

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS
ANDROID BERBANTUAN WEB KODULAR UNTUK MATERI
IKATAN KIMIA KELAS XI SMA/MA SEDERAJAT**

**Development of Android-Based Learning Media Assisted by
Kodular Web for Chemical Bonding Material for
Grade XI SMA/MA and Equivalent**

Saputri Nurfalah, Lenny Anwar S, Rasmiwetti

Universitas Riau

saputri.nurfalah1719@student.unri.ac.id; lenny.anwar@lecturer.unri.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Apr 10, 2026	May 8, 2026	May 20, 2026	May 25, 2026

Abstract

The development of digital technology has had a major influence on the field of education, particularly in improving the quality of learning through the use of digital media. The use of Android-based learning media is one relevant alternative because smartphones have become part of students' daily activities. In chemistry learning, chemical bonding material is often considered difficult to understand because it contains abstract concepts that cannot be observed directly, so learning media are needed that can visualize concepts more concretely and interactively. This study aims to develop Android-based learning media assisted by Web Kodular on chemical bonding material for Grade XI senior high school/Islamic senior high school or equivalent that is valid and obtains good user responses. This study used the Research and Development (R&D) method with a modification of the 4D development model into three stages, namely definition, design, and development. The developed product was validated by material validators, pedagogical validators, and media validators. The assessed aspects included content feasibility, presentation feasibility, instructional feasibility, language feasibility, technical

quality, instructional communication media, and effects on learning strategies. Subsequently, one-to-one trials were conducted with three students of different ability levels, along with user response testing involving teachers and students. The results showed that the Android-based learning media assisted by Web Kodular on chemical bonding material were declared valid based on the results of material, pedagogical, and media validation. In addition, user responses to the developed media were in the very good category. Teachers gave positive responses regarding the aspects of learning media use, media display, clarity of presentation, and motivation, whereas students gave positive responses regarding ease of use and navigation, display, material, and motivation. The conclusion of this study affirms that Android-based learning media assisted by Web Kodular are feasible for use as chemistry learning media on chemical bonding material for Grade XI senior high school/Islamic senior high school or equivalent.

Keywords: Learning Media; Android; Web Kodular; Chemical Bonding; Development Research.

Abstrak: Perkembangan teknologi digital memberikan pengaruh besar terhadap dunia pendidikan, khususnya dalam peningkatan kualitas pembelajaran melalui pemanfaatan media digital. Penggunaan media pembelajaran berbasis Android menjadi salah satu alternatif yang relevan karena *smartphone* telah menjadi bagian dari aktivitas sehari-hari murid. Dalam pembelajaran kimia, materi ikatan kimia sering dianggap sulit dipahami karena memuat konsep abstrak yang tidak dapat diamati secara langsung, sehingga diperlukan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep secara lebih konkret dan interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis Android berbantuan Web Kodular pada materi ikatan kimia kelas XI SMA/MA sederajat yang valid dan memperoleh respons pengguna yang baik. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan modifikasi model pengembangan 4D menjadi tiga tahap, yaitu pendefinisian, perancangan, dan pengembangan. Produk yang dikembangkan divalidasi oleh validator materi, validator pedagogik, dan validator media. Aspek yang dinilai meliputi kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan instruksional, kelayakan bahasa, kualitas teknis, media komunikasi pembelajaran, dan efek terhadap strategi pembelajaran. Selanjutnya, dilakukan uji coba satu-satu kepada tiga murid dengan tingkat kemampuan berbeda serta uji respons pengguna kepada guru dan murid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis Android berbantuan Web Kodular pada materi ikatan kimia dinyatakan valid berdasarkan hasil validasi materi, pedagogik, dan media. Selain itu, respons pengguna terhadap media yang dikembangkan berada pada kategori sangat baik. Guru memberikan respons positif pada aspek penggunaan media pembelajaran, tampilan media, kejelasan sajian, dan motivasi, sedangkan murid memberikan respons positif pada aspek kemudahan penggunaan dan navigasi, tampilan, materi, serta motivasi. Simpulan penelitian ini menegaskan bahwa media pembelajaran berbasis Android berbantuan Web Kodular layak digunakan sebagai media pembelajaran kimia pada materi ikatan kimia kelas XI SMA/MA sederajat.

Kata Kunci: Media Pembelajaran; Android; Web Kodular; Ikatan Kimia; Penelitian Pengembangan.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital saat ini membawa pengaruh besar bagi dunia pendidikan, terutama dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran. Penggunaan perangkat teknologi di dalam kelas diharapkan mampu membantu murid untuk belajar lebih mandiri, aktif, dan lebih mudah memahami materi pelajaran yang disampaikan (Salsabila et al., 2020). Sejalan dengan hal tersebut, Kurikulum Merdeka saat ini menuntut para pendidik untuk lebih kreatif dalam menciptakan suasana belajar yang menyenangkan serta inovatif (Cholilah dkk., 2023). Keberhasilan pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka ini sangat bergantung pada bagaimana guru memanfaatkan media pembelajaran yang ada untuk menarik minat belajar murid.

Transformasi media pembelajaran dari bentuk cetak ke arah digital menjadi hal yang penting untuk dilakukan saat ini. Penggunaan media berbasis android menjadi salah satu pilihan yang tepat karena hampir seluruh murid saat ini sudah memiliki dan menggunakan *smartphone* dalam aktivitas sehari-hari. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian oleh Anesya & Mansurdin (2023) menjelaskan bahwa pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis android dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih fleksibel, dimana murid dapat mengakses materi secara mandiri kapan saja dan di mana saja melalui perangkat mereka. Dengan adanya media digital yang menarik dan mudah diakses ini, keterbatasan waktu belajar di sekolah dapat diatasi karena murid memiliki kesempatan untuk mengulang materi secara mandiri di luar jam pelajaran.

Kimia sering kali dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dan membosankan bagi sebagian besar murid karena banyak konsepnya yang bersifat abstrak. Salah satu materi yang memerlukan bantuan visual adalah materi ikatan kimia, karena materi ini membahas interaksi atom yang tidak bisa dilihat secara langsung. Menurut Sari & Nasrudin (2022), penggunaan media visual digital dalam pembelajaran kimia sangat penting untuk membantu murid memahami konsep-konsep yang bersifat mikroskopis. Tanpa bantuan media yang tepat, murid biasanya hanya menghafal teori tanpa benar-benar memahami bagaimana proses ikatan itu terjadi.

Seiring dengan perkembangan teknologi, media pembelajaran berbasis android hadir sebagai solusi inovatif yang menawarkan aksesibilitas dan interaktivitas tinggi bagi murid. Penggunaan aplikasi android memungkinkan pembelajaran dilakukan secara mandiri (*self-paced learning*) dan mengatasi keterbatasan ruang serta waktu. Penelitian oleh Arista & Kuswanto

(2018) menunjukkan bahwa integrasi teknologi mobile dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar murid melalui visualisasi yang dinamis. Dalam pengembangannya, platform Kodular menjadi instrumen yang efektif bagi pendidik untuk menciptakan aplikasi pembelajaran tanpa harus menguasai bahasa pemrograman yang rumit karena menggunakan sistem *block programming* dengan konsep *drag and drop* (Nurjanah & Suprihatin, 2023).

