*(3), 2542–2551. https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i3.2067

Pendahuluan

Pendidikan abad ke-21 menuntut transformasi mendasar dalam proses pembelajaran, yakni pergeseran dari pendekatan yang berpusat pada guru *(teacher-centered)* menuju pembelajaran yang berpusat pada murid (student-centered) dan berorientasi pada pengembangan kompetensi secara holistik. Tuntutan ini semakin dikuatkan oleh implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek, penguatan profil pelajar Pancasila, serta keterlibatan aktif murid dalam proses penemuan dan pemecahan masalah kontekstual (Kemdikbud, 2022; Gunawan et al., 2023). Namun demikian, realitas pembelajaran IPA di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) masih didominasi oleh pendekatan konvensional berupa ceramah satu arah yang menyebabkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran relatif rendah.

Pendidikan IPA di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) menuntut pendekatan pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada penghafalan konsep, tetapi juga mampu menumbuhkan keterampilan berpikir ilmiah dan kemampuan memecahkan masalah. Topik bioteknologi merupakan

Email: arfansudirman005@gmail.com

Copyright © 2026, Sudirman, A., & Arif, R. N. (2026).
This open access article is distributed under a (CC-BY License

salah satu materi yang dianggap abstrak dan kompleks, namun sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari (Wati & Prasetyo, 2021). Kompleksitas konsep ini sering kali menyebabkan murid mengalami kesulitan pemahaman apabila disajikan secara konvensional semata.

SMP Negeri 26 Makassar merupakan salah satu sekolah negeri di Kota Makassar, Sulawesi Selatan, yang terus berupaya meningkatkan kualitas pembelajaran. Berdasarkan observasi awal, ditemukan bahwa hasil belajar murid kelas VIII masih tergolong rendah. Nilai rata-rata kelas pada pratindakan hanya 8 dari 24 murid yang mampu melampaui Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sekolah, yaitu 75. Rendahnya hasil belajar tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya metode pembelajaran yang monoton, minimnya keterlibatan aktif murid dalam proses belajar, serta kurangnya media pembelajaran yang inovatif dan menarik sehingga memerlukan intervensi pedagogis yang terencana dan berbasis bukti (Ramadhani & Juhannis, 2024; Fitrianti et al., 2022).

Materi Bioteknologi memiliki karakteristik kontekstual dan aplikatif karena berkaitan langsung dengan berbagai produk yang dekat dengan kehidupan peserta didik, seperti tempe, tape, yogurt, dan produk fermentasi lainnya. Karakteristik tersebut seharusnya dapat dimanfaatkan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan autentik. Akan tetapi, pembelajaran yang masih bersifat teoritis menyebabkan peserta didik cenderung menghafal konsep tanpa memahami penerapan ilmiahnya secara mendalam. Kondisi ini menunjukkan perlunya inovasi pembelajaran yang mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik melalui pengalaman belajar yang kolaboratif, kontekstual, dan berbasis aktivitas nyata (Aryani et al., 2023).

Salah satu model pembelajaran yang relevan untuk menjawab permasalahan tersebut adalah Project Based Learning (PjBL). Model PjBL menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif yang terlibat dalam proses investigasi, perancangan, pelaksanaan, dan evaluasi proyek berbasis masalah nyata. Pembelajaran berbasis proyek memungkinkan peserta didik membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Selain meningkatkan hasil belajar, PjBL juga terbukti mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan pemecahan masalah peserta didik (Kokotsaki et al., 2021; Wulandari & Surjono, 2022).

Model pembelajaran berbasis proyek atau Project Based Learning (PjBL) hadir sebagai solusi yang dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman murid. PjBL menempatkan murid sebagai subjek aktif yang terlibat langsung dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi proyek nyata yang berkaitan dengan masalah kehidupan sehari-hari (Krajcik & Shin, 2022). Berbagai penelitian PTK telah mengkonfirmasi efektivitas PjBL dalam meningkatkan hasil belajar IPA, antara lain Sumarni et al. (2021) yang menemukan peningkatan signifikan pada keterampilan psikomotorik dan konseptual, serta Sumantri dan Satriani (2021) yang melaporkan peningkatan kemampuan berpikir kritis melalui PjBL.

Untuk memperkuat model PjBL, penelitian ini mengintegrasikan media pembelajaran berupa Game Biosentence Challenge, yaitu permainan edukatif yang mengajak murid menyusun kata-kata acak menjadi kalimat yang benar dan bermakna sesuai dengan konsep bioteknologi. Pemilihan game ini didasarkan pada hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa sebagian besar murid memiliki kecenderungan gaya belajar kinestetik, yaitu lebih mudah memahami materi melalui aktivitas fisik, manipulasi objek, dan keterlibatan langsung (Pashler et al., 2021). Media berbasis permainan telah terbukti mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan aktif murid dalam pembelajaran (Plass et al., 2020; Mayer, 2019; Lestari & Suryana, 2023). Penerapan game dalam PTK juga dilaporkan oleh Nugroho dan Hartono (2022) yang menemukan peningkatan hasil belajar sebesar 25% melalui integrasi media game dalam siklus PTK IPA.

