



Pengembangan Komik Digital Berbasis Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan

^{1*}Apradina Marwani, ²Miza Nina Adlini

^{1,2}Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia.

*Corresponding Author e-mail: apradinamarwani@uinsu.ac.id

Received: July 2025; Revised: August 2025; Accepted: September 2025; Published: September 2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengembangkan komik digital berbasis literasi sains pada materi perubahan lingkungan yang valid, praktis, dan efektif. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Subjek yang digunakan dalam penelitian adalah 24 siswa SMA di Kabupaten Serdang Bedagai. Data dikumpulkan melalui angket, wawancara, lembar validasi ahli, angket respon guru dan siswa, serta tes keterampilan literasi sains. Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan N-gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media komik digital sangat valid, dengan skor validitas ahli media 91,52% dan ahli materi 96,25%. Uji kepraktisan memperoleh skor 82,5% dari guru dan 90,16% dari siswa, yang termasuk kategori sangat praktis. Uji efektivitas menghasilkan nilai N-Gain 0,82 dengan kategori tinggi dan efektif. Dengan demikian, komik digital berbasis literasi sains yang dikembangkan terbukti valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan literasi sains siswa. Media ini berkontribusi sebagai inovasi pembelajaran kontekstual yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka.

Kata Kunci: Komik digital; literasi sains; perubahan lingkungan

Abstract: This study aims to develop a scientific literacy-based digital comic on environmental change material that is valid, practical, and effective. The research employed a Research and Development (R&D) approach using the 4D model (*Define, Design, Develop, Disseminate*). The research subjects were 24 senior high school students in Serdang Bedagai Regency. Data were collected through questionnaires, interviews, expert validation sheets, teacher and student response questionnaires, and scientific literacy skills tests. The data were analyzed using descriptive quantitative techniques and N-gain analysis. The results showed that the digital comic was highly valid, with a media expert validation score of 91.52% and a material expert validation score of 96.25%. The practicality test yielded scores of 82.5% from teachers and 90.16% from students, categorized as very practical. The effectiveness test produced an N-gain value of 0.82, which falls into the high and effective category. Thus, the developed scientific literacy-based digital comic was proven to be valid, practical, and effective in enhancing students' scientific literacy. This medium contributes as an innovative contextual learning resource aligned with the Merdeka Curriculum.

Keywords: Digital comic; scientific literacy; environmental change

How to Cite: Marwani, A., & Adlini, M. N. (2025). Pengembangan Komik Digital Berbasis Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(3), 2199–2215. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17635>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17635>

Copyright© 2025, Marwani et al

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



PENDAHULUAN

Literasi sains merupakan kemampuan memahami dan memperoleh pengetahuan ilmiah berdasarkan fakta, yang dapat memengaruhi lingkungan, pemikiran, dan budaya melalui sains dan teknologi (Elvianasti *et al.*, 2022). Istilah literasi sains (*scientific literacy*) pertama kali dikenalkan tahun 1950an oleh Paul DeHart Hurd yang menyatakan literasi sains adalah pemahaman terhadap sains dan penerapannya dalam kehidupan bermasyarakat (Wasis *et al.*, 2020). Literasi sains merupakan keterampilan multidimensi yang mencakup pengetahuan (kosa kata, fakta, dan konsep), keterampilan pemrosesan (terampil dan intelektual), disposisi (perilaku dan sikap), dan hubungannya dengan fakta pada lingkungan (Murti *et al.*, 2018).

Berdasarkan *Programme for International Student Assessment (PISA)*, literasi sains terdiri dari tiga aspek utama, yaitu konteks ilmiah (personal, lokal, global), konten

ilmiah (penjelasan dan penyelidikan ilmiah), serta kompetensi ilmiah (kemampuan menjelaskan isu, fenomena, dan bukti ilmiah) (Suwandi *et al.*, 2021). Kemampuan literasi sains dibutuhkan siswa untuk menganalisis permasalahan dan menghubungkannya dengan berbagai fakta ilmiah (Fadilah *et al.*, 2020). Kemampuan ini dapat ditingkatkan dengan beberapa strategi, seperti menggunakan bahan ajar, model, serta pendekatan pembelajaran yang tepat (Fadilah, 2024).

Meskipun literasi sains sangat penting, kondisinya di Indonesia masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan negara lain (Sholikah *et al.*, 2021; Yusmar *et al.*, 2023). Data PISA tahun 2022 menunjukkan skor rata-rata global literasi sains sebesar 485, sedangkan Indonesia hanya memperoleh skor 383 dan menempati peringkat ke-67 dari 81 negara (OECD, 2023). Rendahnya capaian ini mengindikasikan perlunya inovasi dalam pembelajaran biologi, terutama karena literasi sains berperan penting dalam membantu siswa memahami konsep biologi yang kompleks (Juliastari *et al.*, 2024; Subrata *et al.*, 2022) dan menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini diperkuat oleh Sitanggang *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa peningkatan hasil belajar biologi terhadap siswa difokuskan pada penguatan literasi sains agar siswa dapat memahami materi biologi dengan lebih baik. Siswa dapat mengembangkan literasi sains melalui penyelidikan ilmiah, yang melatih mereka berpikir kritis, menarik kesimpulan, dan memecahkan masalah secara sistematis (Arifiyyati *et al.*, 2022; Mardhiyah, 2021).

Pembelajaran biologi menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi siswa agar mampu menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah (Subrata *et al.*, 2023). Salah satu materi yang relevan adalah Perubahan Lingkungan, yang mencakup Kompetensi Dasar (KD) 3.11 dan KD 4.11 (Siregar *et al.*, 2024). Materi ini merupakan salah satu materi yang bersifat kontekstual dan berkaitan dengan isu nyata seperti pemanasan global dan pencemaran (Elista *et al.*, 2020; Sakir, 2025) sehingga sesuai untuk pemilihan materi komik digital yang dikembangkan. Pemahaman mengenai perubahan lingkungan diharapkan dapat menumbuhkan kepedulian serta peran aktif siswa untuk menjaga kelestarian lingkungan di sekitarnya (Fauziah *et al.*, 2025).

