

**PENGEMBANGAN GAME EDUKASI GENETIC MATCH BERBASIS
PROBLEM BASED LEARNING DALAM MENINGKATKAN
PEMAHAMAN MATERI PEWARISAN SIFAT (HUKUM I MENDEL)**

Cinta Salsabila Putri Harahap¹, Rasyidah²

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara^{1,2}

cintasalsabila572@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *game* edukasi *Genetic Match* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) sebagai media pembelajaran pada materi pewarisan sifat, khususnya Hukum I Mendel, serta mengetahui kelayakan, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa MA Darul Azhariyyun Medan. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Subjek penelitian adalah 20 siswa kelas XII MA Darul Azhariyyun Medan Tahun Pelajaran 2025/2026. Instrumen pengumpulan data terdiri atas lembar validasi ahli materi dan ahli media, angket respons siswa, serta soal tes pemahaman konsep berupa *pretest* dan *posttest*. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif melalui persentase kelayakan, respons siswa, dan nilai N-Gain. Hasil validasi menunjukkan bahwa *game* edukasi *Genetic Match* memperoleh kategori sangat valid berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media. Hasil respons siswa menunjukkan bahwa media yang dikembangkan praktis digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, hasil uji efektivitas berdasarkan nilai N-Gain menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep siswa pada kategori tinggi. Dengan demikian, *game* edukasi *Genetic Match* berbasis PBL dinyatakan valid, praktis, dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran Biologi pada materi pewarisan sifat Hukum I Mendel.

Kata Kunci: Game Edukasi, *Genetic Match*, Pewarisan Sifat, *Problem Based Learning, Research and Development*

ABSTRACT

This study aimed to develop the Problem Based Learning (PBL)-based Genetic Match educational game as a learning medium for the topic of trait inheritance, particularly Mendel's First Law, and to determine its feasibility, practicality, and effectiveness in improving students' conceptual understanding at MA Darul Azhariyyun Medan. This study employed a Research and Development (R&D) method using the ADDIE development model, consisting of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation stages. The research subjects were 20 twelfth-grade students of MA Darul Azhariyyun Medan in the 2025/2026 academic year. The data collection instruments consisted of material and media

expert validation sheets, student response questionnaires, and conceptual understanding tests in the form of pretest and posttest. The data were analyzed using descriptive quantitative methods through feasibility percentages, student responses, and N-Gain scores. The validation results showed that the Genetic Match educational game was categorized as highly valid based on material and media expert assessments. Student responses indicated that the developed media was practical for use in learning. Furthermore, the effectiveness test results based on N-Gain scores showed an increase in students' conceptual understanding in the high category. Therefore, the PBL-based Genetic Match educational game was declared valid, practical, and effective as a Biology learning medium for the topic of trait inheritance, particularly Mendel's First Law.

Keywords: *Educational Game, Genetic Match, Problem Based Learning, Research and Development, Trait Inheritance*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan proses yang menentukan kualitas sumber daya manusia suatu bangsa. Dalam konteks pembelajaran sains, khususnya Biologi, pemahaman konsep yang mendalam menjadi salah satu tolak ukur keberhasilan proses belajar mengajar. Salah satu materi Biologi yang dianggap kompleks dan memerlukan penalaran tinggi adalah materi pewarisan sifat berdasarkan Hukum Mendel. Materi ini mencakup konsep gen, alel, genotipe, fenotipe, persilangan monohibrid, serta mekanisme segregasi bebas yang bersifat abstrak dan membutuhkan kemampuan berpikir analitis dari peserta didik (Nainggolan et al., 2023).

Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan guru Biologi di MA Darul Azhariyyun Medan, diketahui bahwa rata-rata nilai ulangan harian siswa pada materi pewarisan sifat masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Untuk mengetahui secara lebih mendalam penyebab rendahnya hasil belajar tersebut, peneliti menyebarkan angket analisis kebutuhan kepada siswa. Hasil angket menunjukkan bahwa sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep pada materi Hukum I Mendel. Temuan ini diperkuat oleh hasil wawancara dengan beberapa siswa yang menyatakan bahwa materi genetika dianggap abstrak dan sulit dipahami melalui metode ceramah saja. Dengan demikian, rendahnya nilai ulangan harian siswa tidak hanya disebabkan oleh faktor tunggal, tetapi juga berkaitan dengan kesulitan pemahaman konsep yang dialami siswa pada materi pewarisan sifat.