Secara teoritis, integrasi PjBL dan game-based learning sejalan dengan teori konstruktivisme sosial Lev Vygotsky yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui interaksi sosial, pengalaman belajar, dan scaffolding selama proses pembelajaran. Pembelajaran kolaboratif melalui proyek dan permainan edukatif memungkinkan peserta didik membangun pemahaman secara bertahap melalui diskusi, refleksi, dan pengalaman langsung. Selain itu, aktivitas proyek dan permainan juga mendorong cognitive engagement yang lebih tinggi sehingga peserta didik tidak hanya menghafal konsep, tetapi mampu memahami dan menerapkannya dalam konteks nyata (Vygotsky, 1978).

Sejumlah penelitian terdahulu juga mengkonfirmasi efektivitas PjBL dalam meningkatkan hasil belajar. Sumantri dan Satriani (2021) menemukan bahwa PjBL secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, dan pemahaman konsep murid dibandingkan metode konvensional. Yunus dan Rahma (2024) menegaskan bahwa pembelajaran IPA berbasis proyek di sekolah menengah pertama Makassar memiliki peluang besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran apabila didukung media yang tepat dan inovatif.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang bertujuan meningkatkan hasil belajar murid

kelas VIII SMP Negeri 26 Makassar melalui implementasi model PjBL berbantuan media Game *Biosentence Challenge* pada materi pokok bioteknologi. Penelitian ini memiliki kebaruan pada integrasi model *Project-Based Learning* dengan game edukatif berbasis *biosentence challenge* yang diterapkan secara bertahap melalui tiga siklus Penelitian Tindakan Kelas pada materi bioteknologi SMP. Integrasi ini tidak hanya menempatkan game sebagai media hiburan, tetapi sebagai sarana penguatan konsep, asesmen formatif, dan stimulasi berpikir kritis peserta didik.

Metode

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang dilaksanakan dalam tiga siklus. Desain penelitian mengacu pada model Kemmis dan McTaggart yang terdiri atas empat komponen utama dalam setiap siklusnya: perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi. Penelitian dilakukan secara kolaboratif antara peneliti dan guru mitra (Kemmis et al., 2022). Setiap siklus terdiri atas satu pertemuan pembelajaran sehingga total penelitian berlangsung dalam tiga pertemuan yang saling berkesinambungan.

Subjek dan Lokasi Penelitian

Subjek penelitian adalah murid kelas VIII SMP Negeri 26 Makassar tahun ajaran 2025/2026 yang berjumlah 24 orang, terdiri atas 15 murid perempuan dan 9 murid laki-laki. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 26 Makassar, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan.

Prosedur Penelitian

Setiap siklus dalam penelitian ini terdiri atas satu pertemuan dengan prosedur sebagai berikut: (1) Perencanaan: menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berbasis PjBL, mempersiapkan media Game Biosentence Challenge, menyiapkan alat dan bahan praktikum pembuatan tapai ubi jalar, serta menyusun instrumen tes; (2) Pelaksanaan Tindakan: menerapkan pembelajaran dengan model PjBL berbantuan Game Biosentence Challenge, di mana pada akhir setiap siklus murid diberikan tes formatif; (3) Observasi: mengamati aktivitas belajar murid dan keterlaksanaan pembelajaran; (4) Refleksi: menganalisis data dari tes formatif untuk menentukan keberhasilan tindakan dan merumuskan perbaikan pada siklus berikutnya.

Siklus I difokuskan pada pemahaman konsep bioteknologi, mencakup pengertian bioteknologi, jenis-jenis bioteknologi konvensional dan modern, serta penerapannya dalam kehidupan. Siklus II difokuskan pada perancangan dan pembimbingan proyek, termasuk penyusunan prosedur pembuatan tapai ubi jalar. Siklus III difokuskan pada pengujian hasil produk dan presentasi, diakhiri dengan pelaksanaan posttest.

Teknik Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1) soal pretest dan posttest yang diberikan sebelum dan sesudah pengimplementasian model PjBL berbantuan media Game Biosentence Challenge; (2) soal tes formatif berupa pilihan ganda 10 butir yang diberikan pada akhir setiap siklus untuk memantau perkembangan pemahaman murid secara berkelanjutan; dan (3) lembar observasi keterlaksanaan model PjBL dan aktivitas murid selama pembelajaran. Instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu divalidasi oleh dua validator ahli yang terdiri atas dosen pendidikan IPA yang memberikan saran mengenai instrumen apa saja yang akan dipakai dan guru mata pelajaran IPA SMP memvalidasi kesesuaian indikator, tingkat kesulitan soal, kejelasan bahasa, dan kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran. Hasil validasi menunjukkan bahwa seluruh butir soal layak digunakan setelah dilakukan revisi minor sesuai saran validator.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan beberapa teknik: (1) Analisis deskriptif: nilai rata-rata, nilai tertinggi, nilai terendah, dan persentase ketuntasan per siklus; (2) Analisis N-gain ternormalisasi (Hake, 1999) untuk mengukur efektivitas intervensi secara keseluruhan; (3) Analisis per indikator kompetensi untuk mengidentifikasi dimensi capaian belajar yang paling berkembang.

Perhitungan N-gain menggunakan rumus:

$$\textit{N-gain} = (\textit{Skor Posttest} - \textit{Skor Pretest}) / (\textit{Skor Maksimum} - \textit{Skor Pretest})$$

Interpretasi N-gain: ≥ 0,70 = tinggi, 0,30–0,69 = sedang, < 0,30 = rendah (Hake, 1999). Intervensi dinyatakan berhasil apabila: (a) nilai rata-rata kelas meningkat minimal 15%, (b) minimal 80% peserta didik mencapai nilai ≥ 75 (KKM), dan (c) N-gain rata-rata berada pada kategori sedang atau tinggi.

