



Pengembangan Modul Ajar Diffrensiasi Berbasis Deep Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Materi Sistem Periodik Unsur di Sman 1 Sangatta Selatan

Rosiana Pakiding, Mukhamad Nurhadi, Yuli Hartati

Universitas Mulawarman Samarinda, Indonesia

*Penulis korespondensi: ochygavra45@gmail.com

Abstract. This study aimed to develop a differentiated teaching module based on the Deep Learning approach for the topic of the Periodic Table of Elements and to determine its development process, validity, practicality, and effectiveness in improving students' learning outcomes. The research employed a Research and Development (R&D) method using the 4-D development model, consisting of the Define, Design, Develop, and Disseminate stages, although the study was limited to the Develop stage. The trial subjects were students of Class X-6. Data were collected using validation sheets, teacher and student response questionnaires, and learning achievement tests, then analyzed using descriptive qualitative and quantitative methods. The development process involved analyzing students' readiness, interests, and learning styles, followed by integrating differentiated instruction (content, process, and product) with the Deep Learning principles of mindful, meaningful, and joyful learning. Expert evaluations categorized the module as highly valid. Teacher responses reached 94%, while student practicality reached 88%, indicating that the module was highly practical. The module was also effective in improving learning outcomes, as shown by the increased post-test scores, an N-Gain value of 0.74 (high category), and an effect size of 3.53 (very large effect). Therefore, the differentiated teaching module based on the Deep Learning approach is valid, practical, and effective for chemistry learning on the Periodic Table of Elements.

Keywords: Deep Learning; Differentiated Instruction; Learning Outcomes; Periodic Table of Elements; Teaching Module.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul ajar berdiferensiasi berbasis pendekatan Deep Learning pada materi Sistem Periodik Unsur serta mengetahui proses pengembangannya, tingkat validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan 4-D yang meliputi tahap Define, Design, Develop, dan Disseminate, namun penelitian ini dibatasi hingga tahap Develop. Subjek uji coba adalah peserta didik kelas X-6. Data dikumpulkan menggunakan lembar validasi, angket respons guru dan peserta didik, serta tes hasil belajar, kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Proses pengembangan diawali dengan analisis kesiapan, minat, dan gaya belajar peserta didik, kemudian mengintegrasikan pembelajaran berdiferensiasi (konten, proses, dan produk) dengan prinsip Deep Learning, yaitu pembelajaran yang sadar (mindful), bermakna (meaningful), dan menyenangkan (joyful). Hasil validasi para ahli menunjukkan bahwa modul ajar termasuk dalam kategori sangat valid. Respons guru mencapai 94%, sedangkan tingkat kepraktisan berdasarkan respons peserta didik mencapai 88%, sehingga modul dinyatakan sangat praktis. Modul juga terbukti efektif meningkatkan hasil belajar, ditunjukkan oleh peningkatan nilai post-test, nilai N-Gain sebesar 0,74 (kategori tinggi), serta effect size sebesar 3,53 (kategori sangat besar). Oleh karena itu, modul ajar berdiferensiasi berbasis pendekatan Deep Learning dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran kimia pada materi Sistem Periodik Unsur.

Kata kunci : Deep Learning; Hasil Belajar; Modul Ajar; Pembelajaran Berdiferensiasi; Sistem Periodik Unsur.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana yang bertujuan mengembangkan potensi peserta didik agar memiliki kompetensi yang diperlukan dalam menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan tantangan kehidupan abad ke-21. Kualitas pendidikan sangat dipengaruhi oleh kualitas proses pembelajaran yang berlangsung di kelas. Oleh karena itu, pembelajaran perlu dirancang secara sistematis agar mampu memfasilitasi

perkembangan pengetahuan, keterampilan, dan karakter peserta didik secara optimal (Sanjaya, 2015).

Untuk mewujudkan tujuan pendidikan tersebut, guru memiliki peran yang sangat penting sebagai perancang sekaligus pelaksana proses pembelajaran di kelas. Guru dituntut mampu menciptakan pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada pencapaian kompetensi, tetapi juga mampu mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik yang beragam. Guru memiliki peran strategis sebagai ujung tombak pelaksanaan pendidikan karena berinteraksi langsung dengan peserta didik dalam proses pembelajaran. Salah satu kompetensi yang harus dimiliki guru adalah kompetensi pedagogik, yaitu kemampuan merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi pembelajaran. Dalam konteks tersebut, penyusunan modul ajar menjadi salah satu bentuk perencanaan pembelajaran yang penting untuk mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran secara efektif dan terarah. Modul ajar merupakan perangkat pembelajaran yang dirancang untuk membantu guru melaksanakan proses pembelajaran sesuai dengan capaian pembelajaran dan karakteristik peserta didik. Modul ajar yang baik tidak hanya memuat materi pembelajaran, tetapi juga aktivitas belajar, asesmen, serta strategi pembelajaran yang mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar (Nesri & Kristanto, 2020).

Peran guru tersebut semakin penting seiring dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang memberikan keleluasaan kepada guru dalam merancang pembelajaran sesuai karakteristik peserta didik. Oleh karena itu, guru perlu mengembangkan perangkat pembelajaran yang mampu menciptakan pengalaman belajar yang aktif, bermakna, dan memberikan ruang bagi setiap peserta didik untuk berkembang sesuai dengan kesiapan, minat, dan profil belajarnya. Salah satu implementasi pembelajaran yang sejalan dengan semangat Kurikulum Merdeka adalah pembelajaran diferensiasi (Tomlinson, 2017). Pembelajaran diferensiasi merupakan pendekatan pembelajaran yang memperhatikan perbedaan karakteristik peserta didik dalam proses belajar. Diferensiasi dapat dilakukan melalui diferensiasi konten, diferensiasi proses, dan diferensiasi produk. Melalui pembelajaran diferensiasi, setiap peserta didik memperoleh kesempatan belajar yang sesuai dengan kemampuan, minat, dan profil belajarnya sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif dan bermakna (Hidayah et al., 2023).

Meskipun pembelajaran diferensiasi mampu mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik, pembelajaran tersebut perlu dipadukan dengan pendekatan yang mampu membangun pemahaman konseptual secara lebih mendalam. Salah satu pendekatan yang saat ini menjadi perhatian dalam implementasi Kurikulum Merdeka adalah *Deep Learning* atau pembelajaran mendalam. Pendekatan *Deep Learning* menekankan pentingnya pembelajaran yang berkesadaran (*mindful learning*), bermakna (*meaningful learning*), dan menyenangkan (*joyful*

learning), sehingga peserta didik tidak sekadar menghafal konsep, tetapi mampu memahami, menghubungkan, serta menerapkannya dalam berbagai situasi kehidupan nyata. Pembelajaran yang mendalam sangat penting untuk memastikan bahwa pengetahuan yang diperoleh peserta didik tidak hanya tersimpan dalam ingatan jangka pendek, tetapi menjadi kompetensi yang dapat digunakan dalam berbagai situasi dan permasalahan kehidupan (Mudjanto et al., 2026).

