

## **PENGEMBANGAN MEDIA COMMVIRUS EDUCATION UNTUK MELATIH KETERAMPILAN KOMUNIKASI DAN HASIL BELAJAR KOGNITIF MATERI VIRUS**

### ***Media Development CommVirus Education to Improve Communication Skills and Learning Outcomes Cognitive Learning of Virus Material***

**Karin Fitri Mekar Sari**

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

Email: [karinfitri2015@gmail.com](mailto:karinfitri2015@gmail.com)

**Mimien Henie Irawati Al Muhdhar**

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

Email: [mimien.henie.fmipa@um.ac.id](mailto:mimien.henie.fmipa@um.ac.id)

**I Wayan Sumberartha**

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

Email: [wayan.sumberartha.fmipa@um.ac.id](mailto:wayan.sumberartha.fmipa@um.ac.id)

**Umi Fitriyati**

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

Email: [umi.fitriyati.fmipa@um.ac.id](mailto:umi.fitriyati.fmipa@um.ac.id)

**Deny Setiawan**

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

Email: [deny.setyawan.fmipa@um.ac.id](mailto:deny.setyawan.fmipa@um.ac.id)

**Silfia Ilma**

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Borneo Tarakan

Email: [silfiailma@borneo.ac.id](mailto:silfiailma@borneo.ac.id)

**Wachidatul Linda Yuhanna**

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas PGRI Madiun

Email: [linda.yuhanna@unipma.ac.id](mailto:linda.yuhanna@unipma.ac.id)

**Hari Santoso**

SMA Negeri 2 Batu

Email: [harisantosojunrejo@gmail.com](mailto:harisantosojunrejo@gmail.com)

### **Abstrak**

Perkembangan pendidikan dan teknologi menuntut murid memiliki kecakapan adaptif untuk menghadapi persaingan global. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu mengintegrasikan materi, aktivitas pembelajaran, dan informasi kelas dalam satu platform yang mudah diakses seperti *website Google Sites*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media *CommVirus Education* berbantuan *Google Sites* berbasis model PjBL untuk meningkatkan keterampilan komunikasi serta hasil belajar kognitif materi virus dengan kriteria valid, praktis, dan efektif. Tahapan pengembangan media terdiri dari lima tahapan dalam model pengembangan Lee & Owens. Implementasi media dilaksanakan pada kelas X-1 SMAN 2 Batu dengan rancangan *one group pretest-posttest* yang melibatkan 35 murid sebagai sampel penelitian. Hasil uji kevalidan materi sebesar 100; media sebesar 96; dan perangkat pembelajaran sebesar 96,7 menunjukkan bahwa media valid dari aspek kualitas teknis dan kesesuaian materi pembelajaran. Hasil uji kepraktisan menunjukkan 95,6 menunjukkan bahwa media ini praktis. Adapun hasil uji keefektifan berdasarkan uji *N-Gain Score* sebesar 0,8 termasuk kategori tinggi yang menunjukkan media *CommVirus*

*Education* efektif untuk melatih keterampilan komunikasi dan hasil belajar kognitif murid. Rekomendasi selanjutnya, dapat menambahkan variasi audio untuk memfasilitasi gaya belajar murid yang beragam serta menambahkan materi biologi secara umum agar media pembelajaran bersifat komprehensif.

**Kata Kunci:** keterampilan komunikasi, hasil belajar kognitif, virus

### Abstract

*The development of education and technology requires students to develop adaptive skills for global competition. To support this, learning media that integrates materials, activities, and classroom information on an accessible platform like Google Sites is necessary. This research aims to develop the CommVirus Education, assisted by Google Sites and based on the PjBL model, to improve communication skills and cognitive learning outcomes in virus-related material, with validity, practicality, and effectiveness. The media was developed through five stages following the Lee & Owens model and implemented in class X-1 SMAN 2 Batu with 35 students using a one-group pretest-posttest design. The results of the validity tests for the material (100), media (96), and learning tools (96.7) indicate that the media are valid in terms of technical quality and suitability with the learning material. The practicality test result of 95.6 shows that this media is practical. The effectiveness test results, based on an N-Gain Score of 0.8 (high category), demonstrate that the CommVirus Education media is effective in training students' communication skills and cognitive learning outcomes. Future recommendations include adding audio features to support diverse learning styles and broader biology materials to support comprehensive learning.*

**Keywords:** communication skills, cognitive learning outcomes, viruses

### PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang pesat, terutama di bidang pendidikan dan teknologi, menuntut setiap individu memiliki kecakapan yang adaptif guna menghadapi persaingan dalam masyarakat global. Sekolah memegang peranan krusial dalam mengintegrasikan keterampilan abad ke-21 dalam proses pembelajaran untuk mempersiapkan murid menghadapi kompleksitas tantangan masa depan (Ardelia & Juanengsih, 2021). Keterampilan komunikasi menjadi salah satu keterampilan abad ke-21 yang esensial untuk dimiliki murid. Keterampilan komunikasi dibutuhkan untuk menyampaikan suatu ide pikiran atau gagasan serta membantu mencerna materi. Keterampilan komunikasi berperan penting untuk menjembatani kerjasama dalam bertukar pikiran atau gagasan saat mengerjakan tugas (Romadhon & Imawan, 2024).

Hasil data Badan Pusat Statistik (2022) menyatakan bahwa terdapat 26.361 orang berusia 15-19 tahun dalam kategori tidak bisa berkomunikasi/berbicara, tidak dapat memahami perkataan orang lain, dan perkataannya sulit dipahami oleh orang lain. Kondisi ini menunjukkan perlunya perhatian khusus terhadap pengembangan keterampilan komunikasi pada remaja agar mampu berinteraksi secara efektif dalam kehidupan sehari-hari. Adapun hasil studi pendahuluan yang dilakukan di kelas XI Biologi 1 yang melibatkan 37 responden menunjukkan bahwa keterampilan komunikasi memperoleh nilai rata-rata sebesar 68 yang tergolong rendah berdasarkan kriteria ketuntasan sebesar 75. Rendahnya keterampilan komunikasi sejalan dengan jawaban yang diberikan oleh guru biologi saat analisis kebutuhan terkait kesulitan murid dalam menyampaikan ide, berdiskusi dalam kelompok, serta menyampaikan pemahaman konsep secara lisan.

