Charm Sains Jurnal Pendidikan Fisika
Volume 7, Nomor 3, 31 Oktober 20206 : 301-315 E-ISSN 2722-5860

Pengembangan Modul Ajar *Discovery Learning* Berbasis Lingkungan Pada Materi Suhu dan Kalor

Development of an Environment-Based Discovery Learning Teaching Module on Temperature and Heat

Putri Wulandari Potabuga*, Treesje Katrina Londa, Tineke Makahinda, Jeane Verra Tumangkeng, Jimmy Lolowang
Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Manado, Kabupaten Minahasa 95618 Indonesia
*Corresponding author. email: ptrwlndry2@gmail.com

Diterima : 04/05/2026; Direvisi : 01/08/2026; Disetujui : 30/10/2026; Diterbitkan : 31/10/2026

ABSTRAK
Pembelajaran fisika pada materi suhu dan kalor masih menghadapi tantangan dalam menghubungkan konsep dengan fenomena nyata yang dekat dengan lingkungan belajar siswa. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya bahan ajar kontekstual yang dapat mendorong siswa memahami konsep melalui pengalaman belajar yang bermakna. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan serta mengetahui kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas modul *discovery learning* berbasis lingkungan mikro kelas pada materi suhu dan kalor dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Pengembangan modul menggunakan model ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Subjek penelitian terdiri atas 29 siswa kelas XI SMA Negeri 1 Tutuyan, dengan 15 siswa pada kelompok eksperimen dan 14 siswa pada kelompok kontrol. Data dikumpulkan melalui wawancara, analisis kurikulum, analisis karakteristik siswa, lembar validasi ahli, angket respons siswa, serta tes pretest dan posttest. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif, N-Gain, dan uji *paired sample t-test*. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul memperoleh persentase kelayakan sebesar 100% dari ahli materi dan 94,4% dari ahli media dengan kategori sangat layak. Uji kepraktisan menunjukkan respons positif siswa sebesar 84%. Rata-rata N-Gain kelompok eksperimen sebesar 0,6563 (65,63%), sedangkan kelompok kontrol sebesar 0,5139 (51,39%), keduanya berada pada kategori sedang dengan capaian kelompok eksperimen lebih tinggi. Uji *paired sample t-test* menunjukkan peningkatan hasil belajar yang signifikan pada kelompok eksperimen maupun kontrol dengan nilai $p < 0,001$. Temuan tersebut menunjukkan bahwa modul *discovery learning* berbasis lingkungan mikro kelas sangat layak dan praktis digunakan serta dapat mendukung peningkatan pemahaman konseptual siswa pada materi suhu dan kalor.
Kata kunci : ADDIE, *Discovery Learning*, Modul berbasis lingkungan, Suhu dan kalor

ABSTRACT
Physics learning on temperature and heat still faces challenges in connecting concepts with real phenomena that are closely related to students' learning environment. This condition indicates the need for contextual learning materials that can encourage students to understand concepts through meaningful learning experiences. This study aimed to develop and determine the feasibility, practicality, and effectiveness of an environmental micro-classroom-based discovery learning module on temperature and heat in improving students' conceptual understanding. The module was developed using the ADDIE model, which consisted of analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The research subjects were 29 eleventh-grade students of SMA Negeri 1 Tutuyan, consisting of 15 students in the experimental group and 14 students in the control group. Data were collected through interviews, curriculum analysis, student characteristics analysis, expert validation sheets, student response questionnaires, and pretest and posttest assessments. Data were analyzed using quantitative descriptive analysis, N-Gain, and a paired sample t-test. The validation results showed that the module obtained feasibility percentages of 100% from the material expert and 94.4% from the media expert, both categorized as highly feasible. The practicality test showed a positive student response of 84%. The mean N-Gain was 0.6563 (65.63%) for the experimental group and 0.5139 (51.39%) for the control group, both categorized as moderate, with a higher achievement in the experimental group. The paired sample t-test indicated a significant improvement in learning outcomes in both the experimental and control groups, with $p < 0.001$. These findings indicate that the environmental micro-classroom-based discovery learning module is highly feasible and practical for use and can support the improvement of students' conceptual understanding of temperature and heat.
Keywords: *ADDIE, Discovery Learning, Environment-based teaching module, Temperature and heat*

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu landasan penting dalam membangun sumber daya manusia yang berkualitas dan mampu menghadapi tuntutan perkembangan zaman. Dalam pembelajaran abad ke-21, keberhasilan pendidikan tidak hanya berkaitan dengan penguasaan materi, tetapi juga dengan kemampuan berpikir kritis, memecahkan masalah, serta menghubungkan konsep ilmiah dengan fenomena yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari (Sidiq, Pahruddin, 2025). Oleh sebab itu, pembelajaran sains perlu memberikan pengalaman yang mendorong siswa untuk mengamati fenomena, mengidentifikasi permasalahan, mengolah informasi, serta membangun pemahaman berdasarkan bukti.

(Dwianto, 2017) menegaskan bahwa pembelajaran sains tidak semestinya hanya berorientasi pada aspek kognitif, tetapi juga perlu mengembangkan keterampilan proses dan kemampuan mengaitkan konsep dengan realitas yang dialami siswa. Pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa menjadi penting agar konsep yang diperoleh tidak berhenti pada penguasaan informasi, melainkan terbentuk melalui pengalaman belajar yang bermakna. Tuntutan tersebut menjadi semakin relevan dalam pembelajaran fisika karena sebagian besar konsep fisika berkaitan langsung dengan gejala alam dan peristiwa yang berlangsung di sekitar siswa. Salah satu materi yang memiliki keterkaitan kuat dengan pengalaman sehari-hari adalah suhu dan kalor. Materi tersebut mencakup konsep suhu dan pengukurannya, perbedaan suhu dengan kalor, perpindahan kalor, kalor jenis, kapasitas kalor, perubahan wujud, serta hubungan kalor dengan perubahan suhu suatu benda. Keterkaitan antarkonsep tersebut menyebabkan siswa tidak cukup hanya menghafal persamaan, tetapi perlu memahami makna fisis dan hubungan sebab-akibat dari setiap fenomena. (Sari et al., 2022) menunjukkan bahwa pembelajaran suhu dan kalor berkaitan dengan pengalaman nyata sehingga pemahamannya lebih tepat dibangun melalui pengamatan fenomena dan pengalaman langsung. (Kapul et al., 2023) juga menempatkan suhu dan kalor sebagai konsep yang dekat dengan kehidupan siswa karena dapat ditemukan pada berbagai peristiwa, termasuk perubahan temperatur dan proses perpindahan panas di lingkungan sekitar. Kesulitan memahami materi suhu dan kalor tidak hanya berkaitan dengan banyaknya konsep yang harus dipelajari, tetapi juga dengan karakteristik konsep yang menuntut pemahaman hubungan antarkomponen secara tepat. Pada konsep suhu dan kalor, misalnya, siswa perlu membedakan suhu sebagai ukuran keadaan termal suatu benda dengan kalor sebagai energi yang berpindah akibat adanya perbedaan suhu. Konsep perpindahan kalor juga mengharuskan siswa memahami perbedaan mekanisme konduksi, konveksi, dan radiasi berdasarkan karakteristik prosesnya. Kesulitan berikutnya dapat ditemukan pada konsep kalor jenis dan kapasitas kalor karena siswa perlu menghubungkan jumlah kalor, massa, perubahan suhu, serta sifat termal suatu benda. Pada perubahan wujud, siswa juga perlu memahami bahwa pemberian kalor tidak selalu diikuti oleh kenaikan suhu karena energi dapat digunakan untuk mengubah wujud zat. Dengan karakteristik tersebut, penguasaan materi suhu dan kalor menuntut siswa memahami makna fisis dan hubungan sebab-akibat, bukan sekadar menerapkan persamaan matematis (Sari et al., 2022).

