

**INOVASI MEDIA PEMBELAJARAN PABIO (PAPAN BIOTEKNO) PADA
MATERI BIOTEKNOLOGI UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN
SISWA SMA**

Najwatul Halwa^{1*}, Nana Citrawati Lestari²

^{1, 2} PBIO Fakultas Sosial dan Humaniora Universitas PGRI Kalimantan

^{1*}najwatulhalwa4@gmail.com, ²nanacitra@upk.ac.id

Corresponding author*

ABSTRACT

Biotechnology education at the high school level still faces various challenges, primarily because the subject matter is abstract and the teaching materials currently in use have not been able to optimally engage students. As a result, students remain less active in the learning process—whether in asking questions, participating in discussions, or understanding biotechnology concepts—particularly when it comes to modern biotechnology topics. This study aims to develop the PABIO (Educational Biotechnology Board) learning medium for 10th-grade high school biotechnology material and to test the validity, practicality, and effectiveness of the resulting medium. The study employed the Research and Development (R&D) method using the 4D development model, which includes the define, design, develop, and disseminate stages. The study was conducted at State High School 10 Banjarmasin, involving nine validators consisting of three subject matter experts, three media experts, and three language experts. The practicality test was conducted by three biology teachers, while the pilot test involved 30 students from Class X-E. Data collection was carried out through interviews, validation sheets, teacher practicality questionnaires, student response questionnaires, and learning outcome tests. The data were analyzed using quantitative descriptive methods. The results showed that the PABIO teaching material achieved a validity percentage of 78.44%, falling into the “valid” category. The practicality level, as assessed by teachers, reached 80.55% (“practical”), while student responses.

Keywords: *Biotechnology, Educational Board Games, Learning Materials, 4D Models, PABIO.*

ABSTRAK

Pembelajaran Bioteknologi di jenjang SMA masih menghadapi berbagai permasalahan, terutama karena karakteristik materi yang bersifat abstrak dan media pembelajaran yang digunakan belum mampu mendorong keterlibatan peserta didik secara optimal. Akibatnya, peserta didik masih kurang aktif dalam proses pembelajaran, baik saat bertanya, berdiskusi, maupun memahami konsep-konsep bioteknologi, khususnya pada materi bioteknologi modern. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran PABIO (Papan Biotekno Edukatif) pada materi Bioteknologi kelas X SMA serta menguji tingkat kevalidan,

kepraktisan, dan keefektifan media yang dihasilkan. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang meliputi tahap *define, design, develop, dan disseminate*. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 10 Banjarmasin dengan melibatkan sembilan validator yang terdiri atas tiga ahli materi, tiga ahli media, dan tiga ahli bahasa. Uji kepraktisan dilakukan oleh tiga guru Biologi, sedangkan uji coba terbatas melibatkan 30 peserta didik kelas X-E. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, lembar validasi, angket kepraktisan guru, angket respons peserta didik, serta tes hasil belajar. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media PABIO memperoleh persentase kevalidan sebesar 78,44% dengan kategori valid. Tingkat kepraktisan berdasarkan penilaian guru mencapai 80,55% (praktis), sedangkan respons peserta didik memperoleh persentase 87,27% (sangat praktis). Keefektifan media ditunjukkan oleh persentase ketuntasan klasikal *posttest* sebesar 93,33% dengan kategori sangat efektif. Berdasarkan hasil tersebut, media pembelajaran PABIO dinyatakan layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran Bioteknologi karena telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif serta mampu mendukung peningkatan hasil belajar peserta didik, meningkatkan keaktifan, memperkuat pemahaman konsep, serta menjadi media yang menarik dan interaktif.

Kata Kunci: Bioteknologi, *Board Game* Edukatif, Media Pembelajaran, Model 4D, PABIO.

A. PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi bertujuan mengembangkan pemahaman konsep, keterampilan proses sains, serta sikap ilmiah peserta didik melalui pengalaman belajar yang bermakna (Angraini, 2022). Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan media pembelajaran yang mampu membantu peserta didik memahami konsep-konsep biologi yang bersifat abstrak. Media pembelajaran berfungsi menyajikan informasi secara lebih jelas, menarik, dan kontekstual sehingga dapat

meningkatkan motivasi, perhatian, serta keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran (Arsyad, 2019). Salah satu pendekatan yang mendukung pembelajaran aktif adalah *game-based learning*, yaitu pembelajaran yang mengintegrasikan aktivitas bermain dengan pencapaian tujuan pembelajaran (Plass dkk., 2015). Pendekatan ini dapat diwujudkan melalui permainan edukatif yang mampu menciptakan suasana belajar yang menyenangkan, meningkatkan partisipasi aktif peserta didik, serta melatih kemampuan

berpikir kritis, komunikasi, dan kerja sama. Selain itu, permainan edukatif dapat dikembangkan dalam bentuk non-digital, seperti *board game*, sehingga lebih mudah diterapkan pada berbagai kondisi sekolah, termasuk yang memiliki keterbatasan sarana teknologi (Prananda dkk., 2024).

Materi Bioteknologi merupakan salah satu materi biologi yang memiliki karakteristik konsep abstrak, seperti fermentasi, kultur jaringan, rekayasa genetika, dan DNA rekombinan, sehingga memerlukan media pembelajaran yang dapat membantu visualisasi konsep (Rustaman, 2015). Hasil observasi dan wawancara dengan guru Biologi di SMA Negeri 10 Banjarmasin menunjukkan bahwa pembelajaran masih didominasi metode ceramah dengan memanfaatkan buku paket, LKPD, *PowerPoint*, dan video pembelajaran. Penggunaan media tersebut belum mampu menciptakan pembelajaran yang sepenuhnya interaktif sehingga peserta didik masih cenderung pasif dalam bertanya, berdiskusi, maupun mencari informasi secara mandiri. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya media pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan sesuai

dengan karakteristik materi Bioteknologi.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa permainan edukatif tidak hanya mampu meningkatkan motivasi belajar, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap hasil belajar peserta didik. Melalui aktivitas bermain yang dirancang sesuai tujuan pembelajaran, peserta didik memperoleh kesempatan untuk membangun pemahaman konsep, berkolaborasi, berkomunikasi, dan memecahkan masalah secara aktif. Penelitian Lestari dkk. (2023) menunjukkan bahwa penerapan metode permainan edukatif pada pembelajaran IPA mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai rata-rata dari 65 menjadi 83, serta persentase ketuntasan klasikal dari 50% pada Siklus I menjadi 85% pada Siklus II. Hasil tersebut menunjukkan bahwa permainan edukatif mampu menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan, meningkatkan keaktifan peserta didik, serta membantu mereka memahami materi secara lebih efektif. Dengan demikian, permainan edukatif berpotensi

menjadi alternatif media pembelajaran yang sesuai untuk materi Bioteknologi yang menuntut pemahaman konsep-konsep abstrak.

Berbagai penelitian telah mengembangkan media pembelajaran biologi, seperti media audiovisual berbasis Canva (Atriana & Nofiana, 2023) dan *e-booklet* materi fermentasi (Mursali dkk., 2024). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran dapat meningkatkan kualitas proses belajar. Selain itu, kajian mengenai *game-based learning* juga menunjukkan bahwa penerapan permainan edukatif mampu meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan peserta didik, keterampilan berpikir kritis, kerja sama, serta hasil belajar apabila dirancang sesuai dengan tujuan pembelajaran (Prananda dkk., 2024). Namun, sebagian besar media yang dikembangkan masih berbasis digital, berfokus pada submateri tertentu, serta belum mengintegrasikan aktivitas pembelajaran yang mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi. Selain itu, penelitian mengenai media pembelajaran berbentuk *board game* pada materi Bioteknologi masih relatif terbatas (Zebua, 2025). Kondisi ini

menunjukkan adanya kebutuhan pengembangan media pembelajaran yang lebih komprehensif, interaktif, dan mudah diterapkan di sekolah.

