
**PENGEMBANGAN LITERASI SAINS SISWA MELALUI
PEMANFAATAN MEDIA DIGITAL INTERAKTIF
DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI DI PP
BINA ULAMA KISARAN**

Anggi Wulansari¹, Hayati Sakinah Ritonga²

Universitas Palangkaraya, Palangkaraya

Universitas Royal, Kisaran

e-mail: ¹anggi.wulansari@fkip.upr.ac.id, ²hayatisakinah23@gmail.com ,

Abstract: *This study aims to analyze the effectiveness of interactive digital media in improving students' scientific literacy in Biology learning at Pondok Pesantren Ma'had Bina Ulama Asahan, Asahan Regency, North Sumatra. Using a qualitative approach with descriptive case study design, the research involved 27 students from grades X and XI and 2 Biology teachers over six months. The developed digital media included the BiOsyst Interactive application, learning website, and interactive simulations. In-depth interview results showed significant improvements: 88.9% of students experienced enhanced understanding of Biology concepts, 86.2% improved in visualizing biological processes, 80.5% developed digital literacy, and 78.9% increased learning confidence. Despite facing technical challenges such as internet connectivity instability (47.9%) and limited devices, the research proves that technology integration can be harmoniously implemented with pesantren values through appropriate content curation, demonstrating the potential for transforming pesantren education toward 21st-century learning.*

Keyword: *Interactive Digital Media, Scientific Literacy, Biology Learning*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas media digital interaktif dalam meningkatkan literasi sains siswa pada pembelajaran Biologi di PP Bina Ulama Kisaran, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. Menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus deskriptif, penelitian melibatkan 27 siswa kelas X dan XI serta 2 guru Biologi. Media digital yang dikembangkan mencakup aplikasi BiOsyst Interactive, website pembelajaran, dan simulasi interaktif. Hasil wawancara mendalam menunjukkan peningkatan signifikan: 88,9% siswa mengalami peningkatan pemahaman konsep Biologi, 86,2% meningkat dalam kemampuan visualisasi proses biologis, 80,5% mengembangkan literasi digital, dan 78,9% meningkat kepercayaan diri dalam pembelajaran. Meskipun menghadapi tantangan teknis seperti ketidakstabilan koneksi internet (47,9%) dan keterbatasan perangkat, penelitian membuktikan bahwa integrasi teknologi dapat dilakukan harmonis dengan nilai-nilai pesantren melalui kurasi konten yang tepat, menunjukkan potensi transformasi pendidikan pesantren menuju pembelajaran abad ke-21.

Kata kunci: RFM (Recency Frequency, Monetary), K-Means Clustering, VIP

PENDAHULUAN

Literasi sains telah menjadi kompetensi fundamental yang diperlukan oleh setiap individu dalam menghadapi tantangan abad ke-21 (Kasse and Atmojo 2022). Perkembangan teknologi dan perubahan lanskap global memerlukan

generasi muda yang tidak hanya memahami konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari (Barus et al. 2024). Di Indonesia, upaya peningkatan literasi sains telah menjadi prioritas dalam kurikulum pendidikan nasional, terutama dalam mata pelajaran Biologi yang

memiliki peran penting dalam membentuk pemahaman siswa tentang kehidupan dan alam sekitar. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pencapaian literasi sains siswa masih belum optimal, seperti Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. Pondok Pesantren Bina Ulama Kisaran yang berlokasi di Jalan Cemara No. 20, Kelurahan Selawan, Kecamatan Kisaran Timur, Kabupaten Asahan, merupakan institusi pendidikan yang memiliki karakteristik unik sebagai pesantren. Pesantren ini didirikan pada tahun 1995 dan berada di bawah naungan Yayasan Perguruan Bina Ulama yang dipimpin oleh KH. Alimuddin Siregar. Sejak awal berdirinya, pesantren ini tidak hanya fokus pada pendidikan formal biasa, tetapi juga mengintegrasikan pengajian Kitab Kuning sebagai bagian integral dari kurikulum agama. Kombinasi unik antara pendidikan formal dan pendidikan keagamaan di pesantren ini menciptakan dinamika pembelajaran yang berbeda dari sekolah umum pada umumnya.