Indikator Keberhasilan

Keberhasilan penelitian diukur berdasarkan dua kriteria: Pertama, kriteria proses, yaitu murid menunjukkan keterlibatan aktif selama pembelajaran, mencakup partisipasi dalam diskusi proyek, interaksi saat bermain game, dan keberanian mempresentasikan hasil kerja kelompok. Kedua, kriteria hasil, yaitu nilai rata-rata kelas meningkat minimal 15% dan minimal 80% murid mencapai nilai ≥75 pada akhir Siklus III.

Hasil dan Diskusi

Penelitian tindakan kelas ini dilaksanakan di kelas VIII SMP Negeri 26 Makassar mulai bulan April 2026. Pelaksanaan penelitian mencakup tiga siklus, di mana masing-masing siklus terdiri atas satu pertemuan. Selama proses penelitian, murid memberikan respons positif terhadap model pembelajaran yang diterapkan. Keterlibatan aktif, semangat belajar, dan kerja sama antar murid meningkat secara progresif dari Siklus I ke Siklus II, dan semakin berkembang pada Siklus III.

Analisis Tes Formatif

Perkembangan hasil belajar murid dipantau secara berkelanjutan melalui tes formatif yang diberikan di akhir setiap siklus. Tes formatif Siklus I, II, dan III berupa soal pilihan ganda 10 butir. Rekapitulasi hasil tes formatif seluruh siklus disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

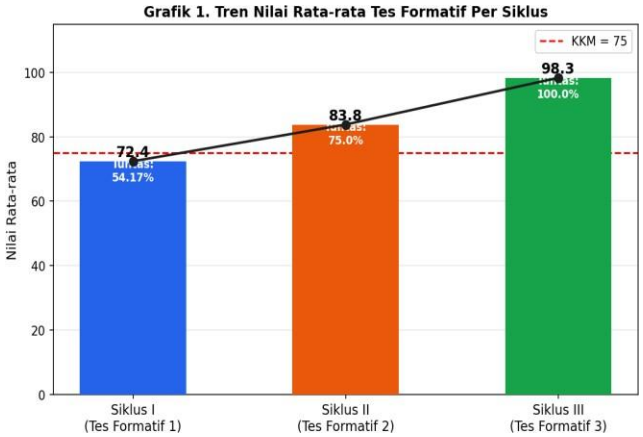
Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Tes Formatif Per Siklus

Siklus	Rata-rata Nilai	Peserta Didik Tuntas (≥75)	Persentase Tuntas
Siklus I (Tes Formatif 1)	72,4	13 dari 24	54,17%
Siklus II (Tes Formatif 2)	83,8	18 dari 24	75,00%
Siklus III (Tes Formatif 3)	98,3	24 dari 24	100,00%

Tabel 2. Rincian Statistik Tes Formatif Per Siklus

Tes Formatif	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah	Rata-rata
Siklus I (Tes Formatif 1)	80	70	72,4
Siklus II (Tes Formatif 2)	100	50	83,8
Siklus III (Tes Formatif 3)	100	80	98,3

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, hasil belajar murid menunjukkan peningkatan yang konsisten dari setiap siklus. Pada Siklus I yang berfokus pada pemahaman konsep bioteknologi, nilai rata-rata mencapai 72,4 dengan nilai tertinggi 80 dan terendah 70, serta ketuntasan 54,17% (13 dari 24 murid). Hasil ini belum memenuhi indikator keberhasilan yang ditetapkan sehingga perlu dilanjutkan ke Siklus II dengan beberapa perbaikan. Pada Siklus II yang difokuskan pada perancangan dan pembimbingan proyek, nilai rata-rata meningkat menjadi 83,8 dengan nilai tertinggi 100 dan terendah 50, serta ketuntasan 75% (18 dari 24 murid). Meskipun telah mendekati target 80%, peneliti memutuskan melanjutkan ke Siklus III untuk mengoptimalkan capaian. Pada Siklus III yang berfokus pada pengujian dan presentasi produk, terjadi peningkatan paling substansial dengan nilai rata-rata 98,3, skor tertinggi 100, skor terendah 80 (artinya seluruh murid telah memenuhi KKM), dan ketuntasan 100% (24 dari 24 murid), melampaui seluruh indikator keberhasilan yang ditetapkan.



Grafik 1. Tren Nilai Rata-rata dan Persentase Ketuntasan Tes Formatif Per Siklus

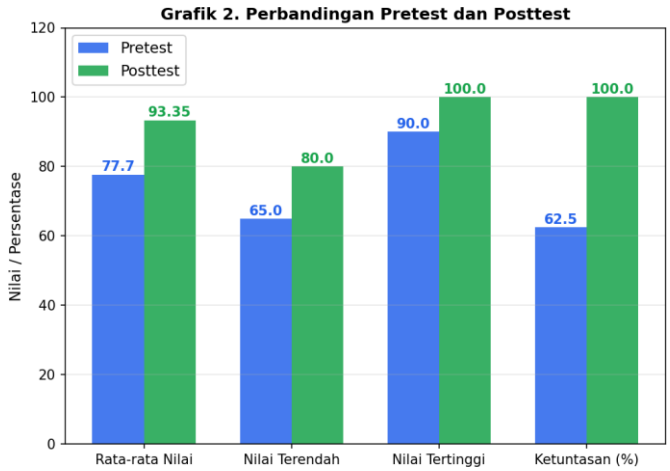
Analisis Peningkatan Hasil Belajar*: Pretest dan Posttest*

