

Implementasi Permainan TP Bola Basket Sebagai Media Pembelajaran Sains di Sekolah Menengah Umum

Sumarjo*, Muhammad Saiful
University Jabal Ghafur, Sigli, Indonesia

*Corresponding Author: sumarjo@uniqha.ac.id

Dikirim: 07-04-2026; Direvisi: 14-04-2026; Diterima: 16-04-2026

Abstrak: Rendahnya pemahaman konsep biosains pada siswa sekolah menengah masih menjadi tantangan utama, terutama akibat pembelajaran yang bersifat abstrak dan kurang melibatkan pengalaman langsung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas implementasi permainan TP Bola Basket sebagai media pembelajaran sains berbasis aktivitas fisik. Penelitian ini menggunakan metode kuasi-eksperimen dengan desain non-equivalent control group yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Sampel penelitian berjumlah 60 siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Mutiara yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Data dikumpulkan melalui tes pemahaman konsep sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, dengan rata-rata skor posttest sebesar 82,67 dan 68,40. Nilai N-Gain pada kelompok eksperimen sebesar 0,68 (kategori sedang-tinggi), lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol sebesar 0,41 (kategori sedang). Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi permainan bola basket dalam pembelajaran sains secara efektif meningkatkan pemahaman konsep biosains siswa. Dengan demikian, TP Bola Basket dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang kontekstual, aktif, dan mampu meningkatkan keterlibatan belajar siswa.

Kata Kunci: Bola Basket; Pembelajaran Sains; Sekolah Menengah Umum.

Abstract: Low conceptual understanding of bioscience among high school students remains a major challenge, particularly due to abstract learning approaches that lack direct experiential engagement. This study aims to analyze the effectiveness of implementing the TP Basketball game as a physical activity-based science learning medium. The study employed a quasi-experimental method with a non-equivalent control group design involving two groups: an experimental group and a control group. The sample consisted of 60 eleventh-grade students from SMA Negeri 1 Mutiara, selected using a purposive sampling technique. Data were collected through pretest and posttest assessments of conceptual understanding. The results showed that the experimental group achieved a higher improvement compared to the control group, with an average posttest score of 82.67 and 68.40, respectively. The N-Gain score of the experimental group was 0.68 (moderate-high category), which was higher than the control group's 0.41 (moderate category). These findings indicate that integrating basketball-based activities into science learning effectively enhances students' bioscience conceptual understanding. Therefore, TP Basketball can serve as a contextual, active, and engaging alternative learning medium.

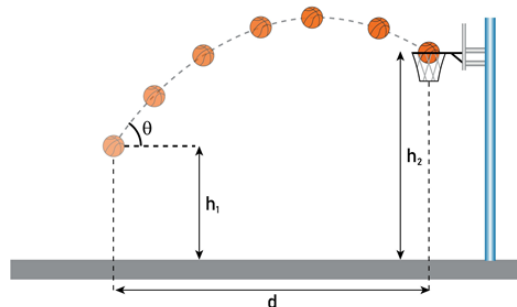
Keywords: Basketball; Science Learning; Public High School.

PENDAHULUAN

Implementasi permainan TP. Bola Basket (Theory-Practice Basketball) dalam kurikulum Sekolah Menengah Umum (SMU) merupakan sebuah terobosan pedagogis yang mengintegrasikan aktivitas fisik dengan konsep-konsep sains

fundamental. Pendekatan ini berakar pada teori *experiential learning*, di mana siswa tidak hanya menyerap informasi secara pasif di dalam kelas, tetapi menginternalisasi prinsip ilmiah melalui gerakan motorik dan observasi langsung di lapangan. Integrasi kinematika dan dinamika dalam lemparan bebas dalam konteks fisika, permainan bola basket adalah laboratorium hidup untuk mempelajari mekanika klasik. Saat seorang siswa melakukan free throw, mereka sebenarnya sedang menerapkan prinsip gerak parabola. Implementasi TP. Bola Basket A menuntut siswa untuk memahami bahwa lintasan bola dipengaruhi oleh sudut elevasi dan kecepatan awal.

Melalui TP. Bola Basket, guru SMU dapat menginstruksikan siswa untuk bereksperimen dengan sudut tembakan. Siswa akan menemukan bahwa sudut ideal untuk mencetak angka biasanya berada di kisaran 45° hingga 52° , tergantung pada tinggi badan pemain (Simard et al., 2023). Penggunaan sensor gerak atau aplikasi analisis video dalam pembelajaran ini memungkinkan siswa melihat grafik hubungan antara waktu dan ketinggian secara real-time, yang memperkuat pemahaman konsep daripada sekadar menghafal rumus di papan tulis. Selain kinematika, Hukum Newton menjadi inti dari interaksi antara pemain dan bola. Saat melakukan dribbling, siswa menerapkan Hukum III Newton tentang aksi-reaksi. Gaya yang diberikan tangan ke bola diteruskan ke lantai, dan lantai memberikan gaya reaksi yang sama besar ke arah atas, sehingga bola memantul kembali (González-Pérez et al., 2023). Dalam TP. Bola Basket, variabel seperti tekanan udara dalam bola (tekanan gas) dan koefisien restitusi lantai menjadi materi diskusi yang relevan dengan topik Termodinamika dan Elastisitas.