Permasalahan rendahnya pemahaman konsep tersebut sejalan dengan temuan berbagai penelitian. Jannah et al. (2023) menyatakan bahwa materi genetika, termasuk Hukum Mendel, secara konsisten menjadi salah satu topik yang sulit bagi siswa SMA/MA karena bersifat abstrak dan memuat banyak istilah teknis. Senada dengan itu, Dachi et al., (2025) mengungkapkan empat faktor utama

penyebab kesulitan belajar pada materi pewarisan sifat, yaitu kompleksitas konsep yang bersifat abstrak, metode pembelajaran yang kurang variatif, keterbatasan media pembelajaran interaktif, serta rendahnya motivasi belajar siswa terhadap Biologi.

Kondisi pembelajaran yang masih didominasi metode ceramah dan penggunaan buku teks sebagai sumber belajar utama menyebabkan siswa cenderung pasif dan kurang terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Pembelajaran yang bersifat satu arah belum optimal dalam membantu siswa membangun pemahaman konsep yang bermakna (Fauzi et al., 2023). Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi media pembelajaran yang mampu menciptakan suasana belajar yang aktif, menyenangkan, dan kontekstual.

Game edukasi telah banyak diakui sebagai salah satu inovasi media pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman siswa. Pembelajaran melalui *game* edukasi digital memberikan dampak positif bagi peserta didik karena memungkinkan mereka belajar sambil bermain, sehingga dapat menarik minat dan motivasi belajar secara signifikan (Masykhur & Risnani, 2020). *Game* edukasi juga memiliki kelebihan dalam menampilkan gambar dan visualisasi yang membantu siswa memahami konsep-konsep rumit dengan cara yang lebih jelas dan menarik (Warrendayu et al., 2025).

Pengintegrasian *game* edukasi dengan model pembelajaran yang terstruktur perlu dilakukan untuk mengoptimalkan potensi *game* edukasi sebagai media pembelajaran. *Problem Based Learning* (PBL) merupakan model pembelajaran yang memulai proses belajar dengan masalah nyata, sehingga mendorong siswa untuk aktif mencari solusi, berpikir kritis, serta membangun pengetahuan secara bersama-sama (Junengsih et al., 2023). Integrasi PBL dalam *game* edukasi dinilai efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep karena siswa tidak hanya bermain, tetapi juga diarahkan untuk berpikir dan menyelesaikan masalah selama proses permainan berlangsung (Susilowati & Saputra, 2022).

Berbagai penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis *game* dan PBL menunjukkan hasil yang positif. Habibah et al. (2024) mengembangkan media *game* edukasi pada materi sistem peredaran darah dan menghasilkan produk dengan kategori sangat valid serta efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. Selain itu, Fauzi et al. (2023) membuktikan bahwa penerapan model PBL berbasis *game* edukasi dapat meningkatkan persentase ketuntasan belajar kognitif siswa secara signifikan. Namun, penelitian pengembangan *game* edukasi yang secara spesifik mengintegrasikan PBL pada materi pewarisan sifat Hukum I Mendel untuk jenjang MA masih sangat terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, terdapat celah penelitian berupa masih terbatasnya pengembangan *game* edukasi berbasis PBL yang secara khusus dirancang untuk membantu siswa memahami konsep pewarisan sifat Hukum I Mendel. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan *game* edukasi *Genetic Match* yang mengintegrasikan sintaks PBL ke dalam mekanisme

permainan pencocokan kartu genotipe, fenotipe, dan diagram persilangan. Melalui mekanisme tersebut, siswa tidak hanya bermain, tetapi juga melakukan analisis dan pemecahan masalah genetika secara aktif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti bermaksud mengembangkan *game* edukasi dengan nama *Genetic Match* yang dirancang berbasis *Problem Based Learning* pada materi pewarisan sifat Hukum I Mendel. *Game* ini dirancang dengan mekanisme permainan yang menyajikan skenario permasalahan genetika nyata yang harus dipecahkan siswa melalui pencocokan kartu genotipe-fenotipe dan diagram persilangan. Dengan demikian, siswa diharapkan dapat memahami konsep pewarisan sifat secara aktif dan menyenangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan, menguji kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas *game* edukasi *Genetic Match* berbasis PBL dalam meningkatkan pemahaman konsep pewarisan sifat Hukum I Mendel pada siswa MA Darul Azhariyyun Medan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang bertujuan menghasilkan produk berupa *game* edukasi *Genetic Match* berbasis *Problem Based Learning*. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang terdiri atas lima tahapan, yaitu *Analysis* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi) (Branch, 2009; Sugianti, 2020). Model ADDIE dipilih karena bersifat sistematis, berorientasi pada kebutuhan pengguna, dan memiliki tahapan evaluasi yang terintegrasi pada setiap fase pengembangan (Cahyadi, 2019).