Untuk mengukur efektivitas keseluruhan intervensi, dilakukan perbandingan antara hasil pretest yang diberikan sebelum pelaksanaan siklus pertama dengan posttest yang diberikan di akhir Siklus III. Pretest dan posttest menggunakan instrumen yang setara, yaitu soal pilihan ganda sebanyak 20 butir yang mencakup seluruh materi bioteknologi. Data perbandingan pretest dan posttest disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Pretest dan Posttest

Aspek	Pretest	Posttest	Peningkatan
Rata-rata Nilai	77,7	93,35	+15,65 poin
Skor Tertinggi	90	100	+10 poin
Skor Terendah	65	80	+15 poin
Murid Tuntas (≥75)	15 dari 24	24 dari 24	+9 murid

Persentase Ketuntasan	62,5%	100%	+37,5%



Grafik 2. Perbandingan Hasil Pretest dan Posttest

Berdasarkan Tabel 3, terdapat peningkatan yang sangat signifikan pada seluruh aspek yang diukur. Nilai rata-rata meningkat dari 77,7 pada pretest menjadi 93,35 pada posttest, atau meningkat sebesar 15,65 poin. Hal ini mengindikasikan bahwa intervensi pembelajaran PjBL berbantuan Game Biosentence Challenge mampu meningkatkan hasil belajar murid secara substansial. Nilai terendah murid meningkat dari 65 menjadi 80, yang berarti tidak ada lagi murid yang berada di bawah KKM pada saat posttest. Jumlah murid yang tuntas melonjak dari 15 murid (62,5%) pada pretest menjadi 24 murid (100%) pada posttest, melampaui target keberhasilan yang ditetapkan sebesar 80%.

Peningkatan yang konsisten dari pretest ke posttest ini membuktikan bahwa seluruh rangkaian pembelajaran dalam tiga siklus PjBL, mulai dari penguatan konsep pada Siklus I, perancangan dan pembimbingan proyek pada Siklus II, hingga pengujian dan presentasi produk pada Siklus III, memberikan kontribusi yang saling melengkapi terhadap peningkatan pemahaman dan penguasaan konsep bioteknologi oleh murid.

Analisis *N-Gain Score*

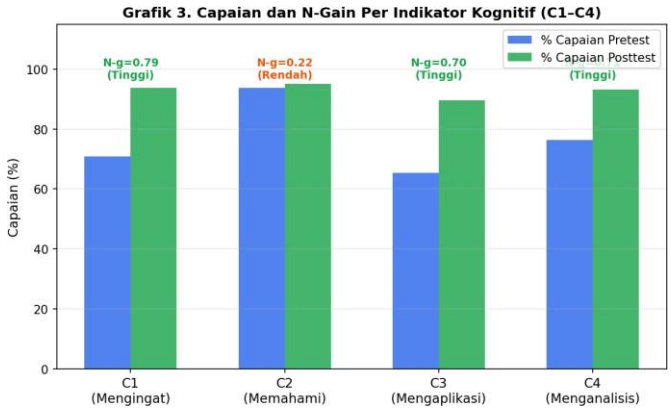
Efektivitas intervensi secara keseluruhan diukur menggunakan N-gain ternormalisasi (Hake, 1999) yang membandingkan selisih posttest dengan pretest terhadap selisih skor maksimum dengan pretest.

Analisis Per Indikator Kompetensi Kognitif (C1–C4)

Analisis mendalam dilakukan terhadap capaian per indikator kompetensi kognitif berdasarkan Taksonomi Bloom yang direvisi, meliputi C1 (Mengingat), C2 (Memahami), C3 (Mengaplikasi), dan C4 (Menganalisis). Data ini diperoleh dari distribusi skor per nomor soal pretest dan posttest. Hasil rekapitulasi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Capaian Per Indikator Kognitif (C1–C4)

Indikator	Jml Soal	Skor Maks	Rata Pre	Rata Pos	Δ Sko	% Pre	% Post	N-Gain (Kategori
C1 (Mengingat)	2	10	7,08	9,38	+2,30	70,8%	93,8%	0,79 (Tinggi
C2 (Memahami)	6	30	28,12	28,54	+0,42	93,7%	95,1%	0,22 (Rendah
C3 (Mengaplikasi)	6	30	19,58	26,88	+7,30	65,3%	89,6%	0,70 (Tinggi
C4 (Menganalisis)	6	30	22,92	27,92	+5,00	76,4%	93,1%	0,71 (Tinggi
Total / Rata-rata	20	100	77,71	92,71	+15,00	77,7%	92,7%	−0,67 (Sedang



