

Pengembangan Media Interaktif Berbasis Model Pembelajaran Discovery Learning Pada Materi Stoikiometri

Isro' Indah Sari^{*1}, Muhammad Muhyi²

¹Magister Teknologi Pendidikan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Indonesia

²Dosen Magister Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Indonesia

Email: ¹isroindahsari@gmail.com, ²muhyi@unipasby.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya pemahaman konseptual siswa pada materi stoikiometri yang bersifat abstrak dan membutuhkan kemampuan representasi simbolik serta perhitungan kimia secara matematis. Guru juga memerlukan model pembelajaran inovatif yang siap pakai dan terintegrasi teknologi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan proses pengembangan, menguji validitas, mengkaji kepraktisan, serta melihat efektivitas media interaktif berbasis model pembelajaran *Discovery Learning* pada materi stoikiometri di SMAN 22 Surabaya. Penelitian ini menggunakan model R&D dengan pendekatan 4D yang meliputi tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Pada tahap *define* dilakukan analisis kebutuhan melalui angket siswa, angket guru, dan wawancara yang menunjukkan bahwa materi stoikiometri masih dianggap sulit. Tahap *design* menghasilkan rancangan media berbentuk *flipbook* yang terintegrasi dengan Canva, YouTube, dan Quiziz berdasarkan sintak *Discovery Learning*. Tahap *develop* dilakukan melalui validasi ahli materi dan ahli media serta uji coba terbatas. Teknik pengumpulan data menggunakan angket, wawancara, observasi, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan: (1) proses pengembangan media dilaksanakan secara sistematis, reflektif, dan adaptif; (2) validasi ahli materi mencapai 100% dan validasi ahli media mencapai 97,73% (sangat layak); (3) rata-rata skor kepraktisan 3,50 (sangat baik) pada uji coba terbatas, dan pada uji coba lapangan seluruh siswa (100%) memberikan respons sangat setuju pada seluruh aspek; (4) media interaktif terbukti efektif meningkatkan hasil belajar dengan kenaikan rata-rata dari 53,58 menjadi 80,86 dan peningkatan ketuntasan belajar dari 13,9% menjadi 100%. Disimpulkan bahwa media interaktif berbasis model pembelajaran *Discovery Learning* pada materi stoikiometri telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sehingga layak digunakan sebagai inovasi pembelajaran kimia di tingkat SMA.

Kata kunci: *Discovery Learning, Media Interaktif, Model 4D, Pembelajaran Kimia, Stoikiometri.*

Development of Interactive Media Based on the Discovery Learning Model on Stoichiometry Material

Abstract

This research was motivated by the low level of conceptual understanding among students on stoichiometry, a topic that is abstract in nature and requires symbolic representation skills as well as mathematical chemical calculations. Teachers also need innovative, ready-to-use learning models integrated with technology. This study aims to describe the development process, test validity, examine practicality, and analyze the effectiveness of interactive media based on the Discovery Learning model on stoichiometry at SMAN 22 Surabaya. This study employed a Research and Development (R&D) method using the 4D development approach, consisting of Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The Define stage conducted a needs analysis through student questionnaires, teacher questionnaires, and interviews revealing stoichiometry as a difficult topic. The Design stage produced a flipbook-based media design integrated with Canva, YouTube, and Quizizz based on Discovery Learning syntax. The Develop stage involved expert validation and limited trials. Data were collected through questionnaires, interviews, observations, and documentation, analyzed using descriptive quantitative and qualitative methods. The results indicate: (1) the development process was carried out systematically, reflectively, and adaptively; (2) content expert validation reached 100% and media expert validation reached 97.73% (very feasible); (3) the average practicality score was 3.50 (very good) in the limited trial, and in the field trial all students (100%) strongly agreed on all aspects; (4) the interactive media proved effective in increasing the average score from 53.58 to 80.86 and improving learning mastery from 13.9% to 100%. It is concluded that the interactive media based on the Discovery Learning model for stoichiometry has met the criteria of validity, practicality, and effectiveness, suitable as an innovation in chemistry learning at the senior high school level.