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi pada salah satu SMA di Sei Rampah, Kab. Serdang Bedagai, menunjukkan bahwa bahan ajar dan media yang tersedia masih terbatas, dominan menggunakan metode ceramah, serta belum mendukung peningkatan literasi sains secara optimal. Media pembelajaran yang digunakan masih sebatas PPT dan LKPD dengan konten sederhana, sehingga siswa mudah merasa bosan. Menurut Helmanto, (2020) salah satu hal yang mempengaruhi perkembangan kemampuan literasi siswa adalah akses terhadap bahan bacaan yang berkualitas dan relevan, serta media pembelajaran yang telah dimodifikasi sesuai dengan perkembangan saat ini (Hafzah *et al.*, 2020). Namun ketersediaan bahan bacaan yang berkualitas masih menjadi permasalahan di Indonesia (Anisa *et al.*, 2021). Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan produk yang dapat meningkatkan keterampilan literasi sains siswa pada mata pelajaran biologi, khususnya materi perubahan lingkungan, yang dampaknya sering kita temui di kehidupan sehari-hari. Salah satu alternatif media yang dapat digunakan untuk pembelajaran biologi dengan ilustrasi yang menarik adalah komik (Sinta *et al.*, 2021; Rahma, 2024), sehingga dapat menarik perhatian dan membangkitkan motivasi belajar siswa (Devi *et al.*, 2024).

Komik merupakan media pembelajaran yang dapat menyampaikan materi dengan visualisasi atau ilustrasi gambar. Media ini dikemas dalam bentuk cerita bergambar yang dapat menambah kejelasan konsep, serta mengkonstruksi

pengetahuan siswa (Yonanda *et al.*, 2019). Dengan membaca komik yang menarik, otak akan lebih mudah mengingat hal-hal yang telah dilihat oleh mata daripada hanya mendengar penjelasan guru tanpa bantuan gambar (Haryati *et al.*, 2019). Komik tidak hanya berguna sebagai hiburan, tetapi juga dapat diterapkan pada berbagai disiplin ilmu, seperti sains, karena penampilannya yang mudah diterima dan mampu memberikan informasi yang mendalam (Nursholihat *et al.*, 2017). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa komik efektif meningkatkan literasi sains (Shofiyah, 2025; Priyanga *et al.*, 2023). Seiring perkembangan teknologi, komik tidak hanya hadir dalam bentuk cetak, tetapi juga dalam bentuk komik digital yang lebih interaktif dan mudah diakses (Ristiani *et al.*, 2023).

Penelitian mengenai pengembangan komik digital sebagai media pembelajaran telah dikembangkan oleh beberapa penelitian terdahulu. Hulukati (2024) telah mengembangkan komik digital materi sistem ekskresi pada manusia bagi siswa kelas XI. Sejalan dengan itu, penelitian Suwanda (2023) mengenai pengembangan media pembelajaran komik digital biologi berbasis pendidikan karakter pada materi sistem ekskresi untuk siswa kelas XI SMA. Adapun pengembangan media komik berbasis literasi sains, pada materi pembelajaran biologi masih terbatas pada materi sistem pencernaan (Aditya *et al.*, 2023) dan pada materi keanekaragaman hayati untuk siswa kelas X (Bagas, 2023). Namun, belum terdapat penelitian yang mengembangkan komik digital berbasis literasi sains khususnya pada materi perubahan lingkungan, padahal materi ini bersifat kontekstual dengan kehidupan sehari-hari. Hal ini membuka peluang bagi peneliti untuk mengembangkan komik digital pada materi perubahan lingkungan Kelas X.

Berdasarkan uraian tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan komik digital berbasis literasi sains pada materi perubahan lingkungan yang memiliki karakteristik valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan literasi sains siswa. Komik digital ini diharapkan dapat menjadi alternatif media pembelajaran biologi yang menarik, mempermudah pemahaman konsep, dan kontekstual sesuai dengan Kurikulum Merdeka.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menciptakan suatu produk dan menguji tingkat efektivitasnya (Sa'adah *et al.*, 2020). Subjek uji coba pada penelitian ini adalah 24 siswa kelas X-B SMA Muhammadiyah 06 Desa Pon, Kec. Sei Rampah, Kab. Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Model pengembangan 4D dipilih karena dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai jenis media pembelajaran (Johan *et al.*, 2023). Model 4D ini terdiri dari empat langkah yaitu: Pendefinisian (*Define*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Develop*), dan Penyebaran (*Disseminate*) (Thiagarajan, 1974).

Prosedur penelitian diawali dengan tahap pendefinisian (*Define*) yang terdiri dari (1) *Front-end analysis*, (2) *Learner analysis*, (3) *Concept analysis*, (4) *Task analysis*, (5) *Specifying instructional objectives*. Tahap perancangan (*Design*), meliputi (1) Penyiapan isi: dikaji berdasarkan konteks konten sesuai tujuan pembelajaran. (2) Pemilihan media: disesuaikan dengan kebutuhan siswa untuk mengatasi permasalahan yang ada. (3) Pemilihan format: menentukan format dan aplikasi yang sesuai untuk mengembangkan media. (4) Desain awal: merancang susunan dasar komik dan layoutnya. Tahap pengembangan (*Develop*), pada tahap ini dilakukan uji validasi oleh dua validator yaitu ahli media dan ahli materi untuk dinilai kelayakannya, kemudian diuji kepraktisannya oleh guru dan siswa. Selanjutnya dilakukan uji keefektifan untuk mengetahui tingkat keterampilan literasi sains siswa. Tahap

penyebaran (*Disseminate*) yang merupakan tahap akhir dimana produk atau hasil pengembangan didistribusikan kepada pengguna yang lebih luas.

Instrumen penelitian berupa lembar wawancara serta angket analisis kebutuhan siswa dan guru, lembar validasi ahli materi dan media untuk mengukur validitas komik. Selain itu terdapat angket respon siswa dan respon guru yang digunakan untuk mengukur kepraktisan komik, serta instrumen tes berupa 10 soal pilihan ganda yang telah valid sesuai dengan indikator literasi sains yang mencakup menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan mendesain penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data dan bukti ilmiah. Instrumen ini diadaptasi dari penelitian Fatmawati (2015) untuk melihat keefektifan komik terhadap literasi sains siswa.