Grafik 4. Capaian dan N-Gain Per Indikator Kognitif C1–C4

Berdasarkan Tabel 7 dan Grafik 4, terdapat pola peningkatan yang berbeda-beda antar indikator. C1 (Mengingat) menghasilkan N-gain tertinggi (0,79, kategori tinggi) karena capaian pretest masih moderat (70,8%) sehingga masih terdapat ruang peningkatan yang besar. C3 (Mengaplikasi) dan C4 (Menganalisis) juga mencapai kategori tinggi (0,70 dan 0,71), mencerminkan efektivitas pendekatan proyek dan game dalam mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi. Sebaliknya, C2 (Memahami) menunjukkan N-gain terendah (0,22, kategori rendah) karena capaian pretest sudah sangat tinggi (93,7%), mengindikasikan adanya efek ceiling—ruang peningkatan yang tersisa sangat kecil sehingga N-gain secara matematis menjadi rendah

meskipun murid sudah menguasai indikator ini dengan baik. Pada tahap perencanaan, peneliti berkolaborasi dengan guru mitra menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang mengintegrasikan model PjBL dengan Game Biosentence Challenge untuk materi Bioteknologi kelas VIII. RPP dirancang dengan alokasi waktu 2 × 40 menit per pertemuan dan bertujuan agar murid mampu memahami konsep bioteknologi konvensional dan modern, merancang serta melaksanakan proyek pembuatan produk bioteknologi, serta menganalisis dampaknya bagi kehidupan. Selain RPP, peneliti juga menyiapkan: (1) media Game Biosentence Challenge berupa set kartu kata; (2) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis proyek; (3) instrumen asesmen formatif berupa soal pilihan ganda 10 butir; serta (4) alat dan bahan praktikum pembuatan tapai ubi jalar.

Siklus I

Pada Siklus I, guru memulai pembelajaran dengan apersepsi berupa pertanyaan kontekstual tentang produk bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari, dilanjutkan dengan pembentukan kelompok yang terdiri dari 4–5 murid. Guru menjelaskan pengertian bioteknologi, perbedaan bioteknologi konvensional dan modern beserta contoh nyata produknya (tempe, tape, yogurt untuk konvensional; tanaman transgenik dan insulin rekombinan untuk modern), serta penerapan dan dampak bioteknologi dalam kehidupan. Di akhir pertemuan, Game Biosentence Challenge dimainkan selama 15 menit sebagai sarana konsolidasi konsep. Tes formatif Siklus I diberikan di akhir pertemuan menghasilkan nilai rata-rata 72,4 dengan ketuntasan 54,17%.

Siklus II

Berdasarkan hasil refleksi Siklus I, Siklus II difokuskan pada kelanjutan sintaks PjBL, yaitu tahap perancangan dan pembimbingan proyek. Peneliti melakukan beberapa penyesuaian, yaitu penerapan sistem pembagian peran yang jelas dalam setiap kelompok (ketua, pelaksana, dokumentator), pengarahan murid untuk merancang proyek berdasarkan kasus permasalahan nyata terkait materi bioteknologi, serta penyediaan sesi pembimbingan proyek yang lebih intensif. Setiap kelompok merancang dan mulai mengerjakan proyek pembuatan tapai ubi jalar. Game Biosentence Challenge tetap dijalankan 15 menit sebelum pembelajaran berakhir sebagai sarana pengulangan konsep. Tes formatif Siklus II menghasilkan nilai rata-rata 83,8 dengan ketuntasan 75%.

Siklus III

Siklus III merupakan tahap akhir sintaks PjBL yang difokuskan pada pengujian hasil produk bioteknologi dan presentasi produk. Berdasarkan refleksi Siklus II, peneliti merancang penyesuaian berikut: (1) menyiapkan lembar uji produk yang memandu murid dalam mengevaluasi keberhasilan produk tapai ubi jalar; (2) memberikan panduan presentasi terstruktur agar setiap kelompok mampu menyampaikan proses, hasil, dan analisis dampak produk secara sistematis; serta (3) merancang sesi tanya jawab antar kelompok yang difasilitasi oleh guru untuk mendorong berpikir kritis. Tes formatif Siklus III menghasilkan nilai rata-rata 98,3 dengan ketuntasan 100%.

Observasi

Siklus I

Pada Siklus I, murid menunjukkan respons yang antusias terhadap penggunaan Game Biosentence Challenge. Elemen permainan, tantangan, dan diskusi dalam game mampu meningkatkan motivasi belajar sehingga murid yang sebelumnya cenderung pasif menjadi lebih aktif. Namun, terdapat beberapa kendala, yaitu: (1) beberapa murid masih membutuhkan bimbingan dalam memahami konsep bioteknologi secara lebih mendalam, khususnya perbedaan bioteknologi konvensional dan modern; (2) alokasi waktu pada sesi game terkadang melebihi yang direncanakan karena antusiasme murid yang tinggi.

Siklus II

Implementasi Siklus II menunjukkan kemajuan yang signifikan. Murid tampak lebih antusias dan terarah karena terlibat dalam kegiatan konkret, yaitu merancang dan membuat tapai ubi jalar. Setiap kelompok menyusun rancangan proyek secara sistematis termasuk menentukan bahan-bahan dan prosedur pembuatan. Proses produksi berlangsung di rumah dengan pemantauan pengiriman perkembangan proyek. Sesi game tetap dijalankan singkat di akhir pertemuan sebagai sarana pengulangan konsep. Peningkatan nilai rata-rata dari 72,4 menjadi 83,8 mencerminkan efektivitas pendekatan berbasis proyek dalam memperkuat pemahaman murid.

