

Penerapan Model Pembelajaran *PBL* Berbantuan Media Interaktif *Articulate Storyline 3* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep pada Materi Kalor Kelas XI SMA

Putri Yasmin Pajar¹, Azhar², Ernidawati³

^{1,2,3}Pendidikan Fisika Univeritas Riau

¹putri.yasmin0122@student.unri.ac.id, ²azhar@lecturer.unri.ac.id,

³ernidawati@lecturer.ac.id

ABSTRACT

The low understanding of students' physics concepts, especially heat material, is the background to this research. The cause is the learning process that still tends to be conventional and does not involve students actively. This study aims to determine the significant differences in students' conceptual understanding between classes that use the Problem Based Learning (PBL) learning model assisted by interactive media Articulate Storyline 3 and classes that apply conventional learning techniques for heat material for grade XI of high school. A quasi-experiment was used as a research method with a posttest only non-equivalent control group design. All grade XI students of SMA Negeri 2 Pekanbaru were the population in the study, with a simple random sampling technique selected as a sample of two classes. A conceptual understanding test in the form of 21 multiple-choice questions was used for data collection. The results of the experimental class produced an average score of 82.66 (categorized as good), higher than the control class which obtained an average of 78.66 (categorized as good). The difference test using the Independent Sample T-Test produced a significance value of $0.031 < 0.05$, so there was a significant difference in students' conceptual understanding between the two groups. It can be concluded that the application of the PBL model assisted by the interactive media Articulate Storyline 3 is effective in improving students' conceptual understanding of heat material.

Keywords: Problem-Based Learning, Articulate Storyline 3, Conceptual Understanding, Heat

ABSTRAK

Rendahnya pemahaman konsep fisika siswa, khususnya materi kalor, menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini. Penyebabnya oleh proses pembelajaran yang masih cenderung konvensional dan kurang melibatkan siswa secara aktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan signifikan pemahaman konsep siswa antara kelas yang menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* dengan kelas yang menerapkan teknik belajar konvensional materi kalor kelas XI SMA. Eksperimen kuasi (*quasi experiment*) digunakan sebagai metode penelitian desain *posttest only non-equivalent control group design*. Seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 2 Pekanbaru ialah cakupan populasi dalam penelitian, dengan teknik *simple random sampling* dipilih sampel sebanyak dua kelas. Tes pemahaman konsep

dalam bentuk soal pilihan berganda berjumlah 21 soal digunakan untuk pengumpulan data. Hasil penelitian kelas eksperimen menghasilkan nilai rata-rata 82,66 (berkategori baik), lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang memperoleh rata-rata 78,66 (kategori baik). Uji beda menggunakan *Independent Sample T-Test* membuahkan nilai signifikansi $0,031 < 0,05$, maka ada perbedaan signifikan pada pemahaman konsep siswa di antara kedua kelompok. Dapat disimpulkan bahwa penerapan model *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi kalor.

Kata Kunci: *Problem Based Learning, Articulate Storyline 3, Pemahaman Konsep, Kalor*

A. Pendahuluan

Kunci utama kesuksesan untuk menjadikan bangsa Indonesia lebih maju salah satunya ialah pendidikan. Melalui pendidikan, setiap individu diharapkan mampu meningkatkan potensinya agar bisa berperan aktif untuk pembangunan nasional. Jika dibandingkan dengan negara lain, di Indonesia sistem pendidikannya masih berhadapan dengan banyaknya tantangan, terutama terkait efikasi, efisiensi, dan standarisasi pendidikan yang belum optimal (Agustang et al., 2021, p. 12). Proses pembelajaran di persekolahan tetap cenderung bersifat konvensional dan kurang melibatkan siswa secara aktif, sehingga berpotensi menimbulkan kebosanan dan menurunkan minat belajar siswa, terkhusus di mata pelajaran yang teranggap susah contohnya fisika. Sejalan dengan hal tersebut, pendidikan di sekolah perlu mempertimbangkan karakteristik

peserta didik Gen Z yang cenderung menyukai pembelajaran yang interaktif, visual, dan terintegrasi dengan teknologi digital (Hayati, 2024, p. 8). Dalam konteks era digital, guru dituntut untuk mampu memanfaatkan teknologi guna menciptakan pembelajaran berpengalaman yang kaya, beragam, dan berkesan pada siswa (Wyman et al., 2023, p. 13). Lingkungan pendidikan yang nyaman dan menyenangkan diharapkan dapat mengembangkan potensi spiritual, pengkondisian diri, kepintaran, berakhlak baik, dan berketerampilan yang diperlukan pada kehidupan sosial (Ujud et al., 2023, p. 915).

Mata pelajaran yang peranannya cukup mumpuni pada perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) ialah fisika. Kalor ialah salah satu materi fisika yang fundamental, sebagai dasar dalam pembelajaran termodinamika. Materi ini dirancang agar peserta didik memperoleh

gambaran fisis yang nyata melalui visualisasi konsep, kegiatan eksperimen, serta pemanfaatan aplikasi pembelajaran (Kemendikbudristek, 2022, p. 165). Dalam praktiknya, fisika ternyata diakui sebagai materi yang susah dan sukar digemari bagi siswa. Kesulitan tersebut bukan hanya dikarenakan oleh kemampuan siswa, tapi oleh kegiatan belajar yang sukar menghubungkan konsep fisika pada fenomena alam di sekitar siswa, padahal fenomena alam dapat menjadi dasar pembentukan konsep fisika (Guswina, 2020, p. 183–192). Oleh karena itu, pemahaman konsep, hukum, dan teori fisika menjadi kunci utama dalam pembelajaran fisika, karena siswa bukan cuman dituntut menghafalkan rumus, tapi juga mampu mengaplikasikan konsep secara bermakna. Suatu proses belajarn mengajar terlihat berhasil apabila hasil belajar siswa memenuhi standar Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Di SMA Negeri 2 Pekanbaru, KKM mata pelajaran fisika ditetapkan sebesar 71. Info yang diperoleh dari hasil wawancara bersama guru fisika bahwa rata-rata nilai UH fisika siswa, khususnya di materi kalor tahun 2025, masih berada di bawah standar KKM.