Keterampilan komunikasi memiliki korelasi linear dengan hasil belajar kognitif murid. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Mulyani *et al.* (2021) bahwa peningkatan keterampilan komunikasi diikuti oleh peningkatan hasil belajar kognitif murid. Sebaliknya, rendahnya keterampilan komunikasi berkontribusi terhadap rendahnya hasil belajar kognitif murid. Hasil belajar kognitif menggambarkan kemampuan berpikir murid yang mencakup jenjang proses kognitif dari mengingat hingga mencipta (C1–C6) serta dimensi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif (K1–K4) yang menunjukkan jenis pengetahuan yang diproses dan dikuasai dalam pembelajaran (Anderson & Krathwohl, 2001). Hasil penelitian dari Sari & Subali (2021) menunjukkan bahwa fokus pada pengetahuan konseptual dan metakognitif dalam pembelajaran sangat efektif memperkuat proses kognitif. Oleh sebab itu, penguasaan indikator C1–C6 dan K1–K4 menjadi krusial agar murid mampu menganalisis fenomena, mengevaluasi informasi, serta mengomunikasikan solusi ilmiah secara logis dan sistematis.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, rata-rata hasil belajar kognitif murid kelas XI Biologi 1 adalah 73, sehingga belum memenuhi kriteria ketuntasan sebesar 75 dan menunjukkan perlunya peningkatan hasil belajar kognitif. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pembelajaran biologi yang berlangsung belum secara optimal dan belum memfasilitasi pada pencapaian hasil belajar kognitif. Selain itu, sebanyak 26 dari 37 murid mengidentifikasi virus sebagai materi yang kompleks. Sifatnya yang mikroskopis menciptakan hambatan dalam visualisasi objek, sehingga pemahaman terhadap fenomena yang bersifat abstrak tersebut menjadi sulit dicapai secara langsung. Menurut Luthfiyyah *et al.* (2025) materi virus bersifat abstrak dan kompleks serta tidak mudah dilihat secara langsung, sehingga tidak cukup jika dijelaskan secara

verbal saja melainkan juga diperlukan pendekatan visual agar memperjelas pemahaman. Materi kajian virus perlu dilengkapi dan diperkaya pada bagian-bagian tertentu guna memudahkan dalam memahami konsep virus yang selama ini cenderung dianggap sulit (Juniarti & Suyitno, 2022).

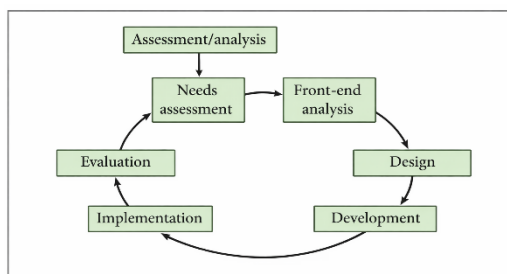
Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, diketahui bahwa media pembelajaran masih didominasi berupa buku teks dengan pembelajaran yang berpusat pada guru serta minim interaksi aktif. Media tersebut belum secara optimal memfasilitasi keterampilan komunikasi, seperti diskusi dan penyampaian pendapat, sehingga berdampak pada rendahnya keterlibatan murid. Hasil wawancara dengan guru biologi menunjukkan bahwasanya guru belum pernah mengembangkan media pembelajaran berbasis teknologi karena keterbatasan pemahaman dalam pemanfaatan teknologi, sehingga materi virus yang bersifat mikroskopis dan abstrak belum disajikan secara visual dan interaktif. Kondisi ini menunjukkan urgensi pengembangan media pembelajaran inovatif berbasis digital guna meningkatkan efektivitas pembelajaran, seiring peran teknologi digital dalam memperbarui proses pembelajaran dan memfasilitasi pemahaman materi secara lebih optimal (Puspa & Suniasih, 2022).

Pengembangan media juga bertujuan untuk mengatasi keterbatasan penggunaan teknologi dalam pembelajaran yang selama ini menjadi kendala bagi guru dan murid. Pengembangan media dapat menggunakan berbagai *website* misalnya *Google Sites*. Hal ini didukung dari hasil penelitian oleh Luthfiyyah *et al.* (2025) media pembelajaran berbasis *Google Sites* memiliki tingkat kelayakan dan kepraktisan yang tinggi serta efektif digunakan dalam pembelajaran karena memberikan pengalaman belajar yang interaktif, meningkatkan motivasi belajar murid, serta mempermudah akses informasi pembelajaran. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian dari Pasaribu *et al.* (2025) menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran digital berbasis PjBL dalam meningkatkan pemahaman murid pada pembelajaran Biologi.

Sejalan dengan upaya peningkatan keterampilan komunikasi dan hasil belajar kognitif materi virus yang tergolong sulit dipahami, diperlukan media pembelajaran interaktif dengan dukungan visual yang menarik serta penerapan model yang sesuai. Pemilihan model yang tepat dapat menunjang tercapainya pembelajaran yang berkualitas bagi murid (Asrini, 2021). Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi bahwasanya masih sering menggunakan model pembelajaran pemecahan masalah, jarang menggunakan model berbasis proyek. Oleh karena itu, diperlukan variasi dalam penerapan model pembelajaran. Adapun hasil penelitian dari Hadijah *et al.* (2023) bahwa penerapan model *Project Based Learning* memberikan berpengaruh terhadap keterampilan komunikasi dan hasil belajar. Dengan demikian, peningkatan keterampilan komunikasi serta penguatan kerja sama antar murid dapat diupayakan melalui penerapan model berbasis proyek seperti *Project Based Learning* mendukung interaksi komunikasi antar rekan sejawat. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian dan pengembangan ini memiliki tujuan untuk menciptakan media *CommVirus Education* untuk melatih keterampilan komunikasi dan hasil belajar kognitif materi virus yang teruji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifannya.

**METODE**

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian pengembangan mengacu pada model pengembangan Lee & Owens (2004) dengan tahapannya tertera pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Langkah Model Pengembangan Lee & Owens (2004)

Tahap pertama yaitu analisis dilakukan penilaian kebutuhan serta analisis awal-akhir. Tahap kedua yaitu tahap desain terdiri dari lima proses, yaitu penjadwalan, identifikasi tim proyek, spesifikasi media, penyusunan struktur pembelajaran, serta kontrol konfigurasi dan siklus peninjauan. Tahap ketiga yaitu tahap pengembangan (*development*) yang mencakup tiga prinsip: sebelum produksi, produksi, serta setelah produksi. Adapun tahap pasca-produksi dilaksanakan uji kevalidan dan uji kepraktisan terhadap media yang telah dihasilkan. Uji kevalidan meliputi validasi sebanyak dua tahap dengan instrumen lembar validasi yang memuat butir pertanyaan sesuai aspek yang dinilai. Uji kepraktisan meliputi hasil angket respons murid. Kriteria kevalidan dan kepraktisan dari hasil perhitungan tertera pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria Kevalidan dan Kepraktisan Media Pembelajaran

Persentase	Kriteria
X = 100	Sangat valid dan sangat praktis
80 ≤ X < 100	Valid, praktis, dan dapat digunakan
60 ≤ X < 80	Kurang valid, kurang praktis, dan direkomendasikan tidak digunakan