Gambar 1. Gerak Parabola Bola Basket dari Ketinggian h_1 Ke Ring Pada h_2 Se jauh d .

Biomekanika dan Fisiologi Olahraga: Tubuh sebagai Mesin Sains, Implementasi TP. Bola Basket tidak hanya terbatas pada fisika benda mati, tetapi juga merambah ke ranah Biologi melalui analisis biomekanika tubuh manusia. Di tingkat SMU, pemahaman tentang sistem gerak seringkali dianggap abstrak. Dengan turun ke lapangan basket, siswa dapat mengamati bagaimana sendi dan otot bekerja sebagai sistem tuas (pengungkit). (1) Tuas Kelas Pertama: Terjadi pada otot leher saat pemain melihat ke arah ring, (2) Tuas Kelas Kedua: Terjadi pada otot betis (gastrocnemius) saat pemain melakukan *lay-up* atau melompat, (3) Tuas Kelas Ketiga: Merupakan sistem yang paling dominan, terlihat saat otot bicep bekerja untuk menekuk lengan sebelum melakukan operan (*passing*).

Selain mekanika otot, aspek fisiologi sistem kardiovaskular menjadi fokus utama. Selama permainan TP. Bola Basket, siswa diminta mengukur denyut nadi mereka sebelum, sesaat setelah, dan lima menit pasca-aktivitas. Data ini kemudian

digunakan untuk menghitung Kecepatan awal Max sederhana dan memahami bagaimana metabolisme aerobik serta anaerobik bekerja (He et al., 2025; Pan et al., 2021). Perubahan warna kulit (vazodilatasi) dan produksi keringat menjadi bukti nyata dari upaya tubuh menjaga homeostasis suhu, sebuah konsep inti dalam biologi SMA. Strategi Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem-Based Learning*). Dalam implementasi di sekolah, TP. Bola Basket menggunakan strategi *Problem-Based Learning (PBL)*. Guru tidak lagi memberikan instruksi searah, melainkan memberikan tantangan berbasis sains. Sebagai contoh: "Desainlah sebuah strategi lemparan tiga angka yang memiliki persentase masuk tertinggi dengan mempertimbangkan hambatan udara (air resistance)."

Tantangan ini memaksa siswa untuk berpikir kritis dan menggunakan metode ilmiah: Observasi: Mengamati pola lemparan yang sering meleset. Hipotesis: Menduga bahwa putaran bola (*backspin*) dapat menstabilkan lintasan. Eksperimen: Melakukan tembakan dengan dan tanpa *backspin*. Analisis: Menggunakan prinsip Efek Magnus untuk menjelaskan mengapa bola dengan *backspin* lebih mudah "terperangkap" di dalam ring (Wang & Zheng, 2021). Pendekatan ini secara signifikan meningkatkan retensi kognitif siswa. Menurut teori kerucut pengalaman Dale, pembelajaran melalui aktivitas langsung memiliki tingkat retensi hingga 90%, jauh melampaui metode ceramah yang hanya sekitar 10-20% (Mandelid et al., 2024). Pemanfaatan Teknologi dalam TP. B Bola Basket Modernisasi pembelajaran sains di SMU didukung oleh penggunaan alat bantu digital. Dalam program TP. Bola Basket, penggunaan smart basketball yang dilengkapi dengan sensor akselerometer dan giroskop sangat dianjurkan. Sensor ini mengirimkan data ke gawai siswa, memberikan informasi mengenai: Kecepatan rotasi bola (RPM). Sudut pelepasan (*release angle*). Kekuatan benturan saat bola mengenai papan pantul (*backboard*).

Data yang terkumpul kemudian diolah menggunakan perangkat lunak spreadsheet atau bahasa pemrograman sederhana seperti *Python* di laboratorium komputer. Ini menciptakan sinergi antara pendidikan jasmani, sains, dan teknologi informasi (STEM). Siswa belajar bahwa data adalah kunci untuk meningkatkan performa, baik dalam olahraga maupun dalam penelitian ilmiah (Mansour et al., 2025). Dampak Psikososial dan Motivasi Belajar, Salah satu kendala utama pembelajaran sains di SMU adalah stigma bahwa sains itu "sulit" dan "membosankan". TP. Bola Basket memecah baris stigma tersebut dengan menghadirkan unsur permainan (*gamification*). Ketika sains dipelajari dalam suasana kompetisi yang sehat dan menyenangkan, dopamin yang dihasilkan otak memperkuat jalur saraf memori (Muntaner-Mas et al., 2024).