PABIO (Papan Biotekno) Edukatif dikembangkan sebagai media pembelajaran berbentuk *board game* fisik yang mengintegrasikan materi Bioteknologi secara menyeluruh, meliputi bioteknologi konvensional, bioteknologi modern, produk bioteknologi, serta isu etika dan dampaknya. Media ini dilengkapi dengan kartu soal berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS), kartu informasi, kartu risiko, dan kartu bonus yang dirancang untuk melatih kemampuan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan pemecahan masalah. Penggunaan media non-digital juga menjadi keunggulan karena dapat diterapkan pada sekolah yang memiliki keterbatasan sarana teknologi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan media PABIO (Papan Biotekno) Edukatif pada materi Bioteknologi kelas X SMA menggunakan model pengembangan 4D (*define, design, develop, dan disseminate*). Penelitian difokuskan untuk mengetahui tingkat kevalidan,

kepraktisan, dan keefektifan media yang dikembangkan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang inovatif dan memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran biologi.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang bertujuan menghasilkan media pembelajaran PABIO pada materi Bioteknologi kelas X SMA. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D yang meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* (Thiagarajan et al., 1974). Model ini dipilih karena memberikan tahapan yang sistematis dalam mengembangkan produk pembelajaran yang memenuhi aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan.

Tahap *define* meliputi analisis kurikulum, analisis kebutuhan guru dan peserta didik, analisis konsep, analisis tugas, serta analisis tujuan pembelajaran sebagai dasar pengembangan media. Tahap *design* dilakukan dengan menyusun materi, merancang papan permainan, kartu

soal, kartu informasi, kartu risiko, kartu bonus, aturan permainan, serta desain visual media menggunakan aplikasi Canva. Tahap *develop* meliputi validasi produk oleh ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa, revisi produk berdasarkan masukan validator, serta uji coba terbatas untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan media. Tahap *disseminate* dilakukan secara terbatas melalui penyerahan produk kepada SMA Negeri 10 Banjarmasin sebagai media pembelajaran.

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 10 Banjarmasin pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian terdiri atas sembilan validator yang meliputi tiga ahli materi, tiga ahli media, dan tiga ahli bahasa. Uji kepraktisan melibatkan tiga guru Biologi, sedangkan uji coba terbatas dilakukan pada 30 peserta didik kelas X-E SMA Negeri 10 Banjarmasin. Instrumen penelitian meliputi pedoman wawancara, lembar validasi, angket kepraktisan guru, angket respon peserta didik, dan tes hasil belajar. Pedoman wawancara digunakan pada tahap analisis kebutuhan, sedangkan lembar validasi digunakan untuk menilai kelayakan media dari aspek materi,

media, dan bahasa. Angket digunakan untuk mengetahui tingkat kepraktisan media berdasarkan kepraktisan guru dan respon peserta didik, sementara tes hasil belajar digunakan untuk mengetahui keefektifan media setelah diterapkan dalam pembelajaran.

Data penelitian terdiri atas data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa saran dan masukan dari validator yang digunakan sebagai dasar revisi produk. Data kuantitatif diperoleh dari hasil validasi ahli, angket respon guru dan peserta didik, serta hasil tes belajar. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif untuk menentukan tingkat kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan media pembelajaran.

a. Kevalidan Media

Kevalidan media dianalisis menggunakan rumus persentase yang diadaptasi dari Akbar (2017) sebagai berikut.

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

- P = Persentase skor (%)
- f = Jumlah skor diperoleh
- n = Jumlah skor maksimum

Skor yang diperoleh kemudian akan disesuaikan dengan kriteria

kevalidan produk yang dikembangkan.