Permasalahan pemahaman konsep tersebut terlihat dari capaian awal siswa pada data penelitian yang melibatkan 29 siswa, terdiri atas 15 siswa pada kelas eksperimen dan 14 siswa pada kelas kontrol. Nilai rata-rata pretest kelas eksperimen sebesar 55,93 dengan skor minimum 41 dan maksimum 74, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata 59,00 dengan skor minimum 36 dan maksimum 72. Capaian awal tersebut menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap materi yang diujikan masih berada pada tingkat yang relatif rendah sebelum diberikan pembelajaran. Selain itu, rentang skor yang cukup lebar pada kedua kelas menunjukkan adanya variasi penguasaan materi antarsiswa. Kondisi tersebut memperkuat kebutuhan terhadap pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan informasi dan prosedur penyelesaian soal, tetapi juga membantu siswa membangun pemahaman konsep melalui pengalaman mengamati dan menyelidiki fenomena fisika. Hasil wawancara dengan guru fisika di SMA Negeri 1 Tutuyan turut memperlihatkan bahwa pembelajaran pada materi suhu dan kalor masih banyak bergantung pada buku teks dan metode konvensional. Bahan ajar yang digunakan belum sepenuhnya menghubungkan konsep dengan fenomena nyata di lingkungan siswa, sehingga kesempatan untuk memperoleh pengalaman langsung dalam membangun konsep masih terbatas.

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

Kondisi tersebut sejalan dengan (Hartanto et al., 2024) yang menjelaskan bahwa pembelajaran fisika masih sering menempatkan guru sebagai figur dominan dan mengarahkan siswa pada penguasaan rumus, sementara kesempatan untuk memahami konsep secara mendalam belum optimal. Ketidaksesuaian antara karakteristik materi yang membutuhkan pengalaman konkret dengan pembelajaran yang cenderung teoritis dapat menjadi salah satu faktor yang menghambat terbentuknya pemahaman konseptual siswa. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi kondisi tersebut adalah pemanfaatan lingkungan sebagai sumber belajar. Dalam penelitian ini, lingkungan difokuskan pada lingkungan mikro kelas, yaitu seluruh elemen yang terdapat di dalam ruang kelas, seperti udara, meja, kursi, serta berbagai benda lain yang dapat dimanfaatkan untuk mengamati gejala fisika, khususnya pada materi suhu dan kalor. Lingkungan mikro kelas dipilih karena mudah diakses, tersedia selama proses pembelajaran, dekat dengan pengalaman siswa, dan memungkinkan fenomena diamati secara langsung serta berulang. (Dwianto, 2017) menekankan pentingnya menghubungkan konsep sains dengan fenomena yang dialami siswa dalam kehidupan sehari-hari agar pembelajaran menjadi lebih bermakna. Sementara itu, (Hartanto et al., 2024) menunjukkan bahwa keterbatasan bahan ajar yang mengintegrasikan lingkungan dapat menyebabkan pembelajaran berbasis lingkungan belum berlangsung secara optimal. Bahan ajar yang dilengkapi aktivitas dan konteks lingkungan dapat membantu siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih nyata.

Agar pemanfaatan lingkungan mikro kelas tidak berhenti pada aktivitas pengamatan, diperlukan model pembelajaran yang mengarahkan siswa untuk membangun konsep melalui proses penemuan. Model *Discovery Learning* relevan digunakan karena memberikan kesempatan kepada siswa memperoleh konsep melalui tahapan yang sistematis, meliputi *stimulation*, *problem statement*, *data collection*, *data processing*, *verification*, dan *generalization* (Mayub, 2020). Tahapan tersebut sesuai dengan karakteristik materi suhu dan kalor karena siswa dapat mengamati fenomena, merumuskan permasalahan, mengumpulkan data, mengolah hasil pengamatan, memverifikasi temuan, dan merumuskan generalisasi. Penerapan *Discovery Learning* pada materi suhu dan kalor juga telah menunjukkan peningkatan hasil belajar kognitif siswa (Mayub, 2020). Namun, penerapan model tersebut membutuhkan bahan ajar yang mampu memberikan arah yang jelas terhadap aktivitas siswa agar setiap tahapan penemuan dapat berlangsung secara sistematis.

Modul ajar cetak dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar yang mendukung kebutuhan tersebut karena mampu mengintegrasikan materi, petunjuk kegiatan, aktivitas pengamatan, pengolahan data, dan latihan dalam satu kesatuan yang runtut. Selain mendukung kemandirian belajar, modul cetak juga memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaan dan tidak bergantung pada perangkat teknologi Realitas menunjukkan bahwa pembelajaran fisika masih cenderung teoritis, dengan guru sebagai figur dominan (Shintia et al., 2026). Beberapa kajian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan *Discovery Learning* mampu meningkatkan hasil belajar karena mendorong keaktifan siswa dalam menemukan konsep (Sari et al., 2022), sedangkan bahan ajar berbasis lingkungan dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep melalui keterkaitan langsung dengan pengalaman nyata siswa (Maftukhin et al., 2024). Dengan demikian, pengintegrasian model *Discovery Learning* dan lingkungan mikro kelas ke dalam modul ajar berpotensi memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret sekaligus membantu siswa memahami konsep-konsep suhu dan kalor secara lebih bermakna.

Perubahan capaian setelah pembelajaran juga terlihat pada data penelitian. Rata-rata nilai posttest kelas eksperimen meningkat menjadi 84,87 dengan skor minimum 68 dan maksimum 96, sedangkan kelas kontrol mencapai rata-rata 80,21 dengan skor minimum 62 dan maksimum 93. Secara deskriptif, kedua kelas mengalami peningkatan capaian setelah pembelajaran, dengan kenaikan rata-rata sebesar 28,94 poin pada kelas eksperimen dan 21,21 poin pada kelas kontrol. Perbedaan capaian tersebut memberikan gambaran awal bahwa pembelajaran yang diterapkan pada kelas eksperimen memiliki potensi dalam membantu peningkatan penguasaan materi. Meskipun demikian, capaian deskriptif tersebut perlu dibuktikan lebih lanjut melalui analisis keefektifan yang sesuai untuk memastikan kontribusi modul ajar yang dikembangkan terhadap hasil belajar siswa.

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

Sejumlah penelitian terdahulu telah memberikan landasan bagi pengembangan bahan ajar dengan karakteristik tersebut (Dwianto, 2017) menunjukkan bahwa bahan pembelajaran yang mengintegrasikan konteks lingkungan dapat dikembangkan untuk mendukung keterampilan proses sains dan sikap ilmiah siswa. (Mayub, 2020) secara khusus membuktikan bahwa *Discovery Learning* pada materi suhu dan kalor dapat digunakan untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa. Sementara itu, (Hartanto et al., 2024) menunjukkan bahwa modul berbasis konteks lingkungan dapat disusun secara valid dan dilengkapi aktivitas yang membantu siswa memahami materi melalui pengalaman yang dekat dengan kehidupan mereka. Meskipun demikian, ketiga kajian tersebut belum secara khusus mengembangkan modul ajar *Discovery Learning* yang memanfaatkan lingkungan mikro kelas untuk membantu siswa mempelajari konsep suhu dan kalor pada tingkat SMA. Celah tersebut menjadi dasar perlunya pengembangan bahan ajar yang tidak hanya menyajikan materi dan latihan soal, tetapi juga mengarahkan siswa menemukan konsep melalui fenomena yang tersedia di lingkungan mikro kelas.