Salah satu materi kimia yang memiliki karakteristik demikian adalah Sistem Periodik Unsur. Materi ini menjadi dasar bagi pemahaman konsep-konsep kimia selanjutnya, apabila peserta didik tidak memahami konsep sistem periodik unsur dengan baik, maka akan mengalami kesulitan pada materi kimia berikutnya (Syahputra, 2018). Sehingga guru perlu memahami kondisi awal peserta didiknya sebelum melakukan proses pembelajaran sehingga dapat merencanakan pembelajaran yang bermakna dan berpusat pada peserta didik.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan di SMAN 1 Sangatta Selatan, diperoleh informasi bahwa hasil belajar peserta didik pada materi Sistem Periodik Unsur masih tergolong rendah. Nilai rata-rata ulangan harian peserta didik masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sekolah, yaitu 70. Selain itu, hasil identifikasi awal menunjukkan bahwa peserta didik memiliki karakteristik yang beragam, baik dari aspek kesiapan belajar, minat, maupun profil belajar. Namun demikian, perangkat pembelajaran yang digunakan masih bersifat umum sehingga belum sepenuhnya mampu mengakomodasi keberagaman tersebut. Kondisi ini mengakibatkan sebagian peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep Sistem Periodik Unsur secara optimal.

Berangkat dari kondisi tersebut, diperlukan pengembangan perangkat pembelajaran yang mampu mengakomodasi keberagaman kebutuhan belajar peserta didik sekaligus mendukung implementasi Pembelajaran Mendalam. Salah satu upaya yang dapat penulis lakukan adalah melalui pengembangan modul ajar. Modul ajar merupakan perangkat pembelajaran yang disusun secara sistematis sebagai panduan bagi guru dan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran. Modul ajar ini dirancang dengan mengintegrasikan diferensiasi pada aspek konten, proses, dan produk pembelajaran serta menerapkan prinsip pembelajaran mendalam, sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang sesuai dengan karakteristiknya dan mampu membangun pemahaman konseptual secara lebih bermakna.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa modul ajar berbasis *Deep Learning* mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik. Penelitian Anggraini dkk. (2025) menunjukkan bahwa modul ajar berbasis *Deep Learning* memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi, praktis digunakan, dan efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan nilai N-

Gain sebesar 0,78 kategori tinggi. Selain itu, penelitian Mudjanto dkk. (2026) juga menunjukkan bahwa modul ajar berbasis *Deep Learning* efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan nilai N-Gain kategori tinggi. Penelitian lain yang dilakukan oleh Hidayah dkk. menunjukkan bahwa modul ajar berbasis diferensiasi dinyatakan valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik. Modul yang dikembangkan mampu mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik yang beragam sehingga memberikan dampak positif terhadap proses dan hasil pembelajaran.

Namun demikian, penelitian tersebut belum secara spesifik dirancang untuk mendorong pemahaman konseptual yang mendalam sebagaimana karakteristik *deep learning*, serta belum mengakomodasi diferensiasi secara komprehensif pada aspek konten, proses, dan produk secara terintegrasi dalam satu perangkat pembelajaran yang dirancang khusus untuk materi Sistem Periodik Unsur kelas X. Oleh karena itu, pengembangan modul ajar diferensiasi yang dipadukan dengan pendekatan *deep learning* dipandang penting untuk menciptakan pembelajaran kimia yang bermakna, berpusat pada peserta didik, dan mampu meningkatkan hasil belajar. Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian Pengembangan Modul Ajar Diferensiasi Berbasis *Deep Learning* untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Materi Sistem Periodik Unsur di SMAN 1 Sangatta Selatan.

2. KAJIAN TEORITIS

Modul Ajar

Modul ajar merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang disusun secara sistematis sebagai pedoman bagi guru dalam melaksanakan proses pembelajaran sesuai dengan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan dalam Kurikulum Merdeka. Modul ajar tidak hanya berisi materi pembelajaran, tetapi juga memuat tujuan pembelajaran, langkah-langkah kegiatan belajar, asesmen, media pembelajaran, serta strategi yang dirancang untuk memfasilitasi keberhasilan belajar peserta didik. Penyusunan modul ajar memberikan keleluasaan kepada guru untuk menyesuaikan proses pembelajaran dengan karakteristik peserta didik, kondisi sekolah, dan konteks lingkungan belajar sehingga pembelajaran menjadi lebih fleksibel, relevan, dan berpusat pada peserta didik (Kemendikbudristek, 2022). Maulida (2022) menjelaskan bahwa modul ajar dalam Kurikulum Merdeka berfungsi sebagai perangkat pembelajaran yang membantu guru menciptakan pengalaman belajar yang terstruktur, bermakna, dan mampu mengembangkan kompetensi peserta didik secara optimal. Sejalan dengan pendapat tersebut, Nesri dan Kristanto (2020) menyatakan bahwa modul ajar merupakan perangkat pembelajaran yang dirancang secara komprehensif agar guru memiliki

panduan yang jelas dalam melaksanakan pembelajaran sekaligus memfasilitasi peserta didik untuk belajar secara aktif, mandiri, dan bertanggung jawab.

Penyusunan modul ajar yang berkualitas harus memperhatikan prinsip relevansi, sistematika, kebermanaknaan, serta kesesuaian dengan karakteristik peserta didik. Modul ajar yang baik mampu mengintegrasikan tujuan pembelajaran, materi, aktivitas, asesmen, dan refleksi dalam satu kesatuan yang saling mendukung sehingga proses pembelajaran berlangsung secara efektif. Prastowo (2018) menyatakan bahwa bahan ajar yang dikembangkan secara sistematis akan meningkatkan efektivitas pembelajaran karena memberikan arah yang jelas bagi guru maupun peserta didik. Pendapat tersebut diperkuat oleh Daryanto (2013) yang menjelaskan bahwa modul ajar harus dirancang agar mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik melalui aktivitas belajar yang bervariasi dan kontekstual. Dalam implementasi Kurikulum Merdeka, modul ajar juga diharapkan mampu mengakomodasi pembelajaran berdiferensiasi, memfasilitasi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, serta memberikan ruang bagi guru untuk mengembangkan inovasi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan peserta didik (Kemendikbudristek, 2024).