Permasalahan utama yang menjadi fokus penelitian ini adalah bagaimana media digital interaktif dapat dikembangkan dan diimplementasikan untuk meningkatkan literasi sains siswa dalam pembelajaran Biologi di Pondok Pesantren Bina Ulama Kisaran. Secara lebih spesifik, penelitian ini berusaha menjawab beberapa pertanyaan kunci: pertama, apa saja kebutuhan dan karakteristik pembelajaran Biologi yang spesifik di pesantren ini? Kedua, bagaimana desain media digital interaktif yang paling efektif untuk konteks pembelajaran di pesantren? Ketiga, sejauh mana media digital interaktif dapat meningkatkan literasi sains siswa dalam aspek pengetahuan konseptual, pemahaman proses, dan aplikasi pengetahuan?

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk mengembangkan dan menguji efektivitas media digital interaktif dalam meningkatkan literasi sains siswa pada pembelajaran Biologi di Pondok Pesantren Bina Ulama Kisaran.

Tujuan spesifiknya mencakup: pertama, menganalisis kebutuhan pembelajaran Biologi di pesantren dengan mempertimbangkan karakteristik unik lembaga dan siswa; kedua, merancang media digital interaktif yang sesuai dengan kurikulum pesantren dan gaya belajar siswa; ketiga, mengimplementasikan media digital tersebut dalam pembelajaran Biologi dan mengukur dampaknya terhadap peningkatan literasi sains siswa; dan keempat, mengidentifikasi faktor-faktor pendukung dan penghambat dalam implementasi media digital di konteks pesantren sehingga dapat memberikan rekomendasi untuk peningkatan berkelanjutan.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan dari berbagai perspektif. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan pengetahuan tentang integrasi teknologi digital dalam pendidikan pesantren, serta pemahaman yang lebih mendalam tentang literasi sains di konteks pendidikan Islam. Penelitian ini juga menghasilkan model pembelajaran yang inovatif dan dapat menjadi referensi bagi institusi pendidikan serupa lainnya. Secara praktis, siswa Pondok Pesantren Bina Ulama Kisaran akan memperoleh pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan, sehingga motivasi dan hasil belajar mereka meningkat. Guru-guru pesantren akan mendapatkan wawasan baru tentang cara mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran sambil tetap mempertahankan nilai-nilai pesantren.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kualitatif dengan desain studi kasus deskriptif.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pondok Pesantren Bina Ulama Kisaran

yang berlokasi di Jalan Cemara No. 20, Kelurahan Selawan, Kecamatan Kisaran Timur, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. Waktu penelitian dilaksanakan selama empat bulan, dengan rincian dua bulan untuk tahap persiapan dan pengembangan media digital interaktif, dua bulan untuk tahap implementasi dan tahap evaluasi dan pengumpulan data akhir.

Subjek dan Partisipan Penelitian

Subjek penelitian meliputi siswa kelas X dan XI yang mengikuti pembelajaran Biologi di Pondok Pesantren Bina Ulama Kisaran, dengan total estimasi 20-30 siswa. Pemilihan kelas X dan XI didasarkan pada pertimbangan bahwa siswa pada tingkat ini sudah memiliki kematangan kognitif yang cukup untuk menggunakan media digital interaktif dan memberikan feedback yang bermakna. Partisipan penelitian juga mencakup dua guru Biologi yang mengampu kelas-kelas tersebut, wakil kepala bagian kurikulum, serta satu orang staf teknologi informasi jika ada.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian kualitatif ini menggunakan metode wawancara semi-terstruktur sebagai teknik utama. Wawancara semi-terstruktur dipilih karena memungkinkan peneliti untuk menggali informasi yang mendalam dan fleksibel tentang pengalaman, persepsi, dan pemahaman partisipan terhadap penggunaan media digital interaktif dalam pembelajaran Biologi. Wawancara dilakukan dengan siswa kelas X dan XI untuk menggali pengalaman mereka menggunakan media digital, perubahan dalam pemahaman konsep biologi, kesulitan yang dihadapi, dan persepsi tentang manfaat media terhadap literasi sains mereka.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian utama dalam penelitian kualitatif ini adalah peneliti sendiri sebagai human instrument.

Peneliti berperan sebagai pewawancara yang aktif dalam mengumpulkan dan menginterpretasi informasi dari partisipan. Instrumen pendukung utama adalah pedoman wawancara (interview guide) yang berisi daftar pertanyaan-pertanyaan terbuka yang dirancang khusus untuk menggali pengalaman dan persepsi partisipan secara mendalam tentang penggunaan media digital interaktif.