Analysis (Analisis)

Tahap pertama adalah *Analysis* (analisis). Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan melalui observasi pembelajaran, wawancara terstruktur dengan guru Biologi, dan pemberian angket analisis kebutuhan kepada siswa. Analisis mencakup empat aspek, yaitu: (1) analisis kurikulum untuk menentukan kompetensi dasar yang relevan; (2) analisis karakteristik siswa untuk memahami gaya belajar dan tingkat kemampuan awal; (3) analisis materi untuk mengidentifikasi konsep-konsep esensial pada Hukum I Mendel; dan (4) analisis media untuk menentukan platform pengembangan *game* yang paling sesuai.

Hasil tahap analisis menunjukkan beberapa temuan. Pertama, hasil analisis kurikulum menunjukkan bahwa kompetensi dasar yang relevan adalah KD 3.5 tentang “Menerapkan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup” dan KD 4.5 tentang “Menyajikan hasil penerapan prinsip pewarisan sifat”. Materi Hukum I Mendel diajarkan di kelas XII pada semester genap. Kedua, hasil analisis karakteristik siswa melalui angket yang diisi oleh 20 siswa kelas XII menunjukkan bahwa sebanyak 70% siswa atau 14 dari 20 siswa menyatakan lebih mudah memahami materi melalui media visual dan interaktif, sedangkan 75% siswa atau 15 dari 20 siswa mengaku bosan dengan metode ceramah. Ketiga, hasil analisis

materi mengidentifikasi tiga konsep esensial yang menjadi fokus pengembangan, yaitu: (a) bunyi Hukum Segregasi Mendel, (b) penentuan genotipe dan fenotipe pada persilangan monohibrid, serta (c) penerapan konsep dominan-resesif dalam diagram persilangan. Keempat, hasil analisis media menunjukkan bahwa seluruh siswa memiliki *smartphone* Android dan komputer sekolah terbiasa digunakan untuk mengoperasikan aplikasi berbasis HTML5. Oleh karena itu, *game* dikembangkan berbasis web agar dapat diakses melalui perangkat komputer maupun *smartphone*.

Design (Desain)

Tahap kedua adalah *Design* (desain). Pada tahap ini disusun rancangan *game* edukasi *Genetic Match* yang meliputi: (1) penyusunan peta konsep materi pewarisan sifat Hukum I Mendel; (2) perancangan alur permainan (*game flowchart*) yang mengintegrasikan sintaks PBL; (3) perancangan antarmuka (*user interface*) yang mencakup tampilan menu utama, skenario masalah, papan permainan, dan sistem poin; serta (4) penyusunan instrumen penelitian berupa lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, angket respons siswa, dan soal tes pemahaman konsep.

Hasil pada tahap desain yaitu sebagai berikut. Pertama, peta konsep disusun secara hierarkis mulai dari konsep gen, alel, genotipe, fenotipe, dominan, resesif, hingga Hukum Segregasi Mendel dan penerapannya pada persilangan monohibrid. Peta konsep ini menjadi acuan dalam penyusunan skenario permainan. Kedua, alur permainan (*flowchart*) dirancang dengan mengintegrasikan lima sintaks PBL, yaitu: (1) orientasi masalah melalui skenario cerita awal, (2) identifikasi masalah melalui kartu pertanyaan, (3) penyelidikan mandiri dan kelompok melalui pencocokan kartu genotipe-fenotipe, (4) pengembangan solusi melalui penyusunan diagram persilangan, dan (5) evaluasi proses melalui sistem poin dan umpan balik. Ketiga, rancangan antarmuka (*user interface*) terdiri atas menu utama, halaman skenario masalah, papan permainan yang berisi kartu genotipe dan fenotipe, sistem poin, serta halaman evaluasi akhir. Keempat, instrumen penelitian disusun dengan kisi-kisi yang mengacu pada indikator pemahaman konsep. Soal tes pemahaman konsep berjumlah 10 butir pilihan ganda yang divalidasi isi oleh dosen ahli sebelum digunakan.