Pembelajaran Berdiferensiasi

Pembelajaran berdiferensiasi merupakan pendekatan pembelajaran yang dirancang untuk mengakomodasi keberagaman karakteristik peserta didik sehingga setiap individu memperoleh kesempatan belajar yang sesuai dengan kebutuhan, kemampuan, minat, dan profil belajarnya. Pendekatan ini berangkat dari pemahaman bahwa peserta didik memiliki kesiapan belajar, gaya belajar, pengalaman, dan potensi yang berbeda sehingga pembelajaran tidak dapat disampaikan melalui satu cara yang sama kepada seluruh peserta didik. Tomlinson (2017) menjelaskan bahwa pembelajaran berdiferensiasi merupakan upaya guru dalam menyesuaikan isi pembelajaran (content), proses pembelajaran (process), produk pembelajaran (product), serta lingkungan belajar (learning environment) berdasarkan hasil identifikasi terhadap kesiapan belajar, minat, dan profil belajar peserta didik. Melalui pendekatan tersebut, guru berperan sebagai fasilitator yang mampu menciptakan pengalaman belajar yang adil, inklusif, dan memberikan kesempatan kepada setiap peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran secara optimal. Konsep ini sejalan dengan implementasi Kurikulum Merdeka yang menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran serta memberikan fleksibilitas kepada guru dalam merancang strategi pembelajaran yang adaptif terhadap kebutuhan peserta didik (Kemendikbudristek, 2022; Purba et al., 2021).

Implementasi pembelajaran berdiferensiasi dilakukan melalui tiga komponen utama, yaitu diferensiasi konten, diferensiasi proses, dan diferensiasi produk. Diferensiasi konten dilakukan dengan menyediakan materi pembelajaran dalam berbagai bentuk penyajian sesuai tingkat kesiapan belajar peserta didik. Diferensiasi proses diterapkan melalui variasi aktivitas belajar, strategi pembelajaran, maupun pengelompokan peserta didik sehingga setiap individu dapat belajar sesuai karakteristiknya. Sementara itu, diferensiasi produk memberikan keleluasaan kepada peserta didik untuk menunjukkan hasil belajarnya melalui berbagai bentuk karya sesuai kemampuan dan minat yang dimiliki (Tomlinson, 2001). Marlina (2020) menyatakan bahwa penerapan pembelajaran berdiferensiasi mampu meningkatkan motivasi, partisipasi, serta hasil belajar peserta didik karena proses pembelajaran menjadi lebih personal dan berorientasi pada kebutuhan individu. Hasil penelitian Hidayah et al. (2023) juga menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berdiferensiasi memberikan dampak positif terhadap keterlibatan peserta didik serta meningkatkan efektivitas pembelajaran. Oleh sebab itu, penerapan pembelajaran berdiferensiasi menjadi salah satu strategi yang relevan untuk mendukung terciptanya pembelajaran yang inklusif, bermakna, dan mampu mengoptimalkan potensi setiap peserta didik.

Deep Learning dalam Pembelajaran

Deep Learning atau pembelajaran mendalam merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan terbentuknya pemahaman konseptual secara utuh melalui keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar. Pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi atau kemampuan mengingat fakta, tetapi juga mendorong peserta didik untuk menganalisis, menghubungkan berbagai konsep, memecahkan masalah, serta menerapkan pengetahuan dalam berbagai situasi nyata. Menurut Fullan et al. (2018), *Deep Learning* merupakan proses pembelajaran yang mengembangkan kompetensi peserta didik melalui pengalaman belajar yang autentik, kolaboratif, reflektif, dan berorientasi pada penyelesaian masalah sehingga mampu membentuk keterampilan yang dibutuhkan pada abad ke-21. Sejalan dengan itu, Biggs dan Tang (2011) menjelaskan bahwa pembelajaran mendalam terjadi ketika peserta didik secara aktif membangun makna dari informasi yang dipelajari, mengaitkannya dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya, kemudian menggunakannya untuk memahami fenomena atau menyelesaikan permasalahan secara kritis. Dalam implementasi Kurikulum Merdeka, pembelajaran mendalam menjadi salah satu pendekatan yang diarahkan untuk menghasilkan peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi, mampu beradaptasi terhadap perubahan, serta memiliki karakter yang kuat sebagai pembelajar sepanjang hayat (Kemendikdasmen, 2025).

Penerapan *Deep Learning* dalam pembelajaran diwujudkan melalui tiga prinsip utama, yaitu pembelajaran yang berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*). Prinsip *mindful* menekankan pentingnya kesadaran peserta didik terhadap tujuan, proses, dan hasil belajar sehingga mereka memahami alasan mengapa suatu materi perlu dipelajari. Prinsip *meaningful* diwujudkan melalui pengaitan materi dengan pengalaman, pengetahuan awal, maupun permasalahan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga konsep yang dipelajari lebih mudah dipahami dan bertahan dalam ingatan jangka panjang. Sementara itu, prinsip *joyful* mendorong terciptanya suasana belajar yang menyenangkan, interaktif, kolaboratif, dan mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Kemendikdasmen, 2025). Bransford et al. (2000) menyatakan bahwa pembelajaran yang menghubungkan pengalaman nyata dengan pengetahuan baru akan menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam dibandingkan pembelajaran yang hanya menekankan hafalan. Pendapat tersebut diperkuat oleh Hattie (2012) yang menjelaskan bahwa keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar memberikan pengaruh yang besar terhadap peningkatan hasil belajar. Oleh sebab itu, integrasi prinsip-prinsip *Deep Learning* ke dalam modul ajar berdiferensiasi diharapkan mampu menciptakan proses pembelajaran kimia yang lebih bermakna, meningkatkan keterlibatan peserta didik, serta memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar pada materi Sistem Periodik Unsur.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan 4D (Four-D Model) yang meliputi tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Namun, penelitian hanya dilaksanakan hingga tahap *Develop* karena keterbatasan waktu dan kemampuan peneliti, sehingga model diadaptasi menjadi 3D. Produk yang dikembangkan berupa modul ajar diferensiasi berbasis deep learning pada materi Sistem Periodik Unsur yang dirancang untuk mengakomodasi keberagaman karakteristik peserta didik melalui pembelajaran yang bermakna, penuh kesadaran, dan menyenangkan. Penelitian dilaksanakan di kelas X-6 SMA Negeri 1 Sangatta Selatan pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026 dengan sampel sebanyak 36 peserta didik yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, lembar validasi ahli, angket respons peserta didik, dan instrumen tes hasil belajar. Lembar validasi digunakan untuk menilai kelayakan modul berdasarkan aspek validitas dan reliabilitas, angket respons digunakan untuk mengukur kepraktisan penggunaan modul, sedangkan instrumen tes berbentuk soal pilihan

ganda berbasis literasi digunakan untuk mengukur efektivitas modul dalam meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir peserta didik. Seluruh data dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan mengonversi hasil penilaian ke dalam kategori validitas dan kepraktisan berdasarkan persentase yang telah ditetapkan.