Data yang diperoleh dari komentar validator ahli media, ahli materi, guru biologi dan siswa dianalisis secara deskriptif. Analisis data kuantitatif dilakukan terhadap hasil penskoran angket validasi materi, angket validasi media, angket respon siswa dan angket respon guru. Penghitungan skor angket menggunakan skala likert seperti tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Bobot penilaian skala Likert

Kategori	Keterangan	Skor
SB	Sangat Baik	4
B	Baik	3
TB	Tidak Baik	2
STB	Sangat Tidak Baik	1

Sumber: Sugiyono (2013)

a) Analisis data uji kevalidan dan kepraktisan

Kevalidan media ditentukan melalui skor yang diperoleh dari validator ahli, sedangkan kepraktisan media dilihat dari skor pengisian angket oleh guru dan siswa. Penghitungan skor hasil uji validasi dan amelaluangket respon menggunakan Rumus 1 dan diinterpretasikan dengan kriteria pada Tabel 2.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100$$

Tabel 2. Kriteria interpretasi hasil uji kevalidan dan kepraktisan

Persentase (%)	Kriteria
81-100	Sangat Valid/Sangat Praktis
61-80	Valid/Praktis
41-60	Cukup Valid/Cukup Praktis
21-40	Kurang Valid/Kurang Praktis
0-20	Tidak Valid/Tidak Praktis

Sumber: Purba (2023)

b) Analisis Data Uji Keefektifan

Hasil keefektifan ditentukan berdasarkan pengolahan data pre-test dan post-test siswa. Peningkatan keterampilan literasi sains siswa yang menggunakan komik berbasis literasi sains diukur melalui analisis N-Gain (Rumus 2) dan diinterpretasikan dengan Tabel 3.

$$\text{N-Gain} = \frac{\text{Skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{skor pretest}}$$

Tabel 3. Kriteria N-Gain

Nilai N-Gain	Klasifikasi	Kriteria
$N\text{-Gain} \geq 0.7$	Tinggi	Efektif
$0,3 \leq N\text{-Gain} < 0,7$	Sedang	Cukup Efektif
$N\text{-Gain} < 0,3$	Rendah	Kurang Efektif

Sumber: Purba (2023)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan menghasilkan produk berupa media pembelajaran komik digital berbasis literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X SMA. Proses pengembangan komik dilakukan menggunakan model pengembangan 4D dengan tahapan sebagai berikut.

Pendefinisian (*Define*)

a. *Front-end analysis*

Hasil dari mewawancarai salah satu guru kelas X SMA Muhammadiyah 06 Desa Pon mengungkapkan bahwa komik digital belum pernah diterapkan dalam pembelajaran. Pembelajaran masih didominasi oleh buku paket pegangan siswa dan guru saja. Selain itu, guru dominan menggunakan pendekatan ceramah dan PPT saja dalam mengajar. Siswa diperbolehkan membawa smartphone untuk proses pembelajaran, tetapi hanya digunakan saat jika diperlukan, serta ketersediaan wifi agar guru dan siswa memiliki akses internet yang memadai untuk mendukung pembelajaran.

b. *Learner analysis*

Hasil analisis siswa yang diperoleh dari angket menunjukkan bahwa siswa lebih menyukai pembelajaran biologi yang menarik dengan model yang bervariasi dan dihubungkan dengan kehidupan sehari-hari. Siswa juga mendukung adanya pengembangan media pembelajaran komik digital berbasis literasi sains yang dibutuhkan dalam kegiatan pembelajaran sehingga dapat memahami kemampuan siswa. Adapun komentar yang diberikan, siswa selalu diminta untuk mencatat dan merangkum selama pembelajaran biologi sehingga siswa merasa jenuh.

c. *Concept analysis*

Setelah penyelidikan, materi yang dibuat dalam media komik berbasis literasi sains ditetapkan sebagai materi perubahan lingkungan, yang dikembangkan sesuai dengan KD 3.11 dan 4.11. Berdasarkan KD 3.11 topik materi perubahan lingkungan dipilih untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman siswa tentang isu-isu lingkungan global, memberikan pengetahuan dan keterampilan untuk memecahkan masalah lingkungan yang ada, serta menumbuhkan sikap peduli dan bertanggung jawab terhadap kelestarian alam demi keberlanjutan generasi mendatang.

Tabel 4. Kompetensi dasar

Kompetensi Dasar	
3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan	4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar

d. *Task analysis*

Pada tahap ini dilakukan dengan membuat kegiatan berdasarkan KD dan menyesuaikan beberapa indikator pencapaian kompetensi (IPK). Pada komik digital terdapat IPK yang akan dicapai berdasarkan KD 4.11 Siswa membutuhkan

pembelajaran yang menekankan penerapan konsep dan pemecahan masalah kontekstual.

e. Specifying instructional objective

Tujuan pembelajaran ditentukan berdasarkan dari seluruh hasil analisis sebelumnya, hal ini bertujuan untuk mengetahui tujuan yang akan dicapai dalam pembelajaran. Dalam komik digital berbasis literasi sains, tujuan pembelajaran yang ingin dicapai berdasarkan analisis mendalam terhadap materi yang akan ditampilkan, indikator keberhasilan yang ingin dicapai, dan kebutuhan siswa. Tujuan pembelajaran pada komik digital ialah: 1) Siswa mampu menjelaskan ragam pencemaran lingkungan yang dapat terjadi di semua aspek lingkungan, 2) Siswa mampu mengidentifikasi faktor-faktor penyebab perubahan lingkungan, 3) Siswa mampu menganalisis dampak perubahan lingkungan, 4) Siswa mampu menganalisis upaya mengatasi pencemaran lingkungan terutama pada daratan, perairan dan udara, 5) Siswa mampu membedakan jenis-jenis sampah organik dan anorganik, 6) Siswa mampu menyajikan laporan hasil media percobaan pada masalah pencemaran lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar.

Perancangan (Design)

Dilakukan perancangan komik digital berbasis literasi sains pada materi perubahan lingkungan yang meliputi: (1) Penyiapan isi: membuat outline materi perubahan lingkungan yang akan dimasukkan ke dalam komik, mencakup ragam pencemaran lingkungan, faktor-faktor penyebab perubahan lingkungan, dampak perubahan lingkungan, upaya mengatasi pencemaran lingkungan, serta membedakan jenis-jenis sampah organik dan anorganik. (2) Pemilihan media: komik digital dipilih sebagai media pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan angket kebutuhan siswa, dimana siswa menginginkan pembelajaran yang menarik dan penggunaan komik digital juga belum pernah digunakan sebagai media pembelajaran. (3) Pemilihan format: komik dirancang menggunakan aplikasi canva dengan ukuran kertas A5 dan menggunakan beberapa font gabungan yang dipilih dari canva. (4) Desain awal: struktur komik digital meliputi beberapa komponen yaitu cover, identitas, kata pengantar, daftar isi, deskripsi singkat, KI, KD, IPK (Indikator Pencapaian Kompetensi), tujuan pembelajaran, aspek literasi sains yang merupakan basis untuk konten komik, pengenalan tokoh, prolog, materi dan kuis, daftar pustaka, glosarium dan biografi penulis. Komik dilengkapi dengan gambar berwarna serta penugasan yang sudah disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dan aspek literasi sains. Komik digital dikembangkan dengan tampilan visual yang menarik dan mudah dipahami.

Pengembangan (Develop)

Ahli media dan materi memvalidasi komik digital selama tahap pengembangan untuk memastikan kevalidannya. Tabel 5 menunjukkan komentar dari para validator dan revisi yang telah dilakukan. Tabel 6 dan 7 menampilkan hasil validasi dari validator ahli media dan ahli materi.