Implementasi pembuatan media pembelajaran berbasis android ini mengandalkan *kodular creator 2025.8* sebagai perangkat lunak utama. Platform berbasis web tersebut memfasilitasi penyusunan aplikasi melalui sistem *block programming* yang mengusung konsep *drag and drop* (Arnaz dkk., 2022). Keunggulan sistem ini terletak pada kemampuannya menyederhanakan logika pemrograman yang rumit menjadi rangkaian blok visual yang komunikatif. Melalui fleksibilitas yang ditawarkan oleh Kodular, visualisasi materi ikatan kimia yang abstrak dapat dikonversi menjadi fitur-fitur interaktif yang lebih konkret dan mudah diakses oleh murid melalui perangkat seluler.

Kondisi pembelajaran di SMAN 19 Pekanbaru dan SMAN 17 Pekanbaru saat ini menunjukkan bahwa variasi media yang digunakan masih sangat terbatas. Berdasarkan wawancara dengan guru, proses belajar mengajar selama ini menggunakan model *discovery learning* dan *problem based learning* dan media *powerpoint* yang ditampilkan melalui proyektor. Hal ini menyebabkan antusiasme murid menurun, terutama jika pelajaran kimia dilakukan pada siang hari yang membuat murid cenderung merasa mengantuk dan kurang fokus. Meskipun guru menganggap media pembelajaran sangat penting untuk meningkatkan ketertarikan murid, namun pengembangan media digital yang spesifik seperti aplikasi berbasis android belum pernah dilakukan di sekolah tersebut.

Masalah belajar murid terlihat lebih nyata pada submateri tertentu seperti konfigurasi elektron, struktur lewis dan ikatan kovalen koordinasi. Dari hasil wawancara, diketahui bahwa banyak murid merasakan kesulitan saat harus memvisualisasikan bagaimana elektron tersebar dan cara menggambar titik-titik elektron dalam struktur lewis. Hal ini didukung oleh penelitian Vonari dkk. (2024) yang mengungkapkan bahwa salah satu kesulitan utama murid SMA pada materi ikatan kimia adalah memahami konsep abstrak mengenai susunan elektron dan penggambaran struktur Lewis. Oleh karena itu, diperlukan sebuah media yang bisa memetakan langkah-langkah menggambar struktur Lewis secara bertahap dan mudah dipahami.

Realisasi media pembelajaran berbasis android berbantuan Web Kodular merupakan solusi inovatif untuk menjawab tantangan pembelajaran digital yang menuntut kemandirian dan fleksibilitas akses bagi murid (Kuntari, 2023). Guru-guru memberikan respon positif terhadap pengembangan media ini karena mampu memfasilitasi penyajian materi secara lebih menarik melalui integrasi fitur interaktif, video, dan evaluasi dalam satu aplikasi. Penggunaan platform Kodular memungkinkan materi ikatan kimia dikemas secara sistematis menggunakan sistem *block programming* yang efektif untuk menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan dan tidak membosankan. Media yang memiliki desain visual dinamis dengan navigasi yang konsisten diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar, kreativitas, serta membantu pendidik menyampaikan konsep-konsep materi secara lebih efisien (Nurjanah & Suprihatin, 2023).

Aspek praktis bagi pendidik juga menjadi keunggulan utama karena media berbasis android ini dapat digunakan baik untuk pembelajaran mandiri maupun klasikal di kelas. Penggunaan aplikasi seluler dinilai jauh lebih efisien dan fleksibel karena dapat mengatasi keterbatasan fasilitas fisik di sekolah serta hambatan akses terhadap teknologi (Kuntari, 2023). Melalui kemudahan pengembangan tanpa kode yang rumit, aplikasi ini diproyeksikan menjadi aset sumber belajar berkelanjutan yang mampu meningkatkan kualitas hasil belajar serta literasi digital di lingkungan sekolah (Nurjanah & Suprihatin, 2023).

Meskipun sejumlah penelitian sebelumnya telah mengembangkan media pembelajaran berbasis android untuk mata pelajaran sains, sebagian besar penelitian masih fokus pada penyajian materi dalam bentuk teks dan evaluasi sederhana, belum mengintegrasikan fitur multimedia secara komprehensif seperti video pembelajaran, permainan edukatif, kuis interaktif, glosarium, serta akses belajar mandiri dalam satu aplikasi terintegrasi. Selain itu, penelitian mengenai pengembangan media berbasis Kodular pada materi ikatan kimia khususnya untuk mengatasi kesulitan visualisasi struktur Lewis dan konfigurasi elektron masih relatif terbatas. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian berupa keterbatasan media interaktif digital yang secara spesifik dirancang untuk membantu pemahaman konsep abstrak pada materi ikatan kimia sekaligus mendukung pembelajaran mandiri murid.

Berdasarkan pengamatan tersebut, keterbaruan penelitian ini terletak pada pengembangan media pembelajaran berbasis android berbantuan Web Kodular yang mengintegrasikan berbagai fitur multimedia dalam satu aplikasi, meliputi materi berbentuk infografis, video pembelajaran, kuis interaktif, permainan edukatif, glosarium, serta evaluasi

pembelajaran yang dapat digunakan secara fleksibel baik berani maupun luring. Media ini dirancang secara khusus untuk membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak pada materi ikatan kimia, terutama konfigurasi elektron, struktur Lewis, dan jenis-jenis ikatan kimia melalui visualisasi yang lebih konkret, sistematis, dan interaktif.

Fokus penelitian ini diarahkan pada pengembangan media pembelajaran berbasis android berbantuan Web Kodular untuk materi ikatan kimia kelas XI SMA/MA sederajat serta pengujian kelayakan media berdasarkan validasi ahli dan respon pengguna. Penelitian fokus pada aspek kelayakan isi, pedagogik, media, serta respon guru dan murid terhadap penggunaan media yang dikembangkan.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan media pembelajaran berbasis android berbantuan Web Kodular pada materi ikatan kimia kelas XI SMA/MA sederajat yang valid, praktis, dan layak digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, penelitian ini bertujuan mengetahui respon guru dan murid terhadap media yang dikembangkan sebagai alternatif pembelajaran yang lebih fleksibel, interaktif, dan mampu membantu siswa memahami konsep kimia yang abstrak. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian pengembangan dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Berbantuan Web Kodular Untuk Materi Ikatan Kimia Kelas XI SMA/MA Sederajat”.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development/Re&D*) dengan model pengembangan 4D yang dimodifikasi menjadi tiga tahap, yaitu mendefinisikan, merancang, dan mengembangkan (Muqdamien et al., 2021). Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga April 2026 di Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Riau. Subjek penelitian terdiri atas validator ahli, guru kimia, dan murid kelas XI dari SMA N 19 Pekanbaru serta SMA N 17 Pekanbaru. Validator terdiri dari satu ahli materi, satu ahli pedagogik, dan satu ahli media. Uji coba produk melibatkan tiga murid pada tahap uji coba satu-satu dan 20 murid pada tahap uji respons pengguna, serta dua orang guru kimia kelas XI.