Development (Pengembangan)

Tahap ketiga adalah *Development* (pengembangan). Pada tahap ini dilakukan pembuatan produk *game* edukasi *Genetic Match* sesuai rancangan yang telah dibuat. *Game* dikembangkan menggunakan aplikasi berbasis digital yang dapat diakses melalui perangkat komputer maupun *smartphone*. Konten permainan menyajikan lima skenario permasalahan pewarisan sifat yang harus diselesaikan siswa dengan cara mencocokkan kartu genotipe, fenotipe, dan diagram persilangan Mendel. Konten tersebut terintegrasi dalam lima level permainan, mulai dari pengenalan konsep dasar hingga kuis interaktif. Setiap level dilengkapi dengan

akses ke materi teori Hukum Mendel dan petunjuk bermain untuk membantu siswa yang membutuhkan bimbingan tambahan.

Setelah produk awal selesai dibuat, dilakukan validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai kelayakan isi, konstruksi, tampilan, dan kualitas teknis produk. Hasil validasi dianalisis dan digunakan sebagai dasar revisi produk sebelum diujicobakan. Produk awal (*prototype*) *game Genetic Match* berhasil dikembangkan dengan fitur-fitur utama sesuai rancangan, yaitu menu utama yang menampilkan lima akses utama, sistem lima level dengan tingkat kesulitan bertahap, konten materi Hukum Mendel, serta sistem evaluasi untuk mengukur pemahaman siswa.

Hasil validasi ahli materi memperoleh rata-rata persentase sebesar 91,67% dengan kategori sangat valid, dengan catatan revisi berupa penambahan contoh alel dominan dan resesif yang lebih beragam. Hasil validasi ahli media memperoleh rata-rata persentase sebesar 87,50% dengan kategori sangat valid, dengan catatan revisi berupa perbesaran ukuran teks dan penambahan tombol navigasi yang lebih jelas. Seluruh saran revisi dari validator telah diperbaiki pada produk akhir sebelum memasuki tahap implementasi.

Implementation (Implementasi)

Tahap keempat adalah *Implementation* (implementasi). Produk yang telah direvisi dan dinyatakan layak selanjutnya diujicobakan kepada 20 siswa kelas XII MA Darul Azhariyyun Medan. Uji coba dilakukan dalam satu tahap, yaitu uji coba lapangan pada seluruh siswa dalam satu kelas. Pada tahap implementasi, siswa diberikan soal *pretest* sebelum menggunakan *game* dan *posttest* setelah menggunakan *game* untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep.

Evaluation (Evaluasi)

Tahap kelima adalah *Evaluation* (evaluasi). Evaluasi dilakukan secara formatif pada setiap tahap pengembangan dan secara sumatif pada akhir penelitian. Evaluasi formatif dilakukan berdasarkan saran dan masukan dari validator, sedangkan evaluasi sumatif dilakukan dengan menganalisis data hasil validasi, respons siswa, serta hasil *pretest* dan *posttest*. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas *game* edukasi *Genetic Match* berbasis PBL sebagai media pembelajaran Biologi pada materi Hukum I Mendel.

Subjek penelitian adalah 20 siswa kelas XII MA Darul Azhariyyun Medan Tahun Pelajaran 2025/2026. Pemilihan subjek dilakukan dengan metode *purposive sampling* karena kelas XII merupakan tingkat yang telah mempelajari materi pewarisan sifat sesuai dengan kurikulum Biologi. Validator terdiri atas ahli materi Biologi dan ahli media pembelajaran dari perguruan tinggi.

Instrumen pengumpulan data terdiri atas: (1) lembar validasi ahli materi yang mencakup aspek kesesuaian materi dengan kompetensi dasar, keakuratan konsep, dan kesesuaian dengan karakteristik PBL; (2) lembar validasi ahli media yang mencakup aspek tampilan visual, kemudahan penggunaan, dan kualitas teknis; (3) angket respons siswa untuk mengetahui kepraktisan media; serta (4) soal tes

pemahaman konsep berbentuk pilihan ganda berjumlah 10 butir yang mencakup indikator pemahaman konsep berdasarkan taksonomi Bloom tingkat C1 hingga C4 pada materi Hukum I Mendel.

Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data validasi ahli dan angket respons siswa dianalisis menggunakan skala Likert dengan rentang 1–4, kemudian dihitung persentasenya. Produk dinyatakan layak apabila persentase validasi mencapai $\geq 61\%$ (Riduwan, 2013). Efektivitas produk dalam meningkatkan pemahaman konsep diukur menggunakan rumus N-Gain (*Normalized Gain*) berdasarkan selisih skor *pretest* dan *posttest*. Kategori N-Gain ditetapkan sebagai berikut: tinggi jika $N\text{-Gain} \geq 0,70$; sedang jika $0,30 \leq N\text{-Gain} < 0,70$; dan rendah jika $N\text{-Gain} < 0,30$ (Hake, 1999).

HASIL PENELITIAN

Hasil Pengembangan *Game Edukasi Genetic Match*

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah *game* edukasi digital berbasis web dengan nama *Genetic Match*. *Game* ini dirancang dengan mengintegrasikan enam sintaks *Problem Based Learning* (PBL) ke dalam mekanisme permainan. Pada sintaks pertama, yaitu orientasi masalah, pemain disajikan skenario masalah nyata dalam bidang genetika, misalnya: “Pasangan suami-istri memiliki golongan darah A heterozigot dan B heterozigot. Tentukan kemungkinan golongan darah anak-anak mereka.” Pada sintaks kedua, yaitu pengorganisasian, pemain mengidentifikasi informasi yang diketahui dengan memilih kartu genotipe yang sesuai. Sintaks ketiga hingga keenam, yaitu penyelidikan, pengembangan, presentasi, dan evaluasi, diwujudkan melalui mekanisme pencocokan kartu, penyusunan papan persilangan Mendel, pemberian umpan balik otomatis berupa animasi dan skor, serta soal refleksi pada akhir setiap level.

Game Genetic Match terdiri atas lima level. Masing-masing level memiliki skenario permasalahan yang berbeda dengan tingkat kesulitan yang meningkat secara bertahap. Level 1 hingga level 3 berfokus pada persilangan monohibrid sederhana, sedangkan level 4 dan level 5 menyajikan permasalahan yang membutuhkan analisis rasio genotipe dan fenotipe secara lebih mendalam. Setiap level dilengkapi dengan kartu genotipe interaktif, kotak diagram Punnett digital, penghitung rasio otomatis, serta fitur “Petunjuk” yang menyajikan *scaffolding* berbasis konsep PBL. Desain antarmuka menggunakan warna hijau dan biru muda yang ramah mata, dengan ikon DNA sebagai identitas visual utama *game*.

Kelayakan *Game Edukasi Genetic Match* Berdasarkan Hasil Validasi Ahli

Kelayakan *game* edukasi *Genetic Match* dinilai oleh validator yang terdiri atas ahli materi dan ahli media. Penilaian dilakukan menggunakan lembar validasi berskala Likert 1–4 yang mencakup aspek kesesuaian materi dengan KD, keakuratan konsep, integrasi PBL, tampilan antarmuka, kemudahan penggunaan,

dan kualitas teknis. Hasil validasi ahli digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Hasil validasi ahli terhadap *game* edukasi *Genetic Match* disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Aspek Penilaian	Rata-rata (%)	Kategori
Validasi Materi – Kesesuaian KD	100,00	Sangat Valid
Validasi Materi – Keakuratan Konsep	100,00	Sangat Valid
Validasi Materi – Integrasi PBL	91,67	Sangat Valid
Validasi Media – Tampilan Antarmuka	93,75	Sangat Valid
Validasi Media – Kemudahan Penggunaan	87,50	Sangat Valid
Validasi Media – Kualitas Teknis	87,50	Sangat Valid
Validasi Kesesuaian Model PBL	93,75	Sangat Valid
Validasi Kelayakan Media Pembelajaran	87,50	Sangat Valid
Rata-rata Keseluruhan	92,70%	Sangat Valid

Sumber: Data Primer Penelitian, 2026

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata persentase validasi keseluruhan mencapai 92,70% dengan kategori sangat valid. Aspek kesesuaian kompetensi dasar dan keakuratan konsep memperoleh nilai tertinggi, yaitu 100%. Aspek integrasi *Problem Based Learning* (PBL) memperoleh persentase sebesar 91,67%. Dari sisi media, aspek tampilan antarmuka memperoleh persentase sebesar 93,75%, sedangkan aspek kemudahan penggunaan dan kualitas teknis masing-masing memperoleh persentase sebesar 87,50%. Validator juga memberikan beberapa saran perbaikan, seperti penyempurnaan tampilan dan optimalisasi navigasi permainan. Saran tersebut telah diakomodasi dalam proses revisi produk sebelum tahap uji coba kepada peserta didik.