Tabel 5. Komentar dari validator

Validator Ahli	Konteks isi komentar	Revisi
Media	Ditambahkan gambar/narasi keterangan tentang cerita tersebut berada di tingkat SMA.	Menambahkan plang nama sekolah.

Validator Ahli	Konteks isi komentar	Revisi
	Berikan petunjuk untuk pengerjaan kuis agar siswa tidak kebingungan dalam mengerjakannya melalui sistem.	Memberikan petunjuk pengerjaan soal secara sistematis di bagian sebelum soal.
Materi	Narasi keterangan terlalu panjang dalam satu part komik. Sebaiknya dibagi 2 saja atau buat seolah-olah ada tokoh yang menyampaikan.	Merevisi dengan menambahkan karakter plastik sebagai penyampai narasi.
	Seharusnya siswa diajak untuk menemukan caranya bukan guru yang langsung memberi tahu solusinya.	Merevisi dengan mengganti percakapan siswa yang berbicara terlebih dahulu.

Tabel 6. Hasil uji validasi ahli media

Kriteria Penilaian	Skor Diperoleh	Skor Maksimum	Persentase (%)	Kriteria
Kebergunaan	16	16	100	Sangat Valid
Keterbacaan	11	12	91,66	Sangat Valid
Desain sampul komik Digital	10	12	83,33	Sangat Valid
Desain ilustrasi komik (isi)	11	12	91,66	Sangat Valid
	25	28	89,28	Sangat Valid
Jumlah	73	80	91,25	Sangat Valid

Dari perbaikan yang telah dilakukan berdasarkan komentar validator ahli media, diperoleh skor hasil validasi sebesar 91,25% memenuhi kriteria sangat valid. Hasil ini menunjukkan bahwa komik digital berbasis literasi sains pada mata pelajaran biologi, khususnya materi perubahan lingkungan, memenuhi standar komik digital dan sangat cocok untuk digunakan dalam pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sakilah (2025), bahwa ahli materi memberikan nilai sebesar 97% yang menunjukkan media komik digital memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi.

Secara umum, penilaian produk setelah divalidasi pada setiap aspek mengarah pada interpretasi yang sangat layak. Menurut penelitian sebelumnya, dari Sukmanasa (2017) mengungkapkan hasil penelitiannya bahwa penggunaan media komik digital mampu meningkatkan motivasi, hasil belajar kognitif, dan hasil belajar afektif. Komik digital berkualitas dapat digunakan dalam proses pembelajaran jika memenuhi standar validitas elemen yang ditentukan, yang kemudian dinilai oleh para ahli. Hal ini berarti bahwa dari segi aspek media sesuai dengan yang diharapkan dan dapat digunakan untuk menunjang proses pembelajaran (Usman *et al.*, 2023).

Tabel 7. Hasil uji validasi ahli materi

Kriteria Penilaian	Skor Diperoleh	Skor Maksimum	Persentase (%)	Kriteria
Ketepatan	20	20	100	Sangat Valid
Kebenaran konsep materi	12	12	100	Sangat Valid
Kesesuaian konsep berbasis literasi sains	15	16	93,75	Sangat Valid
Kejelasan Materi	30	32	93,75	Sangat Valid
Jumlah	77	80	96,25	Sangat Valid

Pengujian validasi ahli materi secara keseluruhan menunjukkan skor 96,25% yang berarti bahwa konten tersebut sangat valid. Kriteria penilaian menunjukkan bahwa materi disajikan dengan sangat baik, serta sesuai dengan tujuan pembelajaran dan aspek literasi sains (93,75%). Hal ini selaras dengan penelitian Zakiyah (2022) yang mengungkapkan bahwa komponen materi merupakan aspek penting dalam pembelajaran karena dapat digunakan untuk mengukur pencapaian siswa.

Berdasarkan saran perbaikan yang diberikan oleh ahli media dan ahli materi maka dilakukan revisi dan penyempurnaan terhadap media pembelajaran komik berbasis literasi sains. Hasil akhir dari proses revisi ini adalah komik yang telah disesuaikan berdasarkan masukan para ahli dan memenuhi kriteria kelayakan yang telah ditetapkan. Gambaran akhir komponen-komponen dalam komik berbasis literasi sains disajikan pada Tabel 8 yang merinci struktur dan isi komik setelah melalui proses validasi.

Tabel 8. Komponen komik berbasis literasi sains

Aspek Literasi Sains	Gambar
<p><i>A body of knowledge</i></p>	
<p>Menyajikan fakta, konsep, dan prinsip terkait ragam pencemaran lingkungan dan factor-faktor penyebab perubahan lingkungan dalam bentuk narasi komik yang menggambarkan sains sebagai batang tubuh pengetahuan yang koheren dan dapat dipahami.</p>	

Aspek Literasi Sains

Gambar

A way of investigating



Berisi analisis dampak perubahan lingkungan dengan membuat siswa menentukan dan melihat bukti nyata melalui observasi terhadap lingkungan sekitar.

A way of thinking



Mengajak siswa gotong royong untuk upaya mengatasi pencemaran lingkungan melalui alur cerita yang mendapatkan analisis dan kerjasama.

Aspek Literasi Sains

Gambar

Interaction between science, technology, and society



Berisi refleksi tokoh dalam membedakan jenis sampah, mewakili penerapan teknologi daur ulang dalam kehidupan sehari-hari dan pentingnya menjaga lingkungan sekitar.

Setelah divalidasi oleh para ahli, didapatkan indikator terkuat pada ketepatan materi senilai 100% karena kesesuaian materi dengan silabus, KI dan KD, IPK, dan kebutuhan mengajar sudah sangat sesuai. Sedangkan, indikator terendah ada pada desain sampul hanya senilai 83,33% karena penepatan tata letak, ketepatan dalam pemilihan warna, dan kesesuaian elemen gambar perlu untuk lebih ditingkatkan.

Dilakukan uji coba skala terbatas untuk mengetahui kepraktisan melalui angket respon guru biologi dan siswa yang mencakup kelayakan isi, bahasa, kegrafisan, dan penyajian (Tabel 9 dan 10). Uji coba kepraktisan ini digunakan sebagai landasan untuk melakukan revisi yang diperlukan sebelum menerapkan komik digital.