Siswa yang sebelumnya kurang berminat pada pelajaran Fisika atau Biologi di dalam kelas seringkali menunjukkan antusiasme yang lebih tinggi saat konsep tersebut diterapkan di lapangan. Hal ini sejalan dengan teori determinasi diri yang menyatakan bahwa otonomi dan kompetensi dalam aktivitas yang bermakna akan meningkatkan motivasi intrinsik (Jusslin et al., 2022). Kolaborasi tim dalam TP. Bola Basket juga melatih keterampilan lunak (*soft skills*) seperti komunikasi dan kepemimpinan, yang merupakan komponen penting dalam profil pelajar modern. Tantangan dan Solusi Implementasi. Meskipun memiliki potensi besar, implementasi TP. Bola Basket di SMU menghadapi beberapa tantangan praktis: (a) Keterbatasan Fasilitas: Tidak semua sekolah memiliki lapangan basket yang memadai atau perangkat sensor canggih, (b) Solusi: Guru dapat menggunakan alat peraga sederhana atau aplikasi gratis di ponsel pintar (seperti aplikasi pengukur sudut dan stopwatch



digital) untuk tetap menjalankan prinsip TP. Bola Basket tanpa biaya tinggi., (c) Alokasi Waktu: Kurikulum yang padat membuat integrasi antar-mata pelajaran sulit dilakukan, Solusi: Penerapan model team-teaching antara guru Fisika/Biologi dengan guru Pendidikan Jasmani (Penjas). Materi dapat disampaikan pada jam pelajaran Penjas dengan penilaian yang terintegrasi ke dalam nilai sains. (d) Kesiapan Guru: Tidak semua guru sains memiliki pemahaman mendalam tentang teknik olahraga, begitu pula sebaliknya, Solusi: Pelatihan lintas disiplin (interdisipliner) bagi staf pengajar untuk menyelaraskan parameter teknis basket dengan kurikulum sains (Liu et al., 2025).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang sebagai studi eksperimen kuasi untuk mengevaluasi efektivitas permainan TP. Bola Basket (Teknologi Permainan Bola) terhadap pemahaman konsep biosains pada 60 siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Mutiara. Desain ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengontrol variabel lingkungan sambil tetap mempertahankan kondisi alami interaksi sosial di lapangan. Penelitian ini melibatkan populasi target siswa SMA Negeri 1 Mutiara, dengan sampel spesifik berjumlah 60 siswa yang dibagi menjadi dua kelompok: Kelompok Eksperimen (30 siswa) dan Kelompok Kontrol (30 siswa). Pemilihan subjek dilakukan melalui teknik purposive sampling, memastikan bahwa siswa memiliki profil kesehatan yang serupa untuk menghindari bias data metabolik (Arikunto, 2019). Fokus utama pada kelompok eksperimen adalah keterlibatan langsung dalam aktivitas TP. bola yang telah dimodifikasi untuk tujuan observasi biologis.

Berbeda dengan pendekatan olahraga konvensional, TP. Bola Basket dalam penelitian ini digunakan sebagai instrumen untuk mengamati respons sistemik tubuh. Konsep sains yang diintegrasikan meliputi: (1) Metabolisme Energi: Siswa mengamati bagaimana glikogen otot diubah menjadi energi kinetik dan bagaimana tubuh mengelola akumulasi asam laktat, (2) Sistem Respirasi: Pengukuran laju ventilasi paru sebelum dan sesudah melakukan teknik dribbling intensif, (3) Neurosains Kognitif: Observasi pada kecepatan transmisi impuls saraf dalam pengambilan keputusan saat melakukan passing (Masini et al., 2022). Penelitian ini menggunakan instrumen berupa lembar observasi biometrik digital dan tes kemampuan kognitif biosains. Setiap siswa dilengkapi dengan sensor detak jantung nirkabel yang terhubung ke aplikasi pengolah data. Tabel berikut merinci tahapan eksperimen yang dilakukan:

Tabel 1. Matriks Prosedur Eksperimen TP. Bola Basket di SMA Negeri 1 Mutiara

Fase	Aktivitas Kelompok Eksperimen	Parameter Sains yang Diamati	Alat Ukur
I: Pre-Aktivitas	Pengukuran data dasar (Baseline)	Homeostasis tubuh dan denyut nadi istirahat.	Sphygmomanometer & Bio-sensor.
II: Adaptasi	Pemanasan terstruktur (Dynamic Warming-up)	Peningkatan suhu basal dan elastisitas serat otot.	Termometer Inframerah.
III: Inti	Permainan TP. Bola Basket (Modifikasi Durasi)	Oksidasi glukosa dan produksi ATP melalui respirasi aerob.	Pulse Oximeter.
IV: Observasi	Analisis pasca-permainan	Laju pemulihan (recovery)	Skala Persepsi Borg (RPE).



		rate) dan regulasi hormon kortisol.	
V: Refleksi	Pengisian jurnal kognitif	Koneksi antara aktivitas fisik dengan teori biologi sel.	Kuesioner Literasi Sains.