Data menunjukkan bahwa hanya 30,86% siswa yang berhasil dapat nilai di atas KKM, sementara 73,14% siswa mendapatkan nilai di bawah KKM. Temuan ini diperkuat oleh hasil observasi peneliti selama melaksanakan kegiatan PLP-MBKM pada bulan Agustus hingga September 2025, yang menunjukkan bahwa siswa kurang memahami konsep fisika karena cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep dasarnya. Fakta tersebut mengindikasikan rendahnya respons dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran fisika, terutama ketika pembelajaran masih didominasi metode konvensional, sehingga harus ada inovasi pembelajaran yang mampu membuat pemahaman konsep dan keaktifan siswa lebih meningkat.

Pemahaman konsep ialah siklus penting pada pembelajaran fisika dikarenakan berpengaruh langsung terhadap keberhasilan belajar siswa. Pendidikan yang bermutu diperlukan guna membuahkan SDM yang baik dan bisa bersaing di era globalisasi. Perubahan global ingin pengelolaan hidup dan masyarakat termasuk pada bidang pendidikan diubah (Jaimah, 2022, p. 1). Proses pembelajaran

yang dirancang oleh guru memiliki dampak besar terhadap pemahaman konsep siswa. Guru yang mampu membuat lingkungan pembelajaran yang menarik dan terarah dapat merangsang perhatian serta keterlibatan siswa pada pembelajaran (Murtiningsih, 2019, p. 76–85; Desi & Hani, 2020, p. 52). Sebaliknya, penggunaan metode atau model belajar yang tidak tepat, masih berpusat dengan guru, serta dominasi metode konvensional dapat menyebabkan rendahnya pemahaman konsep siswa (Bustami et al., 2019, p. 451–457). Salah satu alternatif belajar yang bisa digunakan guna memberantas permasalahan tersebut ialah penerapan model pembelajaran yang mengintegrasikan model belajar yang pas. Model pada pembelajaran merupakan representasi dari proses aktual yang memungkinkan peserta didik bertindak sesuai dengan tujuan pembelajaran (Magdalena et al., 2024, p. 4). Pendekatan pembelajaran dimaknai sebuah sudut pandang terhadap proses pembelajaran yang melandasi metode pembelajaran yang teoritis (Festiawan & Rifqi, 2020, p. 14).

Pendekatan saintifik salah satu pendekatan yang bisa membuat siswa lebih aktif terlibat, yang menuntut siswa mengonstruksi konsep dengan tahapan pengamatan, perumusan masalah, pengajuan hipotesis, pengumpulan dan penganalisisan data, penarikan kesimpulan, hingga mengomunikasikan hasil pembelajaran (Wati, A. K., 2021, p. 5). Model *Problem Based Learning (PBL)* yang dipadukan berpendekatan saintifik mendorong siswa guna aktif dalam memecahkan masalah hingga membangun pemahaman konsep melalui proses berpikir yang menantang (Noviar & Hastuti, 2015, p. 42–47). Telah terbukti secara empiris bahwa integrasi perangkat lunak elektronik jenis ini dapat memberikan rangsangan visual yang meningkatkan daya ingat siswa sekaligus mendorong kemandirian mereka dalam mempelajari materi fisika (Kartika et al., 2019, p. 335).

Selain model pembelajaran, penggunaan media belajar interaktif juga berpengaruh penting untuk peningkatan kelayakan pembelajaran. Media pembelajaran dipakai untuk sarana pendukung kegiatan belajar mengajar agar berjalan lebih efektif (Mokodompit et al., 2022, p. 91).

Media pembelajaran interaktif mampu meningkatkan komunikasi antara pendidik dan peserta didik, membangkitkan minat belajar, serta memberikan dampak psikologis positif bagi siswa (Nurmarwaa et al., 2022, p. 36). Perangkat lunak yang linier dengan pengembangan media belajar interaktif salah satunya ialah ialah *Articulate Storyline 3*, yang memungkinkan guru menginovasikan teks, gambar, animasi, video, kuis, hingga narasi secara terpadu (Fadhilah, 2025, p. 2). *Articulate Storyline 3* dinilai mudah digunakan oleh pendidik untuk memvisualisasikan materi pembelajaran secara menarik (Jazuli et al., 2023, p. 141). Penelitian sebelumnya memperlihatkan jika media *Articulate Storyline* bisa digunakan untuk belajar. Namun, kebanyakan penelitian masih terfokus dalam materi matematika (Mayoza et al., 2024, p. 1422) dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS), sementara pemahaman konsep dasar, khususnya dalam konteks fisika materi kalor, masih kurang dieksplorasi (Dina Ulya, 2022, p. 5). Faktanya, intervensi pembelajaran yang menekankan aspek visualisasi materi telah terbukti efektif dalam

mempermudah siswa untuk menguasai berbagai indikator konsep fisika abstrak (Azhar et al., 2021, p. 1026-1027).

Model *PBL* telah digunakan oleh M. Agus Aprianto, Rosmayadi, dan Nindy C. P. (2018) guna meningkatkan kemampuan memecahkan masalah yang matematis, Vivi, Muliati, dan Lalili (2024) guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam materi termodinamika, Arnetta Dinda Armalia (2022) untuk mereduksi miskonsepsi matematika, Hakiki, Mas'ud Muhammadih, dan Asdar (2023) untuk meningkatkan hasil belajar, Ade Kurnia Wati (2021) untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa, serta Melati S. S. (2024) pada peningkatan kemampuan kognitif fisika. Selain itu, Hernilam Mayoza, Tua Halomoan Harahap, dan Siti Aminah Manurung (2024) juga membuktikan bahwa *PBL* berbantuan *Articulate Storyline 3* bisa meninggikan hasil belajar matematika. Meskipun demikian, penerapan *PBL* bermedia *Articulate Storyline 3* dalam pembelajaran fisika, khususnya materi kalor pada jenjang SMA, belum banyak dikaji sehingga masih diperlukan penelitian lebih lanjut pada

konteks tersebut. Dari masalah yang telah dijabarkan, maka butuh dilakukan penelitian dengan judul “Penerapan Model Pembelajaran *PBL* Berbantuan Media Interaktif *Articulate Storyline 3* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep pada Materi Kalor Kelas XI SMA”. Hal ini dilakukan guna melihat perbedaan yang signifikan dalam memahami konsep siswa antara kelas yang memakai model pembelajaran *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* dengan kelas yang menerapkan belajar konvensional pada materi kalor kelas XI SMA dan diharapkan bisa meembuahkan salah satu informasi dan solusi bagi guru guna meningkatkan pemahaman konsep siswa dengan menggunakan model pembelajaran *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3*.