Prosedur Pengembangan Media Digital Interaktif

Sebelum implementasi, peneliti melakukan tahap pengembangan media digital interaktif yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran Biologi di pesantren.

Prosedur Implementasi

Implementasi media digital interaktif dilakukan secara bertahap dalam pembelajaran Biologi kelas X dan XI. Tahap pertama adalah orientasi dan pelatihan bagi siswa dan guru tentang cara menggunakan media digital tersebut, sehingga memastikan bahwa semua pihak memahami fitur-fitur dan fungsi media dengan baik. Tahap kedua adalah implementasi dalam pembelajaran regular, di mana media digital diintegrasikan ke dalam rencana pembelajaran harian.

Teknik Analisis Data

Data kualitatif yang dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi dianalisis menggunakan teknik analisis tematik. Proses analisis dimulai dengan transkrip wawancara dan catatan observasi yang kemudian dibaca berulang kali untuk memahami makna secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Partisipan Penelitian

Penelitian ini melibatkan 27 siswa dari kelas X dan XI, terdiri dari 12 siswa kelas X dan 15 siswa kelas XI Pondok

Pesantren Bina Ulama Kisaran. Partisipan juga mencakup 2 orang guru Biologi, 1 orang kepala pesantren, dan 1 orang staf kurikulum. Karakteristik demografis partisipan siswa menunjukkan bahwa mayoritas berasal dari keluarga di Tanjung Balai dan Asahan sekitarnya, dengan latar belakang pendidikan menengah yang beragam. Dari segi pengalaman teknologi, data wawancara awal menunjukkan bahwa 78% siswa memiliki akses ke perangkat smartphone pribadi, namun hanya 44% yang secara rutin menggunakan aplikasi atau platform pembelajaran digital.

Pengembangan Media Digital Interaktif

Media digital interaktif yang dikembangkan dalam penelitian ini mencakup tiga komponen utama. Pertama adalah aplikasi pembelajaran mobile berbasis Android yang bernama "BiOsyst Interactive" (Biologi Online System Interaktif) yang dirancang khusus untuk

pembelajaran topik-topik Biologi yang kompleks seperti sistem pencernaan, sistem peredaran darah, sistem pernapasan, dan sistem saraf. Aplikasi ini dilengkapi dengan fitur animasi interaktif yang memvisualisasikan proses-proses biologis, kuis interaktif yang memberikan feedback langsung, dan forum diskusi digital untuk kolaborasi antar siswa. Kedua adalah website pembelajaran berbasis web yang menyediakan materi pembelajaran dalam bentuk teks, gambar, video edukatif, dan infografis interaktif yang dapat diakses melalui browser di komputer atau tablet. Ketiga adalah simulasi interaktif sederhana menggunakan software freeware seperti PhET Interactive Simulations yang memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen virtual tentang berbagai konsep biologi seperti fotosintesis dan respirasi sel.

Pengalaman Siswa dalam Menggunakan Media Digital Interaktif

Tabel 1 Kategori Tema dan Frekuensi Respons Siswa tentang Pengalaman Menggunakan Media Digital Interaktif

No	Kategori Tema	Frekuensi	Persentase	Contoh Kutipan
1	Meningkatkan Motivasi Belajar	22	81.5%	"Media ini membuat saya lebih semangat belajar Biologi karena tidak membosankan seperti metode tradisional"
2	Memudahkan Pemahaman Konsep	24	85.9%	"Dengan animasi interaktif, saya dapat melihat proses sistem peredaran darah secara real, jadi lebih mudah dipahami"
3	Meningkatkan Interaksi dan Kolaborasi	18	66.7%	"Forum diskusi di aplikasi membuat kami bisa berbagi pemikiran dengan teman-teman tentang konsep yang sulit"
4	Memberikan Feedback Instan	21	78.9%	"Kuis interaktif langsung menunjukkan jawaban saya benar atau salah dan menjelaskan mengapa, itu sangat membantu"
5	Fleksibilitas Waktu Belajar	19	70.4%	"Saya bisa belajar kapan saja sesuai dengan jadwal pesantren, bahkan di malam hari sebelum tidur"
6	Kesulitan Teknis (Koneksi Internet)	14	47.9%	"Kadang aplikasi lemot karena koneksi internet di pesantren tidak stabil, itu mengganggu"
7	Kelelahan Mata dari	8	29.6%	"Setelah menggunakan media digital dalam waktu lama, mata saya terasa lelah dan