Tabel 9. Hasil uji kepraktisan komik digital berdasarkan angket respon guru

Kriteria Penilaian	Skor Diperoleh	Skor Maksimum	Persentase (%)	Kriteria
Kelayakan isi	18	20	90	Sangat Praktis
Bahasa	3	4	75	Praktis
Kegrafisan	6	8	75	Praktis
Penyajian	6	8	75	Praktis
Jumlah	33	40	82,5	Sangat Praktis

Tabel 10. Hasil uji kepraktisan komik digital berdasarkan angket respon siswa

Kriteria Penilaian	Skor Diperoleh	Skor Maksimum	Persentase (%)	Kriteria
Kelayakan isi	273	300	91	Sangat Praktis
Bahasa	51	60	85	Sangat Praktis
Kegrafisan	105	120	87,5	Sangat Praktis
Penyajian	112	120	93,33	Sangat Praktis
Jumlah	541	600	90,16	Sangat Praktis

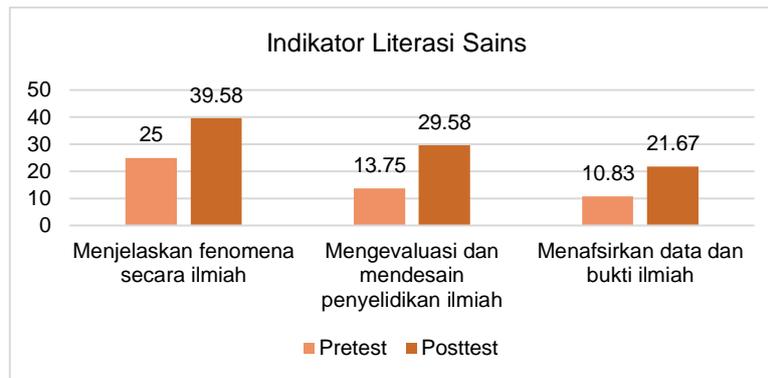
Data hasil angket tanggapan guru biologi diperoleh skor rata-rata secara keseluruhan 82,5% dengan kriteria sangat praktis. Begitupun hasil angket tanggapan siswa secara keseluruhan diperoleh sangat praktis dengan nilai 90,16%. Berdasarkan Tabel 10 siswa menilai bahwa kegrafisan komik digital menarik dengan rata-rata nilai 87,5%. Ketertarikan siswa menunjukkan bahwa penggunaan Bahasa Indonesia juga sudah tepat. Terdapat perbedaan yang signifikan antara persepsi guru dan siswa pada kriteria penelitian Bahasa, guru menilai bahasa cukup praktis 75%, sedangkan siswa menilai bahasa sangat praktis 85%. Perbedaan penilaian dapat terjadi karena sudut pandang serta pengalaman mereka berbeda guru cenderung menilai dari aspek formal dan ketepatan istilah, sedangkan siswa lebih fokus pada kemudahan memahami isi dan daya tarik komik digital.

Terdapat indikator penilaian yang paling tinggi yaitu penyajian senilai 93,33% karena gambar dan materi yang disajikan sudah sangat sesuai dan menarik untuk di pahami. Sedangkan, indikator yang paling rendah terdapat pada bahasa senilai 75% karena penggunaan tata bahasa dan penyusunan kalimat pada komik masih belum dimengerti siswa. Manfaat dari hasil kepraktisan ini agar mempermudah guru menyampaikan materi, meningkatkan motivasi siswa dan relevansi dengan Kurikulum Merdeka. Hal ini sesuai dengan temuan penelitian Bukian (2024), yang menunjukkan bahwa media komik mampu meningkatkan minat membaca siswa dengan elemen grafis menarik, memperkaya pengalaman belajar melalui penyajian informasi visual, dan membantu pemahaman konsep. Sejalan dengan penelitian Filjnan (2022), yang menunjukkan melalui penerapan e-komik, siswa menjadi aktif dikarenakan di dalam e-komik interaktif terdapat bagian yang perlu diisi oleh siswa dan terdapat tautan menuju gambar serta video yang berkaitan dengan materi, sehingga siswa mendapatkan sebuah aktivitas dalam pembelajaran.

Tabel 11. Hasil uji efektivitas berdasarkan *N-Gain*

Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest	N-Gain Score	Kriteria
49,58	90,83	0,82	Tinggi/Efektif

Hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa siswa memperoleh skor rata-rata *pre-test* adalah 49,58, kemudian setelah diberikan media mengalami peningkatan menjadi 90,83 dari hasil ini didapat skor *N-Gain* 0,82 (tinggi) dengan kriteria efektif (Tabel 11). Temuan penelitian ini sejalan dengan hasil yang dilaporkan oleh Karlana (2021), yang menemukan bahwa penggunaan komik sebagai media pembelajaran pada topik Pteridophyta secara signifikan meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Selain itu, Mukti (2023) juga melaporkan bahwa komik digital tiga dimensi berbasis literasi sains efektif dalam meningkatkan literasi sains dalam pembelajaran sains, sebagaimana ditunjukkan oleh hasil pretest dan posttest dengan persentase peningkatan sebesar 80%. Dukungan dari berbagai penelitian ini memperkuat argumen bahwa komik berbasis literasi sains tidak hanya inovatif dalam hal desain tetapi juga efektif secara pedagogis.



Gambar 1. Distribusi nilai rata-rata pretest dan posttest berdasarkan indikator literasi sains

Hasil dari data distribusi nilai rata-rata pretest dan posttest pada indikator literasi sains menunjukkan terlihat adanya peningkatan yang jelas pada semua aspek setelah penggunaan media pembelajaran. Indikator menjelaskan fenomena secara ilmiah terjadi peningkatan dari 25 menjadi 39,58 dengan selisih 14, kemudian indikator mengevaluasi dan mendesain penyelidikan ilmiah meningkat dari 13,58 menjadi 29,58 dengan selisih paling tinggi yaitu 16, karena komik digital memberi ilustrasi konkret langkah-langkah penyelidikan sehingga mudah dipahami, Terakhir indikator menafsirkan data dan bukti ilmiah yang meningkat dari 10,83 menjadi 21,67 dengan selisih paling rendah yaitu 11. Hal ini menuntut kemampuan analisis yang lebih kompleks, sehingga siswa masih mengalami kesulitan dalam menafsirkan data secara mendalam. Komik digital efektif digunakan karena menghadirkan visualisasi yang membuat konsep abstrak lebih mudah dipahami, serta kontekstualitas yang mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari siswa sehingga lebih bermakna. Selain itu, kombinasi teks dan gambar mampu meningkatkan daya tarik, memotivasi belajar, dan membantu siswa lebih mudah mengingat informasi.

Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan mampu menunjang siswa untuk memahami materi dengan menjelaskan fenomena secara ilmiah (*explaining scientific phenomena*) dengan menghubungkan konsep sains, merancang percobaan sederhana atau mengamati lingkungan sekitar melalui mengvaluasi dan mendesain penyelidikan ilmiah (*evaluating and designing scientific investigations*), dan melakukan kemampuan menafsirkan data dan bukti ilmiah (*interpreting scientific data and evidence*). Hal ini sejalan dengan penelitian Anggraini (2021) yang menyatakan bahwa melalui indikator literasi sains status literasi seseorang dapat diukur berdasarkan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan mendesain penyelidikan ilmiah serta menafsirkan data dan bukti ilmiah. Guru dapat memanfaatkan komik digital sebagai alternatif media pembelajaran biologi, serta penggunaan komik digital dapat mendorong siswa terbiasa menjelaskan fenomena ilmiah.

Peningkatan pada semua indikator menunjukkan bahwa penggunaan media komik digital berbasis literasi sains memberikan pengaruh positif, terhadap kemampuan minat belajar siswa. Penggunaan media komik digital diharapkan dapat menumbuhkan minat belajar, memotivasi siswa untuk aktif, serta menanamkan kesadaran pentingnya menjaga kelestarian lingkungan sejak dini. Pemanfaatan media digital dan perangkat interaktif berperan penting dalam mendukung literasi sains. Penyajian visual berupa data polusi udara atau animasi mengenai proses eutrofikasi mampu mempermudah siswa dalam memahami konsep yang bersifat abstrak (Ananta et al, 2025). Temuan ini juga diperkuat oleh penelitian Lee (2023) yang menyatakan

bahwa platform digital interaktif mampu menjaga kualitas literasi sains apabila dirancang secara tepat. Dengan demikian, pembelajaran berbasis campuran berpotensi menjadi alternatif solusi di masa depan, sementara teknologi perlu dimanfaatkan untuk memperluas jangkauan pendidikan lingkungan.

Menurut Riwanto (2018), penggunaan media komik digital dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan membuat siswa lebih bersemangat dalam belajar dikarenakan disamping membaca siswa juga dapat melihat gambar tokoh kartun. Hal ini sejalan dengan riset Wahyudin (2020), penggunaan media komik digital mampu merangsang siswa untuk berpikir kreatif. Penggunaan media pembelajaran komik digital dapat meningkatkan minat siswa dalam mengikuti proses pembelajaran. Literasi sains dapat meningkatkan minat belajar siswa karena membuat mereka lebih mudah memahami konsep sains melalui keterkaitan dengan kehidupan sehari-hari (Apriliyani *et al.*, 2023).

Berdasarkan hasil analisis, komik digital berbasis literasi sains yang dikembangkan memenuhi syarat sebagai produk pengembangan. Komik digital berbasis literasi sains ini bermanfaat bagi siswa karena dapat meningkatkan pencapaian belajar dan menumbuhkan ketertarikan mereka terhadap pemahaman tentang perubahan lingkungan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai posttest lebih tinggi daripada nilai pretest, serta keaktifan siswa dalam menjalani proses pembelajaran. Dengan melibatkan siswa dalam diskusi ilmiah adalah salah satu faktor yang mendukung keberhasilan literasi sains dengan menunjukkan konsep sains yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Implikasi dari penelitian ini yaitu komik digital dapat dimanfaatkan siswa untuk meningkatkan minat membaca, yang turut berdampak positif terhadap pemahaman konsep. Selain itu, media ini layak digunakan guru sebagai sarana pembelajaran inovatif untuk memperkuat literasi sains, sekaligus menjadi alternatif bahan ajar yang dapat diakses siswa kapan pun dan di mana pun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa komik digital berbasis literasi sains pada materi perubahan lingkungan memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi, dengan skor 91,25% untuk aspek media dan 96,25% untuk aspek materi. Hasil uji kepraktisan dengan angket respon guru diperoleh skor 82,5% dan siswa diperoleh skor 90,16%, masing-masing masuk ke dalam kategori sangat praktis. Efektivitas komik digital ini ditunjukkan oleh nilai *N-Gain* sebesar 0,82 dengan kategori tinggi (efektif). Berdasarkan temuan studi, komik digital yang dikembangkan dengan berbasis literasi sains memenuhi persyaratan validitas, kepraktisan, dan efektivitas, sehingga layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Kebaruan media ini terletak pada penyajian materi perubahan lingkungan dalam bentuk komik digital berbasis literasi sains, yang belum pernah dikembangkan pada penelitian sebelumnya. Manfaat praktis bagi guru adalah tersedianya alternatif bahan ajar sesuai Kurikulum Merdeka yang memudahkan penyampaian materi biologi secara menarik dan kontekstual. Bagi siswa, komik digital membantu meningkatkan literasi sains, menumbuhkan motivasi belajar, serta menanamkan kepedulian terhadap lingkungan melalui cerita yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan komik berbasis literasi sains pada materi biologi lainnya.

REKOMENDASI

Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan studi lanjutan dengan populasi dan sampel yang lebih luas agar generalisasi hasil lebih kuat. Selain itu,

materi yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya berfokus pada materi perubahan lingkungan, sehingga disarankan untuk melakukan pengembangan komik digital serupa pada materi biologi lainnya guna melihat konsistensi efektivitasnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada para validator dan SMA Muhammadiyah 06 Desa Pon, Kab. Serdang Bedagai yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, S. W., & Erti, H. (2023). Analisis Kebutuhan Komik Interaktif Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Pada Materi Sistem Pencernaan. *Seminar Nasional Pendidikan IPA dan Matematika*. 48-56.
- Ananta, Y., & Salsabila, D. F. (2025). The Relationship between Science Literacy and Students' Environmental Awareness in Environmental Pollution Material: A Literature Review. *Education Science and Culture Journal*, 1(1), 7-16. <https://doi.org/10.38035/paidea.v1i1>.
- Anggrani, N., Khoirun, N., Puteri, K. W., & Dian, S. A. (2021). Analysis of Environmental Literacy Skill of Biology Teacher Candidates in Human and Environmental Courses. *Science Education Journal*, 5(1), 29-40.
- Anisa, A. R., Ala, A. I., & Kayla, N. S. (2021). Pengaruh Kurangnya Literasi serta Kemampuan dalam Berpikir Kritis yang Masih Rendah dalam Pendidikan di Indonesia. *Current Research in Education: Conference Series Journal*, 1(1), 1-12.
- Apriliyani, P., Endang, S., & Yuliani. (2023). Validity of Science Literacy on the Respiratory System in Indonesia's Merdeka Curriculum. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 4(2), 163-175. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i2.297>.
- Arifiyyati, M., Ndzani, L., & Listyono. (2022). Correlation between scientific literacy with higher order thinking skills and self-efficacy in biology learning. *Jurnal Biolokus: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi*, 5(2), 166-176. <http://dx.doi.org/10.30821/biolokus.v5i2.1633>
- Bagas, & Noor, P. (2023). *Pengaruh Media Pembelajaran Komik Digital Terhadap Literasi Sains Peserta Didik Pada Materi Keanekaragaman Hayati Kelas X Di SMA Negeri 5 Metro* [Thesis]. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.
- Bukian, I., Gading, I., & Bayu, G. (2024). Modernizing Education: Empowering the Potential of E-Comic Media for Improved Learning Interest and Learning Outcomes. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.23887/jp2.v7i1.75823>
- Devi, L. D. K., & Sueb, H. (2024). Meningkatkan Minat Belajar Siswa Menggunakan Teknologi Komik Digital (Canva) pada Pembelajaran Bahasa Indonesia Kelas VII di SMP Negeri 13 Surabaya. *Simpaty: Jurnal Penelitian Pendidikan dan Bahasa*, 2(4), 16-25. <https://jurnal.alimspublishing.co.id/index.php/simpaty>
- Elista, C. E., & Kuntjoro, S. (2020). Validitas LKPD Perubahan Lingkungan Berbasis Contextual Teaching and Learning (CTL) untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas X SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 9(3), 535–544. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v9n3.p535-544>