B. Metode Penelitian

Metode eksperimen berjenis penelitian *quasi experiment* diterapkan pada penelitian ini. Tujuannya ialah untuk memastikan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen pada situasi yang diatur dengan baik melalui eksperimen kuantitatif (Sugiono, 2021, p. 111). Terdapat dua

kelompok pada penelitian ini, yaitu kelas eksperimen, kelas penerima perlakuan, sedangkan kelas kontrol, kelas yang tidak menerima perlakuan (Sugiono, 2020, p. 139).

Jenis desain pada penelitian ini dikenal dengan *posttest only non-equivalent control group design*. Penelitian diselenggarakan di SMA Negeri 2 Pekanbaru disemester genap tahun ajaran 2025/2026. Populasinya ialah total siswa kelas XI terdiri dari 4 kelas sebanyak 200 siswa. Sampel diambil dengan teknik simple random sampling syaratnya populasi harus ada karakteristik yang homogen. Penentuan sampel dilakukan berdasarkan hasil uji normalitas hingga homogenitas dari nilai UH siswa pada materi fisika sebelumnya. Sampel yang terpilih ialah kelas XI.1 (kelas eksperimen) dan kelas XI.2 (kelas kontrol).

Penggunaan model belajar *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* digunakan pada kelas eksperimen (X). Media konvensional dan teknik ceramah aktif digunakan selama pembelajaran di kelas kontrol. Perlakuan pembelajaran di kedua kelompok telah dilakukan, kemudian siswa di SMA Negeri 2 Pekanbaru diberikan ujian akhir atau *posttest*

untuk melihat sebesar apa meningkatnya pemahaman konsep mereka terhadap materi. Deskripsi metode penelitian pada kelas eksperimen dan kelas kontrol tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 Desain Penelitian

Kelompok	Perlakuan	Test akhir (<i>posttest</i>)
Eksperimen	X	O ₁
Kontrol	-	O ₂

dengan X adalah Perlakuan dengan pembelajaran *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3*. O₁ merupakan tes akhir *posttest* setelah perlakuan di kelas eksperimen, dan O₂ merupakan tes akhir *posttest* pasca perlakuan di kelas kontrol.

Pembelajaran selesai, kemudian kedua kelompok mengikuti tes akhir atau *posttest* (O₁ dan O₂) yang memiliki jumlah pertanyaan dan batasan waktu yang sama, untuk membandingkan pengetahuan konsep kedua kelompok.

Tes pemahaman konsep pada materi kalor dalam bentuk soal pilihan berganda berjumlah 21 soal diterapkan sebagai instrumen penelitian, yang bertujuan untuk mengukur ranah kognitif memahami (C2). Tes disusun berdasarkan indikator proses kognitif pemahaman konsep dan dioperasionalkan

menggunakan kata kerja operasional pemahaman (KKOP) yang meliputi mengklarifikasi, menginterpretasi, mencontohkan, membuat inferensi, membandingkan, menjelaskan, dan menggeneralisasi,

Teknik dalam mengumpulkan data dilakukan dengan pemeberian *posttest* kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol pasca belajar telah usai. Teknik analisis data deskriptif dan inferensial diterapkan di penelitian ini. Tujuan analisis deskriptif adalah menyajikan informasi hanya dalam bentuk fakta yang dapat diamati, tanpa menguji hipotesis untuk membuat kesimpulan (Sugiono, 2020:236). Karena tidak membuat kesimpulan, analisis deskriptif merupakan komponen statistik deduktif. Hasil tes pemahaman konsep siswa diolah sehingga didapatkan skor rata ratanya. Skor nilai siswa dapat menggunakan rumus:

$$\text{Skor} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Analisis deskriptif yang diterapkan di penelitian ini adalah rata- rata, standar deviasi hingga diagram batang. Kriteria interpretasi hasil belajar diperlukan guna mengetahui tingkat pemahaman

konsep siswa yang didapatkan dari hasil perhitungan rata-rata skala kriteria interpretasi pemahaman konsep. Kriteria pengambilan keputusan rata-rata skor hasil penilaian siswa yang diadaptasi dari Sahara & Dian Kristiana, 2014 disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Tingkat Pemahaman Konsep Siswa

Tingkatan	Keterangan
$85 \leq x < 100$	Sangat Baik
$70 \leq x < 85$	Baik
$50 \leq x < 70$	Cukup Baik
$0 \leq x < 50$	Kurang Baik

(Sumber: Elyana: 2017, p. 5)

Pemberian *posttest* telah selesai dilakukan, hasilnya dievaluasi menggunakan persamaan kapasitas penyerapan siswa untuk menentukan kapasitas penyerapan mereka. Kemudian mereka diklasifikasikan ke dalam empat kategori kapasitas penyerapan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Analisis inferensial dilakukan sebagai dasar pengambilan kesimpulan akhir untuk mengetahui perbedaan dalam menerapkan model pembelajaran *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* dengan model pembelajaran konvensional di SMA Negeri 2 Pekanbaru. Peneliti memakai aplikasi SPSS versi 26 dimana terdiri dari uji

normalitas, homogenitas dan hipotesis pada penelitian ini. Lebih dulu melakukan uji normalitas kemudian homogenitas untuk syarat pengolahan data sebelum mengujikan hipotesis. *Shapiro-wilk* digunakan guna uji normalitas, sedangkan *Levene test* untuk uji homogenitas. Uji normalitas dilaksanakan dengan menggunakan *Shapiro-wilk* dimana hal ini untuk melihat apakah data dikelas yang digunakan dalam penelitian menyebar secara normal atau tidaknya.