Tahap *define* dilakukan untuk menganalisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran berbasis android berbantuan web kodular pada materi ikatan kimia (Effendi et al., 2023). Analisis yang dilakukan meliputi analisis ujung depan, analisis murid, analisis tugas, analisis konsep, dan analisis tujuan pembelajaran. Hasil wawancara menunjukkan bahwa murid

mengalami kesulitan memahami materi konfigurasi elektron, struktur Lewis, dan ikatan kovalen koordinasi. Tahap desain dilakukan dengan merancang media pembelajaran, menyusun storyboard, memilih tampilan visual, video animasi, dan menyusun instrumen penelitian berupa lembar validasi serta angket respon pengguna. Selanjutnya pada tahap pengembangan dilakukan pengembangan produk, validasi ahli, revisi produk, dan uji coba pengguna.

Data penelitian terdiri atas data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari wawancara, saran, dan masukan dari validator, guru, serta murid. Data kuantitatif diperoleh melalui lembar validasi dan angket respon pengguna. Instrumen penelitian meliputi lembar wawancara, lembar validasi ahli materi, ahli pedagogik, ahli media, serta angket respon guru dan murid. Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif menggunakan rumus persentase, kemudian diklasifikasikan berdasarkan kriteria validitas dan respon pengguna untuk menentukan kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan (Ernawati, 2017).

HASIL

Penelitian ini menghasilkan produk berupa media pembelajaran berbasis android berbantuan web kodular pada materi ikatan kimia kelas XI SMA/MA sederajat. Produk yang dikembangkan berbentuk aplikasi android yang memuat materi pembelajaran, video pembelajaran, kuis, permainan edukatif, glosarium, daftar pustaka, dan pengembang biodata. Media pembelajaran ini dapat diakses melalui smartphone sehingga memudahkan murid belajar secara fleksibel baik di dalam maupun di luar kelas. Aplikasi dapat mengunduh melalui tautan yang telah disediakan oleh peneliti.

Pengembangan media pembelajaran dilakukan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang dibatasi sampai tahap pengembangan. Tahapan penelitian meliputi pendefinisian, perancangan, dan pengembangan (Rahayu, 2025). Pada tahap pengembangan dilakukan validasi produk oleh validator ahli serta uji coba pengguna kepada guru dan murid.

1. Tahap Pendefinisian (Define)

Tahap pendefinisian dilakukan melalui ujung analisis depan, analisis murid, dan tugas analisis. Hasil wawancara dengan guru kimia di SMA Negeri 19 Pekanbaru dan SMA Negeri 17 Pekanbaru menunjukkan bahwa media pembelajaran yang digunakan masih terbatas pada

media sederhana seperti *powerpoint* dan belum memanfaatkan media berbasis android yang dapat digunakan murid secara mandiri. Selain itu, penggunaan *smartphone* di sekolah diperbolehkan ketika mendukung proses pembelajaran sehingga kondisi ini menjadi peluang dalam pengembangan media pembelajaran berbasis android.

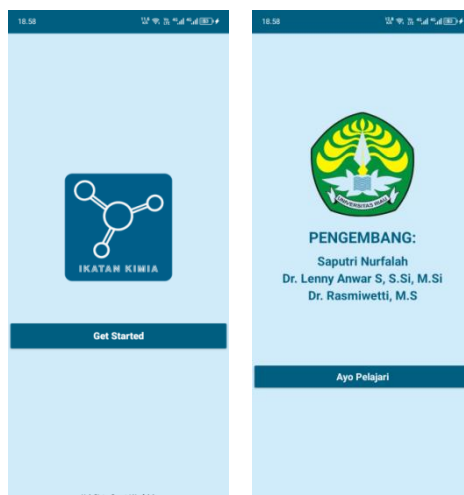
Hasil analisis murid menunjukkan bahwa murid kelas XI berada pada rentang usia 16–17 tahun yang menurut teori perkembangan Piaget termasuk tahap operasional formal. Namun berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa murid masih mengalami kesulitan memahami materi ikatan kimia yang bersifat abstrak. Siswa juga cenderung kurang tertarik terhadap media pembelajaran yang digunakan selama ini sehingga diperlukan media yang lebih interaktif dan menarik.

Analisis tugas dilakukan melalui analisis struktur isi, analisis konsep, dan analisis tujuan pembelajaran. Hasil analisis menunjukkan bahwa materi ikatan kimia mencakup kompetensi membandingkan jenis ikatan kimia serta hubungannya dengan bentuk molekul dan gaya antarmolekul. Berdasarkan hasil analisis tersebut disusun peta konsep dan tujuan pembelajaran yang menjadi dasar pengembangan media pembelajaran.

2. Tahap Perancangan (Design)

Tahap perancangan menghasilkan rencana awal media pembelajaran berbasis android berbantuan web kodular. Proses perancangan dimulai dengan merangkum materi ikatan kimia dari berbagai sumber referensi, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan storyboard sebagai gambaran visual tampilan aplikasi. Selain itu, pada tahap ini juga dirancang instrumen penelitian berupa lembar validasi dan angket respon pengguna.

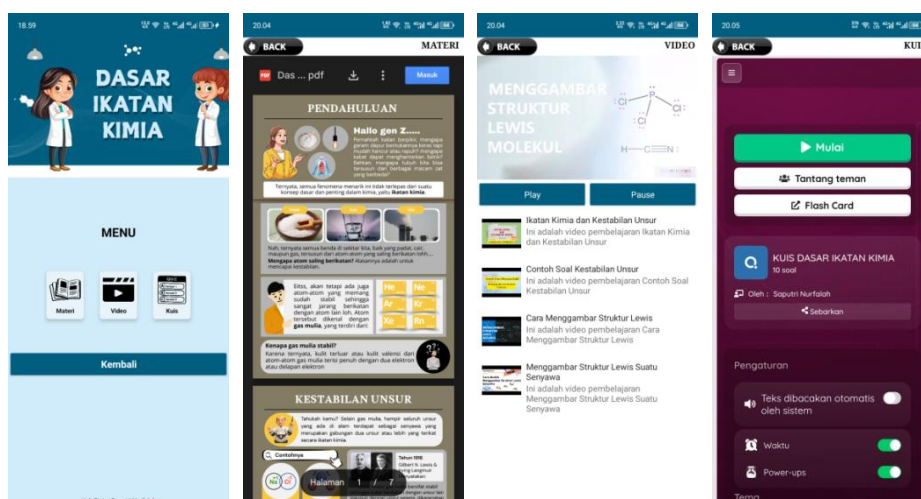
Media pembelajaran yang dikembangkan terdiri atas beberapa menu utama, yaitu dasar ikatan kimia, ikatan kovalen, ikatan ion dan logam, bentuk molekul dan hibridisasi, permainan, glosarium, daftar pustaka, dan pengembang biodata. Setiap materi dilengkapi dengan video pembelajaran dan kuis interaktif untuk membantu pemahaman murid.