Tabel 1. Kategori Kevalidan Media

Rentang Skor (%)	Kategori Kevalidan
81 - 100	Sangat Valid
61 - 80	Valid
41 - 60	Cukup Valid
21 - 40	Kurang Valid
0 - 20	Tidak Valid

b. Kepraktisan Media

Kepraktisan media dianalisis menggunakan rumus persentase yang diadaptasi Gulo (2022) sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum x}{x_i} \times 100\%$$

Keterangan:

- P = Persentase respon peserta didik atau guru dalam (%)
- $\sum x$ = Jumlah total skor dari responden
- x_i = Skor maksimum tiap butir

Skor yang diperoleh kemudian akan disesuaikan dengan kategori kepraktisan media, yakni:

Tabel 2. Kategori Kepraktisan Media

Rentang Skor (%)	Kategori Kevalidan
81 - 100	Sangat Valid
61 - 80	Valid
41 - 60	Cukup Valid
21 - 40	Kurang Valid
0 - 20	Tidak Valid

c. Keefektifan Media

Keefektifan media dianalisis berdasarkan persentase ketuntasan klasikal yang diadaptasi Akbar (2017) sebagai berikut.

$$P = \frac{T}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

- P = Persentase ketuntasan klasikal
 - T = Jumlah peserta didik yang tuntas (nilai ≥ 70)
 - n = Jumlah seluruh peserta didik
- Persentase ketuntasan klasikal yang diperoleh selanjutnya disesuaikan dengan kategori keefektifan media.

Tabel 3. Kategori Keefektifan Media

Rentang Skor (%)	Kategori Kevalidan
81 - 100	Sangat Efektif
61 - 80	Efektif
41 - 60	Cukup Efektif
21 - 40	Kurang Efektif
0 - 20	Tidak Efektif

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan produk berupa media pembelajaran PABIO (Papan Biotekno) Edukatif yang dikembangkan untuk mendukung pembelajaran Bioteknologi pada peserta didik kelas X SMA. Media ini dirancang dalam bentuk *board game* edukatif yang mengintegrasikan materi Bioteknologi dengan aktivitas

pembelajaran berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Pengembangan media dilakukan menggunakan model 4D yang meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Hasil pada setiap tahap pengembangan dipaparkan sebagai berikut.

a. Tahapan *Define*

Tahap *define* (pendefinisian) bertujuan mengidentifikasi kebutuhan pengembangan media PABIO melalui analisis awal, analisis kebutuhan peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan analisis tujuan pembelajaran. Analisis awal melalui wawancara dengan guru Biologi SMA Negeri 10 Banjarmasin menunjukkan bahwa pembelajaran Bioteknologi telah menerapkan Kurikulum Merdeka, tetapi masih didominasi metode ceramah dengan media berupa buku paket, LKPD, PowerPoint, video pembelajaran, dan alat peraga sederhana. Selain itu, peserta didik masih kurang aktif dalam bertanya maupun berdiskusi sehingga diperlukan media pembelajaran yang lebih interaktif.

Analisis kebutuhan peserta didik menunjukkan bahwa mereka masih mengalami kesulitan memahami konsep abstrak,

khususnya bioteknologi modern, rekayasa genetika, dan proses fermentasi. Media yang digunakan dinilai cukup membantu, tetapi belum mampu meningkatkan minat belajar secara optimal. Peserta didik lebih menyukai media interaktif yang melibatkan aktivitas belajar secara langsung, sehingga menjadi dasar pengembangan media PABIO sebagai alternatif pembelajaran.

Analisis tugas, konsep, dan tujuan pembelajaran mengacu pada capaian pembelajaran Fase E Kurikulum Merdeka. Materi yang dikembangkan meliputi konsep dasar bioteknologi, bioteknologi konvensional dan modern, penerapan bioteknologi, serta dampaknya terhadap kehidupan dan lingkungan. Hasil analisis tersebut menjadi acuan dalam penyusunan materi, aktivitas permainan, kartu soal berbasis HOTS, dan komponen media PABIO sesuai tujuan pembelajaran.

b. Tahapan *Design*

Tahap design (perancangan) dilakukan berdasarkan hasil analisis pada tahap define untuk menghasilkan rancangan awal (prototype I) media pembelajaran

PABIO. Perancangan diawali dengan menentukan bentuk media berupa board game edukatif yang disesuaikan dengan karakteristik materi Bioteknologi dan kebutuhan peserta didik, kemudian menetapkan format penyajian materi, desain visual, dan mekanisme permainan agar media mudah digunakan, menarik, dan mendukung pembelajaran interaktif.