Siklus III

Implementasi Siklus III menunjukkan perkembangan paling signifikan sepanjang penelitian. Pada sesi pengujian produk, murid tampak sangat terlibat aktif dalam mengevaluasi kualitas tapai ubi jalar yang mereka hasilkan, mulai dari warna, tekstur, aroma, hingga kesesuaian dengan prosedur bioteknologi yang benar. Beberapa kelompok berinisiatif membandingkan produk mereka dengan produk komersial. Pada sesi presentasi, semua kelompok mampu memaparkan

proses pembuatan, hasil pengujian, dan analisis dampak produk secara runtut dan percaya diri. Diskusi antar kelompok berlangsung hidup dengan murid saling mengajukan pertanyaan kritis yang menunjukkan penguasaan konsep bioteknologi yang jauh lebih mendalam.

Refleksi

Pelaksanaan Siklus I masih memiliki beberapa kendala yang perlu diperbaiki. Beberapa murid masih membutuhkan bimbingan lebih lanjut dalam memahami perbedaan bioteknologi konvensional dan modern. Pengelolaan waktu pada sesi game juga belum optimal. Berdasarkan hasil tes formatif Siklus I dengan nilai rata-rata 72,4 dan ketuntasan 54,17% yang belum memenuhi indikator keberhasilan, pada Siklus II dilakukan perbaikan berupa pengaturan waktu game yang lebih efektif, pembagian peran yang lebih jelas dalam kelompok, serta pembimbingan proyek yang lebih intensif.

Pelaksanaan Siklus II menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan nilai rata-rata 83,8 dan ketuntasan 75%. Meskipun demikian, beberapa kelompok masih memerlukan arahan lebih lanjut dalam menyelesaikan proyek secara maksimal. Pada Siklus III, pembelajaran difokuskan pada pengujian hasil produk dan presentasi, diakhiri dengan tes formatif siklus ketiga dan posttest sekaligus alat ukur keberhasilan intervensi secara keseluruhan.

Dari aspek proses, model PjBL mampu mengubah orientasi pembelajaran dari teacher-centered menjadi student-centered secara gradual. Pada Siklus I, fokus tindakan diarahkan pada pembangunan fondasi konseptual melalui penjelasan terstruktur disertai Game Biosentence Challenge. Elemen permainan menciptakan suasana belajar yang aman dan menyenangkan, sehingga murid yang semula pasif berani mencoba dan berpartisipasi aktif. Inilah yang menjadi penyebab langsung meningkatnya rata-rata nilai dari kondisi awal (pretest): ketika murid merasa tidak terancam saat salah, mereka lebih berani mengeksplorasi konsep. Meskipun nilai rata-rata Siklus I baru mencapai 72,4 (belum memenuhi KKM 75), fondasi kognitif dan motivasi yang dibangun pada siklus ini menjadi modal esensial bagi peningkatan pada siklus-siklus berikutnya. Hal ini selaras dengan pandangan Krajcik dan Shin (2022) yang menyatakan bahwa keterlibatan aktif dalam proyek autentik mendorong deep learning dan retensi konsep yang lebih kuat dibandingkan pembelajaran pasif.

Lonjakan nilai pada Siklus II dari 72,4 menjadi 83,8 (peningkatan 11,4 poin) dapat dijelaskan melalui mekanisme kausalitas yang jelas: pada siklus ini murid tidak sekadar menerima informasi, melainkan merancang dan membuat produk fermentasi secara nyata. Ketika murid menyusun prosedur pembuatan tapai ubi jalar, mereka dipaksa untuk mengintegrasikan pemahaman konseptual tentang bioteknologi konvensional ke dalam tindakan praktis. Proses ini secara kognitif mengakses level C3 (Mengaplikasi) dan C4 (Menganalisis) secara bersamaan, yang tercermin dalam peningkatan N-gain C3 dan C4 yang mencapai kategori tinggi. Pembagian peran yang jelas dalam kelompok (hasil perbaikan dari refleksi Siklus I) juga berkontribusi langsung pada peningkatan efisiensi kerja kelompok dan kedalaman pemahaman, karena setiap anggota memiliki tanggung jawab spesifik yang mendorong akuntabilitas belajar individual.

Pencapaian luar biasa pada Siklus III (rata-rata 98,3; ketuntasan 100%) merupakan hasil kumulatif dari akumulasi pembelajaran dua siklus sebelumnya yang diperkuat oleh aktivitas evaluasi dan presentasi. Ketika murid mengevaluasi kualitas produk tapai yang mereka buat sendiri—membandingkan warna, tekstur, aroma, dan kesesuaian prosedur—mereka melakukan proses berpikir evaluatif (C5) yang sekaligus mengonsolidasikan semua pemahaman dari C1 hingga C4. Presentasi antar kelompok berfungsi sebagai mekanisme elaborasi—ketika seseorang harus menjelaskan sesuatu kepada orang lain, pemahaman mereka sendiri menjadi lebih dalam dan terstruktur. Diskusi kritis antar kelompok yang berlangsung hidup menunjukkan bahwa murid telah mencapai penguasaan konsep yang tidak sekadar hafalan, melainkan pemahaman yang dapat diaplikasikan dan dianalisis secara mandiri.

Peningkatan hasil belajar tersebut terjadi karena model PjBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi proyek bioteknologi. Keterlibatan aktif peserta didik selama proses pembelajaran memungkinkan terjadinya konstruksi pengetahuan secara bertahap melalui pengalaman nyata. Kondisi ini sejalan dengan teori konstruktivisme sosial Lev Vygotsky yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun melalui interaksi sosial, pengalaman belajar, dan scaffolding selama proses pembelajaran (Vygotsky, 1978).