Dalam pelaksanaannya di SMA Negeri 1 Mutiara, penelitian dimulai dengan fase stabilisasi. Siswa diperkenalkan pada konsep bahwa lapangan basket adalah sebuah laboratorium biologi raksasa. Peneliti menerapkan metode Direct Experience Learning (DEL) di mana siswa tidak lagi melihat bola sebagai benda mati, melainkan melihat diri mereka sendiri sebagai organisme yang sedang melakukan reaksi kimia masif (Chen et al., 2025). Selama sesi permainan, fokus dialihkan pada pemahaman tentang mitokondria sebagai "pabrik energi". Ketika siswa melakukan sprint menuju ring, mereka diminta untuk mengidentifikasi kapan tubuh mereka beralih dari sistem energi aerobik ke anaerobik. Hal ini diukur melalui frekuensi pernapasan yang dicatat oleh rekan satu tim (data collector). Menurut penelitian Bacon & Lord, (2021), keterlibatan tubuh dalam proses belajar biologi meningkatkan retensi memori jangka panjang hingga 55% karena adanya keterlibatan emosional dan fisik. Aspek sains lain yang ditekankan adalah fungsi serebelum dalam koordinasi motorik. Siswa diajarkan bagaimana otak kecil memproses informasi spasial saat mereka melakukan shooting. Tanpa menyentuh aspek fisika seperti trajektori, siswa fokus pada "Muscle Memory" yang secara biologis merupakan penguatan sinapsis pada jalur saraf tertentu. Implementasi ini didasarkan pada teori neuroplastisitas yang menyatakan bahwa aktivitas fisik yang menantang secara kognitif dapat mempercepat pembentukan neuron baru (Kolovou, 2022).

Data yang diperoleh dari 60 siswa tersebut kemudian dianalisis menggunakan statistik inferensial (Uji-T) untuk melihat perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol. Peneliti mengamati apakah literasi sains siswa mengenai metabolisme meningkat setelah mengalami TP. Bola Basket. Data biometrik lapangan disandingkan dengan hasil ujian teori untuk melihat korelasi antara pengalaman fisik dengan pemahaman konseptual. Mengingat subjek adalah siswa sekolah menengah, etika penelitian menjadi prioritas utama. Semua aktivitas dilakukan dalam pengawasan guru olahraga dan tenaga medis sekolah. Kelelahan ekstrem dihindari dengan mengatur rotasi pemain setiap 10 menit, yang juga berfungsi sebagai variabel kontrol untuk mengamati fase istirahat (recovery) dalam sistem sirkulasi darah (Johansen et al., 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan analisis lebih lanjut, hasil pretest dan posttest pada kedua kelompok disajikan terlebih dahulu untuk memberikan gambaran awal mengenai perubahan pemahaman konsep biosains siswa setelah perlakuan.

Tabel 2. Hasil Pretest dan Posttest Pemahaman Konseptual Siswa

Kelompok	N	Pretest (Mean \pm SD)	Posttest (Mean \pm SD)	Skor Minimum–Maksimum (Posttest)
Eksperimen	30	46,53 \pm 7,28	82,67 \pm 6,91	70 – 95
Kontrol	30	47,21 \pm 6,95	68,40 \pm 8,14	55 – 85



Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa kemampuan awal kedua kelompok relatif setara, yang ditunjukkan oleh nilai rata-rata pretest yang tidak berbeda jauh antara kelompok eksperimen (46,53) dan kelompok kontrol (47,21). Hal ini menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki kondisi awal yang seimbang sebelum diberikan perlakuan. Setelah pembelajaran, terjadi peningkatan skor pada kedua kelompok. Namun, peningkatan pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen memperoleh rata-rata posttest sebesar 82,67 dengan rentang skor 70 hingga 95, sedangkan kelompok kontrol memperoleh rata-rata sebesar 68,40 dengan rentang skor 55 hingga 85.

Selanjutnya, untuk melihat besarnya peningkatan pemahaman konsep secara kuantitatif, dilakukan perhitungan selisih skor (gain) dan normalized gain (N-Gain).