Berdasarkan permasalahan pembelajaran, karakteristik materi, temuan penelitian terdahulu, serta data capaian siswa, pengembangan modul ajar *Discovery Learning* berbasis lingkungan pada materi suhu dan kalor menjadi relevan untuk dilakukan. Modul yang dikembangkan diarahkan untuk mengintegrasikan tahapan *Discovery Learning* dengan aktivitas pengamatan dan penyelidikan terhadap fenomena suhu dan kalor yang tersedia di lingkungan mikro kelas. Melalui rancangan tersebut, siswa tidak hanya memperoleh kesempatan menggunakan persamaan fisika, tetapi juga mengamati fenomena, mengumpulkan data, mengolah informasi, memverifikasi hubungan antarkonsep, dan merumuskan kesimpulan berdasarkan hasil temuannya. Produk yang dikembangkan diharapkan menjadi bahan ajar yang kontekstual, sistematis, mudah diterapkan, dan mendukung keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran fisika. Dengan demikian, penelitian ini diarahkan untuk menghasilkan modul ajar *Discovery Learning* berbasis lingkungan pada materi suhu dan kalor yang memenuhi aspek kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran fisika di tingkat SMA.

2. METODE PENELITIAN

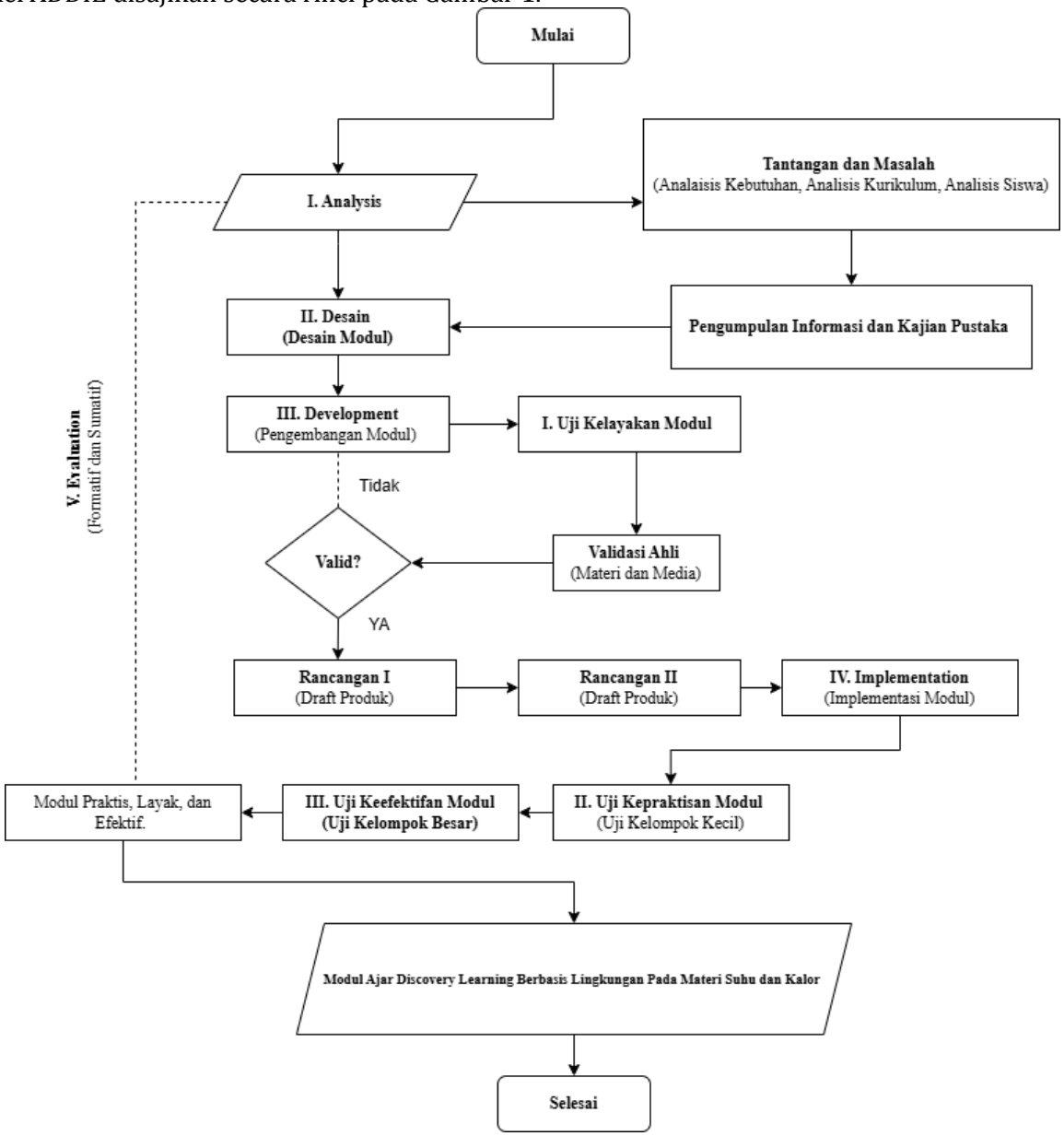
Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi lima tahapan, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation*. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Tutuyan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 dengan melibatkan siswa kelas XI sebagai subjek penelitian. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas XI yang tersedia di sekolah, sedangkan sampel penelitian berjumlah 29 siswa yang terdiri atas 15 siswa pada kelas eksperimen dan 14 siswa pada kelas kontrol.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *random sampling* melalui pengundian kelas tanpa mempertimbangkan nilai akademik, kemampuan awal, maupun karakteristik siswa tertentu. Dari hasil pengundian tersebut, satu kelas ditetapkan sebagai kelompok eksperimen dan satu kelas lainnya sebagai kelompok kontrol.

Produk yang dikembangkan berupa modul ajar *Discovery Learning* berbasis lingkungan pada materi suhu dan kalor. Modul tersebut dirancang dengan mengintegrasikan tahapan *Discovery Learning* dengan aktivitas pengamatan dan penyelidikan terhadap fenomena suhu dan kalor yang terdapat di lingkungan sekitar siswa. Produk yang telah dikembangkan selanjutnya melalui serangkaian pengujian untuk mengetahui tingkat kelayakan, kepraktisan, dan keefektifannya. Data penelitian diperoleh melalui lembar validasi ahli, angket respons siswa, serta instrumen *pretest* dan *posttest*. Kelayakan modul ditentukan berdasarkan hasil validasi ahli, kepraktisan ditinjau dari respons siswa terhadap penggunaan modul, sedangkan efektivitas diketahui melalui perubahan hasil belajar berdasarkan perbandingan skor *pretest* dan *posttest*. Pada tahap *Implementation*, modul yang telah dinyatakan layak digunakan diterapkan pada kelompok eksperimen, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran tanpa menggunakan modul ajar *Discovery Learning* berbasis lingkungan yang dikembangkan. Kedua kelompok diberikan *pretest* sebelum pembelajaran dan *posttest* setelah pembelajaran untuk memperoleh data hasil belajar. Penetapan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dilakukan berdasarkan hasil