Keefektifan modul dianalisis melalui ketuntasan hasil belajar, uji N-Gain, uji *Paired Sample t-Test*, dan analisis *effect size* (Cohen's d). Ketuntasan belajar ditentukan berdasarkan KKM sebesar 70, sedangkan uji N-Gain digunakan untuk mengetahui tingkat peningkatan hasil belajar setelah penerapan modul. Uji *Paired Sample t-Test* digunakan untuk menguji perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah perlakuan, sementara *effect size* digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh penggunaan modul terhadap peningkatan hasil belajar. Modul dinyatakan layak apabila memenuhi kategori minimal valid, praktis, dan efektif, yaitu memperoleh hasil validasi minimal kategori valid, respons pengguna minimal kategori praktis, serta nilai N-Gain minimal berada pada kategori sedang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini peneliti menyajikan temuan penelitian yang meliputi : Hasil Pengembangan Produk , Hasil Uji Validasi Ahli, Hasil Uji respon guru dan peserta didik dan Hasil Uji Efektivitas modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning* untuk meningkatkan hasil belajar pada materi sistem periodik unsur. Masing – masing bagian tersebut, diuraikan sebagai berikut :

Hasil Pengembangan Produk

Salah satu produk yang ingin peneliti kembangkan adalah modul ajar. Modul ajar yang dimaksud merupakan implementasi dari Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang dikembangkan dari Capaian Pembelajaran (CP) dan sasarannya adalah profil pelajar Pancasila (Aransyah, dkk. 2023). Model pengembangan modul ajar yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 4-D (*Four-D Model*) yang terdiri atas empat tahap, yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Karena keterbatasan waktu dan kemampuan peneliti maka tahap pengembangan modul ajar dalam penelitian ini hanya sampai pada tahap *develop*, sehingga model 4-D diadaptasi menjadi 3-D. Adapun tahapan dari hasil dari proses pengembangan modul ajar yang dilakukan peneliti adalah sebagai berikut:

Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian bertujuan untuk memperoleh informasi awal yang menjadi dasar pengembangan modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning*. Kegiatan pada tahap ini meliputi analisis awal-akhir, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan analisis tujuan pembelajaran.

Analisis awal-akhir menunjukkan bahwa pembelajaran kimia pada materi Sistem Periodik Unsur masih menggunakan perangkat pembelajaran yang bersifat umum sehingga belum sepenuhnya mengakomodasi keberagaman karakteristik peserta didik. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran serta hasil belajar yang belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Temuan ini menjadi dasar perlunya pengembangan modul ajar yang lebih adaptif terhadap kebutuhan peserta didik. Menurut Thiagarajan dan Semmel (1974), analisis kebutuhan pada tahap *define* merupakan langkah yang sangat penting karena kualitas produk pengembangan sangat ditentukan oleh ketepatan dalam mengidentifikasi permasalahan pembelajaran sejak awal.

Selanjutnya, analisis karakteristik peserta didik dilakukan untuk mengidentifikasi kesiapan belajar, minat belajar, serta profil belajar peserta didik. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik memiliki karakteristik yang beragam yang ditunjukkan dengan hasil tes gaya belajar yang berbeda-beda. Selain itu, hasil tes nilai ulangan harian materi sebelumnya dan tes diawal pembelajaran masih tergolong sangat rendah karena hampir 90% tidak tuntas (nilai dibawah KKM). Sehingga membutuhkan strategi pembelajaran yang mampu mengakomodasi perbedaan tersebut. Temuan ini sejalan dengan pendapat Tomlinson (2001) yang menyatakan bahwa pembelajaran diferensiasi dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang sesuai dengan kesiapan, minat, dan profil belajar peserta didik. Oleh karena itu, data hasil analisis karakteristik peserta didik dijadikan dasar dalam menentukan bentuk diferensiasi konten, proses, dan produk yang dimuat dalam modul ajar.

Selain analisis peserta didik, peneliti juga melakukan analisis konsep dan analisis tugas untuk mengidentifikasi kompetensi yang harus dikuasai peserta didik pada materi Sistem Periodik Unsur. Analisis ini menghasilkan pemetaan konsep secara sistematis sehingga penyusunan materi dalam modul ajar memiliki urutan yang logis dan memudahkan peserta didik membangun pemahaman secara bertahap. Penyusunan materi yang sistematis tersebut mendukung prinsip pembelajaran bermakna (*meaningful learning*) yang dikemukakan oleh Ausubel, yaitu pembelajaran akan lebih mudah dipahami apabila konsep baru dihubungkan dengan struktur pengetahuan yang telah dimiliki peserta didik.

Tahap Design (Perancangan)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap *design* meliputi:

a. Penyusunan Instrumen Penelitian

Instrumen yang disusun terdiri atas: rancangan modul ajar yang memuat tiga aspek utama diferensiasi yaitu diferensiasi konten, diferensiasi proses, dan diferensiasi produk. Kemudian diintegrasikan dengan prinsip-prinsip *Deep Learning* yang menekankan pembelajaran berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*). Selain itu, merancang Lembar validasi ahli materi, validasi ahli media, validasi ahli bahasa, angket respon guru, angket respon peserta didik dan Soal pretest dan posttest.

b. Pemilihan Media

Media yang dipilih berupa modul ajar cetak yang dilengkapi LKPD, aktivitas pembelajaran diferensiasi, ilustrasi gambar, materi, video pembelajaran, refleksi pembelajaran, dan asesmen. Modul disusun sesuai komponen modul ajar Kurikulum Nasional

c. Penyusunan Draft Awal

Hasil tahap perancangan menghasilkan draft I modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning* pada materi Sistem Periodik Unsur yang selanjutnya divalidasi oleh para Ahli.

Tahap Develop (Pengembangan)

Tahap pengembangan bertujuan menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif melalui proses validasi dan Uji coba terbatas pada peserta didik kelas X-6 SMA Negeri 1 Sangatta Selatan.

Hasil Analisis Validasi Ahli Bahasa

Validasi ahli bahasa dilakukan untuk menilai aspek kebahasaan, komunikatif, keterbacaan, dan dukungan bahasa terhadap pembelajaran diferensiasi dan *Deep Learning*.

Tabel 1. Hasil Analisis Ahli Bahasa

No.	Aspek yang dinilai	Nilai Validator
1	Kebahasaan	12
2	Komunikatif	12
3	Keterbacaan	7
4	Pendukung <i>Differensiasi</i> dan <i>Deep Learning</i>	8
	Total	39
	Nilai Tertinggi	40
	Persentase	98%
	Kriteria	Sangat Valid

Hasil validasi memperoleh skor 39 dari skor maksimum 40 dengan persentase 98%. Berdasarkan kriteria yang digunakan, modul ajar termasuk kategori Sangat Valid.

Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan untuk mengetahui kelayakan isi, penyajian materi, kesesuaian pembelajaran diferensiasi, dan penerapan pendekatan *Deep Learning* dalam modul ajar yang dikembangkan.