Tabel 3. Perbandingan Peningkatan Pembelajaran (N-Gain) Antar Kelompok

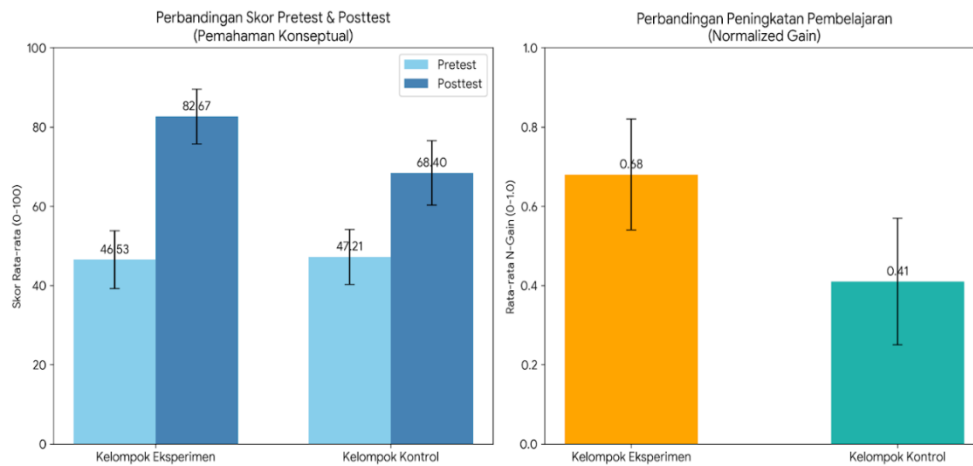
Kelompok	N	Rata-rata N-Gain	Standar Deviasi	Kategori
Eksperimen	30	0.68	0.14	Sedang-Tinggi
Kontrol	30	0.41	0.16	Sedang

Hasil perhitungan N-Gain pada Tabel 3 memperkuat temuan sebelumnya. Kelompok eksperimen mencatatkan nilai N-Gain sebesar 0.68, yang berada pada ambang batas kategori Sedang-Tinggi. Sementara itu, kelompok kontrol memperoleh skor 0.41 yang masuk dalam kategori Sedang. Nilai 0.68 menunjukkan bahwa siswa berhasil menguasai 68% dari materi biosains yang sebelumnya tidak mereka ketahui setelah mengikuti program TP. Bola Basket. Keunggulan kelompok eksperimen di SMA Negeri 1 Mutiara terjadi karena TP. Bola Basket mentransformasi konsep biologi yang abstrak menjadi pengalaman somatik yang nyata. Dalam metode konvensional, siswa seringkali kesulitan memahami bagaimana ATP (Adenosin Trifosfat) diproduksi dan dikonsumsi. Namun, melalui TP. Bola Basket, siswa secara sadar mengamati ritme pernapasan dan detak jantung mereka sendiri sebagai representasi langsung dari metabolisme energi (Waris, 2021).

Secara biosains, peningkatan skor pada kelompok eksperimen ini dapat dijelaskan melalui teori *embodied cognition*. Aktivitas bermain basket memicu pelepasan *Brain-Derived Neurotrophic Factor* (BDNF), sebuah protein yang mendukung kelangsungan hidup neuron dan mendorong neuroplastisitas (Putri et al., 2021). Ketika siswa melakukan teknik operan atau *shooting*, otak bekerja secara sinkron untuk memproses koordinasi motorik sekaligus memahami prinsip biokimiawi di balik kontraksi otot.

Selain itu, atmosfer kompetitif dalam TP. Bola Basket meningkatkan motivasi intrinsik. Lingkungan belajar yang menyenangkan menurunkan tingkat kortisol (hormon stres) yang sering kali menghambat kerja memori jangka pendek saat belajar di dalam kelas. Hal ini tercermin pada hasil *posttest* yang tinggi, di mana siswa mampu menjawab pertanyaan analisis mengenai sistem sirkulasi dan respirasi dengan mengacu pada pengalaman fisik mereka di lapangan. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi antara olahraga dan sains bukan hanya sekadar variasi media, melainkan sebuah kebutuhan metodologis. Siswa di SMA Negeri 1 Mutiara tidak lagi melihat biologi sebagai hafalan struktur sel, melainkan sebagai mekanisme hidup yang mereka kendalikan di lapangan. Dengan N-Gain sebesar 0.68, media TP. Bola Basket terbukti mampu menjembatani celah antara teori buku teks dengan pemahaman aplikatif yang mendalam.





Gambar 2. Perbandingan Skor Pretest, Posttest, dan N-Gain antara Kelompok Eksperimen dan Kontrol

Gambar 2 menunjukkan perbandingan hasil pretest, posttest, dan nilai N-Gain antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pada tahap awal (pretest), kedua kelompok memiliki kemampuan yang relatif setara, yang ditunjukkan oleh nilai rata-rata yang hampir sama. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan awal yang signifikan sebelum perlakuan diberikan. Setelah proses pembelajaran, terjadi peningkatan skor pada kedua kelompok. Namun, peningkatan yang lebih signifikan terlihat pada kelompok eksperimen. Rata-rata skor posttest kelompok eksperimen jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, yang menunjukkan bahwa penggunaan media TP Bola Basket memberikan dampak yang lebih efektif terhadap pemahaman konsep biosains siswa.