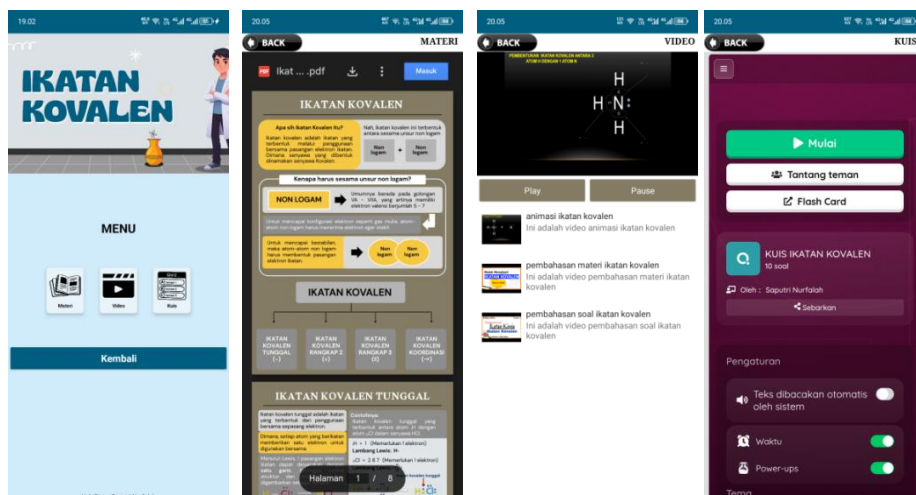
Gambar 1. Tampilan Awal dan Halaman Nama Pengembang



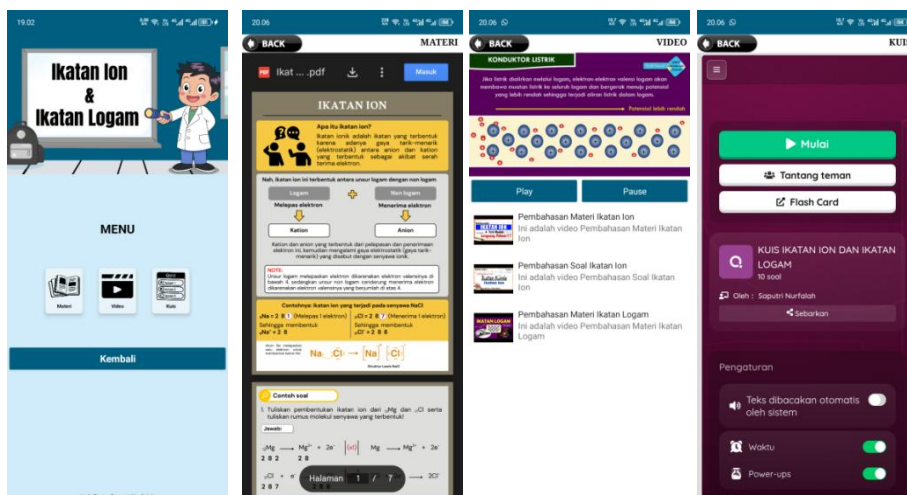
Gambar 2. Halaman Beranda



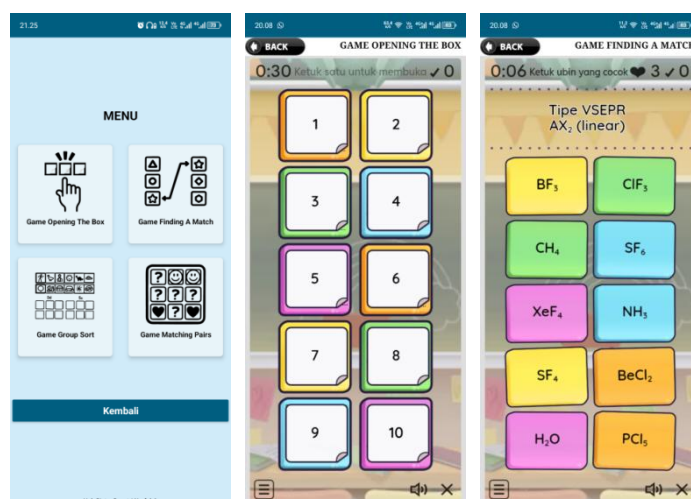
Gambar 3. Halaman Dasar Ikatan Kimia



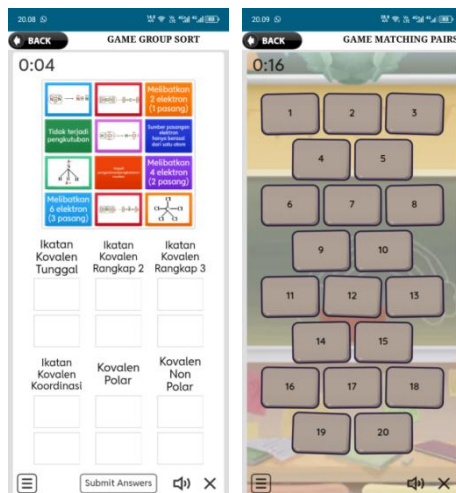
Gambar 4. Halaman Ikatan Kovalen



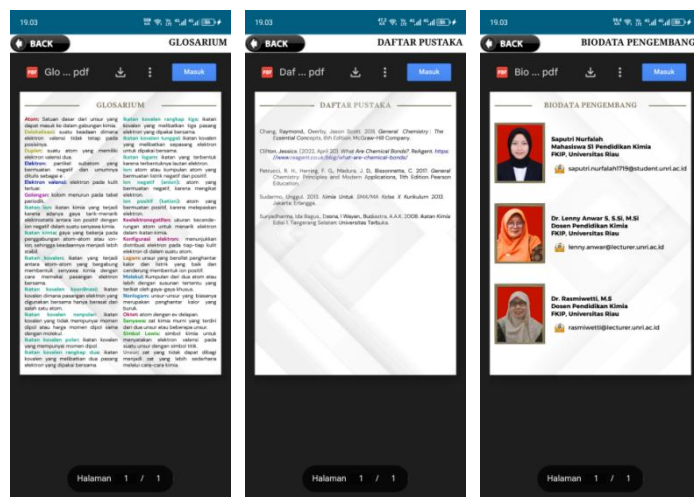
Gambar 5. Halaman Ikatan Ion dan Logam



Gambar 6. Halaman Bentuk Molekul dan Hibridisasi



Gambar 7. Halaman Permainan



Gambar 8. Halaman Glosarium, Daftar Pustaka, dan Biodata Pengembang

3. Tahap Pengembangan (Development)

Tahap pengembangan menghasilkan tujuan media pembelajaran yang valid dan memperoleh respon pengguna yang baik. Pada tahap ini dilakukan validasi produk oleh validator ahli materi, validator pedagogik, dan validator media.

a. Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi meliputi aspek kelayakan isi dan kelayakan penyajian. Hasil validasi menunjukkan bahwa aspek kelayakan memperoleh persentase sebesar 83,3% pada validasi pertama dan meningkat menjadi 100% pada validasi kedua dengan kategori valid. Aspek kelayakan penyajian memperoleh persentase sebesar 90% pada validasi pertama dan meningkat menjadi 93,3% pada validasi kedua dengan kategori valid.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan dalam media pembelajaran telah sesuai dengan pencapaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, serta memiliki penyajian yang sistematis dan mudah dipahami.

b. Validasi Ahli Pedagogik

Validasi pedagogik meliputi aspek kelayakan instruksional, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa. Aspek kelayakan instruksional memperoleh persentase sebesar 60% pada validasi pertama dan meningkat menjadi 93,3% pada validasi kedua. Aspek kelayakan penyajian meningkat dari 71,4% menjadi 95,2%, sedangkan aspek kelayakan bahasa meningkat dari 88,8% menjadi 100%.

Peningkatan hasil validasi menunjukkan bahwa revisi yang dilakukan telah mampu memperbaiki kualitas media pembelajaran dari segi instruksional, penyajian, maupun penggunaan bahasa sehingga media dinyatakan layak digunakan dalam pembelajaran.

c. Validasi Ahli Media

Validasi media meliputi aspek kualitas teknis, media komunikasi pembelajaran, dan efek bagi strategi pembelajaran. Aspek kualitas teknis memperoleh persentase sebesar 96,2% pada validasi pertama dan meningkat menjadi 100% pada validasi kedua. Aspek media komunikasi pembelajaran meningkat dari 75% menjadi 100%, sedangkan aspek efek bagi strategi pembelajaran memperoleh persentase tetap sebesar 88,8% dengan kategori valid.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran memiliki tampilan visual yang baik, mudah digunakan, memiliki navigasi yang jelas, serta mampu mendukung strategi pembelajaran secara efektif.

d. Uji Coba Pengguna

1) Uji Coba Satu-satu

Uji coba satu-satu dilakukan kepada tiga orang murid dengan tingkat kemampuan yang berbeda. Hasil uji coba menunjukkan bahwa murid memberikan respon positif terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Murid menyatakan bahwa aplikasi mudah digunakan, materi mudah dipahami, serta adanya kuis dan permainan membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan tidak membosankan. Salah satu murid juga memberikan saran terkait penggunaan warna pada aplikasi agar tampilan lebih menarik.

2) Uji Respon Guru

Uji respon guru dilakukan kepada dua orang guru kimia dari SMA Negeri 19 Pekanbaru dan SMA Negeri 17 Pekanbaru. Hasil respon guru menunjukkan bahwa seluruh aspek memperoleh persentase sebesar 100% dengan kategori sangat baik. Aspek yang dinilai meliputi penggunaan media pembelajaran, tampilan media, kejelasan sajian, dan motivasi. Guru menilai bahwa media pembelajaran mudah digunakan, memiliki tampilan menarik, materi disusun dengan jelas, serta dapat meningkatkan motivasi belajar murid.

3) Uji Respon Murid

Uji respon murid dilakukan kepada 20 orang murid yang terdiri atas 10 murid dari SMA Negeri 19 Pekanbaru dan 10 murid dari SMA Negeri 17 Pekanbaru. Hasil uji respon menunjukkan bahwa aspek kemudahan penggunaan dan navigasi memperoleh rata-rata persentase sebesar 98,12%, aspek penampilan sebesar 94,75%, aspek materi sebesar 96%, dan aspek motivasi sebesar 97,91%. Secara keseluruhan, rata-rata persentase respon murid mencapai 96,69% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis android berbantuan web kodular yang dikembangkan mampu menarik minat belajar murid, mudah digunakan, serta membantu siswa memahami materi ikatan kimia dengan lebih baik.

PEMBAHASAN

1. Analisis dan Interpretasi Hasil

a. Tahap Pendefinisian (Define)

Tahap pendefinisian dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran kimia di sekolah. Hasil wawancara menunjukkan bahwa media pembelajaran yang digunakan guru masih didominasi powerpoint yang bersifat satu arah sehingga murid belum memiliki kesempatan belajar secara mandiri melalui media digital. Kondisi ini menyebabkan pembelajaran kurang interaktif dan kurang mendukung konstruksi pengetahuan secara mandiri. Menurut Arsyad (2019), penggunaan media yang terbatas dapat menghambat proses pembelajaran karena murid tidak memperoleh pengalaman belajar yang fleksibel dan personal.

Hasil analisis siswa menunjukkan bahwa materi ikatan kimia masih sulit dipahami karena bersifat abstrak, terutama pada konsep konfigurasi elektron dan Struktur Lewis. Siswa juga merasa jenuh dengan media yang didominasi teks dan menginginkan media yang lebih

interaktif melalui video animasi, infografis, dan permainan edukatif. Hal ini sejalan dengan penelitian Diana dkk. (2025) yang menyatakan bahwa integrasi multimedia dan gamifikasi pada media pembelajaran berbasis android dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap materi yang kompleks. Kumar (2024) juga menjelaskan bahwa materi kimia yang bersifat abstrak memerlukan bantuan visual agar miskonsepsi dapat diminimalkan.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, media pembelajaran berbasis android berbantuan web kodular dipilih karena mampu mengintegrasikan materi, video, kuis, dan permainan dalam satu aplikasi yang mudah diakses melalui smartphone. Kartini & Putra (2022) menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis mobile memberikan permulaan belajar sehingga murid dapat belajar secara mandiri kapan saja dan di mana saja. Dengan demikian, media yang dikembangkan diharapkan mampu membantu siswa memahami konsep abstrak melalui visualisasi yang lebih konkret dan interaktif (Ferdinan & Kurniawan, 2024).

b. Tahap Perancangan (Design)

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun storyboard sebagai panduan pengembangan media pembelajaran. Storyboard membantu pengembang menentukan alur informasi, tata letak tampilan, dan integrasi fitur multimedia sehingga proses pengembangan menjadi lebih sistematis. Satriani dkk. (2023) menyatakan bahwa storyboard berfungsi sebagai kerangka visual yang mempermudah implementasi pengembangan media pembelajaran.

Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan penyusunan instrumen penilaian berupa lembar validasi dan angket respon pengguna. Instrumen dirancang berdasarkan kriteria kelayakan media pembelajaran berbasis TIK yang dimodifikasi sesuai kebutuhan penelitian. Penyusunan instrumen bertujuan memastikan media yang dikembangkan memenuhi aspek materi, pedagogik, dan media secara komprehensif.

c. Tahap Pengembangan (Development)

1). Validasi Produk

Media pembelajaran yang dikembangkan divalidasi oleh ahli materi, ahli pedagogik, dan ahli media. Menurut Nieveen (1999), suatu produk pengembangan dikatakan baik apabila memenuhi aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Validasi dilakukan untuk memastikan media layak digunakan sebelum diujicobakan kepada pengguna Sugiyono (2021).

Pada validasi materi, aspek kelayakan isi mengalami peningkatan dari 83,3% menjadi 100% setelah revisi, sedangkan aspek kelayakan penyajian meningkat dari 90% menjadi 93,3%.

Revisi yang dilakukan meliputi perbaikan kesalahan ketik, keseragaman warna, dan penambahan daftar pustaka. Hasil ini menunjukkan bahwa materi telah sesuai dengan kurikulum dan disajikan secara sistematis. Weng dkk. (2019) menyatakan bahwa kesesuaian materi dengan kurikulum dapat mempermudah proses pembelajaran murid.

Validasi pedagogik menunjukkan peningkatan pada aspek kelayakan instruksional dari 60% menjadi 93,3%, aspek penyajian dari 71,4% menjadi 95,2%, dan aspek bahasa dari 88,8% menjadi 100%. Revisi dilakukan dengan menyesuaikan tujuan pembelajaran dengan soal evaluasi, menambahkan video animasi, serta memperbaiki penggunaan bahasa. Khan dkk. (2025) menegaskan bahwa keselarasan antara tujuan pembelajaran dan evaluasi sangat penting untuk mengukur kompetensi murid secara tepat. Selain itu, Kustiati (2022) menyatakan bahwa penggunaan multimedia interaktif dapat meningkatkan kualitas penyajian materi dan membantu pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang kompleks.

Pada validasi media, aspek kualitas teknis meningkat dari 96,2% menjadi 100%, sedangkan aspek media komunikasi pembelajaran meningkat dari 75% menjadi 100%. Revisi dilakukan dengan memperbesar ukuran tulisan dan memperjelas tombol navigasi. Hasil ini menunjukkan bahwa media memiliki aksesibilitas dan navigasi yang baik sehingga mudah digunakan oleh pengguna. Ashari dkk. (2020) menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis android yang mudah diakses dan digunakan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. Secara keseluruhan, media dinyatakan valid dan layak untuk diujicobakan kepada pengguna, sejalan dengan penelitian Azmi dkk. (2024).

2). Uji Coba Pengguna

Uji coba pengguna dilakukan kepada guru dan murid untuk mengetahui kepraktisan dan efektivitas media pembelajaran. Menurut Nieveen, (1999), produk dikatakan praktis jika mudah digunakan oleh pengguna, sedangkan Vlachogianni & Tselios, (2023) menyatakan bahwa aspek usability sangat menentukan keberhasilan media pembelajaran digital. Hasil respon guru menunjukkan kategori sangat baik pada seluruh aspek, meliputi penggunaan media, tampilan, kejelasan sajian, dan motivasi. Guru menilai media mudah digunakan, memiliki navigasi yang jelas, serta mampu meningkatkan motivasi belajar murid. Temuan ini sejalan dengan Nabila dkk. (2025) yang menyatakan bahwa kemudahan penggunaan dan navigasi yang berpengaruh terhadap efektivitas media pembelajaran digital. Selain itu, integrasi video, infografis, dan permainan membuat tampilan media lebih menarik dan interaktif (Kustiati, 2022).

Pada uji coba satu-satu, murid memberikan respon positif terhadap media yang dikembangkan. Murid menyatakan bahwa media mudah digunakan, materi lebih mudah dipahami, dan permainan membuat pembelajaran lebih menyenangkan. Berdasarkan masukan murid, dilakukan revisi pada pemilihan warna tampilan aplikasi agar lebih menarik. (Yerimadesi & Afendi, 2024) menyatakan bahwa pemilihan warna yang tepat pada media pembelajaran dapat meningkatkan motivasi dan kenyamanan belajar murid.

Hasil uji coba kelompok kecil juga menunjukkan kategori sangat baik pada aspek kemudahan penggunaan, penampilan, materi, dan motivasi. Media berbasis android berbantuan web kodular dinilai fleksibel karena dapat digunakan secara mandiri baik online maupun offline. Kaltsum & Sari (2024) menyatakan bahwa media berbasis kodular memiliki keunggulan dari sisi awal akses. Selain itu, penggunaan multimedia yang diselenggarakan dalam media pembelajaran terbukti mampu meningkatkan pemahaman dan hasil belajar murid Aligo & Prudente (2025). Dengan demikian, media pembelajaran yang dikembangkan dinilai praktis, menarik, dan mampu meningkatkan motivasi belajar murid pada materi ikatan kimia.

2. Perbandingan dengan Teori dan Literatur Terdahulu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis android berbantuan Web Kodular yang dikembangkan telah memenuhi aspek validitas, kepraktisan, dan daya tarik penggunaan. Temuan ini sejalan dengan teori pengembangan produk pendidikan oleh Nieveen, (1999) yang menyatakan bahwa suatu produk pengembangan dinyatakan berkualitas apabila memenuhi aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Pada penelitian ini, validitas media dibuktikan melalui hasil penilaian validator materi, pedagogik, dan media yang seluruhnya berada pada kategori valid.

Hasil penelitian juga mendukung pendapat Arsyad, (2019) bahwa penggunaan media pembelajaran yang variatif dapat membantu siswa mengembangkan pemahaman secara lebih mandiri dan interaktif. Sebelum pengembangan media dilakukan, pembelajaran kimia di sekolah masih didominasi penggunaan powerpoint yang bersifat satu arah sehingga siswa kurang memperoleh pengalaman belajar mandiri. Kehadiran media berbasis android memberikan alternatif pembelajaran yang lebih fleksibel dan personal.

Temuan penelitian ini juga memperkuat hasil penelitian Diana et al., (2025) yang menyatakan bahwa integrasi multimedia dan gamifikasi dalam media pembelajaran mampu meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap materi yang kompleks. Dalam penelitian ini, media dikembangkan dengan memadukan infografis, video pembelajaran, kuis,

dan permainan edukatif sehingga murid memberikan respon yang sangat baik terhadap aspek motivasi dan penampilan media.

Selain itu, hasil penelitian selaras dengan penelitian Kartini & Putra, (2022) yang menjelaskan bahwa media pembelajaran berbasis android memungkinkan murid belajar secara mandiri kapan saja dan di mana saja. Media yang dikembangkan pada penelitian ini dapat digunakan baik secara online maupun offline sehingga memberikan kengerian belajar bagi murid. Hal tersebut diperkuat oleh penelitian Kaltsum & Sari, (2024) yang menyatakan bahwa media berbasis Kodular memiliki kemudahan akses dan praktis digunakan dalam pembelajaran digital.