Efektivitas *Game* Edukasi *Genetic Match* dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep

Efektivitas *game* edukasi *Genetic Match* dalam meningkatkan pemahaman konsep diukur melalui analisis *N-Gain* berdasarkan data *pretest* dan *posttest* yang diberikan kepada seluruh peserta didik pada uji coba lapangan. Soal tes mencakup empat level kognitif taksonomi Bloom, yaitu C1 hingga C4, yang mencerminkan indikator pemahaman konsep Hukum I Mendel. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui besarnya peningkatan pemahaman konsep peserta didik setelah menggunakan *game* edukasi *Genetic Match* berbasis PBL. Hasil analisis *N-Gain* disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai *Pretest*, *Posttest*, dan *N-Gain* Pemahaman Konsep

Indikator Pemahaman Konsep	Pretest (%)	Posttest (%)	N-Gain	Kategori
Mengingat konsep Hukum I Mendel (C1)	52,5	87,5	0,74	Tinggi

Memahami persilangan monohibrid (C2)	47,5	85,0	0,71	Tinggi
Menerapkan konsep genotipe & fenotipe (C3)	42,5	82,5	0,70	Tinggi
Menganalisis hasil persilangan (C4)	37,5	80,0	0,68	Sedang
Rata-rata Keseluruhan	45,0	83,75	0,71	Tinggi

Sumber: Data Primer Penelitian, 2026

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata nilai *pretest* siswa sebesar 45,0% meningkat menjadi 83,75% pada *posttest* setelah penggunaan *game Genetic Match*, dengan nilai *N-Gain* rata-rata keseluruhan sebesar 0,71. Indikator mengingat konsep Hukum I Mendel (C1) dan memahami persilangan monohibrid (C2) memperoleh nilai *N-Gain* tertinggi, masing-masing sebesar 0,74 dan 0,71. Sementara itu, indikator menganalisis hasil persilangan (C4) memperoleh nilai *N-Gain* sebesar 0,68 yang termasuk kategori sedang, tetapi tetap menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep yang bermakna.

PEMBAHASAN

Kelayakan *Game* Edukasi *Genetic Match*

Persentase validasi keseluruhan sebesar 92,70% dengan kategori sangat valid telah melampaui batas minimum kelayakan yang ditetapkan, yaitu $\geq 61\%$ (Riduwan, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa materi Hukum I Mendel yang disajikan dalam *game* telah sesuai dengan konsep genetika yang benar dan relevan dengan tujuan pembelajaran, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai sempurna pada aspek kesesuaian kompetensi dasar dan keakuratan konsep. Nilai integrasi *Problem Based Learning* (PBL) sebesar 91,67% menunjukkan bahwa aktivitas dalam *game* telah mendukung penerapan pembelajaran berbasis masalah secara efektif.

Kelayakan aspek materi yang tinggi tidak terlepas dari proses penyusunan konten yang mengacu pada capaian pembelajaran Biologi SMA pada materi pewarisan sifat. Skenario permasalahan yang disajikan dalam *game* telah mencakup indikator pembelajaran Hukum I Mendel, mulai dari konsep segregasi alel, persilangan monohibrid, hingga interpretasi rasio fenotipe 3:1 dan rasio genotipe 1:2:1. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Junengsih et al. (2023) yang menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis PBL pada materi Hukum Mendel dinilai sangat valid apabila kontennya disusun secara sistematis dan sesuai dengan capaian pembelajaran.