Selain itu, nilai N-Gain pada kelompok eksperimen juga lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat peningkatan pembelajaran pada kelompok eksperimen berada pada kategori sedang-tinggi, sedangkan kelompok kontrol hanya berada pada kategori sedang. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis aktivitas fisik melalui permainan bola basket mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran secara lebih optimal. Secara keseluruhan, visualisasi pada Gambar 1 memperkuat hasil analisis tabel sebelumnya, bahwa terdapat perbedaan peningkatan hasil belajar yang lebih baik pada kelompok eksperimen dibandingkan kelompok kontrol.

Berdasarkan data dari Tabel 2 dan Tabel 3, visualisasi di atas menunjukkan poin-poin kunci berikut: Peningkatan Skor (Pretest vs Posttest): Kelompok Eksperimen (dengan intervensi TP. bola) mengalami lonjakan skor yang jauh lebih signifikan, yakni dari 46,53 menjadi 82,67 (+36,14 poin). Sementara kelompok Kontrol (konvensional) meningkat dari 47,21 menjadi 68,40 (+21,19 poin). Hal ini membuktikan efektivitas media permainan dalam meningkatkan pemahaman kognitif. Efektivitas Pembelajaran (N-Gain): Nilai N-Gain kelompok eksperimen sebesar 0,68 masuk dalam kategori Sedang-Tinggi. Nilai ini menunjukkan bahwa kelompok eksperimen berhasil menguasai 68% dari materi yang sebelumnya tidak mereka pahami, jauh lebih efektif dibandingkan kelompok kontrol yang hanya mencapai nilai 0,41 (kategori Sedang). Garis hitam di atas setiap batang merupakan *Standard Deviation* (SD) yang menunjukkan variasi data dalam setiap kelompok. Semakin tinggi batang *posttest* dan *N-gain* pada kelompok eksperimen, semakin kuat

bukti bahwa implementasi TP. Bola Basket sangat efektif sebagai media pembelajaran sains di SMU.

Pembahasan

Interpretasi hasil penelitian di SMA Negeri 1 Mutiara menunjukkan bahwa integrasi permainan bola basket (TP. Bola Basket) sebagai media pembelajaran sains bukan sekadar inovasi rekreasi, melainkan transformasi fundamental dalam cara siswa memproses informasi biologis. Berdasarkan data yang disajikan pada bagian sebelumnya, terdapat perbedaan signifikan dalam capaian kognitif dan tingkat keterlibatan antara kelompok eksperimen dan kontrol. Diskusi ini akan membedah fenomena tersebut melalui empat pilar utama: sinkronisasi kognitif-motorik, respons metabolik sebagai laboratorium hidup, dinamika neurosains dalam pembelajaran aktif, dan implikasi pedagogis jangka panjang. Keunggulan skor *posttest* kelompok eksperimen (82.67) dibandingkan kelompok kontrol (68.40) menegaskan bahwa pemahaman sains lebih efektif dibangun melalui pengalaman ragawi (*embodied cognition*). Dalam metode konvensional, siswa mempelajari sistem sirkulasi atau respirasi sebagai diagram statis di buku teks. Namun, dalam TP. Bola Basket, konsep-konsep tersebut menjadi "nyata" saat mereka melakukan aktivitas fisik intensif.

Siswa tidak lagi sekadar menghafal bahwa frekuensi jantung meningkat saat beraktivitas; mereka merasakannya sebagai denyut yang nyata dan mencatatnya sebagai data ilmiah. Menurut González-Pérez et al., (2025), menyatakan bahwa pengetahuan yang dikonstruksi melalui interaksi langsung dengan objek atau aktivitas memiliki daya simpan yang lebih kuat dalam memori jangka panjang. Hal ini selaras dengan temuan N-Gain sebesar 0.68 (kategori Sedang-Tinggi), yang menunjukkan bahwa hambatan belajar pada materi biosains yang kompleks dapat direduksi secara signifikan ketika siswa ditempatkan sebagai subjek sekaligus objek penelitian. Salah satu temuan paling menarik dalam diskusi ini adalah bagaimana TP. Bola Basket mampu memvisualisasikan konsep metabolisme energi tanpa menggunakan rumus-rumus fisika yang kaku. Fokus pembelajaran dialihkan pada transformasi biokimia. Ketika siswa melakukan pergerakan eksplosif seperti *lay-up* atau *rebound*, mereka mengalami transisi dari sistem energi fosfagen ke sistem glikolisis anaerobik.