$40 \leq X < 60$	Tidak valid, tidak praktis, dan tidak boleh digunakan
$20 \leq X < 40$	Sangat tidak valid, sangat tidak praktis, revisi total, tidak boleh digunakan

Sumber: Modifikasi dari *Aka et al.* (2018:122)

Tahap keempat implementasi menggunakan model *one-group pretest-posttest design* mengacu pada Creswell (2018) adalah desain penelitian mencakup pengukuran pra-uji (*pretest*) dan pengukuran pasca-uji (*posttest*) untuk satu kelompok. Pengukuran *pretest* adalah subjek diuji sebelum menerima perlakuan bertujuan untuk mendapatkan pemahaman awal tentang kondisi subjek. Pengukuran *posttest* ketika subjek telah menerima perlakuan untuk melihat perubahan kondisi dan pengetahuan. Implementasi dilaksanakan pada kelas X-1 SMAN 2 Batu dengan jumlah 35 murid yang belum mempelajari materi virus dan dilaksanakan selama empat pertemuan.

Tahap kelima mencakup evaluasi dibagi dua yaitu evaluasi formatif dilaksanakan melalui pengujian kevalidan dan kepraktisan, sedangkan evaluasi sumatif dilakukan dengan menguji keefektifan media. Keefektifan media diukur berdasarkan hasil tes dan angket yang diperoleh melalui pelaksanaan sebelum penggunaan media (*pretest*) dan sesudah penggunaan media (*posttest*). Instrumen tes berupa 10 soal pilihan ganda yang telah dinyatakan valid dan reliabel. Adapun instrumen angket terdiri atas 10 pernyataan yang diadaptasi dari Greenstein (2012) serta dikembangkan dengan skala Likert skor 1–5. Hasil yang diperoleh dan kegiatan *pretest* dan *posttest* selanjutnya diuji beda menggunakan uji-t berpasangan (*paired sample t-test*) untuk menganalisis perbedaan keterampilan komunikasi dan hasil belajar kognitif peserta didik sebelum dan sesudah penerapan media *CommVirus Education*. Uji-t berpasangan digunakan ketika data yang diperoleh telah memenuhi asumsi normalitas, sedangkan data yang tidak memenuhi asumsi normalitas diuji secara berbeda menggunakan uji *Wilcoxon Signed Rank Test*. Adapun untuk mengetahui seberapa tinggi peningkatan keterampilan komunikasi dan hasil belajar kognitif peserta didik menggunakan uji *N-Gain Score*. Kriteria *N-Gain Score* diklasifikasikan ke dalam tiga kategori yaitu: Skor  $N\text{-Gain} \geq 0,7$  termasuk dalam kategori tinggi, skor  $0,3 \leq N\text{-Gain} < 0,7$  berada pada kategori sedang, sedangkan skor  $N\text{-Gain} < 0,3$  dikategorikan sebagai rendah (Hake, 1998).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap awal penilaian kebutuhan melalui analisis kebutuhan yang melibatkan guru biologi dan murid kelas XI Biologi 1 untuk menentukan perbedaan antara kondisi lapangan dengan kondisi yang diharapkan. Hasil pemilihan materi Biologi kelas X menunjukkan bahwa materi virus dinilai paling sulit dipahami, dengan 26 dari 37 responden menentukannya sebagai materi tersulit. Kesulitan tersebut disebabkan oleh karakteristik virus yang bersifat mikroskopis dan abstrak, sehingga menyulitkan dalam melakukan visualisasi serta memahami konsep secara langsung. Materi virus lebih sulit dibandingkan materi biologi lainnya karena sifatnya yang abstrak dan sulit divisualisasikan, serta rendahnya keaktifan murid selama pembelajaran (Warouw *et al.*, 2025). Selain itu, media yang digunakan guru biologi kurang interaktif dan belum menggunakan teknologi secara optimal karena keterbatasan pemahaman yang berdampak pada minimnya variasi media pembelajaran. Penggunaan teknologi secara tepat dan bijaksana mampu meningkatkan kualitas pendidikan serta mentransformasi proses pembelajaran yang cenderung monoton menjadi pembelajaran yang lebih menarik. Inovasi dalam pembelajaran dapat memanfaatkan teknologi dengan menggunakan *website*, agar proses belajar menjadi lebih diminati dan dapat mengurangi kejenuhan selama pembelajaran (Chuurin'in *et al.*, 2024).

Tahap selanjutnya yaitu analisis awal-akhir untuk mengidentifikasi keterampilan komunikasi dengan hasil 68 serta hasil belajar kognitif dengan hasil 73. Hasil tersebut belum memenuhi kriteria ketuntasan minimal sebesar 75 dan menunjukkan kelemahan pada seluruh indikator. Rendahnya skor murid disebabkan oleh pembelajaran biologi yang masih didominasi komunikasi satu arah melalui model konvensional berupa metode ceramah sehingga pelatihan keterampilan komunikasi belum berkembang secara optimal. Metode ceramah yang diterapkan secara monoton tanpa variasi cenderung membuat murid yang pasif, menghambat partisipasi aktif, serta menimbulkan suasana pembelajaran yang monoton dan membosankan (Rusiadi, 2020). Kurangnya nilai hasil belajar kognitif ini bisa disebabkan karena pemahaman konsep biologi murid yang masih lemah. Kesulitan murid dalam mempelajari materi tersebut disebabkan oleh sifat materi yang abstrak, adanya miskonsepsi tentang virus sebagai organisme prokariotik atau eukariotik, serta kesulitan membedakan struktur virus (Firmanshah *et al.*, 2020). Selain itu, kondisi ini menunjukkan kurang optimalnya penerapan keterampilan komunikasi dalam pembelajaran yang berperan dalam menyampaikan ide, pikiran, atau gagasan serta membantu memahami materi. Hal ini diperkuat oleh penelitian Mayani *et al.* (2023) yang menunjukkan bahwa keterbatasan keterampilan komunikasi, baik secara lisan, tulisan, maupun dalam menginterpretasikan grafik, dapat menghambat pemahaman konsep secara akurat.

### Tahap Desain (*Design*)

Tahap desain merupakan tahap kedua dengan pelaksanaan penelitian dan pengembangan dijadwalkan dari bulan Agustus-Desember 2025 dengan tim proyek yang dibimbing oleh dosen serta dilaksanakan oleh mahasiswa. Spesifikasi media yang dikembangkan yaitu *CommVirus Education*, media pembelajaran berbasis *website* yang memuat ringkasan

materi virus dengan dukungan gambar, video, *Augmented Reality*, E-LKPD, lembar observasi keterampilan komunikasi, dan tes hasil belajar kognitif, serta dirancang sesuai dengan model *Project Based Learning*. Struktur pembelajaran disusun berdasarkan capaian pembelajaran yang dikembangkan menjadi tiga tujuan pembelajaran terintegrasi dengan indikator keterampilan komunikasi dan hasil belajar kognitif.