Integrasi Game Biosentence Challenge memberikan nilai tambah yang signifikan dalam ekosistem pembelajaran PjBL. Game ini berfungsi sebagai media asesmen formatif yang menyenangkan, di mana kesalahan dalam menyusun kalimat tidak menimbulkan kecemasan tetapi justru mendorong diskusi dan klarifikasi konsep. Plass et al. (2020) menjelaskan bahwa game-based learning menciptakan immediate feedback loop yang memungkinkan murid segera mengetahui kesalahan dan memperbaikinya dalam konteks yang tidak mengancam. Aktivitas fisik menyusun potongan kata juga sangat sesuai dengan

karakteristik gaya belajar kinestetik yang dominan pada murid, sebagaimana ditegaskan Mayer (2019) bahwa pembelajaran berbasis permainan yang melibatkan aktivitas fisik terbukti mempercepat proses internalisasi konsep ilmiah.

N-gain kelas sebesar 0,67 (kategori sedang) dengan 45,83% siswa mencapai kategori tinggi menunjukkan bahwa intervensi efektif secara merata. Analisis per indikator mengungkap pola yang informatif: C2 (Memahami) memiliki N-gain rendah (0,22) bukan karena intervensi kurang efektif, tetapi karena murid sudah menguasai indikator ini dengan sangat baik sejak pretest (93,7%), sehingga ruang peningkatan yang tersisa sangat kecil. Sebaliknya, C3 (Mengaplikasi) dan C4 (Menganalisis) yang secara alami lebih sulit menunjukkan N-gain tinggi (0,70 dan 0,71), membuktikan bahwa pendekatan berbasis proyek secara khusus efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Hasil ini konsisten dengan temuan Sumantri dan Satriani (2021) yang menemukan bahwa PjBL secara signifikan meningkatkan hasil belajar IPA murid, dan Sumarni et al. (2021) yang mengkonfirmasi bahwa PTK berbasis PjBL secara efektif meningkatkan keterampilan psikomotorik dan pemahaman konseptual murid secara bersamaan.

Peningkatan hasil belajar peserta didik menunjukkan bahwa integrasi Project-Based Learning dengan game edukatif mampu menciptakan pembelajaran yang aktif dan bermakna. Model PjBL memungkinkan peserta didik membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung, sedangkan game edukatif memberikan penguatan konsep secara menyenangkan dan interaktif. Temuan ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan akan lebih mudah dipahami ketika peserta didik terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Sumantri dan Satriani (2021) yang menunjukkan bahwa Project-Based Learning mampu meningkatkan hasil belajar IPA peserta didik secara signifikan. Selain itu, penelitian Plass et al. (2020) juga menjelaskan bahwa game-based learning dapat meningkatkan motivasi dan retensi konsep melalui mekanisme umpan balik langsung dan pembelajaran kontekstual.

Secara keseluruhan, penelitian ini mengkonfirmasi bahwa model PjBL terintegrasi Game Biosentence Challenge merupakan inovasi pedagogis yang komprehensif, tidak hanya meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga berdampak positif pada dimensi afektif (motivasi, kepercayaan diri, minat belajar) dan psikomotorik (keterampilan praktikum dan presentasi) murid.

Implikasi Penelitian

Hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa integrasi model Project-Based Learning dengan game edukatif dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran IPA yang inovatif pada jenjang SMP, khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti bioteknologi. Pendekatan ini dapat digunakan guru untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik, mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta menciptakan suasana belajar yang lebih aktif dan menyenangkan.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, antara lain jumlah subjek penelitian yang terbatas pada satu kelas serta fokus penelitian yang hanya dilakukan pada materi bioteknologi. Selain itu, penelitian belum mengukur dampak pembelajaran terhadap aspek afektif dan keterampilan kolaborasi secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk menguji efektivitas model pada materi dan jenjang pendidikan yang berbeda.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa implementasi model Project Based Learning (PjBL) berbantuan media Game Biosentence Challenge dapat meningkatkan hasil belajar murid kelas VIII SMP Negeri 26 Makassar pada materi Bioteknologi. Nilai rata-rata tes formatif meningkat secara konsisten dari 72,4 pada Siklus I (fokus pemahaman konsep) menjadi 83,8 pada Siklus II (fokus perancangan dan pembimbingan proyek), dan mencapai 98,3 pada Siklus III (fokus pengujian dan presentasi produk). Perbandingan pretest (77,7) dan posttest (93,35) menunjukkan peningkatan 15,65 poin. Persentase ketuntasan klasikal melonjak dari 62,5% menjadi 100%, melampaui indikator keberhasilan yang ditetapkan.

Analisis N-gain kelas sebesar 0,67 (kategori sedang) dengan 45,83% siswa mencapai kategori tinggi, serta analisis per indikator kognitif yang menunjukkan N-gain tertinggi pada C3 (Mengaplikasi, N-gain = 0,70) dan C4 (Menganalisis, N-gain = 0,71), membuktikan bahwa pendekatan PjBL berbasis proyek secara khusus efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi murid.

Dari aspek proses pembelajaran, implementasi model PjBL berbantuan Game Biosentence Challenge berhasil mengubah dinamika kelas secara fundamental melalui mekanisme kausalitas yang jelas: Siklus I membangun fondasi konseptual dan motivasi, Siklus II mengkonsolidasikan pemahaman melalui pengalaman langsung membuat produk, dan Siklus III mengintegrasikan semua pembelajaran melalui evaluasi dan presentasi yang mendorong berpikir tingkat tinggi.