Pengujian normalitas telah usai maka berikutnya dilakukan uji homogenitas dimana bertujuan guna melihat apakah dua kelompok sampel yang dipakai asalnya dari populasi mempunyai variansi yang sama atau tidak.

Tahap terakhir pengambilan keputusan berdasarkan hasil *posttest* pemahaman konsep adalah menguji hipotesis. Uji *Independent Sample T-Test* dilakukan pasca kedua kelas menerima perlakuan yang beda dalam pembelajaran dimana kelas eksperimen dengan memakai model *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* dan kelas kontrol memakai pembelajaran konvensional.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

SMA Negeri 2 Pekanbaru di semester genap tahun ajaran 2025/2026 penelitian dilaksanakan. Penelitian berguna guna mengetahui penerapan model *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa kelas XI pada materi kalor. Kelas XI.1 (kelas eksperimen) yang memakai model *PBL* berbantuan media interkatik *Articulate Storyline 3* dan kelas XI.2 (kelas kontrol) yang memakai pembelajaran konvensional. Banyak siswa pada masing-masing kelas sebanyak 50 orang sebagai sampel penelitian.

Dengan demikian, diperoleh data hasil belajar pemahaman konsep siswa pasca diberikan perlakuan pembelajaran yang beda pada kedua kelas. Hasil belajar siswa dilihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis *Posttest* Berdasarkan Kategori Tingkat Pemahaman Konsep Siswa

Kelompok Kelas	Jumlah Siswa	Rata-rata	Kategori
Kontrol	50	78,66	Baik
Eksperimen	50	82,66	Baik

Berdasarkan Tabel 3, terdapat adanya beda hasil belajar pemahaman konsep diantara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kelas eksperimen yang memakai model

PBL berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* memperoleh nilai rata-rata sebesar 82,66 berkategori baik, dan kelas kontrol memperoleh nilai rata-rata sebesar 78,66 berkategori baik juga. Selisih nilai rata-rata keduanya sebesar 4. Hasil terlihat bahwa hasil belajar siswa di kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol.

Hasil belajar yang berbeda itu menunjukkan bahwa model *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* dapat membantu meninggikan hasil pemahaman konsep siswa pada materi kalor. Siswa pada kelas eksperimen ketika proses belajar kelihatan lebih aktif berdiskusi, bertukar pendapat, dan bekerja sama dalam kelompok. Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa keterlibatan aktif siswa dalam mengeksplorasi fenomena fisis, baik melalui diskusi maupun penggunaan alat penyokong belajar yang inovatif, secara signifikan dapat meninggikan motivasi hingga pemahaman konsep mereka (Ernidawati et al., 2025a). Keaktifan tersebut membuat siswa lebih mudah memahami materi pembelajaran. Penggunaan media interaktif *Articulate Storyline 3* dalam model *PBL* juga berperan dalam

meningkatkan pemahaman konsep siswa karena menyajikan materi secara visual dan interaktif. Hal tersebut didukung oleh Muhardiansyah et al. (2024, p. 2) yang menuliskan bahwa bahan ajar interaktif bermodelkan *PBL* layak dalam meninggikan pemahaman konsep siswa. Secara umum beberapa indikator pemahaman konsep memperlihatkan capaian yang relatif tinggi baik di kelas eksperimen ataupun kelas kontrol. Penyebabnya diduga karena indikator tersebut berada dalam tingkat kemampuan yang lebih sederhana, seperti menafsirkan, menjelaskan, dan membuat kesimpulan, sehingga tidak memerlukan proses berpikir yang terlalu kompleks.

Hasil pemahaman konsep siswa pada setiap indikatornya juga melihat ada perbedaan diantara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Perbandingan hasil belajar siswa pada setiap indikator dilihat pada Tabel 4 yang memperlihatkan data tentang indikator soal, kategori soal, dan hasil tes kemampuan pemahaman konsep yang telah dikerjakan siswa. Di dalam tabel tersebut juga tercantum total rata-rata

dari seluruh soal untuk masing-masing kelas sampel.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Pemahaman Konsep Tiap Indikator

No	Aspek Kognitif	Hasil <i>Posttest</i>			
		Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
		Rata-rata (%)	Kategori	Rata-rata (%)	Kategori
1	Menafsirkan	85,33	SB	80,00	B
2	Mencontohkan	68,00	CB	64,00	CB
3	Mengklasifikasi	86,66	SB	86,66	SB
4	Menyimpulkan	98,00	SB	90,66	SB
5	Membandingkan	76,66	B	83,33	B
6	Menjelaskan	80,00	B	60,66	CB
7	Menggeneralisasikan	84,00	B	85,33	SB
Rata-rata		82,66	B	78,66	B

Berdasarkan data pada Tabel 4, terlihat perbandingan capaian belajar antara kelas eksperimen yang menerapkan model belajar *PBL* berbantuan *Articulate storyline 3* dengan kelas kontrol yang menerapkan metode belajar konvensional. Secara umum, hasilnya melihat kelas eksperimen memperlihatkan capaian yang lebih baik daripada kelas kontrol pada hampir seluruh indikator pemahaman konsep yang diukur. Hal ini mengindikasikan bahwa model pembelajaran *PBL* berbantuan *Articulate storyline 3* yang diterapkan memberikan pengaruh baik guna

meningkatkan pemahaman konsep siswa di materi kalor.