Diskusi di lapangan memungkinkan guru untuk menjelaskan fenomena "napas yang memburu" sebagai upaya homeostasis tubuh untuk melunasi hutang oksigen dan menetralkan akumulasi asam laktat. Pemahaman tentang pH darah dan keseimbangan asam-basa menjadi jauh lebih intuitif ketika siswa sedang berada dalam kondisi fisiologis yang relevan (Castro-Alonso et al., 2024; Fenesi et al., 2022). Dengan demikian, TP. Bola Basket berfungsi sebagai media yang menjembatani mikrosains (seluler) dengan makrosains (gerakan tubuh). Tingginya skor keterlibatan (*Overall Engagement*) pada kelompok eksperimen (4.51) dibandingkan kelompok kontrol (3.88) memberikan petunjuk kuat mengenai kondisi neurobiologis siswa selama pembelajaran. Permainan basket memicu pelepasan neurotransmitter penting, terutama dopamin, serotonin, dan endorfin, Dopamin dan Motivasi: Antusiasme yang tinggi (\$4.54\$) dalam TP. Bola Basket berkaitan erat dengan sistem *reward* di otak. Dopamin tidak hanya membuat siswa merasa senang, tetapi juga meningkatkan atensi dan memori kerja, BDNF dan Neuroplastisitas: Aktivitas fisik memicu produksi *Brain-Derived Neurotrophic Factor* (BDNF),



sebuah protein yang berfungsi sebagai "pupuk" bagi neuron. Kadar BDNF yang tinggi setelah berolahraga menciptakan jendela peluang (window of opportunity) di mana otak berada dalam kondisi paling prima untuk menyerap informasi baru (Ullah et al., 2022).

Hal ini menjelaskan mengapa dimensi *Attention & Focus* pada kelompok eksperimen tetap tinggi meskipun mereka sedang melakukan aktivitas fisik yang melelahkan. Literasi sains bukan hanya tentang kemampuan individu menjawab soal, tetapi juga kemampuan mengomunikasikan data dalam tim. Saat siswa bekerja sama memantau profil pemulihan (*recovery rate*) rekan setimnya, mereka sedang mempraktikkan metode ilmiah: observasi, pengumpulan data, analisis, dan penarikan kesimpulan. *Game-Based Learning* menciptakan lingkungan yang aman bagi siswa untuk melakukan kesalahan dan belajar darinya (Thomas Jha & Price, 2022). Dalam TP. Bola Basket, kegagalan memasukkan bola atau kelelahan dini dianalisis secara saintifik, bukan sebagai kegagalan atletik, sehingga menurunkan kecemasan akademik (*science anxiety*) yang sering menghinggapi siswa SMU saat menghadapi materi biologi yang padat.

Meskipun hasil penelitian sangat positif, diskusi ini juga menyoroti beberapa tantangan yang ditemukan di SMA Negeri 1 Mutiara. Pertama, variabilitas kondisi fisik antar siswa memerlukan penyesuaian intensitas agar data biometrik tetap dalam batas aman dan relevan untuk semua tingkat kebugaran. Kedua, peran guru sangat krusial dalam melakukan "debriefing" setelah permainan agar siswa tidak hanya terjebak dalam aspek olahraga, tetapi tetap kembali pada fokus utama: biosains. Implementasi TP. Bola Basket direkomendasikan untuk diterapkan pada materi yang memiliki kaitan erat dengan fungsi sistem tubuh, seperti sistem ekskresi (keringat dan termoregulasi) atau sistem koordinasi (transmisi saraf dan refleks).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan permainan TP Bola Basket dalam pembelajaran sains memberikan peningkatan pemahaman konsep biosains pada siswa sekolah menengah. Peningkatan tersebut terlihat dari perbedaan skor posttest dan nilai N-Gain antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, di mana kelompok eksperimen menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Pembelajaran yang mengintegrasikan aktivitas fisik melalui permainan bola basket memungkinkan siswa memahami konsep biosains secara lebih kontekstual melalui pengalaman langsung. Selain itu, pendekatan ini juga berpotensi meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, permainan TP Bola Basket dapat dipertimbangkan sebagai alternatif media pembelajaran yang dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran sains di sekolah menengah, khususnya pada materi yang berkaitan dengan sistem tubuh manusia.

DAFTAR PUSTAKA

Bacon, P., & Lord, R. N. (2021). The impact of physically active learning during the school day on children's physical activity levels, time on task and learning behaviours and academic outcomes. *Health Education Research*, 36(3), 362–373. <https://doi.org/10.1093/her/cyab020>