Keywords: *4D Model, Discovery Learning, Interactive Media, Material Chemistry Learning, Stoichiometry.*

1. PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki fungsi esensial dalam mendukung pembangunan suatu bangsa. Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 Pasal 1 ayat 1 tentang Sistem Pendidikan Nasional merumuskan pendidikan sebagai usaha terstruktur dan sadar guna mewujudkan suasana pengajaran yang membuat peserta didik mengembangkan dirinya secara aktif, mencakup dimensi spiritual, pengendalian diri, pembentukan karakter, kecerdasan, moealitas, dan keterampilan. Namun, kenyataannya kualitas sumber daya manusia di Indonesia masih perlu ditingkatkan, dan rendahnya mutu pendidikan menjadi salah satu penghambat percepatan pembangunan (Irdawati, 2021).

Dalam era digital yang terus berkembang, teknologi informasi diharapkan dapat memberi kontribusi positif yang signifikan dalam sektor pendidikan. Pemilihan model dan media pengajaran yang sesuai pun berpengaruh besar terhadap keberhasilan proses belajar mengajar. Salah satu model yang dapat diterapkan untuk mencapai tujuan pembelajaran adalah *Discovery Learning*. Model ini menekankan pada penemuan konsep oleh siswa secara mandiri sehingga dapat memperdalam pemahaman dan mengasah kemampuan berpikir kritis (Khoiriyah, 2024). Tahapan dalam model ini meliputi stimulasi, identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, verifikasi, dan generalisasi (Pernandes, 2020).

Pembelajaran kimia di tingkat SMA berperan penting dalam membentuk kemampuan berpikir ilmiah dan keterampilan pemecahan masalah siswa. Salah satu tantangan utamanya adalah mengajarkan konsep abstrak menjadi lebih mudah dipahami, terutama pada materi stoikiometri. Materi stoikiometri merupakan salah satu pokok bahasan esensial namun sering dianggap sulit oleh siswa karena membutuhkan pemahaman konsep kuantitatif (mol, massa, jumlah partikel, volume molar gas) dan perhitungan kimia matematis (Lestari, 2021). Kesulitan umum siswa meliputi kesalahan konversi satuan mol, kurangnya pemahaman hubungan antarkonsep, kesulitan menyetarakan koefisien reaksi, dan ketergantungan pada hafalan rumus tanpa pemahaman konseptual.

Media interaktif merupakan alat bantu pembelajaran yang memungkinkan terjadinya interaksi dua arah antara siswa dengan konten pembelajaran berbasis teknologi (Mayer, 2024). Penelitian Sani dan Rizkiyah (2022) menunjukkan bahwa media interaktif berbasis *Discovery Learning* memenuhi kriteria validitas, kepraktisan dengan skor rata-rata di atas 85%, serta efektivitas melalui peningkatan kinerja siswa pada tes pemahaman konsep. Penelitian Wulandari dan Yahmin (2023) juga membuktikan bahwa kelompok siswa yang belajar dengan simulasi digital terintegrasi *Discovery Learning* memiliki pemahaman konseptual stoikiometri yang lebih baik dibandingkan kelas konvensional.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendeskripsikan proses pengembangan media interaktif berbasis model pembelajaran *Discovery Learning* pada materi stoikiometri di SMAN 22 Surabaya; (2) menilai kualitas validitas media berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media; (3) menguji tingkat kepraktisan media dalam penerapannya di kelas; serta (4) menguji keefektifan media interaktif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi stoikiometri.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian pengembangan ini dilaksanakan di SMAN 22 Surabaya dengan subjek penelitian adalah siswa kelas X-10 yang berjumlah 36. Penelitian ini berlangsung pada semester genap tahun ajaran 2025/2026, yakni sekitar bulan Januari hingga April 2026. Pemilihan lokasi didasarkan pada kebutuhan di lapangan, yaitu rendahnya konseptual siswa pada materi stoikiometri serta kebutuhan guru terhadap model pembelajaran inovatif yang terintegrasi teknologi.

2.2. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) dengan tujuan menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2022). Produk yang dikembangkan adalah media interaktif berbasis model pembelajaran *Discovery Learning* pada materi stoikiometri. Pendekatan yang digunakan adalah gabungan pendekatan kualitatif dan kuantitatif (Creswell & Plano Clark, 2023).