Meskipun kelas eksperimen memperlihatkan nilai rata-rata lebih baik daripada dengan kelas kontrol, perbedaan tersebut relatif kecil. Hal ini dapat dijelaskan secara teoritis oleh beberapa faktor. Pertama, model belajar *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* yang diterapkan pada kelas eksperimen membutuhkan alokasi waktu yang lebih panjang untuk melewati setiap tahapan, mulai dari pendahuluan, kegiatan mengorientasi masalah, organisasi dalam belajar, penyelidikan terbimbing, pengembangan dan penyajian hasil, hingga menganalisis dan pengevaluasian masalah. Selain itu, banyaknya siswa dalam satu kelas yang cukup besar (50 orang) membuat pengelolaan kelas menjadi kurang efektif, sesuai penelitian sebelumnya yang menggunakan sampel lebih kecil hasilnya lebih besar perbedaannya (Mayoza et al., 2024, p. 1430)..

Kedua, faktor adaptasi siswa terhadap model pembelajaran dan media interaktif juga berpengaruh. Siswa terbiasa dengan model konvensional yang lebih sederhana, sehingga ketika berhadapan dengan

model *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* yang menuntut keterlibatan aktif, sebagian siswa masih mengalami kesulitan mengikuti alurnya. Meskipun transisi dari metode tradisional memerlukan penyesuaian, penggunaan media simulasi digital atau laboratorium virtual di tingkat sekolah menengah telah terbukti sangat penting untuk pemahaman kognitif siswa terhadap konten yang kompleks (Zulkifli et al., 2021, p. 404). Selain itu, faktor internal siswa seperti motivasinya dalam belajar dan terbiasa belajar mandiri turut memengaruhi hasil belajar. Rendahnya motivasi sebagian siswa menyebabkan mereka tidak sepenuhnya memanfaatkan proses belajar, baik dengan model konvensional maupun *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3*. Berikut ini penjelasan masing-masing indikator.

Pada indikator menafsirkan disajikan instrumen soal bernomor 1, 8 dan 11, hasil capaian siswa menunjukkan variasi pada beberapa soal. Pada soal no.1, capaian kelas eksperimen terlihat rendah daripada kelas kontrol disebabkan siswa dikelas kontrol memperoleh penjelasan grafik secara langsung

dan intensif dari guru, sedangkan siswa kelas eksperimen masih menyesuaikan diri dengan pembelajaran aktif melalui model *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* yang menuntut siswa mengamati, berdiskusi, dan menafsirkan informasi secara mandiri (Zainal, 2022, p. 3584). Selain itu, fokus siswa pada LKPD lebih tertuju pada hasil akhir percobaan dibandingkan proses perubahan suhu selama pemanasan. Namun, pada soal no.8 dan no.11 capaian kelas eksperimen lebih bagus daripada kelas kontrol difaktori oleh siswa melakukan eksperimen, mengamati fenomena perpindahan kalor, berdiskusi, serta menggunakan media interaktif dan video pembelajaran sehingga membantu mereka memahami konsep perpindahan kalor dan Asas Black melalui pengalaman langsung. Pembelajaran berbasis *PBL* dan media interaktif terbukti mampu mendorong siswa lebih aktif membangun pemahaman konsep melalui proses pemecahan masalah dan visualisasi fenomena secara nyata (Noviar & Hastuti, 2015, p. 42–47; Nurmarwaa et al., 2022, p. 3).

Pada indikator mencontohkan disajikan instrumen soal bernomor 9,

15 dan 20, kelas eksperimen unggul pada soal no.9 dan no.20 karena pembelajaran *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* melibatkan video, diskusi, dan praktikum yang membantu siswa menghubungkan konsep kalor dengan fenomena nyata melalui pengalaman langsung (Arsyad, 2015, p. 10; Yulianti & Gunawan, 2019, p. 402). Sebaliknya, pada soal no.15 tentang radiasi, kelas kontrol memperoleh hasil lebih tinggi karena guru memberikan contoh yang spesifik dan berulang sehingga lebih mudah diingat siswa. Sementara itu, siswa kelas eksperimen lebih fokus pada proses penyelidikan dan analisis praktikum sehingga sebagian kurang teliti membedakan jenis perpindahan kalor, sesuai dengan tantangan dalam pembelajaran aktif (Jazuli et al., 2023, p. 139).

Pada indikator mengklasifikasikan disajikan instrumen soal bernomor 3, 10, dan 18, kedua kelas memperoleh hasil yang sama baik. Pada soal no.3 karena siswa telah memahami jenis perpindahan kalor melalui contoh sehari-hari. Pada kelas eksperimen, pemahaman dibantu melalui video, diskusi, dan media interaktif *Articulate*

Storyline 3 yang membantu siswa mengenali ciri setiap konsep (Nurmarwaa et al., 2022, p. 36), sedangkan kelas kontrol memperoleh penjelasan langsung dari guru. Pada soal no.10 tentang penggunaan termometer, kelas kontrol sedikit lebih unggul karena demonstrasi langsung menggunakan alat ukur suhu membantu siswa lebih mudah mengklasifikasikan aktivitas terkait pengukuran suhu (Arsyad, 2015, p. 10). Namun, pada soal no.18 tentang konsep kalor, kelas eksperimen kembali lebih unggul karena siswa terbiasa melakukan analisis data praktikum dan diskusi melalui LKPD sehingga lebih terlatih membedakan pernyataan yang benar dan salah mengenai konsep kalor, sejalan dengan keunggulan model *PBL* dalam membangun pemahaman konsep melalui kegiatan penyelidikan (Suhendar & Ekayanti, 2018, p. 15).

Pada indikator menyimpulkan disajikan instrumen soal bernomor 4, 5 dan 12. Kelas eksperimen menunjukkan hasil lebih baik pada soal no.4 dan no.5 karena *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* melibatkan diskusi, pengamatan, dan analisis hasil praktikum sehingga siswa lebih

mudah memahami konsep pemuaian dan hubungan jenis logam terhadap besarnya pemuaian (Febriansyah & Pujiyanto, 2023, p. 110; Pradana et al., 2024, p. 3779). Namun, pada soal no.12 tentang arah aliran kalor, kelas kontrol sedikit lebih unggul karena penjelasan langsung dan latihan soal yang intensif membantu siswa lebih mudah mengingat konsep kesetimbangan termal. Sementara itu, sebagian siswa kelas eksperimen masih terlalu fokus pada proses penyelidikan sehingga kurang teliti dalam menyimpulkan arah perpindahan kalor pada peristiwa tertentu, sesuai dengan karakteristik *PBL* yang menuntut keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran (Vivi Muliati & Laili, 2024, p. 97).