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

pengundian kelas sehingga setiap kelas memiliki kesempatan yang sama untuk menjadi kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol. Alur pengembangan modul berdasarkan model ADDIE disajikan secara rinci pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Gambar 1 mengilustrasikan tahapan pengembangan modul menggunakan model ADDIE, yang meliputi fase Analisis, Desain, Pengembangan, dan Implementasi, yang dilakukan secara sistematis dan berkelanjutan. Aktivitas dimulai dengan penilaian kebutuhan, kurikulum, dan karakteristik siswa melalui tinjauan pustaka dan pengumpulan data lapangan. Modul kemudian dirancang pada fase Desain dan diwujudkan sebagai produk awal pada fase Pengembangan, disertai dengan proses validasi oleh pakar materi dan media untuk menilai kelayakannya. Jika masih terdapat kekurangan, perbaikan dilakukan berdasarkan hasil ringkasan validasi. Setelah modul dinyatakan memenuhi kriteria, modul tersebut diimplementasikan dalam lingkungan pembelajaran, dan kepraktisannya diuji dalam kelompok kecil dan efektivitasnya dalam kelompok besar. Rangkaian tahapan ini mencerminkan evaluasi dan penyempurnaan berkelanjutan hingga modul memenuhi kriteria kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas.

1. Analisis *(Analysis)*

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

Tahap analisis merupakan langkah awal yang bertujuan mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, permasalahan yang muncul, karakteristik siswa, serta kesesuaian dengan kurikulum. Proses ini dilakukan melalui kegiatan wawancara dan observasi sebagai dasar dalam merancang modul ajar yang selaras dengan kondisi nyata di lapangan.

2. Perancangan *(Design)*

Fase ini menitikberatkan pada penyusunan rancangan awal modul yang meliputi struktur isi, materi pembelajaran, aktivitas *Discovery Learning* berbasis lingkungan, serta instrumen evaluasi. Luaran dari tahap ini berupa desain modul yang tersusun secara sistematis sebagai dasar untuk tahap pengembangan berikutnya.

3. Pengembangan *(Development)*

Pada tahap pengembangan, desain yang telah dibuat diwujudkan menjadi produk berupa modul pembelajaran. Setelah itu, produk tersebut dinilai kelayakannya melalui validasi oleh ahli materi dan ahli media. Hasil dari validasi tersebut dijadikan acuan untuk melakukan revisi sebelum modul digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

4. Implementasi *(Implementation)*

Fase implementasi dilakukan untuk menguji penggunaan modul dalam kegiatan pembelajaran melalui percobaan dalam kelompok kecil dan besar. Fase ini juga mengukur kepraktisan dan efektivitas modul dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa.

5. Evaluasi *(Evaluation)*

Fase evaluasi bertujuan untuk menilai keseluruhan proses pengembangan dan hasilnya melalui evaluasi formatif dan sumatif. Aktivitas ini memastikan bahwa modul yang dikembangkan memenuhi kriteria kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas.

Teknik Analisis Data

Pengolahan data dilakukan menggunakan analisis deskriptif berbasis persentase untuk menentukan tingkat kelayakan dan kepraktisan modul. Kelayakan modul ditentukan berdasarkan hasil validasi dari ahli materi dan ahli media, sedangkan kepraktisan diperoleh melalui analisis angket respons siswa terhadap modul yang dikembangkan. Persentase hasil penilaian kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria yang telah ditetapkan, yaitu 81–100% berkategori sangat layak/sangat praktis, 61–80% berkategori layak/praktis, 41–60% berkategori cukup layak/cukup praktis, 21–40% berkategori kurang layak/kurang praktis, dan 0–20% berkategori tidak layak/tidak praktis.

Efektivitas modul dianalisis berdasarkan hasil belajar siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data terlebih dahulu diuji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk dan uji homogenitas varians untuk memastikan terpenuhinya asumsi analisis parametrik. Uji normalitas dilakukan terhadap data hasil belajar pada masing-masing kelompok, sedangkan uji homogenitas digunakan untuk mengetahui kesamaan varians antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Setelah seluruh asumsi terpenuhi, perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dianalisis menggunakan *independent samples t-test* pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0{,}05$).

Hipotesis statistik yang digunakan adalah H_0: tidak terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah pembelajaran menggunakan modul *Discovery Learning* berbasis lingkungan, sedangkan H_1: terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah pembelajaran menggunakan modul *Discovery Learning* berbasis lingkungan. Keputusan pengujian ditetapkan berdasarkan nilai signifikansi (*Sig.*), dengan H_0 ditolak apabila nilai $p < 0{,}05$ dan H_0 tidak ditolak apabila nilai $p \geq 0{,}05$. Selain uji *t*, perhitungan N-Gain digunakan untuk mengetahui besarnya peningkatan hasil belajar siswa berdasarkan skor *pretest* dan *posttest* pada masing-masing kelompok.

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan statistik uji-t (uji beda dua rata-rata) pada taraf signifikan (α) = 0,05 yang sebelumnya dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas terlebih dahulu untuk mengetahui apakah kemampuan awal siswa berdistribusi normal dan homogen (Sugiyono, 2016).

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian ini disusun berdasarkan tahapan model ADDIE yang digunakan dalam pengembangan modul *Discovery Learning* lingkungan kelas mikro pada topik suhu dan kalor, yang bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas produk yang dihasilkan.

1. Analisis *(Analysis)*

Kajian kebutuhan pembelajaran pada materi suhu dan kalor di kelas XI SMA Negeri 1 Tutuyan memperlihatkan adanya sejumlah kendala dalam proses belajar mengajar. Informasi yang diperoleh melalui wawancara dan observasi mengindikasikan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep tertentu, terutama yang berkaitan dengan perhitungan. Di samping itu, tingkat motivasi belajar siswa tidak merata antarindividu. Proses pembelajaran yang berlangsung juga masih didominasi pendekatan konvensional sehingga belum memberikan ruang yang optimal bagi siswa untuk membangun dan menemukan konsep secara mandiri.

Pada sisi lain, lingkungan mikro kelas sebenarnya memiliki potensi yang cukup besar sebagai sumber belajar kontekstual. Lingkungan tersebut menyajikan objek serta fenomena yang dekat dengan pengalaman sehari-hari siswa, khususnya yang relevan dengan konsep suhu dan kalor. Meskipun demikian, pemanfaatannya dalam kegiatan pembelajaran belum dilakukan secara terstruktur maupun terencana.

Kondisi tersebut memperlihatkan adanya ketidaksesuaian antara tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis konteks dengan praktik pembelajaran yang terjadi di kelas. Situasi ini mengarah pada kebutuhan pengembangan modul ajar berbasis *Discovery Learning* yang mengintegrasikan lingkungan mikro kelas sebagai sarana untuk memperkuat pemahaman konsep siswa secara lebih bermakna.

2. Perancangan *(Design)*

Berdasarkan hasil analisis, tahap perancangan menghasilkan rancangan awal modul ajar *Discovery Learning* berbasis lingkungan mikro kelas yang meliputi struktur modul, materi, kegiatan pembelajaran, dan evaluasi.