Media PABIO dirancang menggunakan Canva dengan memperhatikan aspek keterbacaan, kemenarikan visual, dan kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran Fase E Kurikulum Merdeka. Materi yang disajikan meliputi konsep dasar bioteknologi, bioteknologi konvensional dan modern, penerapan bioteknologi, serta dampaknya terhadap kehidupan, yang diintegrasikan ke dalam papan permainan, kartu soal berbasis HOTS, kartu informasi, kartu bonus, kartu risiko, pion, dadu, dan buku petunjuk permainan.

Soal disusun berdasarkan indikator dan tujuan pembelajaran dengan mengacu pada Taksonomi Bloom tingkat C1–C5. Aturan permainan dirancang sederhana untuk mendorong diskusi, kerja

sama, dan pemecahan masalah. Hasil tahap design berupa prototipe I media pembelajaran PABIO yang selanjutnya divalidasi pada tahap develop.

c. Tahapan Develop

Tahap *develop* (pengembangan), peneliti mengembangkan media pembelajaran PABIO berdasarkan rancangan yang telah disusun pada tahap *design*. Proses pengembangan meliputi validasi oleh ahli bahasa, ahli media, dan ahli materi, revisi produk berdasarkan saran validator, serta uji kepraktisan dan keefektifan media. Tahapan ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran yang layak, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran bioteknologi. Hasil pengembangan media pembelajaran PABIO disajikan sebagai berikut.



Gambar 1. Media Pembelajaran PABIO

Papan permainan PABIO memuat jalur permainan dengan kartu soal, informasi, bonus, dan risiko yang dilengkapi ilustrasi produk bioteknologi.



Gambar 2. Kartu Soal

Kartu soal didesain sederhana dengan ilustrasi bioteknologi dan berisi pertanyaan untuk mengukur pemahaman peserta didik selama permainan.



Gambar 3. Kartu Risiko

Kartu risiko berwarna merah dengan simbol peringatan dan berisi instruksi, seperti mundur beberapa langkah, untuk meningkatkan tantangan dalam permainan.



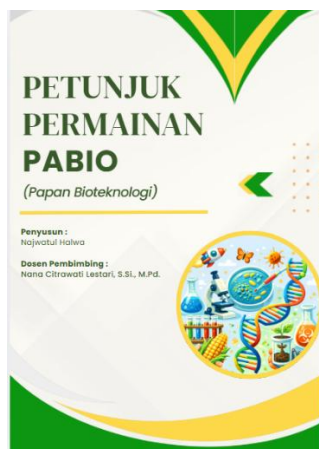
Gambar 4. Kartu Bonus

Kartu bonus berwarna kuning berisi hadiah, seperti maju satu langkah atau terbebas dari kartu risiko, untuk meningkatkan motivasi peserta didik.



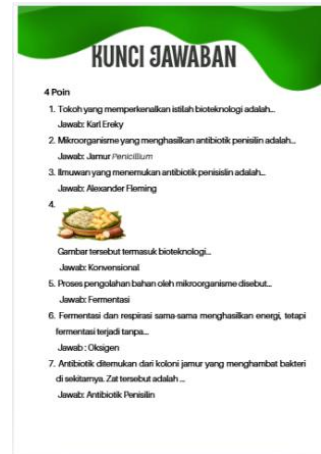
Gambar 5. Kartu Informasi

Kartu informasi memuat ringkasan materi dan ilustrasi produk bioteknologi untuk mendukung pemahaman peserta didik selama permainan.



Gambar 6. Petunjuk Permainan

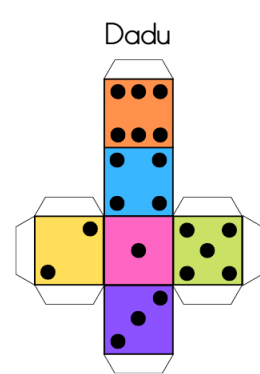
Buku petunjuk permainan memuat tujuan, perangkat permainan, pembagian peran, alur permainan, dan peraturan sebagai panduan penggunaan media PABIO.