Dari sisi media, hasil validasi menunjukkan bahwa *game Genetic Match* memiliki tampilan yang menarik, mudah digunakan oleh peserta didik, serta memenuhi standar kualitas media pembelajaran digital. Aspek tampilan antarmuka memperoleh persentase sebesar 93,75%, sedangkan aspek kemudahan penggunaan dan kualitas teknis masing-masing memperoleh persentase sebesar 87,50%. Secara keseluruhan, hasil validasi menunjukkan bahwa *game* edukasi *Genetic Match* berbasis *Problem Based Learning* berada pada kategori sangat valid dan layak

digunakan sebagai media pembelajaran pada materi pewarisan sifat, khususnya Hukum I Mendel.

Efektivitas *Game* Edukasi *Genetic Match*

Nilai *N-Gain* rata-rata keseluruhan sebesar 0,71 termasuk dalam kategori tinggi berdasarkan kriteria Hake (1999). Peningkatan pemahaman konsep yang signifikan ini menunjukkan bahwa *game Genetic Match* berbasis PBL efektif digunakan sebagai media pembelajaran. Mekanisme *game* yang mewajibkan siswa untuk secara aktif menyusun diagram Punnett digital, mencocokkan kartu genotipe dan fenotipe, serta menganalisis rasio keturunan terbukti memberikan pengalaman belajar yang bermakna (*meaningful learning*). Kondisi ini sejalan dengan prinsip belajar aktif yang menjadi inti dari model PBL, yaitu keterlibatan siswa dalam memecahkan masalah autentik secara langsung sehingga dapat meningkatkan retensi dan pemahaman konsep jangka panjang (Nainggolan et al., 2023).

Perbandingan dengan penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang konsisten. Fauzi et al. (2023) melaporkan adanya peningkatan ketuntasan belajar kognitif Biologi lebih dari 15% melalui penerapan PBL berbasis *game* edukatif. Widiana (2022) juga mengonfirmasi bahwa *game-based learning* secara konsisten mampu meningkatkan pemahaman konsep sains pada berbagai jenjang pendidikan. Khusus pada materi genetika, Nainggolan et al. (2023) membuktikan bahwa penerapan PBL pada materi genetika di MAS Yaspi Labuhan Deli mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan. Hasil tersebut diperkuat oleh penelitian ini yang menambahkan dimensi *game* interaktif sebagai media implementasi pembelajaran berbasis masalah.

Capaian *N-Gain* yang sedikit lebih rendah pada indikator C4, yaitu menganalisis hasil persilangan, dapat dijelaskan oleh kompleksitas analisis rasio persilangan yang memerlukan pemahaman lebih mendalam tentang probabilitas genetika. Meskipun *game* telah menyajikan *scaffolding* pada level 4 dan level 5, sebagian siswa masih memerlukan bimbingan langsung dari guru pada tahap pemecahan masalah yang lebih kompleks. Hal ini sesuai dengan catatan Fauzi et al. (2023) bahwa PBL memiliki keterbatasan pada siswa yang memiliki sumber belajar atau literasi yang terbatas. Oleh karena itu, *game* edukasi yang dilengkapi dengan fitur *scaffolding* menjadi solusi yang relevan untuk membantu siswa memahami konsep genetika secara bertahap.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini membuktikan bahwa pengembangan *game* edukasi *Genetic Match* berbasis PBL berhasil menghasilkan produk yang valid dan efektif. Produk ini dapat menjadi alternatif media pembelajaran inovatif yang dapat digunakan guru Biologi di MA/SMA untuk mengatasi permasalahan rendahnya pemahaman konsep pewarisan sifat, khususnya pada materi Hukum I Mendel.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi *Genetic Match* berbasis *Problem Based Learning* berhasil dikembangkan sebagai media pembelajaran pada materi pewarisan sifat Hukum I Mendel dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. *Game* edukasi ini dirancang untuk membantu siswa memahami konsep pewarisan sifat melalui skenario masalah, pencocokan kartu genotipe dan fenotipe, serta penyusunan diagram persilangan secara interaktif.

Hasil validasi menunjukkan bahwa *game* edukasi *Genetic Match* memperoleh persentase rata-rata sebesar 92,70% dengan kategori sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aspek konten, konstruksi, tampilan, dan kelayakan media telah memenuhi standar sebagai media pembelajaran Biologi. Selain itu, hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa penggunaan *game* edukasi *Genetic Match* mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi pewarisan sifat, yang ditunjukkan melalui nilai *N-Gain* rata-rata sebesar 0,71 dengan kategori tinggi.