Tahap perancangan menghasilkan rancangan awal modul ajar *Discovery Learning* berbasis lingkungan mikro kelas yang meliputi struktur modul, materi, kegiatan pembelajaran, dan evaluasi. Modul disusun secara sistematis yang terdiri dari bagian awal, inti, dan penutup, serta didesain menggunakan aplikasi Canva agar lebih menarik dan mudah digunakan. Materi disusun sesuai kurikulum pada topik suhu dan kalor yang mencakup konsep suhu, kalor, kalor jenis, perubahan suhu, dan perubahan wujud zat. Kegiatan pembelajaran dirancang berdasarkan sintaks *Discovery Learning* yang terintegrasi dengan lingkungan mikro kelas, sedangkan evaluasi disusun dalam bentuk soal berbasis buku fisika yang diimplementasikan melalui *Google Form* untuk memudahkan penilaian dan memberikan umpan balik secara otomatis.

3. Pengembangan *(Development)*

Modul ajar yang dikembangkan dalam tahap ini adalah modul *Discovery Learning* yang menggunakan lingkungan mikro kelas sebagai latar pembelajaran pada topik suhu dan kalor, dengan susunan yang sistematis. Isi modul meliputi sampul, kata pengantar, daftar isi, identitas modul, tujuan pembelajaran, materi pokok suhu dan kalor, langkah-langkah kegiatan belajar berbasis *Discovery Learning* yang dikaitkan dengan lingkungan mikro kelas, lembar kerja siswa (LKPD), alat evaluasi, serta daftar pustaka. Visualisasi dari modul hasil pengembangan ini dapat dilihat pada Gambar 2. Modul awal ini merupakan prototipe yang kemudian akan divalidasi oleh para ahli, baik ahli materi maupun ahli media, untuk mengetahui tingkat kelayakannya sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran di kelas.

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670



Gambar 2. Hasil Pengembangan Modul

Kelayakan modul ajar *Discovery Learning* berbasis lingkungan mikro kelas pada materi suhu dan kalor ditentukan melalui proses uji validitas yang melibatkan ahli materi dan ahli media pada tahap pengembangan *(development)* dalam model ADDIE. Hasil penilaian dari kedua validator tersebut disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai dasar penentuan tingkat kelayakan produk.

Tabel 1. Validasi Materi

No.	Aspek Penilaian	Presentase	Kriteria
1.	Kebenaran Konsep Materi	100%	Sangat Layak
2.	Kelengkapan dan Kedalaman Materi	100%	Sangat Layak
3.	Kejelasan Penyajian Materi	100%	Sangat Layak
4.	Contoh Soal dan Pembahasan	100%	Sangat Layak
	Jumlah Rata-rata	100%	Sangat Layak

Penilaian oleh ahli materi memperlihatkan bahwa setiap komponen yang diuji memperoleh skor maksimal, yakni 100% pada seluruh aspek. Aspek tersebut mencakup ketepatan konsep, kelengkapan serta kedalaman isi, keterpahaman penyajian materi, hingga kualitas contoh soal beserta pembahasannya. Konsistensi capaian tersebut menempatkan modul pada kategori sangat layak secara substansial dari sisi isi pembelajaran, sehingga dinilai sesuai untuk diterapkan dalam proses pembelajaran.

Tabel 2. Validasi Media

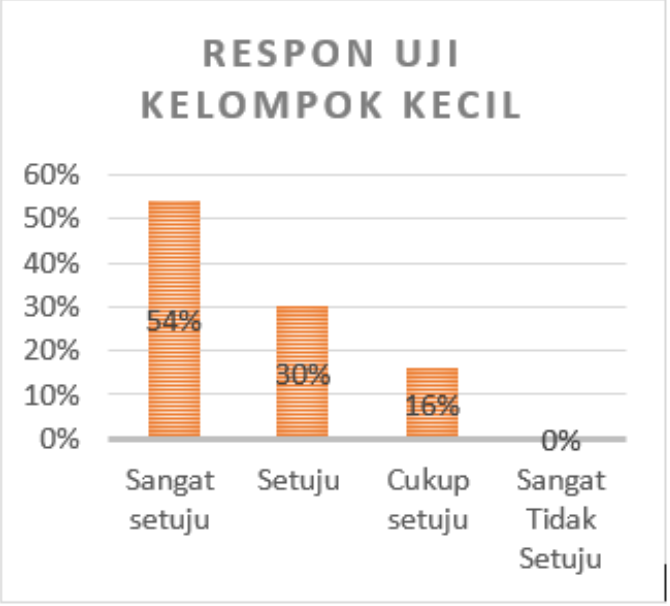
No.	Aspek Penilaian	Presentase	Kriteria
1.	Tampilan Visual Modul	90%	Sangat Layak
2.	Tipografi dan Keterbacaan	100%	Sangat Layak
3.	Konsistensi dan Kualitas Desain	93,75%	Sangat Layak
4.	Kemudahan Penggunaan Modul	95%	Sangat Layak
	Jumlah Rata-rata	94,4%	Sangat Layak

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

Hasil penilaian oleh ahli media menunjukkan bahwa modul memperoleh rerata kelayakan sebesar 94,4% dengan kategori sangat layak. Penilaian ini mencakup aspek visual, keterbacaan melalui tipografi, konsistensi desain, serta tingkat kemudahan dalam penggunaan modul oleh siswa. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa dari sisi tampilan dan fungsionalitas, modul telah memenuhi standar kelayakan media pembelajaran.

4. Implementasi *(Implementation)*

Pada tahap implementasi, modul ajar *Discovery Learning* berbasis lingkungan mikro kelas diuji coba untuk melihat tingkat kepraktisan sekaligus efektivitas penggunaannya dalam pembelajaran. Kepraktisan diperoleh melalui uji coba kelompok kecil yang melibatkan siswa untuk menilai kemudahan akses, keterbacaan isi, serta kejelasan penyajian materi dalam modul. Adapun efektivitas diuji melalui kelompok besar dengan tujuan melihat dampak penggunaan modul terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa setelah proses pembelajaran berlangsung. Hasil respon siswa pada uji coba kelompok kecil disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Respon Uji Kelompok Kecil

Respon siswa pada uji coba kelompok kecil memperlihatkan kecenderungan yang sangat positif terhadap penggunaan modul. Sebanyak 54% siswa memberikan respons sangat setuju, 30% setuju, dan 16% berada pada kategori cukup setuju, sementara tidak ditemukan respon tidak setuju. Secara keseluruhan, respons positif mencapai 84%, yang menunjukkan bahwa modul memiliki tingkat kepraktisan yang baik serta mudah digunakan dalam proses pembelajaran.

Selanjutnya, pengujian efektivitas modul pada skala kelompok besar dilakukan dengan membandingkan kelas eksperimen yang menggunakan modul *Discovery Learning* berbasis lingkungan dengan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran konvensional. Data hasil belajar kedua kelas kemudian dianalisis melalui statistik deskriptif, uji prasyarat, serta uji hipotesis yang mencakup *paired sample t-test*, *independent sample t-test*, dan N-Gain untuk melihat peningkatan pemahaman konsep secara lebih komprehensif.