Murid yang semula pasif berkembang menjadi pelajar yang aktif, kolaboratif, dan mampu mengekspresikan pemahaman mereka secara lisan maupun tertulis. Dengan demikian, model ini dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran yang inovatif, menarik, dan efektif untuk materi bioteknologi maupun materi IPA lainnya yang membutuhkan pemahaman konseptual dan keterlibatan aktif murid.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang mendalam kepada ibunda Mugniati, S.Pd. selaku guru pamong dalam kegiatan PPL yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta ilmu yang berharga dalam penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga penulis tunjukkan kepada pihak sekolah, Kepala Sekolah, dan segenap Guru di SMP Negeri 26 Makassar yang telah bersedia membantu serta meluangkan waktu dalam memberikan data wawancara maupun observasi lapangan. Tidak lupa, penulis mengapresiasi semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga artikel ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

Arikunto, S. (2021). Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik (Edisi revisi). Rineka Cipta.

Aryani, R., Rahmawati, Y., & Surya, E. (2023). Implementasi pembelajaran kontekstual pada materi bioteknologi untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa SMP. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 12(1), 45–56. https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.38721

Fitrianti, L., Hamsa, A., & Rahma, S. (2022). Efektivitas model PjBL dalam meningkatkan hasil belajar IPA murid SMP: Meta-analisis penelitian tindakan kelas. Jurnal Pendidikan MIPA, 23(1), 45–60. https://doi.org/10.23960/jpmipa.v23i1.pp45-60

Gunawan, I., Tryanasari, D., & Benty, D. D. N. (2023). Project-based learning implementation in Kurikulum Merdeka: Impact on junior high school science achievement. Jurnal Ilmu Pendidikan, 29(2), 113–126. https://doi.org/10.17977/um048v29i2p113-126

Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. American Educational Research Association (AERA) Division D Measurement and Research Methodology.

Kemdikbud. (2022). Panduan pembelajaran dan asesmen pendidikan anak usia dini, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2022). The action research planner: Doing critical participatory action research (2nd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2

Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. Improving Schools, 19(3), 267–277. https://doi.org/10.1177/1365480216659733

Krajcik, J. S., & Shin, N. (2022). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), The Cambridge handbook of the learning sciences (3rd ed., pp. 275–297). Cambridge University Press.

Lestari, D. A., & Suryana, Y. (2023). Pengaruh media game edukatif terhadap N-gain dan motivasi belajar IPA murid SMP. Jurnal Teknologi Pendidikan, 25(1), 78–92. https://doi.org/10.21009/jtp.v25i1.30211

Mayer, R. E. (2019). Computer games in education. Annual Review of Psychology, 70, 531–549. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102857

Mulyasa, E. (2022). Implementasi kurikulum merdeka dalam penelitian tindakan kelas. Bumi Aksara.

Nugroho, T., & Hartono, S. (2022). Peningkatan hasil belajar biologi melalui integrasi game-based learning dalam PTK: Studi kasus SMP di Jawa Tengah. Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia, 8(2), 101–115. https://doi.org/10.22219/jpbi.v8i2.20012

Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2021). Learning styles: Concepts and evidence. Psychological Science in the Public Interest, 9(3), 105–119. https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x

Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. Educational Psychologist, 50(4), 258–283. https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533

Rahayu, P., & Nurhayati, S. (2023). Analisis N-gain dan efektivitas pembelajaran berbasis proyek pada topik sains SMP: Tinjauan sistematis PTK 2018–2023. Jurnal Riset Pendidikan IPA, 9(1), 55–72. https://doi.org/10.29303/jrpiipa.v9i1.2801

Ramadhani, N. A., & Juhannis, H. (2024). Analisis rendahnya hasil belajar IPA pada materi bioteknologi di kelas VIII SMPN 26 Makassar. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA, 6(1), 215–224.

Sumantri, M. S., & Satriani, R. (2021). The effect of project-based learning on science learning outcomes of elementary school students. International Journal of Instruction, 14(1), 331–346. https://doi.org/10.29333/iji.2021.14119a

Sumarni, W., Wardani, S., Sudarmin, S., & Gupitasari, D. N. (2021). Project based learning (PBL) to improve psychomotoric skills: A classroom action research. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 5(2), 157–163. https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.7505

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wati, M., & Prasetyo, Z. K. (2021). Kesulitan belajar murid SMP pada materi bioteknologi dan solusinya melalui pendekatan inkuiri terbimbing. Jurnal Pendidikan Sains, 9(3), 130–142. https://doi.org/10.26714/jps.9.3.2021.130-142

Wulandari, B., & Sumarno, H. (2021). Penerapan model project-based learning untuk meningkatkan hasil belajar dan motivasi belajar siswa kelas VIII. Jurnal Pendidikan Vokasi, 11(1), 1–14. https://doi.org/10.21831/jpv.v11i1.35843

Wulandari, B., & Surjono, H. D. (2022). Pengaruh problem-based learning dan Project Based Learning terhadap hasil belajar ditinjau dari motivasi belajar. Jurnal Pendidikan Vokasi, 3(2), 178–191. https://doi.org/10.21831/jpv.v3i2.1600

Yunus, S. R., & Rahma, S. (2024). Profil pembelajaran IPA berbasis proyek di sekolah menengah pertama Makassar: Peluang dan tantangan. Jurnal Ilmu Pendidikan, 30(1), 55–67.