Pada indikator membandingkan disajikan instrumen soal bernomor 6, 13 dan 19. Kelas eksperimen lebih unggul pada soal no.6 karena siswa terlibat langsung dalam penyelidikan menggunakan LKPD berbasis *PBL* dan media interaktif *Articulate Storyline 3* sehingga lebih mudah membandingkan daya hantar kalor pada berbagai logam melalui pengamatan langsung (Pradana et al., 2024, p. 3774). Namun, pada soal no.13 dan no.19, kelas kontrol

memperoleh hasil lebih tinggi karena penjelasan langsung, pembahasan contoh soal, dan penggunaan contoh konkret oleh guru membantu siswa lebih mudah memahami hubungan kalor jenis serta perbedaan karakteristik termometer raksa dan alkohol (Siregar & Widyaningrum, 2015, p. 34; Sumantri, 2015, p. 31). Sementara itu, siswa kelas eksperimen lebih fokus pada diskusi dan praktikum sehingga sebagian kurang teliti dalam menganalisis detail konsep pada soal.

Pada indikator menjelaskan disajikan instrumen soal bernomor 2, 7 dan 14. Kelas eksperimen menunjukkan hasil lebih baik pada soal no.2, no.7, dan no.14 karena *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* melibatkan video simulasi, diskusi, penyelidikan, dan analisis grafik sehingga siswa lebih mudah menghubungkan teori dengan fenomena nyata serta memahami konsep perpindahan kalor dan perubahan wujud zat (Putri et al., 2022, p. 366–371). Kegiatan tersebut membantu siswa lebih aktif menganalisis data, grafik, dan hasil pengamatan secara langsung. Sebaliknya, siswa kelas kontrol cenderung hanya menerima

penjelasan dan contoh soal dari guru tanpa penyelidikan maupun visualisasi yang mendalam sehingga pemahaman konsep dan kemampuan interpretasi data menjadi kurang optimal.

Pada indikator menggeneralisasikan disajikan soal bernomor 16, 17 dan 21. Kelas kontrol menunjukkan hasil lebih baik pada soal no.16, no.17, dan no.21 karena siswa lebih mudah menarik kesimpulan umum melalui penjelasan guru yang sederhana, aplikatif, dan berulang, seperti contoh aspal yang cepat panas, ventilasi rumah, dan fungsi jaket sebagai isolator panas (Siregar & Widyaningrum, 2015, p. 127). Sementara itu, siswa kelas eksperimen yang belajar dengan model *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* lebih banyak terlibat saat proses diskusi, investigasi, dan analisis mandiri sehingga proses generalisasi konsep berlangsung lebih bertahap (Noviar & Hastuti, 2015, p. 42; Asmara & Septiana, 2023, p. 35). Meskipun demikian, penggunaan media interaktif tetap membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep abstrak selama pembelajaran.

Secara keseluruhan, meskipun terdapat beberapa indikator pemahaman konsep dimana kelas kontrol memiliki capaian yang relatif sebanding atau lebih tinggi dari kelas eksperimen, hasilnya tetap memperlihatkan bahwa penerapan model pembelajaran *PBL* berbantuan *Articulate Storyline 3* membuahkan pengaruh positif untuk peningkatan pemahaman konsep siswa, khususnya dalam kemampuan menjelaskan dan membuat kesimpulan. Hal ini tercapai jika proses belajarnya didukung oleh perangkat atau instrumen yang telah tervalidasi dengan baik, sehingga memberikan landasan teori yang kuat bagi siswa untuk berinovasi (Ernidawati et al., 2025b).

Hasil analisis inferensial digunakan guna melihat ada atau tidaknya hasil belajar yang berbeda antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Lebih dulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas sebelum uji hipotesis. Hasil pengujian normalitas melihat bahwa data kedua kelas memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ sehingga data berdistribusi normal. Selanjutnya, hasil uji homogenitas melihat nilai

signifikansi yakni $0,696 > 0,05$ maka data kedua kelas adalah homogen.

Pasca uji prasyarat terpenuhi, pengujian hipotesis dilakukan dengan *Independent Sample T-Test*. Hasil pengujian menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,031 < 0,05$. Berdasarkan hasil tersebut, H_0 ditolak dan H_a diterima. Hal ini mengidentifikasikan bahwasanya ada beda signifikan pemahaman konsep siswa yang menerapkan model pembelajaran *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* dan kelas yang menerapkan model belajar konvensional di SMA Negeri 2 Pekanbaru.

Hasil penelitian ini searah dengan penelitian Hernilam Mayoza, Tua Halomoan Harahap, dan Siti Aminah Manurung (2024, p. 1422) yang menyatakan bahwa penerapan model *PBL* berbantuan media *Articulate Storyline 3* mampu meningkatkan hasil belajar matematika siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa integrasi *Articulate Storyline* dalam pembelajaran *PBL* mampu meninggikan pemahaman konsep siswa melalui visualisasi interaktif dan penyajian masalah kontekstual hingga belajarnya menjadi semakin

bermakna (Saputri et al., 2025, p. 2012).

Dengan keseluruhan, hasil penelitian membuktikan bahwa model *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa dalam materi kalor di semua indikator yang diukur. Keberhasilan model ini dapat dijelaskan melalui pendekatan konstruktivistik yang sistematis, dimana setiap tahap pembelajaran memiliki peran spesifik dalam membangun pemahaman konsep siswa secara mendalam dan bermakna. Hal ini searah dengan penelitian sebelumnya yang melihat bahwa pemahaman konsep pada materi fisika yang kompleks memerlukan dukungan media atau pendekatan yang mampu memvisualisasikan fenomena tersebut secara konkret (Ernidawati et al., 2026).