Uji Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif diterapkan untuk menggambarkan karakteristik hasil belajar siswa di kelas eksperimen dan kontrol, termasuk nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan simpangan baku dari data pretest dan posttest. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan, tetapi peningkatan di kelas eksperimen lebih besar daripada di kelas kontrol. Rincian hasil analisis disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Statistik Deskriptif

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

Kelas	Variabel	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Eksperimen	Pretest	15	41	74	55,93	11,566
Eksperimen	Posttest	15	68	96	84,87	8,991
Kontrol	Pretest	14	36	72	59,00	10,968
Kontrol	Posttest	14	62	93	80,21	7,954

Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 3, terlihat adanya kenaikan skor pada kedua kelompok setelah mengikuti proses pembelajaran. Rata-rata nilai kelas eksperimen naik dari 55,93 menjadi 84,87, sementara kelas kontrol meningkat dari 59,00 menjadi 80,21. Kenaikan yang lebih tinggi terjadi pada kelas eksperimen, sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan modul *Discovery Learning* berbasis lingkungan berkontribusi lebih besar terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa.

Uji Normalitas

Untuk memastikan bahwa data pretest dan posttest dari kelas eksperimen dan kontrol berasal dari populasi yang berdistribusi normal, dilakukan uji normalitas dengan metode Shapiro-Wilk pada α = 0,05. Hasil analisis mengindikasikan bahwa seluruh nilai signifikansi yang diperoleh melampaui batas 0,05, sehingga asumsi kenormalan data dinyatakan terpenuhi. Rincian hasil uji tersebut ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Normalitas

Variabel	Kelompok	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig.
Nilai Pretest	Eksperimen	0,891	15	0,070
Nilai Pretest	Kontrol	0,919	14	0,215
Nilai Posttest	Eksperimen	0,908	15	0,126
Nilai Posttest	Kontrol	0,953	14	0,613

Nilai signifikansi pada seluruh data baik pretest maupun posttest berada di atas 0,05. Kondisi ini menandakan bahwa data berdistribusi normal sehingga layak dianalisis menggunakan pendekatan statistik parametrik.

Uji Homogenitas

Untuk mengecek kesamaan varians antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dilakukan Uji Levene pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil uji menunjukkan bahwa varians kedua kelompok homogen, ditandai dengan nilai signifikansi yang melampaui 0,05. Rincian dari hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Homogenitas

No.	Jenis Uji	Kelompok Data	F Hitung	df1	df2	Sig.	Keterangan
1.	Levene's Test	Nilai Pretest	0,483	1	27	0,493	Homogen (Sig. > 0,05)
2.	Levene's Test	Nilai Posttest	1,102	1	27	0,303	Homogen (Sig. > 0,05)

Nilai signifikansi pada pretest sebesar 0,493 dan posttest sebesar 0,303 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan varians yang signifikan antara kedua kelas, sehingga data dinyatakan homogen.

Uji *Paired Sample t-Test*

Pengujian ini digunakan untuk membandingkan hasil belajar sebelum dan sesudah perlakuan pada masing-masing kelas. Analisis menunjukkan adanya perubahan signifikan pada kedua kelompok. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 6.

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

Tabel 6. Uji *paired sample t-test*

Kelompok	N	Mean Pretest	Mean Posttest	Mean Difference (PrePost)	Std. Deviasi (Pre/Post)	t-hitung	df	Sig. (2-tailed)	Ket
Eksperimen	15	55.93	84.87	-28.94	11.566 / 8.991	-9.596	14	0.000	Signifikan
Kontrol	14	59.00	80.21	-21.21	10.968 / 7.954	-8.226	13	0.000	Signifikan

Baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol mengalami peningkatan nilai yang berarti dari pretest ke posttest. Dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$) pada masing-masing kelompok, hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil sebelum dan setelah proses pembelajaran berlangsung.

Uji N-Gain

Pengukuran peningkatan hasil belajar melalui analisis N-Gain digunakan untuk menilai efektivitas pembelajaran setelah proses pembelajaran dilaksanakan. Temuan analisis memperlihatkan bahwa kelas eksperimen mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Rincian data tersebut disajikan pada Tabel 8.

Tabel 7. Uji N-Gain

Kelompok	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Eksperimen	15	0.33	0.88	0.6563	0.18087
Eksperimen (%)	15	33.33%	87.50%	65.63%	18.08737
Kontrol	14	0.21	0.75	0.5139	0.16698
Kontrol (%)	14	20.83%	75.00%	51.39%	16.69814

Rata-rata nilai N-Gain pada kelas eksperimen mencapai 0,6563 (65,63%) yang berada pada rentang kategori sedang menuju tinggi. Sementara itu, kelas kontrol memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,5139 (51,39%) yang masih berada dalam kategori sedang. Perbedaan capaian tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan modul *Discovery Learning* berbasis lingkungan memberikan pengaruh yang lebih kuat terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa dibandingkan dengan pembelajaran pada kelas kontrol.

5. Evaluasi (Evaluation)

Evaluasi terhadap pengembangan modul *Discovery Learning* berbasis lingkungan pada materi suhu dan panas dilakukan melalui dua pendekatan, yakni formatif dan sumatif. Evaluasi formatif mencakup proses penilaian berkelanjutan mulai dari identifikasi kebutuhan, perancangan, validasi pakar, hingga pengujian aspek kepraktisan. Setiap fase menunjukkan bahwa modul telah layak setelah melalui proses revisi. Di sisi lain, evaluasi sumatif melalui uji coba skala besar mengungkapkan adanya peningkatan hasil belajar di kelas eksperimen serta perbedaan yang signifikan dibanding kelas kontrol. Dengan demikian, modul ini dinyatakan layak, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran guna meningkatkan pemahaman siswa.

Pembahasan

Pengembangan modul ajar *Discovery Learning* berbasis lingkungan mikro kelas pada materi suhu dan kalor dilakukan dengan mengacu pada model ADDIE yang mencakup lima tahapan, yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation*. Setiap tahapan

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

dilaksanakan secara sistematis untuk menghasilkan produk pembelajaran yang memenuhi aspek kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas. Penggunaan model ADDIE memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara terstruktur, mulai dari identifikasi kebutuhan pembelajaran hingga evaluasi produk yang dihasilkan (Siregar, 2025).

Pada fase **analisis**, kondisi pembelajaran fisika di kelas XI menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran masih didominasi oleh guru, sedangkan pemanfaatan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar belum dilakukan secara optimal. Kondisi tersebut berpotensi membatasi keterlibatan siswa dalam membangun pemahaman terhadap konsep suhu dan kalor, sekaligus menyebabkan perbedaan tingkat motivasi belajar antarsiswa. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang dapat mengarahkan siswa untuk terlibat secara aktif serta menghubungkan konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak dengan fenomena konkret dalam kehidupan sehari-hari. Kebutuhan tersebut sejalan dengan pandangan konstruktivisme yang menempatkan pengalaman dan keterlibatan langsung individu sebagai dasar pembentukan pengetahuan
(Nurjamilah, 2025). embelajaran fisika yang tidak dikaitkan dengan konteks kehidupan nyata juga berpotensi menghambat pemahaman konsep siswa (Herlina, 2025). Selain itu, rendahnya partisipasi siswa berkaitan dengan terbatasnya aktivitas pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar bermakna (Herlina, 2025). Pandangan tersebut diperkuat oleh perspektif konstruktivistik yang menekankan pentingnya interaksi langsung dengan lingkungan dan pengalaman autentik dalam membangun pengetahuan (Nuraeni, 2025) (Nugroho, 2025). Dengan demikian, pemanfaatan lingkungan mikro kelas menjadi salah satu alternatif untuk menghadirkan pengalaman belajar yang lebih kontekstual sekaligus mendukung keterlibatan siswa dalam memahami materi suhu dan kalor.