Gambar 7. Kunci Jawaban Kartu

Soal

Kunci jawaban memuat jawaban dari seluruh soal pada kartu soal sebagai pedoman guru dalam memeriksa dan memberikan penilaian terhadap jawaban peserta didik.



Gambar 8. Dadu

Dadu digunakan sebagai penentu jumlah langkah pemain pada setiap giliran sehingga

permainan berlangsung secara acak dan dinamis.



Gambar 9. Pion

Pion permainan digunakan sebagai penanda posisi pemain pada papan permainan.

Produk awal media pembelajaran PABIO selanjutnya divalidasi oleh ahli bahasa, ahli media, dan ahli materi untuk memperoleh penilaian mengenai kelayakan produk serta masukan sebagai dasar perbaikan. Hasil validasi media disajikan sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Penilaian Kevalidan

No.	Validasi Ahli	Skor (%)	Kategori
1	Bahasa	82,67	Sangat Valid
2	Media	79,93	Valid
3	Materi	72,73	Valid
Rata-rata (%)		78,44	Valid

Hasil validasi media pembelajaran PABIO oleh sembilan validator yang terdiri atas tiga ahli bahasa, tiga ahli media, dan tiga ahli materi disajikan pada Tabel 4. Aspek bahasa memperoleh persentase sebesar 82,67% (sangat valid), aspek media 79,93% (valid), dan

aspek materi 72,73% (valid), dengan rata-rata keseluruhan sebesar 78,44% yang termasuk kategori valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media PABIO telah memenuhi kriteria kelayakan dari aspek bahasa, media, dan materi sehingga layak digunakan dalam pembelajaran setelah dilakukan revisi sesuai saran validator.

Media pembelajaran PABIO yang dinyatakan valid akan dilakukan uji coba untuk mengetahui tingkat kepraktisan media. Uji coba melibatkan tiga guru Biologi dan 30 peserta didik kelas X SMA Negeri 10 Banjarmasin. Penilaian kepraktisan dilakukan menggunakan angket respons guru dan peserta didik setelah pembelajaran menggunakan media PABIO. Hasil uji kepraktisan disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Kepraktisan Guru

No.	Praktisi	Persentase (%)	Kategori
1	Praktisi I	80	Praktis
2	Praktisi II	81,6	Sangat Praktis
3	Praktisi III	80	Praktis
Persentase (%)		80,55	
Kategori		Praktis	

Tabel 6. Hasil Angket Respon Siswa

No.	Responden	Total Skor
1	Peserta Didik (30 Orang)	1.571
Persentase (%)		87,27
Kategori		Sangat Praktis

Hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa rata-rata respons guru mencapai 80,55% dengan kategori praktis, sedangkan respons peserta didik mencapai 87,27% dengan kategori sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran PABIO mudah digunakan, menarik, dan mampu mendukung proses pembelajaran bioteknologi. Dengan demikian, media PABIO memenuhi aspek kepraktisan dan layak digunakan pada tahap pengujian keefektifan.

Keefektifan media PABIO diukur berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik. Data tersebut dianalisis menggunakan persentase ketuntasan klasikal untuk mengetahui efektivitas media dalam meningkatkan hasil belajar. Hasil analisis disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Kelas X E			
No.	Jenis Tes	Persentase (%)	Kriteria
1	<i>Pretest</i>	56,66	Cukup Efektif
2	<i>Posttest</i>	93,33	Sangat Efektif

Berdasarkan Tabel, persentase ketuntasan klasikal pada *pretest* sebesar 56,66%, dengan 17 dari 30

peserta didik mencapai ketuntasan sehingga termasuk dalam kategori cukup efektif. Setelah pembelajaran menggunakan media PABIO, persentase ketuntasan klasikal pada *posttest* meningkat menjadi 93,33%, dengan 28 dari 30 peserta didik mencapai ketuntasan sehingga termasuk dalam kategori sangat efektif. Peningkatan jumlah peserta didik yang tuntas dari 17 orang pada *pretest* menjadi 28 orang pada *posttest* menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran PABIO mampu meningkatkan ketuntasan hasil belajar peserta didik pada materi Bioteknologi.