Desain pengembangan mengadaptasi model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang dikemukakan oleh Thiagarajan dan Semmel (1974). Penelitian bersifat deskriptif-kualitatif pada tahap analisis kebutuhan serta revisi produk berdasarkan saran validator, dan bersifat eksperimen-kuantitatif pada tahap pengolahan angka skor kelayakan (skala Likert) serta persentase respon kepraktisan produk di lapangan. Model ini dipilih karena

tahapannya sistematis, logis, dan cocok untuk pengembangan produk pembelajaran. Pada tahap *Define* dilakukan analisis kebutuhan melalui analisis awal-akhir, analisis siswa, analisis konsep, dan perumusan tujuan. Tahap *Design* menghasilkan rancangan media interaktif berbentuk *flipbook* digital yang terintegrasi dengan Canva, YouTube, dan Quiziz. Tahap *Develop* dilakukan melalui validasi ahli materi dan ahli media, diikuti uji coba terbatas 5 siswa di kelas X. tahap *Disseminate* diimplikasikan secara terbatas berupa uji coba lapangan pada satu kelas penuh di SMAN 22 Surabaya.

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dirancang secara komprehensif menggunakan empat instrumen utama:

- Angket: Digunakan pada tahap *Define* untuk mengidentifikasi analisis kebutuhan siswa (33 siswa kelas XII-3) dan guru (4 guru), serta tahap *Develop* digunakan lembar validasi dalam bentuk lembar penilaian skala Likert (1-4) bagi validator ahli materi dan ahli media, angket respon siswa pada uji coba terbatas (5 siswa), serta tahap *Disseminate* angket respon kepraktisan siswa pada uji coba lapangan (36 siswa).
- Wawancara: Dilakukan secara terstruktur dengan empat orang guru kimia di SMAN 22 Surabaya guna menggali kendala nyata di lapangan, karakteristik gaya belajar siswa, serta pandangan mereka terhadap efektivitas sintaks *Discovery Learning*.
- Observasi: dilakukan secara langsung untuk mengamati keterlaksanaan sintaks pembelajaran dan aktivitas keterlibatan digital siswa selama proses uji coba di kelas, serta untuk mengukur efektivitas media digunakan instrumen tes berupa *pre-test* dan *post-test* yang diberikan kepada 36 siswa kelas X-10 dengan KKM yang di tetapkan sebesar 75.
- Dokumentasi: Berupa foto kegiatan, catatan observasi, dan hasil validasi.

2.4. Teknik Pengolahan Data

Data yang dikumpulkan dianalisis dengan teknik statistik deskriptif.

- Data Kualitatif: Berupa kritik, masukan, wawancara, dan saran perbaikan dari validator ahli maupun praktisi dianalisis secara deskriptif untuk menjadi landasan dalam merevisi prototipe produk.
- Data Kuantitatif: Berupa skor angket dari penelitian validator dan angket respon siswa di hitung menggunakan rumus persentase kelayakan:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Jumlah Skor dari semua Validator}}{\text{Jumlah Validator}} \quad (1)$$

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah Skor yang Diperoleh}}{\text{Jumlah Skor Maksimal}} \times 100\% \quad (2)$$

- Kriteria kevalidan dan kepraktisan ditentukan berdasarkan interval skor konversi skala Likert, kriteria kategori ditetapkan sebagai berikut: skor 3,26–4,00 (sangat baik), 2,51–3,25 (baik), 1,76–2,50 (kurang), dan 1,00–1,75 (sangat kurang), dimana produk dikatakan layak uji jika mendapatkan persentase > 70% atau berkategori “Sangat Baik atau Sangat Valid”.
- Efektivitas media diukur berdasarkan perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* serta persentase ketuntasan belajar (jumlah siswa yang mencapai KKM > 75).