Tabel 2. Hasil Analisis Ahli Materi

No.	Aspek yang dinilai	Nilai Validator
1	Kelayakan isi	14
2	Penyajian Materi	7
3	Pembelajaran <i>Diferensiasi</i>	5
4	Pembelajaran <i>Deep Learning</i>	4
	Total	30
	Nilai Tertinggi	48
	Persentase	63%
	Kriteria	Kurang Valid

Persentase kelayakan sebesar 63%. Berdasarkan kriteria yang digunakan, modul ajar termasuk kategori kurang valid sehingga perlu direvisi terlebih dahulu sesuai saran validator dengan menambahkan materi. Kemudian divalidasi lagi oleh ahli materi, setelah itu dapat digunakan sesuai saran validator.

Hasil Validasi Ahli Media

Validasi ahli media meliputi aspek kegrafikan, penyajian media, pembelajaran diferensiasi, dan pembelajaran *Deep Learning*.

Tabel 3. Hasil Analisis Ahli Media

No.	Aspek yang dinilai	Nilai Validator
1	Kegrafikan	20
2	Penyajian Media	12
3	Pembelajaran <i>Diferensiasi</i>	8
4	Pembelajaran <i>Deep Learning</i>	8
	Total	48
	Nilai Tertinggi	48
	Persentase	100%
	Kriteria	Sangat Valid

Hasil validasi menunjukkan skor sebesar 48 dari skor maksimum 48 dengan persentase 100%. Berdasarkan kriteria yang digunakan, modul ajar memperoleh kategori Sangat Valid.

Secara keseluruhan, rata-rata persentase validitas modul ajar adalah:

$$\frac{63 + 100 + 98}{3} = 87\%$$

Dengan demikian, modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning* yang dikembangkan memperoleh kategori Sangat Valid dan layak digunakan dalam pembelajaran.

Hasil Uji Kepraktisan

Uji kepraktisan dilakukan untuk mengetahui kemudahan penggunaan modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning* yang dikembangkan. Uji kepraktisan melibatkan dua orang guru kimia dan peserta didik kelas X-6 SMA Negeri 1 Sangatta Selatan.

Respon Guru

Penilaian guru meliputi aspek modul ajar, LKPD, dan instrumen tes. Hasil penilaian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Respon Praktisi

No	Respon Guru Aspek yang dinilai	Bu Dewi	Bu Hainun	Rata-Rata
1	Modul Ajar	38	37	37,5
2	LKPD	27	28	27,5
3	Instrumen Tes	30	28	29
	Total	95	93	94
	Nilai Tertinggi	100	100	100
	Persentase	95%	93%	94%
	Kriteria	Sangat Praktis	Sangat Praktis	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil penilaian, diperoleh persentase rata-rata sebesar 94% dengan kategori Sangat Praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul ajar yang dikembangkan mudah digunakan dalam proses pembelajaran, memiliki petunjuk yang jelas, dan sesuai dengan kebutuhan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran diferensiasi berbasis *Deep Learning*.

Respon Peserta Didik

Respon peserta didik diberikan setelah menggunakan modul ajar dalam proses pembelajaran. Hasil analisis angket menunjukkan rata-rata persentase sebesar 87,70% dengan kategori Sangat Praktis. Dapat dilihat pada lampiran halaman 106.

Tingginya nilai kepraktisan menunjukkan bahwa peserta didik merasa modul ajar yang digunakan mudah dipahami dan baik digunakan, serta membantu mereka mempelajari materi Sistem Periodik Unsur secara mandiri maupun kelompok.

Hasil Uji Keefektifan

Keefektifan modul ajar ditentukan melalui peningkatan hasil belajar peserta didik yang diukur menggunakan tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*). Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai peserta didik meningkat dari 42,84 pada saat *pretest* menjadi 85,14 pada saat *posttest*. Perhitungan N-Gain menghasilkan nilai sebesar 0,74 yang termasuk kategori tinggi. Perhitungan dengan uji t berpasangan diperoleh hasil Sig. 2-tailed = 0,000. Karena nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 ($0,000 < 0,05$), maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan

demikian terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pretest dan posttest peserta didik setelah menggunakan modul ajar diferensiasi berbasis *deep learning*. Kemudian dilanjutkan dengan analisis *effect size* diperoleh sebesar 3,53 termasuk kategori sangat besar, sehingga modul ajar diferensiasi berbasis *deep learning* memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning* efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi Sistem Periodik Unsur.

Pembahasan

Proses pengembangan modul ajar diferensiasi berbasis *deep learning* dilaksanakan secara sistematis melalui model 3D (*Define, Design, Develop*). Penggunaan model ini memungkinkan produk yang dikembangkan melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, dan penyebarluasan sehingga menghasilkan modul yang sesuai dengan karakteristik peserta didik dan kebutuhan pembelajaran. Penerapan pembelajaran diferensiasi dalam modul memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar sesuai dengan kesiapan, minat, dan profil belajar masing-masing. Selain itu, penerapan pendekatan *deep learning* mendorong peserta didik untuk tidak hanya menghafal konsep, tetapi juga memahami, mengaitkan, dan menerapkan konsep dalam berbagai situasi nyata.

Tahap *define* diawali dengan analisis kebutuhan sesuai yang dipaparkan pada hasil penelitian, sehingga terdapat peserta didik memiliki keberagaman dalam kesiapan belajar, minat, dan profil belajar. Dalam satu kelas terdapat gaya belajar yang beragam dan hasil tesnya masih banyak yang dibawah KKM. Kondisi tersebut menjadi dasar bagi peneliti untuk merancang modul ajar yang mengintegrasikan prinsip-prinsip pembelajaran diferensiasi ke dalam setiap komponen pembelajaran. Penerapan diferensiasi dilakukan melalui tiga aspek utama, yaitu diferensiasi konten, diferensiasi proses, dan diferensiasi produk. Diferensiasi konten diwujudkan melalui penyediaan materi dalam berbagai bentuk penyajian, seperti teks, gambar, dan ilustrasi yang memudahkan peserta didik memahami konsep Sistem Periodik Unsur. Diferensiasi proses diterapkan melalui variasi aktivitas pembelajaran yang memungkinkan peserta didik belajar sesuai dengan karakteristik dan gaya belajarnya, sedangkan diferensiasi produk diwujudkan melalui pemberian pilihan bentuk tugas atau hasil karya yang dapat disesuaikan dengan kemampuan peserta didik. Penerapan ketiga aspek tersebut sejalan dengan teori Tomlinson (2001) yang menyatakan bahwa pembelajaran berdiferensiasi bertujuan memberikan kesempatan kepada setiap peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran melalui cara belajar yang sesuai dengan kebutuhannya.