Dengan demikian, *game* edukasi *Genetic Match* berbasis *Problem Based Learning* dinyatakan valid dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran alternatif yang inovatif dan kontekstual pada materi pewarisan sifat Hukum I Mendel. Guru Biologi di MA/SMA dapat memanfaatkan media ini untuk membantu siswa memahami konsep genetika secara lebih aktif, visual, dan menyenangkan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan materi hingga Hukum II Mendel dan pola pewarisan sifat lainnya, serta melakukan uji coba pada jumlah sampel yang lebih besar agar hasil penelitian dapat diterapkan secara lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kepala Madrasah dan guru Biologi MA Darul Azhariyyun Medan yang telah mengizinkan dan memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga kepada para validator ahli materi dan media atas masukan konstruktif yang diberikan, serta kepada seluruh siswa yang telah berpartisipasi sebagai subjek penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan bahan ajar berbasis ADDIE model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42. <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- Dachi, D. N. M., Rangkuty, S. M., Sinurat, F. M., Buaton, N. L., & Simarmata, R. (2025). Analisis faktor penyebab kesulitan membaca istilah Latin biologi

- pada materi pewarisan sifat. *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, 4(4), 599–604. <https://doi.org/10.56799/jceki.v4i4.8767>
- Fauzi, M. A. R., Azizah, S. A., Nurkholisah, N., Anista, W., & Utomo, A. P. (2023). Penerapan model *Problem Based Learning* berbasis game edukatif dalam peningkatan hasil belajar kognitif biologi. *Jurnal Biologi*, 1(3), 1–11. <https://doi.org/10.47134/biology.v1i3.1965>
- Habibah, S., Anugrah, S., & Hendri, N. (2024). Pengembangan media pembelajaran game edukasi terhadap pemahaman konsep pada materi sistem peredaran darah SMA Negeri 1 Sungai Ambawang. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(4), 3502–3512.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. American Educational Research Association, Division D, Measurement and Research Methodology. <https://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf>
- Jannah, M., Sari, R. T., & Mulyani, A. (2023). Literatur review: Telaah pembelajaran biologi materi genetika di sekolah menengah atas. *Normalita: Jurnal Pendidikan*, 11(2), 45–60. <https://ejurnal.pps.ung.ac.id/index.php/JN/article/view/2481>
- Junengsih, W., Syamsurizal, Arsih, F., & Fajrina, S. (2023). Validitas modul ajar pola pewarisan sifat pada hukum Mendel berbasis *Problem Based Learning*. *Islamika*, 5(4), 1369–1379. <https://doi.org/10.36088/islamika.v5i4.3758>
- Masykhur, M. A., & Risnani, L. Y. (2020). Pengembangan dan uji kelayakan game edukasi digital sebagai media pembelajaran biologi siswa SMA kelas X pada materi Animalia. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(2), 90–104. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v11i2.3276>
- Nainggolan, W. A., Sipahutar, M., Ramadhani, N. A., Thania, O. E., & Tanjung, I. F. (2023). Penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi genetika di MAS 1 Yaspi Labuhan Deli. *Biodik*, 9(1), 79–86. <https://doi.org/10.22437/bio.v9i1.19206>
- Rayanto, Y. H., & Sugianti. (2020). *Penelitian pengembangan model ADDIE dan R2D2: Teori dan praktek*. Lembaga Academic & Research Institute.
- Riduwan. (2013). *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Alfabeta.
- Susilowati, A. R., & Saputra, Y. A. (2022). Penerapan permainan edukatif “Harta Karun” berbasis *Problem Based Learning* terhadap literasi sains siswa. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 6(2), 639–660. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i2.605>
- Warrendayu, C. T. D., Sari, I. N., & Sari, M. (2025). Pengembangan LKPD bermuatan *concept mapping* berbasis *Problem Based Learning* pada materi sistem peredaran darah manusia terhadap pemahaman konsep siswa kelas VIII SMPN 14 Pontianak Timur. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(1), 1087–1101. <https://doi.org/10.54373/imeij.v6i1.2648>

Widiana, I. W. (2022). *Game based learning* dan dampaknya terhadap peningkatan minat belajar dan pemahaman konsep siswa dalam pembelajaran sains di sekolah dasar. *Jurnal Edutech Undiksha*, 10(1), 1–10.