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di SMA Negeri 2 Pekanbaru dengan menerapkan model pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3*, disimpulkan bahwa kemampuan

pemahaman konsep siswa dalam materi kalor, baik di kelas eksperimen maupun kelas kontrol, sama-sama berkategori baik. Meskipun demikian, nilai rata-rata kemampuan pemahaman konsep pada kelas eksperimen yang menerapkan model *PBL* berbantuan media interaktif menunjukkan pencapaian yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran konvensional. Selain itu, hasil uji statistik membuktikan adanya perbedaan yang signifikan pada kemampuan pemahaman konsep siswa antara kelas yang menerapkan model pembelajaran *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* dengan kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional. Dengan demikian, model pembelajaran *PBL* berbantuan media interaktif *Articulate Storyline 3* terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep siswa pada materi kalor. Penelitian ini direkomendasikan sebagai salah satu solusi alternatif dalam pembelajaran di sekolah, khususnya untuk membantu siswa mengonstruksi pemahaman terhadap konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustang, A., Mutiara, I. A., & Asrifan, A. (2021). *Masalah pendidikan di Indonesia*. Open Science Framework.
<https://doi.org/10.31219/osf.io/9xs4h>
- Arsyad, A. (2015). *Media pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
<https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=968536>
- Asmara, A., & Septiana, A. (2023). *Model pembelajaran berkonteks masalah*. Yogyakarta: CV. Azka Pustaka. <https://l1nq.com/ltvcvis>
- Azhar, A., Irawan, D., & Ramadhan, K. (2022). STEM Education Implementation to Enhance Student Learning Outcomes in Optics Concept. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 1023–1029.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1525>
- Bustami, Y., Syafrudin, D., & Afriani, R. (2019). The implementation of contextual learning to enhance biology students' critical thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7, 451–457.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v7i4.11721>
- Desi, G. L., & Hani, I. (2020). Literature review: Peningkatan hasil belajar kognitif dan motivasi siswa melalui guided inquiry. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 2(2), 51–59.
<https://journal.ummat.ac.id>
- Elyana, Y., Yennita, & Fakhruddin. (2017). Analysis Higher Order Thinking Skills (HOTS) student MAN 2 Model Pekanbaru in problem solving of physics national exam. *Jurnal Online Mahasiswa FKIP Universitas Riau*, 4(1), 1–9.
<https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFKIP/article/viewFile/13524/13088>
- Ernidawati, E., Ulfa, Z., Dhuha, N. A., Akbar, R., Irianti, M., Ma'aruf, Z., Albeta, S. W., Fauza, N., Mulyani, E. A., Dipuja, D. A., Demulawa, M., Syaflita, D., & Satria, D. (2024). Physics Learning in Secondary Schools by Sea Water Purification Devices Using Solar Panels: Systematic Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(8), 588–597.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i8.8077>
- Ernidawati, E., Darmadi, Fauza, N., Idris, Syaflita, D., Junaidi, M., & Sundari, P. D. (2025a). Effectiveness of Experimental Tools for Testing the Permeability of Metal Materials to Increase Student Learning Motivation. *Journal of Natural Science and Integration*, 8(1), 140-148. DOI: [10.24014/jnsi.v8i1.32799](https://doi.org/10.24014/jnsi.v8i1.32799)
- Ernidawati, E., Irianti, M., Ma'ruf, Z., Idris, I., Novianti, W., Sinaga, A. H., Hidayah, R., & Burhan, D. F. (2025b). Innovation and Validation of Relative Permeability Experimental Tools

- Using Metal Materials as a Medium for High School Physics Education. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(11), 1029–1043.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i11.13018>
- Ernidawati, E., Fauza, N., Darmadi, Maqruf, A., Syaflita, D., Zulhelmi, Ma'aruf, Z., Demulawa, M., Dhuha, N. A., & Putri, N. J. (2026). Development of experimental tools for testing the permeability of metal materials in magnetic field materials in senior high schools. *AIP Conference Proceedings*, 3332(080005).
<https://doi.org/10.1063/5.0330713>
- Fadhilah, A. (2025). *Pengembangan media pembelajaran interaktif Articulate Storyline*. Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan.
<https://sl1nk.com/wgxag1b>
- Febriansyah, B., & Pujianto. (2023). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis software Articulate Storyline guna meningkatkan sikap ilmiah dan pemahaman konsep. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 105–122.
<https://doi.org/10.21831/jpf.v10i2.18351>
- Festiawan, R. (2020). *Belajar dan pendekatan pembelajaran*. Universitas Jenderal Soedirman.
<https://doi.org/10.17605/OSF.IO/26VRK>
- Guswina, S., & U. F. (2020). Desain *four-tier multiple choice test* pada materi getaran harmonis. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 6(2), 183–192.
<https://doi.org/10.24036/jppf.v6i2.110873>
- Hayati, E. N. (2024). Karakteristik belajar generasi Z dan implikasinya terhadap desain pembelajaran IPS. *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, dan Pengelolaan Pendidikan*, 4(8).
<https://doi.org/10.17977/um065.v4.i8.2024.8>
- Jaimah, J. (2022). Peranan pendidikan global dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia. *Tugas Mata Kuliah Mahasiswa*, 1(1), 1–8.
<https://doi.org/10.20527/tmkm.v1i1.317>
- Jazuli, L. O. A., Arvyaty, A., Hasnawaty, H., & Ibrahim, M. F. (2024). Pengembangan media pembelajaran Articulate Storyline untuk pemahaman konsep materi turunan. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 10(2), 139–152.
<https://doi.org/10.21831/jrpm.v10i2.71066>
- Kartika, G., Azhar, A., & Nasir, M. (2023). Development of E-Comic as a Physics Learning Media for Class X Students on Momentum and Impulse Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 332–336.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2391>

- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. (2022). *Buku panduan guru*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
<https://repositori.kemendikdasmen.go.id/>
- Magdalena, I., Agustin, E. R., & Fitria, S. M. (2024). Konsep model pembelajaran. *Sindoro: Cendikia Pendidikan*, 3(1), 41–55.
<https://doi.org/10.9644/sindoro.v3i1.2027>
- Mayoza, H., Harahap, T. H., & Manurung, S. A. (2024). Model pembelajaran problem based learning berbantuan media pembelajaran Articulate Storyline 3 untuk meningkatkan hasil belajar matematika siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(3), 1422–1433.
<https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i3.1598>
- Melati, S. S. (2024). *Penerapan model problem based learning dalam meningkatkan kemampuan kognitif siswa pada pembelajaran fisika kelas XI MAN Tapanuli Selatan* (Skripsi tidak diterbitkan). Program Studi Tadris Fisika, IAIN Padangsidimpuan, Padangsidimpuan.
<http://etd.uinsyahada.ac.id/id/eprint/11653>
- Mokodompit, D., Olii, S., & Takdir, R. (2022). Pengembangan media pembelajaran pada materi perangkat lunak pengolah gambar vektor di SMK Negeri 1 Gorontalo. *INVERTED: Journal of Information Technology Education*, 2(2), 90–102.
<https://doi.org/10.37905/inverted.v2i2.15140>
- Muhardiansyah, S., Wasino, W., Sarwi, S., & Raharjo, T. J. (2024). Efektivitas bahan ajar interaktif berbasis problem based learning dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(4).
<https://doi.org/10.23969/jp.v10i04.39303>
- Murtiningsih, S. (2019). Pengaruh perhatian orang tua dan motivasi belajar terhadap prestasi belajar matematika. *Dirasah: Jurnal Pemikiran dan Pendidikan Dasar Islam*, 2(2), 76–85.
<https://doi.org/10.51476/dirasah.v2i2.104>
- Noviar, D., & Hastuti, D. R. (2015). *Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis Scientific Approach terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X di SMA N 2 Banguntapan T.A. 2014/2015*. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 42–47.
<https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v8i2.3874>
- Nurmarwaa, S., Raraningrum, A. O., Wardani, S. I., & Setiaji, B. (2022). Articulate Storyline 3 sebagai media pembelajaran interaktif di masa pandemi Covid-19 untuk meningkatkan

- penguasaan konsep siswa SMA pada hukum kekekalan momentum: Uji kelayakan. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 10(1), 35–42. <https://doi.org/10.21831/jpms.v10i1.42084>
- Pradana, F., Ali, E. Y., & Ismail, A. (2024). Efektivitas model problem based learning dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa. *Jurnal Basicedu*, 8(5), 3773–3780. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i5.8332>
- Putri, D. N. S., Islamiah, F., Andini, T., & Marini, A. (2022). Analisis pengaruh pembelajaran menggunakan media interaktif terhadap hasil belajar siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar dan Sosial Humaniora*, 2(2), 363–374. <https://doi.org/10.53625/jpdsh.v2i2.4290>
- Saputri, M., Musdar, M., Rizvia, F., Nurulwati, N., Susanna, S., & Nithieahvathiy, N. (2025). Integrating Articulate Storyline into Problem-Based Learning to Enhance Students' Conceptual Understanding. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 26(3), 2003–2019. <https://doi.org/10.23960/jp.mipa.v26i3.pp2003-2019>
- Siregar, E., & Widyaningrum, R. (2015). *Belajar dan pembelajaran*. Jakarta: Universitas Terbuka. <https://sl1nk.com/lpxysm3>
- Sugiyono. (2020). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan kombinasi*. Bandung: Alfabeta. <https://sl1nk.com/trp03ut>
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta. <https://sl1nk.com/6n3u62w>
- Suhendar, U., & Ekayanti, A. (2018). Problem based learning sebagai upaya peningkatan pemahaman konsep mahasiswa. *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(1). <https://doi.org/10.24269/dpp.v6i1.815>
- Sumantri, M. S. (2015). *Strategi pembelajaran: Teori dan praktik di tingkat pendidikan dasar*. PT RajaGrafindo Persada. https://www.google.co.id/books/edition/Strategi_Pembelajaran/XmR7DwAAQBAJ
- Ujud, S., Nur, T. D., Yusuf, Y., Saibi, N., & Ramli, M. R. (2023). Penerapan model pembelajaran discovery learning untuk meningkatkan hasil belajar siswa SMA Negeri 10 Kota Ternate kelas X pada materi pencemaran lingkungan. *Jurnal Bioedukasi*, 6(2), 337–347. <https://doi.org/10.33387/bioedu.v6i2.7305>
- Ulya, D. (2022). *Pengembangan Multimedia Interaktif Bermuatan Soal-Soal HOTS Berbantuan Software Articulate Storyline pada Materi Matriks Kelas XI* [Skripsi, Universitas Islam Malang]. Repository Universitas

- Islam Malang.
<http://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/5472>
- Ningsih, V. A., Syam, M., & Komariyah, L. (2024). *PBL dengan pendekatan saintifik pada materi termodinamika. Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*, 5(2), 96–106.
<https://doi.org/10.30872/jlpf.v5i2.2723>
- Wati, A. K. (2021). *Pengaruh model problem based learning (PBL) dengan pendekatan saintifik terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VIII SMPN 4 Abung Timur Kabupaten Lampung Utara*. (Skripsi tidak diterbitkan). Program Studi Tadris Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, UIN Raden Intan Lampung, Bandar Lampung.
<https://sl1nk.com/osj343k>
- Wyman, O., Wang, C., Zhang, M., Sesunan, A., & Yolanda, L. (2023). Peran teknologi dalam transformasi pendidikan. *Kemdikbud*, 4(2), 1–88.
<https://kemdikbud.go.id/>
- Yulianti, E., & Gunawan, I. (2019). Model pembelajaran problem based learning (PBL): Efeknya terhadap pemahaman konsep dan berpikir kritis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 399–408.
<https://doi.org/10.24042/ijsme.v2i3.4366>
- Zainal, N. F. (2022). Problem Based Learning pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3584–3593.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2650>
- Zulkifli, Z., Azhar, A., & Syaflita, D. (2022). Application Effect of PhET Virtual Laboratory and Real Laboratory on the Learning Outcomes of Class XI Students on Elasticity and Hooke's Law. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 401–407.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1274>