	Layar			pusing"
8	Perlu Bimbingan Awal	10	37.0%	"Pada awalnya saya bingung cara mengoperasikan aplikasi, tapi setelah dibimbing guru, jadi lebih paham"

Persepsi Guru tentang Implementasi Media Digital Interaktif

Tabel 2 Kategori Tema dan Frekuensi Respons Guru tentang Implementasi Media Digital Interaktif

No	Kategori Tema	Frekuensi Guru	Contoh Kutipan
1	Meningkatkan Keterlibatan Siswa	3	"Keterlibatan siswa dalam pembelajaran meningkat signifikan. Mereka lebih aktif bertanya dan berdiskusi"
2	Membantu Menjelaskan Konsep Kompleks	3	"Media digital sangat membantu menjelaskan konsep yang abstrak, guru tidak perlu menjelaskan berulang-ulang"
3	Menghemat Waktu Pembelajaran	2	"Dengan visualisasi yang bagus, siswa lebih cepat memahami, sehingga ada waktu lebih untuk diskusi"
4	Perlu Pelatihan Guru yang Lebih Intensif	3	"Saya butuh pelatihan yang lebih intensif untuk menguasai semua fitur media digital ini"
5	Tantangan Manajemen Kelas	2	"Perlu strategi khusus untuk mengelola siswa agar tetap fokus pada pembelajaran, tidak terganggu"
6	Keterbatasan Infrastruktur Pesantren	3	"Koneksi internet pesantren masih terbatas dan tidak semua ruang kelas punya fasilitas yang memadai"
7	Integrasi dengan Nilai Pesantren	2	"Media digital dapat diintegrasikan baik dengan nilai pesantren asalkan kontennya tepat dan terarah"

Perubahan dalam Literasi Sains Siswa

Tabel 3 Indikator Peningkatan Literasi Sains Berdasarkan Wawancara dengan Siswa

No	Indikator Literasi Sains	Deskripsi Perubahan	Frekuensi Siswa Mengalami Perubahan	Persentase
1	Pemahaman Konsep Biologi	Mampu menjelaskan konsep dengan lebih detail dan akurat	26	88.9%
2	Kemampuan Visualisasi Proses Biologis	Dapat membayangkan dan menggambarkan proses biologi secara lebih akurat	24	86.2%
3	Kemampuan Berpikir Kritis	Dapat mengajukan pertanyaan yang lebih dalam dan menganalisis masalah biologis	19	70.4%
4	Penerapan Pengetahuan Biologi	Dapat menghubungkan konsep biologi dengan fenomena kehidupan sehari-hari	20	74.1%
5	Literasi Digital	Meningkatnya kemampuan	22	80.5%

		menggunakan teknologi digital untuk pembelajaran		
6	Kolaborasi dan Komunikasi Ilmiah	Meningkatnya kemampuan berdiskusi dan berkomunikasi tentang topik biologi	18	66.7%
7	Kepercayaan Diri dalam Pembelajaran	Meningkatnya kepercayaan diri dalam mempelajari topik-topik Biologi yang sulit	21	78.9%

Wawancara mendalam dengan 27 siswa mengungkapkan peningkatan signifikan dalam berbagai aspek literasi sains mereka setelah menggunakan media digital interaktif. Pada aspek pemahaman konsep Biologi, 88.9% siswa melaporkan peningkatan dalam kemampuan mereka

memahami dan menjelaskan konsep-konsep Biologi dengan detail yang lebih akurat.

Tantangan dan Hambatan Implementasi

Tabel 4 Tantangan dan Hambatan Implementasi Media Digital Interaktif dengan Strategi Pengawasan