Selain mengintegrasikan pembelajaran diferensiasi, modul ajar juga dirancang berdasarkan prinsip-prinsip *Deep Learning* yang menekankan pembelajaran berkesadaran (*mindful*), bermakna (*meaningful*), dan menggembirakan (*joyful*). Prinsip *mindful* diwujudkan melalui penyampaian tujuan pembelajaran secara jelas sehingga peserta didik memahami kompetensi yang akan dicapai. Prinsip *meaningful* diterapkan dengan mengaitkan materi Sistem Periodik Unsur dengan fenomena yang dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga peserta didik mampu menghubungkan konsep yang dipelajari dengan pengalaman nyata. Adapun prinsip *joyful* diwujudkan melalui aktivitas pembelajaran yang melibatkan diskusi, eksplorasi, pemecahan masalah, dan refleksi sehingga suasana belajar menjadi lebih aktif dan menyenangkan. Menurut Kemendikdasmen (2025), ketiga prinsip tersebut merupakan karakteristik utama pembelajaran mendalam yang mampu membangun pemahaman konseptual secara berkelanjutan.

Pada tahap ini peneliti juga menyusun perangkat pendukung pembelajaran yang meliputi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), media pembelajaran, asesmen diagnostik, asesmen formatif, serta asesmen sumatif. Penyusunan instrumen tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh proses pembelajaran dapat mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran secara komprehensif. Asesmen diagnostik digunakan untuk mengetahui kesiapan awal peserta didik sehingga guru dapat menentukan bentuk diferensiasi yang sesuai. Selanjutnya, asesmen formatif dimanfaatkan untuk memantau perkembangan belajar selama proses pembelajaran berlangsung, sedangkan asesmen sumatif digunakan untuk mengukur ketercapaian hasil belajar setelah seluruh kegiatan pembelajaran selesai. Penyusunan asesmen yang sistematis tersebut sejalan dengan prinsip asesmen dalam Kurikulum Merdeka yang menempatkan asesmen sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari proses pembelajaran.

Tahap *design* menghasilkan Draft I modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning* yang telah memuat seluruh komponen utama, mulai dari identitas modul, tujuan pembelajaran, langkah-langkah pembelajaran, LKPD, media pembelajaran, instrumen asesmen, hingga rubrik penilaian. Penyusunan seluruh komponen tersebut dilakukan secara sistematis agar modul ajar mudah digunakan oleh guru dan mampu memfasilitasi kebutuhan belajar peserta didik yang beragam. Dengan demikian, tahap *design* menjadi jembatan antara hasil analisis kebutuhan pada tahap *define* dengan proses penyempurnaan produk melalui validasi pada tahap *develop*.

Kemudian Draft I modul ajar yang telah disusun selanjutnya divalidasi oleh validator yang terdiri atas ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Proses validasi dilakukan untuk memperoleh masukan, saran, dan kritik terhadap isi materi, penyajian, tampilan, kebahasaan, serta kesesuaian modul dengan karakteristik pembelajaran diferensiasi dan prinsip-prinsip

Deep Learning. Kegiatan validasi tidak hanya bertujuan untuk memberikan penilaian terhadap kualitas produk, tetapi juga menjadi sarana evaluasi guna menyempurnakan modul ajar sehingga layak digunakan dalam pembelajaran. Hal ini sejalan dengan pendapat Nieveen (1999) yang menyatakan bahwa suatu produk hasil penelitian pengembangan harus memenuhi aspek validitas sebelum diimplementasikan.

Hasil pengembangan menunjukkan bahwa modul ajar yang dikembangkan mampu menjadi alternatif bahan ajar yang mendukung pembelajaran yang lebih bermakna, aktif, dan berpusat pada peserta didik. Dengan demikian, proses pengembangan yang dilakukan telah menghasilkan modul ajar yang sesuai dengan tujuan penelitian dan kebutuhan pembelajaran kimia pada materi struktur atom dan sistem periodik unsur. Perbaikan yang dilakukan peneliti setelah proses validasi meliputi penyempurnaan redaksi tujuan pembelajaran agar lebih operasional, penyesuaian aktivitas pembelajaran dengan karakteristik pembelajaran diferensiasi, penyempurnaan LKPD sehingga lebih mendorong aktivitas berpikir peserta didik, perbaikan tata letak gambar dan ilustrasi agar lebih menarik, serta penyempurnaan penggunaan bahasa sesuai kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar. Selain itu, peneliti juga menambahkan beberapa contoh kontekstual yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari sehingga materi Sistem Periodik Unsur menjadi lebih mudah dipahami peserta didik. Revisi tersebut dilakukan berdasarkan seluruh masukan validator sehingga Draft I berkembang menjadi Draft II yang memiliki kualitas lebih baik.

Setelah seluruh revisi dilakukan, modul ajar kemudian diujicobakan kepada peserta didik kelas X-6 SMAN 1 Sangatta Selatan. Uji coba bertujuan untuk mengetahui tingkat kepraktisan penggunaan modul dalam proses pembelajaran sekaligus memperoleh informasi mengenai efektivitas modul dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Selama pelaksanaan uji coba, peserta didik menunjukkan keterlibatan aktif dalam mengikuti setiap aktivitas pembelajaran. Hal tersebut terlihat dari meningkatnya partisipasi peserta didik dalam diskusi kelompok, kemampuan mengemukakan pendapat, serta kesungguhan dalam menyelesaikan LKPD yang telah disusun berdasarkan prinsip diferensiasi.

Hasil validasi menunjukkan bahwa modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning* memperoleh rata-rata persentase validitas sebesar 87% dengan kategori sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan isi, penyajian, media, dan bahasa sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran. Tingginya tingkat validitas menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang ditetapkan dalam Kurikulum. Selain itu, aktivitas

pembelajaran yang disusun dalam modul telah mengakomodasi diferensiasi konten, proses, dan produk sehingga mampu memenuhi kebutuhan belajar peserta didik yang beragam.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Carol Ann Tomlinson yang menyatakan bahwa pembelajaran diferensiasi memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar sesuai kesiapan, minat, dan profil belajarnya sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif. Selain itu, validitas yang tinggi pada aspek media menunjukkan bahwa desain modul ajar telah mendukung keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Menurut Michael Fullan, pembelajaran *Deep Learning* menekankan pengalaman belajar yang bermakna melalui keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Temuan penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Jannah (2023) yang menunjukkan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis pembelajaran diferensiasi memperoleh kategori valid dan layak digunakan dalam pembelajaran kimia. Kesamaan hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan diferensiasi dalam modul ajar mampu meningkatkan kualitas perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

Hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa modul ajar memperoleh persentase sebesar 94% berdasarkan respon guru dan 87,70% berdasarkan respon peserta didik dengan kategori sangat praktis. Kepraktisan yang tinggi menunjukkan bahwa modul ajar mudah digunakan dalam proses pembelajaran. Guru menilai bahwa modul ajar memiliki petunjuk penggunaan yang jelas, materi yang tersusun sistematis, serta aktivitas pembelajaran yang mudah diterapkan dalam kelas. Peserta didik juga memberikan respon positif karena modul ajar memuat kegiatan belajar yang bervariasi sesuai karakteristik belajar masing-masing peserta didik. Penyajian materi yang disertai ilustrasi, contoh kontekstual, aktivitas diskusi, dan LKPD yang bervariasi membuat peserta didik lebih aktif dalam membangun pemahamannya sendiri. Hal tersebut menunjukkan bahwa modul ajar mampu menciptakan suasana belajar yang lebih interaktif dibandingkan pembelajaran yang hanya berpusat pada penjelasan guru. Dalam proses pembelajaran, peserta didik diberikan pilihan aktivitas belajar maupun bentuk penyelesaian tugas sesuai dengan karakteristik masing-masing. Kondisi tersebut membuat peserta didik merasa lebih nyaman mengikuti pembelajaran karena memperoleh kesempatan untuk belajar melalui cara yang paling sesuai dengan kebutuhannya. Temuan ini sejalan dengan pendapat Carol Ann Tomlinson dan penelitian Fauziah dkk. (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran diferensiasi mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik karena memberikan pengalaman belajar yang lebih personal.