2.5. Teknik Keabsahan Data

Keabsahan data dalam penelitian ini diperoleh melalui:

- Validitas Isi: Melalui validasi oleh ahli materi (dosen kimia) dan ahli media (dosen teknologi pendidikan).
- Triangulasi Sumber: Membandingkan data dari angket siswa, angket guru, dan wawancara mendalam dengan guru-guru, dan hasil observasi keterlaksanaan di kelas selama masa implementasi.
- Revisi produk berdasarkan masukan validator, hasil uji coba terbatas, dan hasil uji coba lapangan.
- Temuan penelitian ini dikonfirmasi dengan penelitian-penelitian relevan sebelumnya (Rahayu & Yermadesi, 2022; Wulandari & Yahmin, 2023; Sani & Rizkiyah, 2022) sebagai bentuk member checking secara empiris.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Proses Pengembangan Media Interaktif

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media interaktif berbasis *Discovery Learning* berhasil dikembangkan dalam bentuk *flipbook* digital yang terintegrasi dengan Canva, YouTube, dan Quiziz. Produk disusun berdasarkan sintaks *Discovery Learning* yang meliputi stimulasi, identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, verifikasi, dan generalisasi.

a. Hasil Analisis Kebutuhan (Tahap *Define*)

- Analisis Siswa & Kebutuhan: Angket diisi oleh 33 siswa kelas XII-3 SMAN 22 Surabaya sebagai subyek studi pendahuluan. Ditemukan bahwa 65% siswa mengaku cepat bosan dengan metode ceramah monolog, dan 100% siswa menyatakan membutuhkan media pembelajaran interaktif yang segar. Di sisi lain, 70% siswa merasa lebih mudah menyerap materi kimia jika dilibatkan dalam pembelajaran berbasis penemuan (*discovery*).
- Analisis Guru & Wawancara: Wawancara mendalam pada 1-8 April 2026 bersama empat guru kimia (pak Yudi, Bu Anisah, Bu Rahayu, dan Pak Ndaru) mengungkap fakta bahwa 75% guru sepakat stoikiometri adalah materi tersulit karena abstrak. Kendala siswa meliputi lemahnya rasio matematis dan konversi satuan. Guru menyetujui bahwa *Discovery Learning* sangat cocok untuk stoikiometri, namun mengeluhkan tantangan teknis dalam merancang media interaktif yang mandiri. Seluruh guru (100%) menyatakan mendukung penuh adanya bahan ajar digital siap pakai yang mengintegrasikan media interaktif ke dalam sintaks pembelajaran.

b. Hasil Perancangan (Tahap *Design*)

Tahap ini menghasilkan prototipe produk awal berupa bahan ajar digital berbentuk *flipbook* interaktif yang dikonversi dari platform Canva. Di dalam *flipbook* tersebut, disisipkan visualisasi video animasi (YouTube) untuk level submikroskopis zat kimia dan alat evaluasi interaktif berupa kuis (Quiziz) yang dirancang selaras dengan enam langkah sintaks *Discovery Learning* pada materi hukum dasar kimia dan konsep mol.

c. Hasil Uji Coba Terbatas (Tahap *Develop*)

Uji coba terbatas pada 5 siswa kelas X-10 menunjukkan rata-rata skor keseluruhan 3,50 (kategori sangat baik) dengan rincian: Kualitas Media Interaktif (3,36), Penerapan Model *Discovery Learning* (3,43), Kemudahan Penggunaan (3,80), dan Dampak terhadap Pemahaman & Motivasi (3,47). Seluruh siswa (100%) menyatakan media dapat digunakan tanpa bantuan guru.

d. Hasil uji Coba Lapangan (Tahap *Disseminate*)

Pada uji coba lapangan dengan satu kelas penuh, seluruh siswa (100%) memberikan respon sangat setuju pada semua aspek yang diukur, meliputi kualitas media, penerapan *Discovery Learning*, kemudahan penggunaan, serta dampak terhadap pemahaman dan motivasi.

3.1.2. Hasil Validasi Ahli

Validasi dilakukan oleh 2 orang ahli. Validasi ahli materi dilakukan oleh Intan Ayu Kusuma Pramushinta, S.Si., M.Si. (Dosen Kimia, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya) pada tanggal 5 Februari 2026, mencakup tiga aspek: kesesuaian dengan kurikulum, keakuratan konsep kimia, dan penyajian materi.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Jumlah Item	Skor Max	Skor Diperoleh	Persentase	Kategori
Kesesuaian dengan Kurikulum	3	12	12	100%	Sangat Layak
Keakuratan Konsep Kimia	4	16	16	100%	Sangat Layak
Penyajian Materi dalam Media	2	8	8	100%	Sangat Layak
Total	9	36	36	100%	Sangat Layak