Proses konfigurasi kontrol dan siklus peninjauan mengacu pada Direktorat Pembinaan SMA Permendikbud (2017), meliputi penentuan format *website Google Sites* yang dapat diakses secara daring dan gratis, serta pemanfaatan aplikasi pemformatan, seperti *Microsoft Word*, *Canva*, *AssmblrEdu*, dan *Quiz Zep*. Tahapan pengembangan media meliputi perancangan konten dan *storyboard*, pengunggahan konten pada *Google Sites*, uji coba fitur, dan publikasi. Media *CommVirus Education* memiliki menu beranda, petunjuk penggunaan, CP dan TP, materi, forum diskusi, E-LKPD, tes keterampilan komunikasi, tes hasil belajar kognitif, refleksi, dan daftar pustaka.

Media *CommVirus Education* memiliki keunggulan berupa forum diskusi yang mendukung interaksi dan pembelajaran aktif, serta integrasi *augmented reality* yang membantu pemahaman konsep struktur virus yang abstrak. Media *CommVirus Education* berbantuan *Google Sites* memudahkan akses dan pengunduhan materi pembelajaran secara fleksibel tanpa risiko kehilangan bahan ajar, sehingga mendukung keberlanjutan pembelajaran. Selain itu, *Google Sites* bersifat interaktif dan dinamis, dapat meningkatkan minat belajar sekaligus mendorong guru untuk mengembangkan kompetensi pemanfaatan teknologi pembelajaran sesuai dengan perkembangan zaman (Pratama *et al.*, 2023). Media *CommVirus Education* diharapkan dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan komunikasi melalui diskusi daring, penyampaian pendapat, dan penyajian informasi visual, serta mendukung peningkatan hasil belajar kognitif dengan membantu memahami dan mengaplikasikan konsep virus secara terstruktur melalui ringkasan materi yang dilengkapi gambar, video, dan *augmented reality*.

### Tahap Pengembangan (*Development*)



**Gambar 2.** Halaman Beranda Media *CommVirus Education*

Pengembangan menjadi tahap ketiga yang bertujuan menghasilkan dan menyempurnakan media melalui proses sebelum produksi, produksi, dan setelah produksi. Sebelum produksi dilaksanakan membuat rancangan alur kerja atau *storyboard*. *Storyboard* berfungsi memberikan gambaran menyeluruh media pembelajaran, membantu pengembang menyusun langkah-langkah secara sistematis, memperjelas alur menu atau fitur, serta memudahkan deteksi dan perbaikan kesalahan pada media pembelajaran yang telah dikembangkan (Ariyana *et al.*, 2022). *Storyboard* yang telah disusun digunakan sebagai pedoman proses produksi, dari tahap perakitan sampai peninjauan media dalam bentuk *website*. Tahapan berikutnya yakni proses setelah produksi terdiri dari tinjauan teknis, debug, pengujian dari segi kevalidan dan kepraktisan media.

### Uji Kevalidan

Uji kevalidan dilakukan validasi dari ahli pada bagian materi, ahli pada bagian media, ahli pada bagian perangkat pembelajaran, dan praktisi pada bagian pendidikan biologi. Hasil uji kevalidan tertera pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji Kevalidan Media

Validator	Tahap	Skor	Kategori
Materi	1	89	Valid
	2	100	Sangat valid
Media	1	86	Valid
	2	96,7	Valid
Perangkat Pembelajaran	1	89,9	Valid
	2	95,6	Valid

Hasil validasi dari ahli bagian materi pada tahap 1 sebesar 89 tergolong valid. Validator memberikan masukan untuk penambahan materi sejarah penemuan virus agar lebih lengkap, peningkatan kedalaman pembahasan konsep, serta penyesuaian ilustrasi dan contoh untuk mendukung pemahaman, sehingga materi menjadi lebih representatif terhadap capaian pembelajaran yang ditargetkan. Materi pembelajaran dapat bersifat faktual, serta memiliki karakter informatif, edukatif, dan instruksional saat disajikan (Ispratiwi & Mellisa, 2023). Validasi dilakukan pada tahap 2 dengan hasil

persentase sebesar 100 yang menunjukkan isi materi dalam media *CommVirus Education* sangat valid dan dapat diuji cobakan.

Adapula dilakukan validasi oleh ahli bagian media didapatkan dari validasi tahap 1, yaitu sebesar 86 tergolong valid. Validator memberikan masukan terkait fungsi tombol serta penyesuaian ukuran font dan gambar yang diperlukan karena berpengaruh terhadap kemampuan dalam mengolah informasi, sehingga teks menjadi lebih menarik, mudah dibaca, dan efektif dalam menyampaikan pesan. Penyesuaian ukuran gambar dalam media bertujuan agar kualitas gambar yang ditampilkan jernih dan terlihat dengan jelas detailnya. Miskonsepsi materi virus salah satunya disebabkan oleh sifatnya yang mikroskopis, sehingga diperlukan gambar yang jelas dalam media pembelajaran untuk memvisualisasikan konsep dan memudahkan pemahaman (Gumilar & Sustri, 2021). Validasi dilakukan pada tahap 2 dengan hasil persentase sebesar 96,7. Persentase yang diperoleh tersebut tergolong valid. Validator tidak memberikan saran untuk perbaikan media lebih lanjut, sehingga media *CommVirus Education* dapat diuji cobakan tanpa revisi.

Kemudian dilakukan validasi dari ahli bagian perangkat pembelajaran dengan hasil tahap 1 sebesar 89,9 tergolong valid. Validator memberikan masukan untuk perbaikan ukuran *font* dan lokasi jawaban pada LKPD. Temuan Day *et al.* (2024) menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa modifikasi format teks, seperti pengaturan ukuran huruf dan spasi, mampu meningkatkan kecepatan membaca tanpa menurunkan tingkat pemahaman. Validator dilakukan pada tahap 2 dengan hasil 96,3 tergolong valid menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran dapat menunjang media *CommVirus Education*.