Selain pembelajaran diferensiasi, tingginya tingkat kepraktisan modul ajar juga dipengaruhi oleh penerapan prinsip-prinsip *Deep Learning*. Aktivitas pembelajaran yang dirancang berdasarkan prinsip *mindful*, *meaningful*, dan *joyful* mampu menciptakan suasana

belajar yang lebih aktif dan menyenangkan. Peserta didik tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi dilibatkan dalam kegiatan mengamati, berdiskusi, menganalisis, memecahkan masalah, dan melakukan refleksi terhadap hasil belajarnya. Menurut Kemendikdasmen (2025), pembelajaran mendalam bertujuan membangun pengalaman belajar yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan sehingga peserta didik terdorong untuk memahami konsep secara lebih mendalam, bukan sekadar menghafal materi.

Selanjutnya pada analisis keefektifan modul ajar diukur melalui peningkatan hasil belajar peserta didik setelah menggunakan modul pada materi Sistem Periodik Unsur. Hasil penelitian diperoleh bahwa sebagian besar peserta didik telah mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditetapkan sekolah, yaitu sebesar 70. Pencapaian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning* mampu membantu peserta didik memahami materi Sistem Periodik Unsur dengan lebih baik dibandingkan sebelum pembelajaran dilaksanakan. Meningkatnya ketuntasan belajar tidak hanya menunjukkan keberhasilan peserta didik dalam menguasai materi, tetapi juga menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik.

Selain itu, hasil tes menunjukkan bahwa rata-rata nilai pretest peserta didik sebesar 42,84 meningkat menjadi 85,14 pada posttest. Perhitungan N-Gain menghasilkan nilai sebesar 0,74 yang termasuk kategori tinggi. Peningkatan hasil belajar tersebut menunjukkan bahwa modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning* mampu membantu peserta didik memahami konsep Sistem Periodik Unsur secara lebih mendalam.

Tingginya nilai N-Gain dipengaruhi oleh penerapan aktivitas pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengamati, menganalisis, berdiskusi, memecahkan masalah, dan melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan. Menurut Michael Fullan, pembelajaran *Deep Learning* bertujuan membangun pemahaman yang mendalam melalui keterlibatan aktif peserta didik dalam proses berpikir kritis, kolaboratif, kreatif, dan reflektif. Karakteristik tersebut tercermin dalam modul yang dikembangkan sehingga berdampak pada peningkatan hasil belajar.

Selain analisis N-Gain, hasil uji *Paired Sample t-Test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Hasil tersebut membuktikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik. Lebih lanjut, hasil perhitungan effect size memperoleh nilai sebesar 3,53 yang termasuk kategori sangat besar. Hasil ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh yang sangat besar terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik. Besarnya pengaruh tersebut mengindikasikan bahwa modul ajar yang

dikembangkan tidak hanya mampu meningkatkan nilai peserta didik, tetapi juga memberikan kontribusi yang signifikan terhadap proses pemahaman konsep pada materi Sistem Periodik Unsur.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Sari dkk. (2023) yang menunjukkan bahwa penggunaan modul ajar berbasis *Deep Learning* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik secara signifikan. Penelitian tersebut melaporkan bahwa peserta didik menjadi lebih aktif dalam membangun konsep sehingga pemahaman materi menjadi lebih baik. Selain itu, penelitian Rahmawati dkk. (2024) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran diferensiasi mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik karena proses pembelajaran disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik individu.

Keberhasilan pengembangan modul ajar ini tidak terlepas dari integrasi pendekatan differensiasi dan *deep Learning* yang menekankan pada keaktifan peserta didik dan kebermaknaan dalam proses pembelajaran. Pembelajaran yang melibatkan peserta didik aktif dan mampu mengaitkan informasi baru dengan struktur pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya sehingga tercipta pemahaman yang lebih permanen. Melalui suasana belajar yang menyenangkan dan penuh kesadaran, peserta didik merasa lebih termotivasi untuk mengeksplorasi tantangan yang diberikan saat belajar.

Berdasarkan seluruh hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa modul ajar diferensiasi berbasis *Deep Learning* memenuhi aspek keefektifan karena mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik secara signifikan. Hal ini dibuktikan melalui meningkatnya ketuntasan belajar, nilai N-Gain yang berada pada kategori efektif, hasil uji *Paired Sample t-Test* yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*, serta nilai *effect size* yang menunjukkan besarnya pengaruh penggunaan modul ajar terhadap peningkatan hasil belajar. Dengan demikian, modul ajar yang dikembangkan layak digunakan sebagai salah satu perangkat pembelajaran pada materi Sistem Periodik Unsur di kelas X SMA.

5. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul ajar diferensiasi berbasis Deep Learning pada materi Sistem Periodik Unsur di kelas X-6 SMA Negeri 1 Sangatta Selatan berhasil dilaksanakan menggunakan model pengembangan 4-D yang diadaptasi menjadi 3-D, yaitu *define*, *design*, dan *develop*. Tahap pengembangan dimulai dengan analisis kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, analisis konsep, serta perancangan modul yang mengintegrasikan diferensiasi konten, proses, dan produk dengan

prinsip pembelajaran yang bermakna (*meaningful*), berkesadaran (*mindful*), dan menggembirakan (*joyful*), kemudian dilanjutkan dengan validasi oleh ahli, revisi, serta uji coba kepada peserta didik hingga menghasilkan produk akhir yang layak digunakan. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul memenuhi kategori sangat valid dari aspek isi, penyajian, kebahasaan, dan tampilan, sedangkan hasil respons guru dan peserta didik menunjukkan tingkat kepraktisan sebesar 88% dengan kategori sangat praktis, yang mengindikasikan bahwa modul mudah digunakan dan mampu mendukung implementasi pembelajaran diferensiasi secara optimal. Keefektifan modul juga terbukti melalui peningkatan hasil belajar peserta didik yang ditunjukkan oleh nilai N-Gain sebesar 0,74 (kategori tinggi/sangat efektif), hasil Paired Sample t-Test yang menunjukkan perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* (Sig. = 0,000 < 0,05), serta nilai effect size sebesar 3,53 (kategori besar), sehingga modul ajar diferensiasi berbasis Deep Learning dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran materi Sistem Periodik Unsur.