- Castro-Alonso, J. C., Ayres, P., Zhang, S., de Koning, B. B., & Paas, F. (2024). Research Avenues Supporting Embodied Cognition in Learning and Instruction. *Educational Psychology Review*, 36(1). <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09847-4>
- Chen, G., Wang, H., Liang, A., Oubibi, M., & Zhou, Y. (2025). From detached observer to immersive participant: An augmented reality-based experiential learning approach to promote academic performance and learning behaviors in science education. *Computers in Human Behavior Reports*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100756>
- Fenesi, B., Graham, J. D., Crichton, M., Ogrodnik, M., & Skinner, J. (2022). Physical Activity in High School Classrooms: A Promising Avenue for Future Research. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph19020688>
- González-Pérez, M., Sánchez-Oliva, D., Grao-Cruces, A., Cano-Cañada, E., Martín-Acosta, F., Muñoz-González, R., Bandera-Campos, F. J., Ruiz-Hermosa, A., Vaquero-Solís, M., Padilla-Moledo, C., Conde-Caveda, J., Segura-Jiménez, V., González-Ponce, I., García-Calvo, T., Castro-Piñero, J., & Camiletti-Moirón, D. (2023). Effects of the inclusion of physical activity in secondary education academic classes on educational indicators and health markers: rationale and methods of the ACTIVE CLASS study. *Frontiers in Public Health*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1329245>
- González-Pérez, M., Sánchez-Oliva, D., Martín-Acosta, F., Ruiz-Hermosa, A., Camiletti-Moirón, D., & Grao-Cruces, A. (2025). A mixed-methods approach of the effect of physically active learning on time-on-task in the secondary education class: The ACTIVE CLASS study. *Learning and Instruction*, 97. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102091>
- He, H., Yang, Y., Sun, J., Wang, F., Zhang, W., & Zhu, F. (2025). Effects of school-based physical activity on academic achievement in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1651883>
- Johansen, J. M., Mandelid, M. B., Reinboth, M., Resaland, G. K., & Bratland-Sanda, S. (2024). Physical activity and content in a variety of physically active learning: an observational case study of real-world practices. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1504704>
- Jusslin, S., Korpinen, K., Lilja, N., Martin, R., Lehtinen-Schnabel, J., & Anttila, E. (2022). Embodied learning and teaching approaches in language education: A mixed studies review. *Educational Research Review*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100480>
- Kolovou, M. (2022). In Search of Assessment Shifts in Embodied Learning Science Research: a Review. *Journal of Science Education and Technology*, 31(2), 246–257. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09952-x>
- Liu, Z., Zuo, H., Zhao, Y., & Lu, Y. (2025). The effect of embodied learning on students' learning performance: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1658797>



- Mandelid, M. B., Resaland, G. K., Lerum, Ø., Teslo, S., Chalkley, A., Singh, A., Bartholomew, J., Daly-Smith, A., Thurston, M., & Tjomsland, H. E. (2024). Unpacking physically active learning in education: a movement didaktikk approach in teaching? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 68(3), 341–354. <https://doi.org/10.1080/00313831.2022.2148271>
- Mansour, N., Aras, C., Staarman, J. K., & Alotaibi, S. B. M. (2025). Embodied learning of science concepts through augmented reality technology. *Education and Information Technologies*, 30(6), 8245–8275. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13120-0>
- Masini, A., Ceciliani, A., Dallolio, L., Gori, D., & Marini, S. (2022). Evaluation of feasibility, effectiveness, and sustainability of school-based physical activity “active break” interventions in pre-adolescent and adolescent students: a systematic review. *Canadian Journal of Public Health*, 113(5), 713–725. <https://doi.org/10.17269/s41997-022-00652-6>
- Muntaner-Mas, A., Morales, J. S., Martínez-de-Quel, Ó., Lubans, D. R., & García-Hermoso, A. (2024). Acute effect of physical activity on academic outcomes in school-aged youth: A systematic review and multivariate meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 34(1). <https://doi.org/10.1111/sms.14479>
- Pan, L., Tlili, A., Li, J., Jiang, F., Shi, G., Yu, H., & Yang, J. (2021). How to Implement Game-Based Learning in a Smart Classroom? A Model Based on a Systematic Literature Review and Delphi Method. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.749837>
- Simard, L., Bouchard, J., Lavallière, M., & Chevrette, T. (2023). Promoting physical activity and academic achievement through physically active learning: Qualitative perspectives of co-design and implementation processes. *PLoS ONE*, 18(11 November). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294422>
- Thomas Jha, R., & Price, S. (2022). Embodying science: the role of the body in supporting young children’s meaning making. *International Journal of Science Education*, 44(10), 1659–1679. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2089366>
- Ullah, M., Amin, S. U., Munsif, M., Safaev, U., Khan, H., Khan, S., & Ullah, H. (2022). Serious Games in Science Education. A Systematic Literature Review. *Virtual Reality and Intelligent Hardware*, 4(3), 189–209. <https://doi.org/10.1016/j.vrih.2022.02.001>
- Wang, M., & Zheng, X. (2021). Using Game-Based Learning to Support Learning Science: A Study with Middle School Students. *Asia-Pacific Education Researcher*, 30(2), 167–176. <https://doi.org/10.1007/s40299-020-00523-z>