Validasi ahli media dilakukan oleh Dr. Adi Bandono, M.Pd. (Ahli Teknologi Pendidikan, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya) pada tanggal 10 April 2026, mencakup empat aspek penilaian: tampilan dan visual, fungsionalitas dan interaksi, kinerja dan teknis, serta kesesuaian pembelajaran.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek Penilaian	Jumlah Item	Skor Maksimal	Skor Diperoleh	Persentase	Kategori
Tampilan dan Visual	3	12	11	91,67%	Sangat Layak
Fungsionalitas dan Interaksi	4	16	16	100%	Sangat Layak
Kinerja dan Teknis	2	8	8	100%	Sangat Layak
Kesesuaian Pembelajaran	2	8	8	100%	Sangat Layak
Total	11	44	43	97,73%	Sangat Layak

3.1.3. Kepraktisan Media interaktif

Kepraktisan media diukur melalui uji coba terbatas pada 5 siswa kelas X-10 (Alicia, Raffa, Bunga, Kerrenh, Very) dan uji coba lapangan pada 36 siswa. Hasil uji coba terbatas menunjukkan rata-rata skor keseluruhan 3,50 yang termasuk kategori sangat baik, dengan rincian: aspek kualitas media interaktif (3,36), penerapan model *Discovery Learning* (3,43), kemudahan penggunaan (3,80), dan dampak terhadap pemahaman dan motivasi (3,47). Pada uji coba lapangan, seluruh siswa (100%) memberikan respons sangat setuju pada semua indikator yang mencakup kualitas media, penerapan *Discovery Learning*, kemudahan penggunaan, dan dampak terhadap pemahaman dan motivasi belajar.

3.1.4. Efektivitas Media Interaktif

Efektivitas media diukur berdasarkan perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* pada 36 siswa kelas X-10 SMAN 22 Surabaya. Hasil menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan sebagaimana disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Ringkasan Efektivitas Media Interaktif *Discovery Learning*

Indikator Efektivitas	Sebelum (Pre-test)	Sesudah (Post-test)
Nilai rata-rata kelas	53,58	80,86
Jumlah siswa tuntas (≥ 75)	5 siswa (13,9%)	36 siswa (100%)
Nilai tertinggi	86	89
Nilai terendah	18	75
Peningkatan rata-rata	+27,28 poin (50,9%)	
Respons positif siswa (angket)	100% (Sangat Setuju)	

Peningkatan paling signifikan terjadi pada siswa berkemampuan rendah: Eliscea Christin Akede meningkat dari 18 menjadi 75 (+57 poin), Marsella Angelina Chandra dari 25 menjadi 81 (+56 poin), dan Aurra Fitri Nur Sya'adah dari 25 menjadi 75 (+50 poin). Hal ini mengindikasikan bahwa media interaktif mampu bertindak sebagai instrumen *scaffolding* digital yang menjembatani kesulitan konseptual siswa dengan kemampuan awal rendah.

3.2. Pembahasan

3.2.1. Proses Pengembangan yang Sistematis, Reflektif, dan Adaptif

Proses pengembangan media interaktif berbasis model *Discovery Learning* dalam penelitian ini berhasil dilaksanakan secara sistematis, reflektif, dan adaptif melalui keempat tahapan model 4D. keberhasilan proses ini secara teoritis didukung oleh *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML) dari Mayer (2024), yang menyatakan bahwa pembelajaran menjadi lebih efektif apabila informasi disajikan melalui saluran ganda (verbal dan visual) secara seimbang. Setiap komponen teknologi yang dipilih yaitu, Canva untuk visualisasi, YouTube untuk pengumpulan data audio visual, dan Quiziz untuk umpan balik interaktif dan merepresentasikan penerapan prinsip CTML secara terintegrasi. Secara empiris, pendekatan pengembangan berbasis analisis kebutuhan nyata ini sejalan dengan temuan Rahayu dan Yermadesi (2022) yang menunjukkan bahwa modul berbasis Guided *Discovery Learning* yang dikembangkan secara sistematis terbukti efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi stoikiometri.