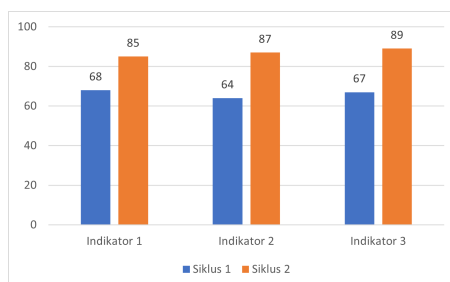
Adapula validasi dari praktisi pada bagian pendidikan biologi dengan hasil sebesar 95,6 tergolong valid. Praktisi pada bagian pendidikan biologi menilai media *CommVirus Education* yang dikembangkan sangat menarik dan membuat antusias selama kegiatan belajar. Temuan Adibowo *et al.* (2025) bahwa media dari *website* dapat menjadi alternatif inovatif, interaktif, dan fleksibel, sehingga menciptakan suasana belajar menyenangkan serta membantu meningkatkan efektivitas mengingat materi. Media *CommVirus Education* berbantuan menggunakan *website Google Sites* bersifat fleksibilitas memudahkan pendidik untuk membuat dan mendesain bahan ajar, mengorganisasikan isi materi serta memberi navigasi yang mudah bagi murid.

### Uji Kepraktisan

Uji kepraktisan bertujuan menilai kelayakan pemanfaatan media pembelajaran oleh murid. Pengujian ini mengacu pada evaluasi formatif Branch (2009) dilaksanakan melalui tiga langkah. Langkah pertama dengan melakukan uji coba pada subjek perorangan melibatkan tiga murid dengan kemampuan akademik yang bervariasi memperoleh skor 94,6 termasuk kategori praktis tanpa adanya saran perbaikan. Selanjutnya, uji coba pada subjek kelompok kecil melibatkan 10 murid menghasilkan skor 97,5 termasuk kategori praktis dan tanpa masukan. Uji coba lapangan dengan jumlah 37 murid kelas XI Biologi 1 memperoleh skor 93,25 menunjukkan media praktis digunakan. Murid menilai media *CommVirus Education* dapat dioperasikan dengan baik saat kegiatan pembelajaran. Temuan ini sesuai dengan Laili *et al.* (2025) bahwasanya media pembelajaran berbasis *Google Sites* memperoleh respons baik dari murid, khususnya pada aspek kemudahan penggunaan dan tampilan, sehingga menunjukkan tingkat kepraktisan media dalam proses pembelajaran.

### Tahap Implementasi

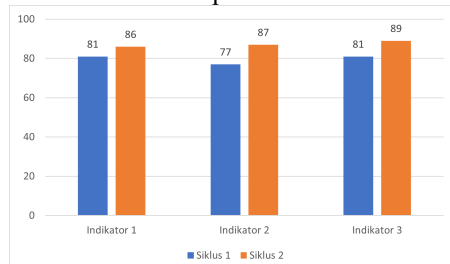
Implementasi menjadi tahap keempat bertujuan menilai efektivitas produk media dalam mencapai tujuan pembelajaran. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan media *CommVirus Education* untuk peningkatan keterampilan komunikasi serta hasil belajar kognitif materi virus. Tahapan implementasi setiap pertemuan dilaksanakan secara berkelompok sesuai enam tahapan pada model pembelajaran PjBL yaitu: mengidentifikasi konsep utama untuk dijadikan proyek, menelusuri makna dan relevansinya, menemukan konteks dunia nyata, melibatkan berpikir kritis, menulis sketsa proyek, merancang elemen awal proyek, serta menguji dan mengevaluasi ide proyek (Krauss & Boss, 2013). Implementasi PjBL dilakukan melalui penggunaan lembar kerja murid elektronik. Pengukuran keterampilan komunikasi melalui angket *self assessment*, *peer assessment*, serta lembar observasi oleh guru yang terdiri atas 10 pernyataan dan diadaptasi dari (Greenstein, 2012). Guru berperan aktif dalam mengarahkan pelaksanaan *self assessment* melalui pemberian kriteria penilaian yang jelas, sehingga murid terdorong melakukan penilaian secara objektif, jujur, dan bertanggung jawab terhadap keterampilan yang dimilikinya (Sari & Albina, 2024). Hasil rata-rata *self assessment* keterampilan komunikasi tertera pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Rerata *Self Assessment*

Hasil rata-rata *self assessment* terjadi peningkatan pada seluruh indikator selama dua kali siklus. Dalam proses penilaian *self assessment* keterampilan komunikasi untuk merefleksikan kejelasan penyampaian pesan, kemampuan mendengarkan, serta efektivitas pemanfaatan sumber daya dalam mengekspresikan ide. Proses refleksi mandiri membantu mengenali kelebihan dan kekurangan keterampilan komunikasi yang dimiliki sehingga meningkatkan kesadaran metakognitif dan tanggung jawab terhadap proses belajar (Wulandari *et al.*, 2020). Peningkatan indikator penyampaian pesan menunjukkan bahwa media *CommVirus Education* melatih murid menyampaikan gagasan secara sistematis dan relevan melalui presentasi dan diskusi proyek, dengan menyesuaikan isi serta cara penyampaian sesuai audiens pada setiap tahapan proyek. Hal ini diperkuat oleh Novitasary (2023) bahwa pembelajaran proyek mampu meningkatkan keterampilan komunikasi ketika penyampaian pesan secara efektif melalui presentasi proyek.

Peningkatan indikator komunikasi reseptif menunjukkan bahwa media *CommVirus Education* memfasilitasi dalam memahami informasi secara terarah melalui aktivitas mendengarkan, membaca, dan mengamati konten visual sesuai tujuan pembelajaran, sehingga mendorong pengolahan informasi secara aktif dan membentuk pemahaman konsep yang lebih optimal. Temuan ini seiring dengan penelitian dari Mayani *et al.* (2023) bahwasanya keterampilan komunikasi berkembang melalui aktivitas menyimak, membaca, dan mengamati representasi visual secara terarah. Peningkatan indikator penggunaan berbagai sumber daya menunjukkan bahwa media *CommVirus Education* melatih murid memanfaatkan gambar dan video untuk menyampaikan gagasan secara lebih jelas dan efektif, terutama dalam penyusunan proyek. Selain itu, penggunaan media visual, seperti ilustrasi dan bagan, memfasilitasi interpretasi dan komunikasi murid, memperkuat pemahaman konsep, serta meningkatkan keterlibatan aktif dalam pembelajaran, khususnya dalam penyampaian konsep sains yang kompleks (Supriyadi *et al.*, 2022). Keterampilan komunikasi dapat diukur melalui *peer assessment*. Adapun hasil rata-rata *peer assessment* keterampilan komunikasi tertera pada Gambar 4.