- Elvianasti, M., Nisfaturahmah., Irdalisa., & Maesaroh. (2022). High School Students' Scientific Literacy in the Context of Covid-19 Pandemic. *Jurnal Pendidikan*, 14(1), 865-876. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i1.1955>.
- Fadilah. Solikhah, I., Titis, W. D. A., & Chandra, A. P. (2020). Analisis Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA Pada Pembelajaran Biologi Menggunakan Noslit. *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi*, 10(1), 27-34.
- Fadilah, M. (2024). Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi: Literature Review. *Jurnal Bioshell*, 13(1), 89-98. <https://doi.org/10.56013/bio.v13i1.2782>.
- Fauziah, N., Endang, S., & Romy, F. M. (2025). Profil Literasi Sains Peserta Didik Di SMAN 8 Tasikmalaya Pada Materi Perubahan Lingkungan. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1), 184-193. <https://jurnalp4i.com/index.php/science>.
- Filjinan, S. K., Supeno., & Rusdianto. (2022). Pengembangan E-Komik Interaktif Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa SMP Pada Pembelajaran IPA. *Pendekar: Jurnal Pendidikan Berkarakter*. 5 (2), 125-129. <https://doi.org/10.31764/pendekar.v5i2.9003>
- Hafzah, N., Puri Amalia, K., Lestari, E., Annisa, N., Adiatmi, U., & Saifuddin, M. F. (2020). Meta-Analisis Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Digital Dalam Peningkatan Hasil Dan Minat Belajar Biologi Peserta Didik Di Era Revolusi Industri 4.0. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 6(4), 541–549. <https://doi.org/10.22437/Bio.V6i4.8958>
- Haryati, S., Erviyenni, E., Manju, A. P., & Sri, W. A. (2019) Development of student activities worksheet based on a comic with 4C in chemical equilibrium for class xi high school. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 11(2). 37-47.
- Helmanto, F. (2020). Flashcard: Belajar Mufrodad Bahasa Arab Semakin Menantang. *Tatsqifiy: Jurnal Pendidikan Bahasa Arab*, 1(2), 141–151. <https://doi.org/10.30997/tjpa.v1i2.3091>
- Hulukati, F., Djuna, L., Akbar, M. N & dkk. (2024). Pengembangan Komik Digital Materi Sistem Ekskresi Pada Manusia Bagi Peserta Didik Kelas XI Di SMA Negeri 1 Suwawa. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 239-251. <https://e-journal.my.id/biogenerasi>
- Johan, J. R., & Arris, M. (2023). Penerapan Model *Four-D* dalam Pengembangan Media Video Keterampilan Mengajar Kelompok Kecil dan Perorangan. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(6), 372-378. <https://wnj.westscience-press.com/index.php/jpdws/index>.
- Juliastari, J., Rita, W., & Jamaluddin. (2024). Upaya Meningkatkan Motivasi Belajar Biologi Melalui Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Perubahan Lingkungan di Kelas X.8 SMAN 5 Mataram Tahun Ajaran 2022/2023. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(1), 106-112. [10.29303/jipp.v9i1.1874](https://doi.org/10.29303/jipp.v9i1.1874).
- Karlana, N., Asra, R., & Hariyadi, B. (2021). Pengembangan komik biologi pada materi pteridophyta untuk siswa SMA. *Biodik*, 7(01), 53–61. <https://doi.org/10.22437/bio.v7i01.11267>
- Lastri. (2023). Efektivitas Media Komik Digital untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa SD Tentang Seks Edukasi. *Journal of Educational Technology, Curriculum, Learning, and Communication*, 3(1), 7-12. <https://doi.org/10.26858/jetclc.v3i1.43054>.
- Lee, C. (2023). Digital-based science learning to improve students' environmental awareness. *Asian Journal of Science Education*, 8(1), 49–58.