Dari sisi materi kimia, hasil penelitian mendukung kajian Kumar, (2024) dan Vonari et al., (2024) yang menyatakan bahwa konsep ikatan kimia merupakan materi abstrak yang membutuhkan bantuan visualisasi agar mudah dipahami siswa. Penggunaan animasi, gambar, dan video dalam media pembelajaran ini terbukti membantu siswa memahami konsep konfigurasi elektron dan Struktur Lewis secara lebih konkret. Dengan demikian, penelitian ini memperkuat berbagai teori dan hasil penelitian terdahulu bahwa media pembelajaran berbasis android yang dikembangkan secara sistematis mampu meningkatkan kualitas pembelajaran, motivasi belajar, serta membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak dalam kimia.

3. Implikasi Penelitian

Penelitian ini memiliki implikasi teoritis dan praktis dalam pengembangan media pembelajaran digital berbasis android. Secara teoritis, penelitian ini memperkuat konsep bahwa integrasi multimedia interaktif seperti video, infografis, kuis, dan permainan edukatif mampu membantu siswa memahami konsep kimia yang abstrak. Media pembelajaran berbasis android juga mendukung teori konstruktivisme yang menekankan pentingnya keterlibatan aktif murid dalam membangun pemahaman secara mandiri.

Secara praktis, hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis android berbantuan Web Kodular dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang efektif bagi guru kimia dalam implementasi Kurikulum Merdeka. Media ini membantu guru menyajikan materi secara lebih menarik dan fleksibel, sekaligus mempermudah murid belajar mandiri di luar jam sekolah. Selain itu, penggunaan Kodular memberikan peluang bagi guru untuk mengembangkan media pembelajaran digital tanpa harus memiliki kemampuan pemrograman yang kompleks.

4. Keterbatasan Penelitian dan Arah Penelitian Selanjutnya

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, penelitian hanya dilakukan sampai tahap pengembangan (*develop*) tanpa melakukan tahap penyebaran (*disseminate*) pada model 4D secara utuh. Kedua, uji coba pengguna masih terbatas pada dua sekolah dengan jumlah responden yang relatif sedikit sehingga generalisasi hasil penelitian masih terbatas. Ketiga, penelitian ini hanya fokus pada pengukuran validitas dan respon pengguna tanpa menguji pengaruh media terhadap peningkatan hasil belajar secara eksperimen.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan melibatkan lebih banyak sekolah dan jumlah responden yang lebih luas agar diperoleh data yang lebih representatif. Penelitian berikutnya juga dapat menguji efektivitas media terhadap hasil belajar, motivasi belajar, kemampuan berpikir kritis, maupun literasi digital murid melalui desain eksperimen. Selain itu, media pengembangan dapat rumit pada materi kimia lainnya dengan menambahkan fitur berbasis *augmented reality* (AR) atau laboratorium virtual agar visualisasi konsep abstrak menjadi lebih optimal.

KESIMPULAN

1. Rangkuman Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis android berbantuan web kodular pada materi ikatan kimia kelas XI SMA/MA sederajat berhasil dikembangkan menggunakan model 4D yang dimodifikasi hingga tahap define, design, dan develop. Media yang dikembangkan dinyatakan valid berdasarkan hasil penilaian oleh validator materi, validator pedagogik, dan validator media. Validasi materi menunjukkan bahwa media telah memenuhi aspek kelayakan isi dan kelayakan penyajian dengan kategori valid. Validasi pedagogik menunjukkan bahwa media memenuhi aspek kelayakan instruksional, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa dengan kategori valid. Selain itu, validasi media menunjukkan bahwa media telah memenuhi aspek kualitas teknis, media komunikasi pembelajaran, serta efek bagi strategi pembelajaran sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Hasil uji coba pengguna menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memperoleh respon sangat baik dari guru maupun murid. Respon guru menunjukkan bahwa

media telah memenuhi aspek penggunaan media pembelajaran, tampilan media, kejelasan sajian, dan motivasi. Sementara itu, respon murid menunjukkan bahwa media memenuhi aspek kemudahan penggunaan dan navigasi, penampilan, materi, serta motivasi. Dengan demikian, media pembelajaran berbasis android berbantuan web kodular ini dinilai praktis, menarik, dan mampu mendukung proses pembelajaran ikatan kimia baik di sekolah maupun secara mandiri.

2. Kontribusi terhadap Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bidang teknologi pendidikan dan pembelajaran kimia, khususnya terkait pengembangan media pembelajaran berbasis android menggunakan Web Kodular. Penelitian ini memperkaya kajian mengenai pemanfaatan platform *no-code* dalam pengembangan media pembelajaran interaktif yang mudah dibuat oleh pendidik.

Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi empiris bahwa media pembelajaran berbasis android mampu menjadi solusi dalam membantu siswa memahami materi kimia yang bersifat abstrak. Penelitian ini juga referensi menjadi bagi pengembang media dan peneliti pendidikan lain dalam mengembangkan media digital yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21 dan implementasi Kurikulum Merdeka.