Pada fase **perancangan,** modul dikembangkan dengan mengacu pada sintaks *Discovery Learning* yang dipadukan dengan lingkungan mikro kelas, mencakup tahapan stimulasi, perumusan masalah, pengumpulan data, pengolahan data, verifikasi, dan generalisasi. (Famulaqih & Lukman, 2024). Selain itu, penyajian materi diorganisasikan secara hierarkis sehingga setiap konsep baru terhubung dengan struktur pengetahuan yang telah dimiliki siswa, sebagaimana dijelaskan dalam teori belajar bermakna Ausubel (Ndoa, 2024) Pengintegrasian lingkungan mikro kelas turut memperkuat pendekatan pembelajaran kontekstual, karena memungkinkan keterkaitan langsung antara konsep-konsep dipelajari melalui situasi nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Pada tahap **pengembangan,** penilaian kelayakan produk dilakukan melalui proses validasi yang melibatkan ahli materi dan ahli media. Evaluasi terhadap aspek materi menghasilkan persentase 100% dengan kategori sangat layak, sementara penilaian pada aspek media mencapai 94,4% dan tetap berada pada kategori sangat layak. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa isi yang dikembangkan telah selaras dengan konsep-konsep ilmiah, tersusun secara terstruktur, serta memiliki tingkat ketepatan yang tinggi. Dari perspektif media, komponen tampilan, tingkat keterbacaan, dan kemudahan dalam penggunaan memperoleh penilaian yang sangat baik, menandakan bahwa modul mudah diakses dan dipahami oleh pengguna. Validitas perangkat pembelajaran sendiri merupakan elemen krusial dalam pengembangan bahan ajar karena memberikan dampak langsung terhadap mutu produk yang dihasilkan (Sugiyono, 2019). Keterpaduan antara kesesuaian materi dengan prinsip keilmuan serta sistematika penyajian turut berkontribusi dalam memperkuat pemahaman konsep siswa. Secara keseluruhan, modul yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan baik dari aspek isi maupun media sehingga layak diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran.

Pada tahap **implementasi,** hasil uji coba memperlihatkan bahwa modul memiliki tingkat keterpraktisan yang tinggi, tercermin dari respons positif siswa yang mencapai 84%. Persentase tersebut mengarah pada kesimpulan bahwa penggunaan modul relatif mudah dipahami sekaligus mampu mendorong kemandirian dalam proses belajar. Pada pengujian skala kelompok besar,

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

perbandingan capaian belajar antara dua kelompok memperlihatkan bahwa kelas eksperimen mengalami peningkatan yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol, yang ditunjukkan oleh nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,6563, lebih tinggi daripada kelas kontrol yang berada pada angka 0,5139. Temuan ini selaras dengan berbagai kajian sebelumnya, yaitu (Malau et al., 2025), (Sayangan et al., 2024) (Kaharuddin , 2025) (Afiesta et al., 2022) dan (Mandolang, 2023) yang menegaskan bahwa penerapan model *Discovery Learning* memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan hasil belajar fisika. Di sisi lain, integrasi LKPD dalam modul turut berperan dalam memperkuat keterampilan proses sains siswa, karena aktivitas observasi dan analisis yang dilakukan mendorong terbentuknya pemahaman konsep secara aktif sejalan dengan prinsip *experiential learning* (Nurjihan & Bunawan, 2025).

Pada tahap **evaluasi,** baik yang bersifat formatif maupun sumatif menunjukkan kecenderungan yang konsisten terhadap terpenuhinya aspek kelayakan, kepraktisan, serta efektivitas modul yang dikembangkan. Dari sisi evaluasi formatif, terlihat bahwa penerapan integrasi lingkungan mikro kelas memberikan dorongan terhadap peningkatan partisipasi dan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran berlangsung, yang selaras dengan pendekatan pembelajaran kontekstual karena menekankan keterkaitan antara materi ajar dan kondisi lingkungan nyata (Miftah & Jateng, 2023) Adapun pada evaluasi sumatif, teridentifikasi adanya peningkatan capaian hasil belajar yang signifikan, sehingga menguatkan indikasi bahwa modul tersebut efektif dalam membantu penguatan pemahaman konsep siswa. Secara keseluruhan, pengembangan modul ini tidak hanya memenuhi aspek kelayakan dan kepraktisan, tetapi juga menunjukkan kontribusi positif terhadap peningkatan pemahaman konsep melalui kombinasi *Discovery Learning* dan pendekatan berbasis lingkungan. Temuan tersebut sekaligus merefleksikan kesesuaiannya dengan karakteristik pembelajaran abad ke-21 yang menitikberatkan pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, serta *scientific inquiry* (Gunawan, 2026) (Kusumawardani, 2026).

4. KESIMPULAN

Modul pembelajaran *Discovery Learning* berbasis lingkungan mikro kelas yang dikembangkan melalui model ADDIE pada materi suhu dan kalor memenuhi tiga indikator utama, yaitu kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas. Kelayakan modul ditunjukkan oleh hasil penilaian ahli materi sebesar 100% dan ahli media sebesar 94,4%, yang keduanya berada pada kategori "sangat layak". Kepraktisan modul memperoleh respons positif dari siswa pada uji coba kelompok kecil dengan persentase sebesar 84% dan termasuk kategori praktis. Efektivitas modul ditunjukkan melalui capaian hasil belajar siswa pada kelas eksperimen yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol serta peningkatan hasil belajar berdasarkan nilai N-Gain yang berada pada kategori sedang hingga tinggi. Hasil pengujian efektivitas menunjukkan bahwa penggunaan modul *Discovery Learning* berbasis lingkungan mikro kelas efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi suhu dan kalor dibandingkan pembelajaran konvensional. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada cakupan pelaksanaan yang hanya melibatkan siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Tutuyan sehingga hasil yang diperoleh belum dapat digeneralisasikan pada karakteristik sekolah, kelas, dan populasi siswa yang lebih luas. Selain itu, implementasi modul terbatas pada materi suhu dan kalor serta dilakukan dalam waktu pembelajaran yang tersedia selama penelitian. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji penggunaan modul pada sampel yang lebih luas dan melibatkan sekolah dengan karakteristik yang beragam, serta mengembangkan penerapannya pada materi fisika lainnya. Pengembangan berikutnya juga dapat mengintegrasikan modul dengan teknologi pembelajaran digital agar penggunaannya lebih fleksibel dan mendukung variasi aktivitas belajar siswa.

5. PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Penulis pertama berkontribusi dalam konseptualisasi penelitian, perancangan modul ajar, pengembangan produk, pelaksanaan penelitian, pengumpulan data, analisis data, serta penyusunan naskah artikel. Penulis kedua dan ketiga berkontribusi dalam memberikan bimbingan, arahan akademik, masukan, serta koreksi terhadap substansi dan penulisan artikel.

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670

Penulis keempat memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan sistematika serta kualitas penyajian naskah. Penulis kelima berkontribusi dalam meninjau dan memberikan masukan terhadap naskah artikel. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir artikel serta bertanggung jawab atas isi artikel yang dipublikasikan.

6. PERNYATAAN PENDANAAN

Penelitian ini tidak memperoleh pendanaan khusus dari lembaga pemerintah, swasta, maupun organisasi lainnya. Seluruh kegiatan penelitian dan penyusunan artikel dilaksanakan tanpa dukungan pendanaan eksternal.

7. PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan, baik yang bersifat finansial, profesional, institusional, maupun pribadi, yang dapat memengaruhi pelaksanaan penelitian, interpretasi hasil, ataupun penerbitan artikel ini.

8. PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL

Penulis menggunakan ChatGPT (OpenAI, GPT-6) sebagai alat bantu dalam penyuntingan bahasa, parafrase akademik, perbaikan struktur kalimat, serta penyempurnaan penyajian dan sistematika penulisan artikel. Seluruh keluaran yang dihasilkan melalui bantuan kecerdasan artifisial telah ditinjau, diperiksa, dan diverifikasi kembali oleh penulis. Penulis bertanggung jawab sepenuhnya atas keakuratan, orisinalitas, validitas, dan integritas seluruh isi artikel. Kecerdasan artifisial tidak dicantumkan sebagai penulis maupun penulis bersama.

9. DAFTAR PUSTAKA

Afiesta, A. A., Syam, M., & Qadar, R. (2022). *Pengaruh Model Discovery Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sma Negeri 9 Samarinda Materi Suhu Dan Kalor*. *3*(2), 84–94.

Azhar Arsyad, Kaharuddin Arafah, A. H. (2025). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas X. *Charm Sains Jurnal Pendidikan Fisika*, *6*(3), 217–226.

Dwianto. (2017). The Development Of Science Domain Based Learning Tool Which Is Integrated With Local Wisdom To Improve Science Process Skill And Scientific Attitude. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia Http://Journal.Unnes.Ac.Id/Index.Php/Jpii*, *6*(1), 23–31. Https://Doi.Org/10.15294/Jpii.V6i1.7205

Gunawan. (2026). *Development Trends Of E-Modules In Science Education For Fostering 21st-Century Skills: A Narrative Review*. *8*(1), 1–13.

Hartanto, W., Purnomo, T., Yakub, P., Science, N., & Surabaya, N. (2024). *Validity Of Project-Based Teaching Module To Empower Students ' Environmental Caring Character Abstract : 10*(2), 640–651.

Herlina, L. (2025). *Perencanaan Dan Desain Pembelajaran*. Yayasan Pendidikan Hidayatun Nihayah.

Kapul, M., Lantik, V., & Astiti, K. A. (2023). Analisis Miskonsepsi Siswa Dan Alternatif Remediasinya Pada Konsep Suhu Dan Kalor. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Ipa Indonesia*, *13*(1), 17–23. Https://Doi.Org/10.23887/Jppii.V13i1.56275

Kusumawardani. (2026). *Tren Pengembangan E-Modul Untuk Meningkatkan Keterampilan Abad Ke-21 Di Indonesia: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis*. *13*(1), 76–90. Https://Doi.Org/10.51747/Pedagogy.Vol13no1.1317690

Latifah, E., Ismi, N., Zakiah, S., & Sauqia, N. D. (2025). *Model Discovery Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa*. *1*(2), 106–113.

Maftukhin, A., Al-Hakim, Y., Studi, P., Fisika, P., Muhammadiyah, U., & Pendahuluan, I. (2024). *Efektivitas Metode Pembelajaran Eksperimen Berbasis Lingkungan Terhadap Kemampuan Psikomotorik Siswa Kelas X Pada Pokok Bahasan Suhu Dan Kalor Di Sma Negeri 1 Klirong*

Tahun Pelajaran. 70–75.

Malau, A., Sei, P., Kabupaten, T., Serdang, D., & Learning, D. (2025). *Pengembangan E-Modul Berbasis Discovery Learning Pada Materi Suhu Dan Kalor Di Sma Development Of E-Module Based On Discovery Learning On Temperature And Heat Material In High School*. *10*(3), 200–207.

Mayub, A. (2020). Implementation Of Discovery Learning Model Based On Calor Characteristic Bricks Mixed By (Durio Zibethinus) And Coconut (Cocos Nucifera) Skin To Improve Students' Cognitive Learning Outcomes. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia Http://Journal.Unnes.Ac.Id/Index.Php/Jpii*, *9*(2), 287–293. Https://Doi.Org/10.15294/Jpii.V9i2.23803

Miftah, M., & Jateng, B. (2023). *Strategi Pemanfaatan Lingkungan Pendidikan Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa*. *April*, 72–83. Https://Doi.Org/10.47709/Educendikia.V3i1.2251

Nuraeni, Y. (2025). *Penggunaan Model Inkuiri Discovery Dalam Meningkatkan Motivasi Dan Aktivitas Belajar Siswa*. 302–311.

Nurjamilah. (2025). Teori Belajar Kontruktivisme. *Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, *4*(4), 6867–6882.

Nurjihan, D. S., & Bunawan, W. (2025). *Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Penerapan Lkpd Berbasis Discovery Learning*. *15*(September), 1120–1127.

Paulinus Kanisius Ndoa, S. L. F. W. (2024). Implementasi Teori Belajar Discovery Learningjerome Bruner Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, *11*(1), 28–38.

Saly Windy Irene Alaria, Aswin Hermanus Mandolang, P. M. S. (2023). *Penerapan Guided Discovery Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Materi Perpindahan Kalor*. *4*(1), 63–69.

Sari, W. P., Sahidu, H., & Harjono, A. (2022). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Discovery Berbantuan Simulasi Phet Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *7*(2c), 995–1000. Https://Doi.Org/10.29303/Jipp.V7i2c.437

Sayangan, Y. V., Una, L. M., & Beku, V. Y. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar Pada Pembelajaran Ipas. *Jurnal Pendidikan Mipa*, *14*(3), 757–766.

Shidqon Famulaqih, & Aceng Lukman. (2024). Pengembangan Bahan Ajar Modul Pembelajaran. *Karakter : Jurnal Riset Ilmu Pendidikan Islam*, *1*(2), 01–12. Https://Doi.Org/10.61132/Karakter.V1i2.156

Shintia, Londa, T. K., Polii, J., & Makahinda, T. (2026). Pengembangan Modul Berbasis Hands On Activity Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Materi Hukum I Termodinamika. *Charm Sains Jurnal Pendidikan Fisika*, *7*, 55–69.

Sidiq, Pahruddin, J. (2025). *Transformasi Pendidikan Abad Ke-21 Melalui Kurikulum Berbasis Kompetensi : Sinergi Antara Peningkatan Mutu Dan Pembentukan Generasi Inovatif*. 764–771.

Siregar. (2025). *Implementasi Pengembangan Model Addie Pada Dunia Pendidikan*. *3*(2), 85–100.

Sugiyono, P. D. (2019). Metode Penelitian Kualitatif Kuantitatif Dan R&D. In *Proceedings Of The National Academy Of Sciences* (Vol. 3, Issue 1). Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Bpj.2015.06.056%0ahttps://Academic.Oup.Com/Bioinformatics/Article-Abstract/34/13/2201/4852827%0ainternal-Pdf://Semisupervised-3254828305/Semisupervised.Ppt%0ahttp://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Str.2013.02.005%0ahttp://Dx.Doi.Org/10.10

Surayanah, Dimas Setyo Nugroho, E. Z. (2025). *Analisis Lingkungan Belajar Pada Siswa Kategori Learning Difficulties Ditinjau Dari Perspektif Konstruktivisme Dalam Pembelajaran*. *4*, 413–426.

 Doi: https://doi.org/10.67006/charmsains.v7i3.670