3.2.2. Validitas Tinggi sebagai Jaminan Kelayakan Akademis

Capaian validasi ahli materi sebesar 100% dan ahli media sebesar 97,73% mengonfirmasikan bahwa media interaktif ini telah memenuhi standar kelayakan teoritis dan praktis. Tingginya validitas isi mengindikasikan bahwa konten stoikiometri disajikan secara akurat, selaras dengan Capaian Pembelajaran Kurikulum Mendalam, dan bebas dari miskonsepsi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Sari et al (2022) dan Wulandari & Yahmin (2023) yang menunjukkan bahwa integrasi simulasi digital dalam pembelajaran kimia memenuhi kriteria validitas tinggi melalui tinjauan para ahli. Catatan perbaikan dari validator yaitu penambahan contoh soal dari ahli materi, serta penyesuaian tipografi dan kontras warna dari ahli media, ini merupakan bukti bahwa validitas tinggi secara persentase tidak serta merta mencerminkan kesempurnaan produk, melainkan menunjukkan telah terpenuhinya indikator minimal yang ditetapkan.

3.2.3. Kepraktisan sebagai Bukti Kemudahan Implementasi

Tingkat kepraktisan yang sangat tinggi, tercermin dari skor rata-rat 3,50 pada uji coba terbatas dan 100% respon sangat setuju pada uji coba lapangan, membuktikan bahwa media ini mudah diimplementasikan oleh guru dan digunakan secara mandiri oleh siswa. Secara teoritis, tingkat kepraktisan ini dipengaruhi oleh terpenuhinya prinsip *signaling* (memberi penanda visual pada instruksi penting), sehingga meminimalkan *extraneous cognitive load* pada siswa. Fakta bahwa seluruh siswa dapat mengoperasikan media secara mandiri tanpa bantuan guru secara intensif menegaskan bahwa produk ini telah memenuhi kriteria sebagai sumber belajar mandiri yang efektif. Temuan ini mendukung penelitian Sofyan (2021) yang menyatakan bahwa alur *Discovery Learning* yang jelas dan terstruktur secara konsisten mampu menstimulasi aktivitas belajar siswa secara mandiri.

3.2.4. Efektivitas sebagai Bukti Dampak Pembelajaran yang Nyata

Peningkatan nilai rata-rata dari 53,58% menjadi 80,86 (kenaikan 27,28 poin atau 50,9%) dan lonjakan ketuntasan belajar dari 13,9% menjadi 100% merupakan bukti empiris yang sangat kuat mengenai efektivitas media interaktif berbasis *Discovery Learning* (pendekatan konstruktivistik Bruner) dengan media interaktif berhasil mereduksi karakter abstrak materi stoikiometri. Visualisasi tingkat makroskopis (fenomena nyata) dihubungkan dengan tingkat submikroskopis (struktur partikel) dan simbolik (perhitungan kimia) secara harmonis, sesuai dengan CTML (Mayer, 2024). Dampak tertinggi pada siswa berkemampuan rendah mengonfirmasi bahwa media ini berfungsi sebagai instrumen *scaffolding* digital yang efektif. Temuan ini mengonfirmasi penelitian Wulandari dan Yahmin (2023) serta Debora dan Simangunsong (2020) yang membuktikan bahwa kelompok siswa yang memanfaatkan media digital terintegrasi *Discovery Learning* memiliki pemahaman konseptual yang jauh lebih unggul dibandingkan kelas konvensional. Media tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu penyampaian materi, tetapi juga sebagai sarana untuk memfasilitasi proses konstruksi pengetahuan siswa secara aktif dan bermakna.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa: (1) Proses pengembangan media interaktif berbasis model pembelajaran *Discovery Learning* pada materi stoikiometri di SMAN 22 Surabaya dilaksanakan secara sistematis, reflektif, dan adaptif menggunakan model 4D ((*Define, Design, Develop, Disseminate*)), menghasilkan *flipbook* digital 42 halaman yang terintegrasi dengan Canva, YouTube, dan Quiziz; (2) Media interaktif yang dikembangkan dinyatakan sangat valid, dengan validasi ahli materi mencapai 100% dan validasi ahli media mencapai 97,73%, menunjukkan bahwa produk telah memenuhi kelayakan isi, konstruksi, dan penyajian sesuai dengan kurikulum; (3) Media interaktif dinyatakan sangat praktis dengan rata-rata skor kepraktisan 3,50 pada uji coba terbatas dan 100% respon sangat setuju dari seluruh siswa pada uji coba lapangan, membuktikan kemudahan implementasi dan penggunaan mandiri oleh siswa; (4) Media interaktif terbukti efektif meningkatkan hasil belajar siswa dengan kenaikan nilai rata-rata dari 53,58 menjadi 80,86 (peningkatan 50,9%) dan peningkatan ketuntasan belajar dari 13,9% menjadi 100% didukung oleh 100% respon positif siswa terhadap dampak pembelajaran.