3. Rekomendasi untuk Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji efektivitas media pembelajaran berbasis android berbantuan web kodular terhadap hasil belajar murid melalui metode eksperimen agar pengaruh penggunaan media terhadap peningkatan pemahaman konsep dapat diketahui secara lebih mendalam. Selain itu, pengembangan media dapat diterapkan pada materi kimia lain yang memiliki karakteristik abstrak, seperti laju reaksi, kesetimbangan kimia, dan struktur atom, sehingga pemanfaatan media digital dapat menjangkau lebih banyak konsep kimia yang sulit dipahami murid. Peneliti berikutnya juga dapat menambahkan fitur interaktif yang lebih modern, seperti *augmented reality* (AR), *virtual laboratory*, maupun simulasi 3D untuk meningkatkan kualitas visualisasi konsep dan pengalaman belajar murid. Uji coba media perlu dilakukan pada skala yang lebih luas dengan melibatkan lebih banyak sekolah dan jumlah responden yang lebih besar agar hasil penelitian lebih representatif dan dapat digeneralisasikan. Selain itu, pengembangan media berbasis Kodular dapat dipadukan dengan *Learning Management System* (LMS) sehingga proses pembelajaran, pengelolaan materi, pemberian tugas, dan evaluasi dapat dilakukan secara lebih terintegrasi dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Aligo, B. L., & Prudente, M. S. (2025). Effectiveness of digital learning materials on students' achievement in science: A meta-analysis. *Journal of Global Education and Research*, 9(1), 55–69. <https://doi.org/10.5038/2577-509X.9.1.1427>
- Anesya, F. F., & Mansurdin, M. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android pada Pembelajaran Tematik Terpadu di Sekolah Dasar. *e-Jurnal Inovasi Pembelajaran Sekolah Dasar (e-JIPSD)*, 11(2), 185–197. <https://doi.org/10.24036/e-jipsd.v11i2.14483>
- Arista, F. S., & Kuswanto, H. (2018). Virtual physics laboratory application based on the Android smartphone to improve learning independence and conceptual understanding. *International Journal of Instruction*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.1111a>
- Arnaz, A., Wahyuni, Y., Khairudin, K., & Fauziah, F. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Interaktif Berupa Aplikasi Android Menggunakan Kodular pada Materi Relasi dan Fungsi untuk Siswa Kelas VIII SMP. *PHI: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 185–193. <https://doi.org/10.33087/phi.v6i2.226>
- Arsyad, A. (2019). *Media pembelajaran* (Cet. 12). Rajawali Pers.
- Ashari, N., Leonard, Suhendri, H., Nurhayati, Syafa'atun, S., & Widodo, S. A. (2020). Development of Android-based mathematics learning media. In *Proceedings of the SEMANTIK Conference of Mathematics Education (SEMANTIK 2019)* (pp. 44–49). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200827.115>
- Azmi, N., Listari, N., Jannah, S. W., Fadli, A., & Nasrudin, N. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran IPA Berbasis Aplikasi Android PIPA (Pintar IPA) Menggunakan Kodular pada Materi Sistem Pencernaan Manusia. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(2), 631–639. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i2.1630>
- Cholilah, M., Tatuwo, A. G. P., Komariah, Rosdiana, S. P., & Fatirul, A. N. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka dalam Satuan Pendidikan Serta Implementasi Kurikulum Merdeka pada Pembelajaran Abad 21. *Sanskara Pendidikan dan Pengajaran*, 1(2), 56–67. <https://doi.org/10.58812/spp.v1i02.110>
- Diana, L. M., Wulandari, A. Y. R., & Nilasari, A. K. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Informatika. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 5(1), 159–168. <https://doi.org/10.51454/decode.v5i1.1071>
- Effendi, M. M., Cahyono, H., & Ummah, S. K. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Berbantuan Aplikasi Kodular untuk Mengidentifikasi Respon Siswa. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 9(1), 52–65. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v9i1.3895>
- Ernawati, I. (2017). Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif pada Mata Pelajaran Administrasi Server. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 2(2), 204–210. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v2i2.17315>
- Ferdinan, B. A., & Kurniawan, W. D. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Menggunakan Aplikasi Kodular pada Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Pemmesinan Kelas X di SMK Negeri 3 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 14(1), 1–12. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-mesin/article/view/68129>
- Habibah, R., Salsabila, U. H., Lestari, W. M., Andaresta, O., & Yulianingsih, D. (2020). Pemanfaatan Teknologi Media Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19. *Trapsila: Jurnal Pendidikan Dasar*, 2(2), 1–13. <https://doi.org/10.30742/tpd.v2i2.1070>

- Kaltsum, N., & Sari, R. (2024). Pembuatan Media Pembelajaran Menggunakan Kodular untuk Tata Bahasa A2. *Jurnal Insan Pendidikan dan Sosial Humaniora*, 2(4), 56–65. <https://doi.org/10.59581/jipsoshum-widyakarya.v2i4.4142>
- Kartini, K. S., & Putra, I. N. T. A. (2022). Kebutuhan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android pada Materi Hidrokarbon. *Jurnal Edutech Undiksha*, 10(1), 117–125. <https://doi.org/10.23887/jeu.v10i1.41877>
- Khan, H. F., Qayyum, S., Beenish, H., Khan, R. A., Iltaf, S., & Faysal, L. R. (2025). Determining the alignment of assessment items with curriculum goals through document analysis by addressing identified item flaws. *BMC Medical Education*, 25, Article 200. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06736-4>
- Kumar, S. (2024). An analysis of common misconceptions in chemistry education and practices. *International Journal of Applied and Behavioral Sciences*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.70388/ijabs24701>
- Kuntari, S. (2023). Pemanfaatan Media Digital dalam Pembelajaran. *SENTIKJAR*, 2, 90–94. <https://doi.org/10.47435/sentikjar.v2i0.1826>
- Kustiati, T. (2022). Pengembangan Multimedia Interaktif Sebagai Media Pembelajaran IPA. *Wiyata Dharma: Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 10(1), 81–92. <https://doi.org/10.30738/wd.v10i1.7894>
- Muqdamien, B., Umayah, U., Juhri, J., & Raraswaty, D. P. (2021). Tahap Definisi dalam Four-D Model pada Penelitian Research & Development (R&D) Alat Peraga Edukasi Ular Tangga untuk Meningkatkan Pengetahuan Sains dan Matematika Anak Usia 5–6 Tahun. *Intersections: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 6(1), 23–33. <https://doi.org/10.47200/intersections.v6i1.589>
- Nabila, A. A. R., Rusdi, A., As, Z., & Gultom, V. E. P. (2025). Usability analysis of augmented reality-based flipbooks as learning media for elementary school students. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 8(2), 2229–2237. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i2.46584>
- Nieveen, N. M. (1999). Prototyping to reach product quality. In J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds.), *Design approaches and tools in education and training* (pp. 125–135). Kluwer.
- Nurjanah, F., & Suprihatin, S. E. Y. (2023). The development of Android-based learning media using Kodular in making suit patterns subject. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 13(3), 232–245. <https://doi.org/10.21831/jpv.v13i3.54542>
- Rahayu, A. (2025). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Pengertian, Jenis, dan Tahapan. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 459–470. <https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.5092>
- Sari, C. K., & Nasrudin, H. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe NHT Melalui Blended Learning untuk Melatih Keterampilan Metakognitif Siswa pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Zarah*, 10(1), 6–14. <https://doi.org/10.31629/zarah.v10i1.4020>
- Satriani, N., Ani, H. M., & Mardiyana, L. O. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Ekonomi Berbasis Android dengan Platform Kodular pada Materi Pengantar Ilmu Ekonomi untuk Siswa Kelas X di SMAN Balung Kabupaten Jember Tahun Ajaran 2022/2023. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JUPE)*, 11(2), 122–130. <https://doi.org/10.26740/jupe.v11n2.p122-130>
- Sugiyono. (2018). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Vlachogianni, P., & Tselios, N. (2023). Perceived usability evaluation of educational technology using the Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ): A systematic review. *Sustainability*, 15(17), Article 12954. <https://doi.org/10.3390/su151712954>

- Vonari, I., Sidauruk, S., & Asi, N. B. (2024). Analisis Kesulitan Siswa SMA dalam Memahami Konsep Ikatan Kimia (Systematic Review). *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 15(2), 433–442. <https://doi.org/10.37304/jikt.v15i2.298>
- Weng, F., Ho, H.-J., Yang, R.-J., & Weng, C.-H. (2019). The influence of learning style on learning attitude with multimedia teaching materials. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(1), Article em1659. <https://doi.org/10.29333/ejmste/100389>
- Yerimadesi, Y., & Afendi, S. (2024). Pengembangan Modul Laju Reaksi Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi TPACK untuk Fase F. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(1), 426–432. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i1.2056>