- Mardhiyah, R. H., Sekar, N. F. A., Febyana, C., & Rizal, Z. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40. <https://doi.org/10.31849/lectura.v12i1.5813>
- Mukti, A., Abidin, Z., & Arip, A. G. (2023). Pengembangan komik digital tiga dimensi untuk meningkatkan literasi sains dan sikap ilmiah siswa. *EDUBIOLOGICA: Jurnal Penelitian Ilmu Dan Pendidikan Biologi*, 11(67), 1–7. <https://doi.org/10.22219/jpbi.vxiy>
- Murti, P. R., Aminah, N. S., & Harjana. (2018). The Analysis of High School Students' Science Literacy Based on Nature of Science Literacy Test (NOSLiT). *Journal of Physics: Conference Series*. 1097(1), 1-8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012003>.
- Nursholihat, K., Sujana, A., & Karlina, D. A. (2017). Peran Media Komik Terhadap Literasi Sains Siswa Sd Kelas V Pada Materi Daur Air. *Jurnal Pena Ilmiah*, 2(1), 711-720. <https://doi.org/10.17509/jpi.v2i1.10110>.
- OECD, A. (2023). *OECD Economic Outlook, Volume 2023 Issue 1 (Issue June)*. OECD Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/ce188438-en>.
- Priyangga, B., Qoriati, M., Ikha, L., & Dewi, N. K. (2023). Pengembangan Komik dengan Pendekatan Culturally Responsive Teaching untuk Menumbuhkan Literasi Sains pada Kelas VSDN Kalicari 01 Semarang. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 5(1), 97-110. <https://doi.org/10.53863/kst.v5i01.705>
- Rahma, A., & Putri, R. D. K. (2024). Efektivitas Media Komik Sains terhadap Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Basicedu*, 8(4), 3455 -3464.
- Ristiani. & Hanik, M. (2023). Pengembangan Komik Digital Literasi Sains Bermuatan Nilai Keislaman pada Topik Klasifikasi Materi dan Perubahannya. *National Conference of Islamic Natural Science*, 3(1).
- Riwanto, M. A., & Wulandari, M. P. (2018). Efektivitas penggunaan media komik digital (cartoon story maker) dalam pembelajaran tema selalu berhemat energi. *Jurnal Pancar*, 2(1), 14–18.
- Rudiyanto, C., Huda, N., & Tobing, V. M. L. (2025). Pengembangan Media Komik Digital Berbasis Canva untuk Siswa Kelas XI SMA Masa Depan Cerah Surabaya. *AKADEMIK: Jurnal Mahasiswa Humanis*, 5(1), 68-76.
- Sakilah, O., Atikah, S., & Nur, A. (2025). Pengembangan Media Komik Digital untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains pada Pembelajaran IPAS Kelas V di MI Al-Washliyah Perbutulan. *Jurnal Kajian Pendidikan dan Cakrawala Pembelajaran*. 1 (2), 125-136. <https://doi.org/10.64690/jakap.v1i2.207>
- Sakir, M. (2025). Personal Branding Melalui Media Sosial Dalam Meningkatkan Community Awareness Terhadap Isu Lingkungan. *Jurnal Kajian Ilmiah*. 25(1), 41-50. <https://doi.org/10.31599/pygr0w74>
- Shofiyah, S., Husaen, S., & Annisa, N. (2025). Media Pembelajaran Komik Sebagai Sarana Meningkatkan Literasi Sains. *Joedu: Journal of Basic Education*, 3(2), 452-464. <https://ejournal.stitmiftahulmidad.ac.id/index.php/joeduJoedu>
- Sholikah, L., & Faninda, N. P. (2021). Analysis of Science Literacy Ability of Junior High School Students Based on Programme for International Student Assesment (PISA). *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 2(1), 95-104. <https://jurnal.iainponorogo.ac.id/index.php/insecta>.
- Sinta, I. N., Sri, W., & Cepi, K. (2021). The Influence of Comic Media on Students' Concept Understanding on Chemical Bonding Materials. *International Journal of Active*, 6(2), 85-90. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijal>.

- Siregar, S. D., Zhafira, R., & Riandi. (2024). Inovasi Pembelajaran Model Inkuiri Terbimbing Berbasis Teknologi pada Materi Perubahan Lingkungan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(2), 101-110. <https://online-journal.unja.ac.id/biodik>.
- Sitanggang, N., Arum, S., Deden, I. & dkk. (2024). Peran Literasi Sains Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Siswa SMP. *Jurnal Universitas Dharmawangsa*, 18(2), 580-589. <https://doi.org/10.46576/wdw.v18i2.4518>.
- Subrata, I. M., & Gusti, A. R. (2022). Peranan Literasi Sains dalam Pembelajaran Fisiologi Tumbuhan. *Jurnal Widyadari*, 23(2), 55-65. <https://ojs.mahadewa.ac.id/index.php/widyadari/article/view/2263/166>.
- Subrata, I. M., & Gusti, A. R. (2023). Pembelajaran Biologi Berbasis Etnopedagogi dalam Peningkatan Literasi Sains dan Karakter Peserta Didik. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 1-11. <https://ojs.mahadewa.ac.id/index.php/santimas/article/view/3242>.
- Sukmanasa, E., Tustiyana, W., & Lina, N. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Komik Digital Pada Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial Bagi Siswa Kelas V Sekolah Dasar Di Kota Bogor. *Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*. 3 (2), 171-185. <http://dx.doi.org/10.30870/jpsd.v3i2.2138>
- Sukoco, R. A., Mayong, & Asis, N. (2025). Efektivitas Media Komik Digital terhadap Keterampilan Membaca Pemahaman Siswa Kelas IV SD Inpres Kantisang Kota Makassar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(3), 793-801. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i3.584>.
- Suwanda, N. A., Ulfa, S. W., & Adlini, M. N. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Komik Digital Biologi Berbasis Pendidikan Karakter Pada Materi Sistem Ekskresi Untuk Peserta Didik Kelas XI SMA. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(4), 79-91. <https://doi.org/10.57218/jupeis.Vol2.Iss4.839>
- Suwandi, R., & Ayuk, A. S. (2021). Analisis tingkat literasi sains siswa pada aspek konteks, konten, dan kompetensi dengan rasch. *Jurnal Pembelajaran Biologi*, 10(1), 28-39. <https://doi.org/10.20961/bio-pedagogi.v10i1.51648>
- Usman, N. F., Nur, M., & Lilin, D. (2023). Efektivitas Media Komik Digital terhadap Keterampilan Membaca Pemahaman Siswa Kelas IV SD Inpres Kantisang Kota Makassar. *Jurnal Pembelajaran Biologi:Kajian Biologi dan Pembelajarannya*, 10(2), 71-76. <http://.doi.org/10.36706/fpbio.v10i2.22623>.
- Wahyudin, A. Y., Jepri, D., Simamora, M. W., Pratiwi, I. W., & Rina, A. (2020). Penggunaan komik digital toondoo dalam pembelajaran Bahasa Inggris tingkat Sekolah menengah. *Jurnal of Social and Tehnologi for Community Service*, 1(1), 1-6. <https://doi.org/10.33365/jta.v1i1.673>.
- Wasis. Yuni, S. R., Titin, S., & Sifak, I. (2020). *Hots dan Literasi Sains Konsep Pembelajaran dan Penilaiannya*. Surabaya: Kun Fayakun.
- Yonanda, D., Yuyu, Y., & Dudu, S. S. (2019). Development of Problem-Based Comic Book as Learning Media for Improving Primary School Students' Critical Thinking Ability. *Jurnal Mimbar Sekolah Dasar*, 6(3), 341-348. <http://ejournal.upi.edu/index.php/mimbar>.
- Yusmar, F., & Rizka, E. F. (2023). Analisis Rendahnya Literasi Sains Peserta Didik Indonesia: Hasil PISA dan Faktor Penyebab. *Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 11-19. <http://jurnallensa.web.id/index.php/lensa>.
- Zakiah, Z., Martin, A., Syifa, D. O., & dkk. (2022). Pengembangan Buku Teks Bahasa Indonesia Berbasis Media Komik Digital Bermuatan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 8431 – 8440. [10.31004/basicedu.v6i5.3869](https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3869).