Dengan demikian, media interaktif berbasis model pembelajaran *Discovery Learning* pada materi stoikiometri yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif, sehingga layak digunakan sebagai inovasi pembelajaran kimia di tingkat SMA. Penelitian lanjutan disarankan mencakup uji coba skala luas dengan desain eksperimen, pengembangan konten kimia abstrak lainnya, penambahan fitur learning analytics, pengembangan versi offline, serta penelitian longitudinal untuk mengukur daya retensi pemahaman siswa jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. W. & P. C. V. L. Creswell, *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (4th ed.), Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2023.
- [2] A. J. M. & J. Dzuuljalali, "Keefektifan Model Discovery Learning Dengan dibantu Media Quizizz Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa-siswi Kelas XI MIPA 3 SMA KARTIKA XX-1 Makassar (Studi Pada Materi Laju Reaksi)," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia*, 4(3), p. 84 – 92Doi: <https://doi.org/10.35580/chemedu.v4i3.47805>, 2023.
- [3] H. A. & H. Firmansyah, "Peningkatan Model Discovery Learning Dengan dibantu Media Quizizz Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar IPASiswa-siswi SMP," *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Belajar*, 6(2), p. 1237 12308. <https://doi.org/10.31970/pendidikan.v6i2.1202>, 2024.
- [4] I. Irdawati, "PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN DISCOVERY LEARNING TERHADAP HASIL BELAJAR KOGNITIF PESERTA DIDIK KELAS X MIA SMA SANTO PAULUS MANOKWARI PADA MATERI SISTEM PERIODIK UNSUR," *Arfak Chem: Chemistry Education Journal*, 4(1), p. 273–280.<https://doi.org/10.30862/accej.v4i1.312>, 2021.
- [5] S. M. & U. L. Khoiriyah, "Model Discovery Learning Sebagai Upaya Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Pada Pengajaran Ipa Di Sekolah Dasar," *JPGMI*, 10(1), p. 33 – 44, 2024.
- [6] A. e. a. Lehipko, "Exploring interactivity effects on learners' sense of agency, cognitive engagement, and learning outcomes," Elsevier, 2024.
- [7] D. & M. A. Lestari, "Pengaruh media interaktif terhadap hasil belajar kimia pada materi stoikiometri," *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1), p. 45–56, 2021.
- [8] T. C. M. P. W. H. A. W. A. S. M. Muhyi, *Desain Penelitian & Pengembangan Penerapan dalam Pendidikan Jasmani*, yogyakarta: Andi, 2025.
- [9] R. E. Mayer, "Evidence-based principles for designing effective instructional multimedia / The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (3rd ed.)," (ringkasan dan ulasan terkini ada di Mayer Lab dan publikasi 2024)., 2024.
- [10] M. B. H. A. M. & S. J. Miles, *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*, California: Sage Publications, 2020.
- [11] F. I. & R. W. Sani, "Utilization of Quipper School As a Media Based on Information Technology in Islamic Religious Education Learning (At Sma N 1 Sidareja Cilacap)," *Jurnal Ilmu Pendidikan Ahlussunnah*, pp. 38–50. <http://ojs.stkip-ahlussunnah.ac.id/index.php/jipa/article/view/190%0A>, 2022.
- [12] N. & I. T. Sari, "Development of Interactive Learning Media Using 4D Model," *International Journal of Instructional Technology*, 6(2), p. 45–55, 2023.
- [13] A. D. B. & P. E. P. Simangunsong, "Pengembangan Modul Kimia Dasar Berbasis Discovery Learning pada Materi Stoikiometri," *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(6), p. 4415–4425. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i61472>. , 2021.
- [14] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2022.
- [15] S. S. D. S. & S. M. I. Thiagarajan, *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*, Minneapolis, Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota, 1974.