d. Tahapan Disseminate

Tahap *disseminate* (penyebarluasan) merupakan tahap akhir dalam model pengembangan 4D. Pada tahap ini, media pembelajaran PABIO yang telah dinyatakan valid, praktis, dan efektif disebarluaskan secara terbatas kepada SMA Negeri 10 Banjarmasin. Penyebarluasan dilakukan melalui penyerahan satu set media PABIO beserta komponen pendukungnya, seperti papan permainan, kartu soal, kartu informasi, kartu bonus, kartu risiko, pion, dadu, petunjuk

permainan, dan kunci jawaban kepada guru Biologi. Tahap ini bertujuan memperkenalkan sekaligus mengimplementasikan media PABIO sebagai alternatif media pembelajaran pada materi bioteknologi sehingga dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran di sekolah.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, media pembelajaran PABIO (Papan Biotekno Edukatif) pada materi Bioteknologi dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran Biologi di SMA Negeri 10 Banjarmasin. Hasil uji kevalidan menunjukkan rata-rata persentase sebesar 78,44% dengan kategori valid. Hasil uji kepraktisan memperoleh persentase sebesar 80,55% dari guru dengan kategori praktis dan 87,27% dari peserta didik dengan kategori sangat praktis. Selain itu, hasil uji keefektifan menunjukkan persentase ketuntasan klasikal sebesar 93,33% pada posttest dengan kategori sangat efektif. Dengan demikian, media pembelajaran PABIO terbukti valid, praktis, dan efektif sehingga dapat

digunakan sebagai alternatif media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi Bioteknologi.

E. Saran

Media pembelajaran PABIO dapat dimanfaatkan sebagai alternatif media pembelajaran pada materi Bioteknologi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan media ini pada materi Biologi lainnya, mengujinya pada jumlah subjek yang lebih luas, serta mengembangkan versi digital agar penggunaannya lebih fleksibel dan interaktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2017). *Instrumen perangkat pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Anggraini, W. N., Purwanto, A., & Nugroho, A. A. (2020). Peningkatan hasil belajar kognitif biologi melalui problem based learning pada siswa kelas X SMA Negeri 1 Bulu Sukoharjo. *IJIS Edu: Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 2(1), 55–62.
- Arsyad, A. (2019). *Media pembelajaran*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Atriana, E. Y., & Nofiana, M. (2023). Pengembangan media pembelajaran audiovisual berbasis aplikasi Canva pada materi bioteknologi kelas X SMA Negeri 4 Purwokerto. *Proceedings*

- Series on Social Sciences & Humanities*, 13.
- Gulo, S., & Harefa, A. O. (2022). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis PowerPoint. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, 1(1), 291–299.
- Lestari, N. C., Hidayah, Y., & Zannah, F. (2023). Penerapan metode pembelajaran permainan edukatif terhadap hasil belajar IPA di SDN 1 Sungai Miai 7 Banjarmasin. *Journal on Education*, 5(3), 7095–7103.
- Mursali, P. R., Latjompoh, M., Uno, W. D., Nusantara, E., Hasan, A. M., & Renowati, Y. (2024). Pengembangan media pembelajaran e-booklet pada materi bioteknologi berbasis hasil kajian fermentasi durian (tempoyak) di SMA Negeri 3 Gorontalo Utara. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 7(4), 14600–14615.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283.
- Prananda, G., Judijanto, L., Stavinibelia, S., Aristanto, A., Ramadhona, R., & Lestari, N. C. (2024). Evaluasi literatur terhadap pengaruh game-based learning dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(4), 388–401.
- Rustaman, N. Y. (2015). *Strategi belajar mengajar biologi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Bloomington, IN: Indiana University.
- Zebua, N. (2025). Integrasi teknologi digital dalam pembelajaran biologi: Analisis kualitatif terhadap pemahaman konseptual dan keterampilan abad 21. *Edukasi Elita: Jurnal Inovasi Pendidikan*, 2(2), 52–64.