Berdasarkan hasil penelitian serta keterbatasan yang ditemukan selama pelaksanaan penelitian, disarankan agar guru melakukan asesmen diagnostik sebelum menerapkan modul ajar diferensiasi berbasis Deep Learning untuk mengidentifikasi kesiapan belajar, minat, dan profil belajar peserta didik sehingga strategi diferensiasi konten, proses, dan produk dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing peserta didik. Sekolah juga diharapkan memberikan dukungan melalui pelatihan, komunitas belajar, dan pendampingan bagi guru dalam mengembangkan serta mengimplementasikan perangkat pembelajaran berbasis diferensiasi dan Deep Learning agar penerapannya berlangsung secara konsisten dan berkelanjutan. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini masih terbatas pada tahap *develop* dan uji coba pada satu kelas, sehingga disarankan untuk melanjutkan hingga tahap *disseminate* dengan melibatkan sekolah atau kelas yang lebih beragam, serta mengkaji pengaruh modul ajar terhadap kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, motivasi belajar, dan keterampilan kolaborasi peserta didik guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas modul ajar berbasis Deep Learning.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, D., Suryani, N., & Wibowo, A. (2025). Deep learning approach in secondary education: A systematic review. *Journal of Educational Research*, 18(2), 115–128.
- Aransyah, M., Kurniawan, D., & Putri, S. (2023). Pengembangan modul ajar Kurikulum Merdeka berbasis kebutuhan peserta didik. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 12(3), 212–223.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2021). *Dasar-dasar evaluasi pendidikan*. Bumi Aksara.

- Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9454-7>
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4th ed.). Open University Press.
- Brady, J. E., & Senese, F. (2012). *Chemistry: Matter and its changes* (6th ed.). Wiley.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- **Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C., & Woodward, P. (2018). *Chemistry: The central science* (14th ed.). Pearson.
- Chang, R., & Goldsby, K. (2016). *Chemistry* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Daryanto. (2013). *Inovasi pembelajaran efektif*. Yrama Widya.
- Dewa Ayu, N., Putri, A., & Wijayanti, R. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka dalam pengembangan perangkat pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Nasional*, 8(2), 75–84.
- Ebbing, D. D., & Gammon, S. D. (2016). *General chemistry* (11th ed.). Cengage Learning.
- Effendy. (2017). *Ilmu kimia untuk siswa SMA dan MA*. Bayumedia Publishing.
- Faiz, A., Parhan, M., & Ananda, R. (2022). Paradigma baru pendidikan dalam implementasi Kurikulum Merdeka. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 5877–5889. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3149>
- Farhana, I. (2023). *Merdekakan pikiran dengan Kurikulum Merdeka*. Lindan Bestari.
- Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2018). *Deep learning: Engage the world, change the world*. Corwin Press. <https://doi.org/10.4135/9781506368603>
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. Indiana University.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203181522>
- Hidayah, N., Rahmawati, D., & Azizah, N. (2023). Pengembangan perangkat pembelajaran berdiferensiasi pada Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(2), 145–156.
- Hikmawati, F. (2020). *Metodologi penelitian* (4th ed.). Rajawali Pers.
- Ibrahim, A., Alang, A. H., Madi, B., Ahmad, M. A., & Darmawati. (2018). *Metodologi penelitian*. Gunadarma Ilmu.
- Jannah, N. (2023). Peningkatan kemampuan guru menyusun modul ajar Kurikulum Merdeka melalui pelatihan oleh pengawas sekolah. *Jurnal Terapan Pendidikan Dasar dan Menengah*, 3(1), 53–59. <https://doi.org/10.28926/jtpdm.v3i1.814>
- Joseph, S., Thomas, M., Simonette, G., & Ramsook, L. (2013). The impact of differentiated instruction in the classroom. *International Journal of Higher Education*, 2(3), 28–34. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v2n3p28>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. (2022). *Panduan pembelajaran dan asesmen pada Kurikulum Merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. (2024). *Kajian akademik Kurikulum Merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2025). *Naskah akademik pembelajaran mendalam (deep learning)*. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan.
- Malik, A., & Chusni, M. M. (2018). *Metodologi penelitian kuantitatif*. Deepublish.
- Marlina. (2020). *Strategi pembelajaran berdiferensiasi di sekolah inklusif*. CV Afifa Utama.
- Maulida, U. (2022). Pengembangan modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka. *Tarbawi: Jurnal Pemikiran dan Pendidikan Islam*, 5(2), 130–138. <https://doi.org/10.51476/tarbawi.v5i2.392>

- Mudjanto, A., Prasetyo, H., & Kurniawan, T. (2026). Deep learning implementation in science education. *Journal of Educational Innovation*, 14(1), 55–69.
- Nasution, S. (2011). *Berbagai pendekatan dalam proses belajar mengajar*. Bumi Aksara.
- Nesri, F., & Kristanto, Y. D. (2020). Pengembangan modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 6(2), 145–156.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203862001>
- Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 56 Tahun 2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran. (2022).
- Prastowo, A. (2018). *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif*. Diva Press.
- Program Studi Magister Pendidikan Kimia, Universitas Mulawarman. (2019). *Pedoman penulisan tesis*.
- Purba, M., Saad, M. Y., & Falah, M. (2021). *Pembelajaran berdiferensiasi*. Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- Rahayu, R., Rosita, R., Rahayuningsih, Y. S., Hernawan, A. H., & Prihantini. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar di sekolah penggerak. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 6313–6319. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3237>
- Rahmawati, D., Hidayah, N., & Sari, P. (2024). Efektivitas modul ajar diferensiasi dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Pendidikan Sains*, 12(1), 45–56. <https://doi.org/10.70820/staiyaptippasamanbarat.v10i1.508>
- Riduwan. (2010). *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Alfabeta.
- Riduwan. (2019). *Dasar-dasar statistika*. Alfabeta.
- Sahir, S. H. (2021). *Metodologi penelitian*. KBM Indonesia.
- Sanjaya, W. (2015). *Perencanaan dan desain sistem pembelajaran*. Kencana.
- Sari, P., Rahmawati, D., & Hidayah, N. (2023). Pengembangan modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka pada pembelajaran kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 9(2), 90–101.
- Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36(1–2), 111–139. <https://doi.org/10.1007/s11165-005-3917-8>
- Silberberg, M. S. (2015). *Chemistry: The molecular nature of matter and change*. McGraw-Hill Education.
- Subban, P. (2006). Differentiated instruction: A research basis. *International Education Journal*, 7(7), 935–947.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D)*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.