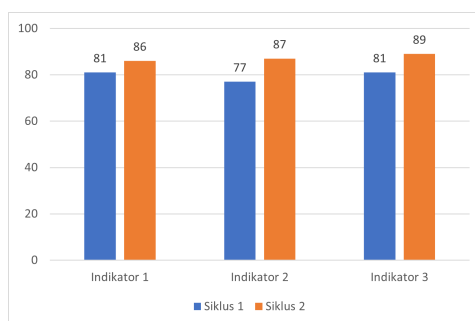


**Gambar 4.** Grafik Rerata *Peer Assessment*

Hasil rata-rata *peer assessment* terjadi peningkatan pada seluruh indikator selama dua kali siklus. Penilaian tersebut dilakukan setelah murid mengikuti pembelajaran menggunakan media *CommVirus Education*. *Peer assessment* memberikan kesempatan murid memperoleh umpan balik langsung dari teman sebaya terkait kejelasan, ketepatan, dan efektivitas penyampaian pesan. Oleh karena itu, pelaksanaannya perlu dilakukan secara adil dan konstruktif dengan panduan serta kriteria penilaian yang jelas dan terstruktur (Saekoko *et al.*, 2025). Peningkatan pada indikator menyampaikan pesan untuk target yang dipilih mengalami peningkatan yang menunjukkan bahwa penggunaan media *CommVirus Education* melatih murid menyampaikan gagasan dengan jelas, terstruktur, dan sesuai audiens melalui diskusi kelompok dan presentasi proyek. Hal ini tampak pada kejelasan alur, ketepatan istilah, serta relevansi pesan dengan tujuan proyek. Temuan ini didukung oleh Astuti *et al.* (2022) bahwasanya *peer assessment* efektif dan objektif dalam meningkatkan keterampilan komunikasi lisan murid melalui kegiatan presentasi.

Peningkatan indikator komunikasi reseptif menunjukkan bahwa media *CommVirus Education* mendorong murid memahami informasi pembelajaran secara lebih efektif melalui interaksi dengan rekan sebaya, baik dengan menyimak, membaca, maupun mengamati konten visual dalam kegiatan proyek. Temuan tersebut sejalan dengan Kusmiarti *et al.* (2025) bahwasanya penerapan PjBL menumbuhkan keterampilan komunikasi, termasuk ketika menyimak, merespons, dan memanfaatkan media visual secara efektif. Peningkatan indikator penggunaan berbagai sumber daya menunjukkan bahwa media *CommVirus Education* melatih murid memanfaatkan gambar, video, dan media visual lain untuk menyampaikan gagasan secara lebih jelas dan menarik kepada rekan sebaya dalam diskusi dan presentasi proyek. Media visual berperan dalam memfasilitasi pemahaman konsep biologi yang kompleks serta membuat penyampaian argumen

lebih terstruktur, sehingga meningkatkan kualitas umpan balik dan validasi ide antar rekan sejawat (Asikin, 2024). Selain itu, keterampilan komunikasi dapat diukur melalui lembar observasi oleh guru. Adapun rata-rata hasil observasi tertera pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Grafik Rerata Hasil Observasi

Hasil observasi guru terjadi peningkatan pada seluruh indikator selama dua siklus, meliputi kemampuan menyampaikan pesan, komunikasi reseptif, dan penggunaan sumber daya untuk mengekspresikan ide. Seluruh indikator menunjukkan kenaikan skor dari pertemuan pertama hingga keempat, menandakan perkembangan keterampilan komunikasi secara bertahap seiring keterlibatan aktif murid dalam diskusi, interaksi, dan penyampaian gagasan. Lembar observasi memberikan gambaran objektif terhadap perkembangan tersebut (Usman *et al.*, 2022).

Peningkatan ini mencerminkan efektivitas penggunaan media *CommVirus Education* yang terlihat dari ketepatan struktur penyampaian pesan, kesesuaian isi dengan tujuan pembelajaran, serta kemampuan menyesuaikan strategi komunikasi dengan audiens. Guru mencatat bahwa murid semakin konsisten menunjukkan komunikasi yang terarah, berbasis data, dan relevan selama perencanaan, pelaksanaan, dan presentasi proyek. Guru mengamati murid semakin konsisten menunjukkan perhatian terhadap penjelasan, ketepatan dalam memahami informasi tertulis, serta kemampuan menginterpretasikan konten visual, sehingga proses pemahaman konsep berlangsung secara lebih efektif selama kegiatan proyek. Sejalan dengan temuan Wiranata *et al.* (2025) bahwa model *Project Based Learning* efektif menumbuhkembangkan keterampilan komunikasi murid.

### Uji Keefektifan

Keseluruhan hasil *pretest* dan *posttest* dilakukan uji keefektifan menggunakan *IBM SPSS Statistic*. Berdasarkan hasil uji normalitas Shapiro-Wilk, data keterampilan komunikasi pada *pretest* berdistribusi normal (0,097), sedangkan *posttest* tidak berdistribusi normal (0,012), sementara itu pada hasil belajar kognitif baik *pretest* (0,005) maupun *posttest* (0,000) menunjukkan distribusi data tidak normal. Ketidaknormalan data ini dapat dipengaruhi oleh variasi kemampuan awal peserta didik, ukuran sampel yang relatif terbatas, serta adanya perbedaan respons individu terhadap perlakuan pembelajaran, yang secara statistik memang sensitif terdeteksi melalui uji Shapiro-Wilk. Data yang berdistribusi tidak normal dilakukan uji Wilcoxon dengan hasil menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* pada variabel keterampilan komunikasi dengan hasil  $-5,177b < 0,000$  dan variabel hasil belajar kognitif dengan hasil  $-5,230b < 0,000$ , sehingga media *CommVirus Education* yang diberikan terbukti memberikan pengaruh yang kuat.

Hasil uji *N-Gain Score* menunjukkan bahwa keterampilan komunikasi dan hasil belajar kognitif memperoleh hasil 0,8 termasuk kriteria tinggi yang menunjukkan adanya keefektifan penggunaan media *CommVirus Education*. Keefektifannya dipengaruhi oleh strategi pembelajaran yang diterapkan, seperti *Project Based Learning*, diskusi daring, dan umpan balik yang didukung teknologi, sehingga tidak hanya memperkuat efektivitas pembelajaran, tetapi juga membekali murid dengan keterampilan komunikasi yang dibutuhkan dalam kehidupan akademik dan profesional. Media pembelajaran digital berpotensi meningkatkan keterampilan komunikasi murid melalui fitur interaktif seperti video, gambar, diskusi daring, dan teknologi yang mendorong keaktifan murid (Cuhanazriansyah & Arisona, 2025). Murid memberikan respons yang positif terhadap penggunaan media *CommVirus Education* melalui angket respons dengan persentase 97,4%. Hasil tersebut selaras dengan hasil penelitian dari Bahri *et al.* (2024) menunjukkan bahwa persepsi positif terhadap media pembelajaran berkorelasi dengan keterlibatan dan hasil belajar yang mendukung efektivitas pembelajaran.

### Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi menjadi tahap akhir untuk menilai mutu media yang dihasilkan, meliputi evaluasi formatif dengan uji kevalidan dan kepraktisan media *CommVirus Education*, dengan hasil uji kevalidan menunjukkan bahwa media memenuhi kriteria valid ditinjau dari aspek materi, kualitas media, serta kesesuaiannya dengan karakteristik dan proses pembelajaran di sekolah, ditunjukkan oleh skor validasi materi sebesar 100, validasi ahli media sebesar 96, validasi perangkat pembelajaran sebesar 96,7, dan validasi praktisi pendidikan biologi sebesar 95,6. Sementara itu, uji kepraktisan yang dilakukan melalui uji coba pada subjek perorangan hasilnya 95,25; uji coba pada subjek kelompok kecil hasilnya

97,9; dan uji coba lapangan hasilnya 93 yang termasuk dalam kategori praktis. Evaluasi sumatif dilakukan melalui pengujian keefektifan media menggunakan uji *N-Gain Score*, yang menunjukkan adanya peningkatan keterampilan komunikasi dan hasil belajar kognitif memperoleh masing-masing nilai sebesar 0,8 yang termasuk dalam kategori tinggi. Secara keseluruhan, hasil uji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan tersebut membuktikan bahwa media *CommVirus Education* layak, praktis, dan efektif dalam mendukung pembelajaran materi virus melalui penerapan model PjBL serta melatih keterampilan komunikasi dan hasil belajar kognitif murid secara optimal. Hal ini sejalan dengan temuan Wahyuni *et al.* (2022) bahwa pengembangan media dapat memfasilitasi dalam memahami serta menafsirkan pengetahuan.

## PENUTUP

### Simpulan

Hasil dari penelitian dan pengembangan yang dilakukan di SMAN 2 Batu menunjukkan media *CommVirus Education* terbukti valid, praktis, dan efektif. Hasil uji kevalidan materi sebesar 100; media sebesar 96; perangkat pembelajaran sebesar 96,7 menunjukkan bahwa media valid dari segi kualitas teknis, hingga kesesuaiannya dengan materi pembelajaran. Hasil uji kepraktisan menunjukkan 95,6 menunjukkan bahwa media praktis. Adapun hasil uji keefektifan berdasarkan uji *N-Gain Score* sebesar 0,8 termasuk kategori tinggi yang menunjukkan media *CommVirus Education* efektif untuk melatih keterampilan komunikasi dan hasil belajar kognitif murid.

### Saran

Saran dari penelitian ini yakni pengembangan dan penerapan media *CommVirus Education* dengan menambahkan variasi audio. Hal ini diharapkan dapat membuat media *CommVirus Education* lebih menarik dan sesuai dengan preferensi belajar murid yang beragam. Selain itu, perlu dipertimbangkan untuk melakukan pengembangan materi pembelajaran yang mencakup materi biologi lainnya selain virus, sehingga media *CommVirus Education* dapat menjadi media pembelajaran yang lebih komprehensif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adibowo, D. L., Emilia, A., Sa'id, I. Bin, Ponco, P., Ratno, Maiyanti, A. A., & Atika, A. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Website Edukasi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, 8(2), 1155–1165. <https://doi.org/https://doi.org/10.30605/jsgp.8.2.2025.6456>
- Aka, K. A., Akbar, S., & Sahertian, J. (2018). Development of Validation Instrument for Interactive Multimedia Learning Implementation Plan. In *Prosiding 1st International Conference on Early Childhood and Primary Education (ECPE 2018)*, 244, 118–123. <https://doi.org/https://doi.org/10.2991/ecpe-18.2018.25>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assesing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Addison Wesley Longman, Inc.
- Ardelia, N., & Juanengsih, N. (2021). Implementasi Pembelajaran Abad 21 Pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Negeri Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 2(2), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jipb.v2n2.p1-11>
- Ariyana, R. Y., Susanti, E., & Haryani, P. (2022). Rancangan Storyboard Aplikasi Pengenalan Isen-Isen Batik Berbasis Multimedia Interaktif. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1(3), 321–331. <https://doi.org/https://doi.org/10.55123/insologi.v1i3.375>
- Asikin, Z. (2024). Efektivitas Media Visual dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Biologi di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Ilmiah IPA Dan Matematika (JIIM)*, 2(1), 12–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.61116/jiim.v2i1.467>
- Asrini. (2021). Strategi Peningkatan Kualitas Proses Pembelajaran Melalui Model Problem Based Instruction. *Jurnal Bina Ilmu Cendekia*, 2(2), 142–148. <https://doi.org/https://doi.org/10.46838/jbic.v2i2.114>
- Astuti, E. D., Hastuti, S., Sintesa, N., Indriany, Y., & Syafrial, H. (2022). Peer Assessment untuk Mengembangkan Keterampilan Presentasi Pada Kegiatan Pelatihan Komunikasi Skill. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Bisnis Dan Kewirausahaan*, 2(2), 21–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.55606/jurimbik.v2i2.124>
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur Dan Jenis Kelamin di Indonesia Tahun 2022*. (Online). <https://sensus.bps.go.id/topik/tabular/sp2022/188/1/0>
- Bahri, A., M, W. H., Putra, K. P., Ainun, N. A., & Arifin, N. (2024). The Relationship Between Students' Perception to the Learning Media, Digital Literacy Skills, and Self-Regulated Learning With Students' Learning Outcomes In The Rural Area. *Journal of Technology and Science Education*, 14(2), 588–606. <https://doi.org/https://doi.org/10.3926/jotse.2513>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer.
- Creswell, J. W. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (5th ed.)* (5th ed). Sage.

- Cuhanazriansyah, M. R., & Arisona, D. (2025). Peran Media Pembelajaran Digital dalam Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Siswa: Jenis dan Strategi. *Journal of Educational Research and Community Service*, 1(1), 38–45. <https://doi.org/https://journal.nabaedukasi.com/index.php/jeracs/article/view/6>
- Day, S. L., Atilgan, N., Giroux, A. E., & Sawyer, B. D. (2024). The Influence of Format Readability on Children's Reading Speed and Comprehension. *Education Sciences*, 14(8), 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/educsci14080854>
- Firmanshah, M. I., Jamaluddin, J., & Hadiprayitno, G. (2020). Learning Difficulties In Comprehending Virus And Bacteria Material For Senior High Schools. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(1), 165–172. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i1.10981>
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. Corwin Press.
- Gumilar, M. R., & Sustris, D. (2021). Upaya Perbaikan Miskonsepsi yang Terjadi pada Siswa Tentang Konsep Virus. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(6), 1062–1069. <https://doi.org/https://doi.org/10.59141/japendi.v2i06.206>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Ispratiwi, & Mellisa, D. (2023). Pengembangan Video Pembelajaran Berbasis Aplikasi Capcut Pada Mata Kuliah Kultur Jaringan. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 4(1), 39–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jipb.v4n1.p39-45>
- Juniarti, A. C., & Suyitno, A. (2022). Penyusunan E-Book Virus Sebagai Media Belajar Materi Virus Untuk Peserta Didik Kelas X SMA. *Jurnal Edukasi Biologi*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/edubio.v8i1.18170>
- Krauss, J., & Boss, S. (2013). *Thinking Through Project-Based Learning: Guiding Deeper Inquiry*. Corwin A SAGE COMPANY.
- Kusmiarti, R., Rustinar, E., Paulina, Y., & Hasibuan, A. (2025). Effectiveness of Project-Based Learning in Improving Student Communication Skills. *Jurnal EDUSCIENCE*, 12(4), 1148–1160. <https://doi.org/https://doi.org/10.36987/jes.v12i4.7060>
- Laili, A. M., Widarti, H. R., Puspita, A. P. I., Anantayani, A., Amrullah, N. K., & Aini, R. G. (2025). Development of Google Sites-Based Learning Media to Increase Student Learning Interest. *International Journal of Chemistry Education Research*, 9(2), 165–175. <https://doi.org/https://doi.org/10.20885/ijcer.vol9.iss2.art6>
- Lee, W. W., & Owens, D. L. (2004). *Multimedia-Based Instructional Design*. Pfeiffer.
- Luthfiyyah, F., Apriliyani, N., Yulianty, S., & Murni, D. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Google Sites Dalam Meningkatkan Pemahaman Belajar Siswa Pada Materi Virus Dan Peranannya. *ALVEOLI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(1), 21–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.35719/alveoli.v6i1.269>
- Mayani, C., Maknun, D., & Ubaidillah, M. (2023). Analisis Keterampilan Komunikasi Ilmiah pada Pembelajaran Biologi. *Science Education and Development Journal Archives*, 1(1), 13–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.59923/sendja.v1i1.2>
- Mulyani, R., Hernawati, D., & Ali, M. (2021). Keterampilan Komunikasi Interpersonal Dan Hasil Belajar: Sebuah Studi Korelasi Siswa Menengah Atas. *Bio Educatio*, 6(1), 82–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.31949/be.v6i1.3033>
- Novitasary, R. R. (2023). Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Kurikulum Merdeka Belajar Untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 14(1), 100–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jipb.v4n2.p100-112>
- Pratama, R., Alamsyah, M., Siburian, M. F., Marhento, G., & Jupriadi, J. (2023). Pemanfaatan Google Site Sebagai Media Pembelajaran IPA. In *SINASIS (Seminar Nasional Sains)*, 4(1), 12–15. <https://proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/view/7094>
- Puspa, K. C. D., & Suniasih, N. W. (2022). Media Pembelajaran Game Edukasi Berbasis Website Pada Muatan IPA Materi Sistem Pencernaan Manusia Kelas V SD. *Jurnal Media Dan Teknologi Pendidikan*, 2(1), 32–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jmt.v2i1.44879>
- Romadhon, D. W. S., & Imawan, M. R. (2024). Kemampuan Komunikasi dan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Organisasi Kehidupan Melalui Penerapan Model Project Based Learning (PjBL). *Proceeding Umsurabaya*, 1(1), 252–260. <https://doi.org/https://doi.org/10.30651/pc.v1i1.24079>
- Rusiadi. (2020). Variasi Metode Dan Media Pembelajaran Guru Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Alwatzikhoebillah: Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*, 6(2), 10–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.37567/alwatzikhoebillah.v6i2.226>
- Saekoko, N., Benu, S., Oematan, I. W. A., & Pa, H. D. B. (2025). Peran Evaluasi Formatif Dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran di Era Digital. *Jurnal Ilmiah Literasi Indonesia*, 1(2), 336–350. <https://doi.org/https://doi.org/10.63822/8t7k4h35>
- Sari, E. N., & Subali, B. (2021). Profile Composition of Knowledge Dimension in Learning Activities during the COVID-19 Pandemic in Structure and Function of Plant. *Journal of Biological Education Indonesia (Jurnal Pendidikan*

- Biologi Indonesia*, 7(3), 222–230. <https://doi.org/https://doi.org/10.22219/jpbi.v7i3.16208>
- Sari, R., & Albina, M. (2024). Konsep Dasar Penilaian dan Evaluasi Dalam Pembelajaran. *QOUBA : Jurnal Pendidikan*, 1(1), 270–283. <https://doi.org/https://doi.org/10.61104/qouba.v1i1.188>
- Supriyadi, Nurfaizi, M., Ramdhan, B., & Juhanda, A. (2022). Efektivitas Media Augmented Reality Berbasis Smartphone Terhadap Kemampuan Komunikasi Visual dan Motivasi Siswa Pada Pembelajaran Biologi:(The Effectiveness of Smartphone Based Augmented Reality Media on Visual Communication Ability and Student Motivation. *BIODIK*, 8(3), 99–109. <https://doi.org/https://doi.org/10.22437/bio.v8i3.18857>
- Usman, Inayah, H., Rahman, A., & Lestari, I. D. (2022). Pengembangan Instrumen Penilaian Keterampilan Komunikasi Lisan Pada Pembelajaran Biologi di SMA/MA. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1), 63–78. <https://doi.org/https://doi.org/10.31849/bl.v9i1.9765>
- Wahyuni, Y., Rofi'i, & Wiyarno, Y. (2022). The Development of a Virtual Laboratory as a Virus Learning Media to Improve Student Learning Outcomes in Biology Subjects. *International Journal of Social Science and Human Research*, 5(2), 600–604. <https://doi.org/https://doi.org/10.47191/ijsshr/v5-i2-27>
- Warouw, Z. W. M., Karo, N. A. B., & Nanlohy, F. N. (2025). Kesulitan Belajar Siswa dalam Memahami Konsep Virus di SMA Negeri 1 Tondano: Students' Learning Difficulties in Understanding the Concept of Viruses at SMA Negeri 1 Tondano. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 5(2), 577–590. <https://doi.org/https://doi.org/10.47709/educendikia.v5i02.6684>
- Wiranata, H. A., Purwanto, H., Sholihat, N., & Vilmala, B. K. (2025). Efektivitas Model PJBL dalam Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Sains Siswa Sekolah Menengah Islam Al Amin Islamic School, Terengganu, Malaysia. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 8(3), 425–435. <https://doi.org/https://doi.org/10.31539/bioedusains.v8i3.15287>
- Wulandari, M., Sriyati, S., & Purwianingsih, W. (2020). Penerapan Peer dan Self Assessment sebagai Tolok Ukur Penilaian Kinerja Siswa pada Materi Sistem Koordinasi Kelas XI SMA. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 3(2), 63–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/aijbe.v3i2.28258>