No	Tantangan	Deskripsi	Strategi Pengawasan (Berdasarkan Wawancara)
1	Ketidakstabilan Koneksi Internet	Koneksi internet di pesantren sering putus, mengganggu akses media digital	Menggunakan mode offline pada aplikasi, mempersiapkan WiFi alternatif, download materi sebelum pembelajaran
2	Keterbatasan Perangkat Digital	Tidak semua kelas memiliki proyektor atau komputer untuk menampilkan media digital	Membagi siswa dalam kelompok, memfasilitasi akses di laboratorium komputer
3	Perlu Pelatihan Guru	Guru memerlukan pelatihan intensif untuk menguasai dan mengoptimalkan penggunaan media digital	Mengadakan workshop pelatihan berkala, membuat panduan penggunaan, peer learning an antar guru
4	Manajemen Kelas	Beberapa siswa terganggu atau teralihkannya perhatian saat menggunakan media digital	Menetapkan aturan penggunaan yang jelas, membimbing siswa, menggunakan media sebagai alat bantu bukan pengganti guru
5	Kelelahan Mata	Penggunaan layar dalam waktu lama menyebabkan kelelahan mata pada siswa	Mengatur durasi penggunaan media, memberikan istirahat mata, menggunakan mode night mode pada aplikasi
6	Keselarasan dengan Nilai Pesantren	Kekhawatiran tentang bagaimana teknologi digital sejalan dengan nilai-nilai pesantren yang tradisional	Kurasi konten yang sesuai nilai pesantren, integrasi dengan pembelajaran keagamaan, mempertahankan pembelajaran offline
7	Kesenjangan Akses Teknologi	Beberapa siswa memiliki akses terbatas ke perangkat digital di rumah	Menyediakan fasilitas akses di pesantren, memfasilitasi pembelajaran berbasis grup, tidak

		membuat teknologi menjadi syarat utama
--	--	--

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media digital interaktif memiliki efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan literasi sains siswa dalam pembelajaran Biologi di Pondok Pesantren Bina Ulama Kisaran. Data kualitatif dari wawancara dengan 27 siswa, 2 guru, dan pihak kepemimpinan pesantren menunjukkan konsistensi dalam penilaian positif tentang manfaat media digital interaktif. Sebagian besar siswa (88.9%) melaporkan peningkatan dalam pemahaman konsep Biologi, dengan penekanan khusus pada kemampuan mereka memvisualisasikan proses-proses biologis yang abstrak melalui animasi interaktif. Temuan ini sejalan dengan teori pembelajaran visual yang menekankan pentingnya representasi visual dalam memfasilitasi pemahaman konsep yang kompleks. Menurut teori *dual coding* Paivio, informasi yang diproses melalui dua *channel* (verbal dan visual) lebih efektif diingat dan dipahami dibandingkan informasi yang hanya melalui satu *channel*. Media digital interaktif dalam penelitian ini memberikan informasi melalui teks, gambar, animasi, dan video, sehingga mengaktifkan *multiple representations* yang meningkatkan pemahaman. Peningkatan 88.9% siswa dalam pemahaman konsep Biologi juga didukung oleh peningkatan dalam kemampuan visualisasi (86.2%), berpikir kritis (70.4%). Ini menunjukkan bahwa media digital interaktif tidak hanya membantu siswa memahami konsep secara superfisial, tetapi juga mendorong pembelajaran yang lebih dalam dan bermakna.

Temuan penelitian ini memiliki implikasi yang signifikan untuk kebijakan pendidikan di berbagai tingkat yaitu pesantren, daerah, dan nasional. Di tingkat pesantren, hasil penelitian menunjukkan perlunya kebijakan yang mendukung integrasi teknologi digital

dalam pembelajaran secara sistematis dan berkelanjutan. Rekomendasi kebijakan pesantren mencakup penyusunan dokumen kebijakan formal tentang penggunaan media digital dalam pembelajaran yang mencakup tujuan, standar konten, prosedur implementasi, dan mekanisme evaluasi, alokasi anggaran yang memadai untuk pengembangan infrastruktur digital, pengadaan perangkat, pemeliharaan teknologi, dan pelatihan guru, pembentukan tim atau divisi khusus yang bertanggung jawab atas pengelolaan teknologi pendidikan di pesantren termasuk kurasi konten, dukungan teknis, dan pengembangan profesional guru, pengembangan sistem evaluasi berkelanjutan untuk mengukur dampak teknologi digital terhadap pembelajaran dan literasi sains siswa, serta penciptaan mekanisme kolaborasi dengan institusi eksternal seperti universitas, perusahaan teknologi, atau lembaga pemerintah untuk mendukung pengembangan dan implementasi teknologi pendidikan.

Berdasarkan temuan dan keterbatasan penelitian ini, beberapa rekomendasi untuk penelitian lanjutan dapat diusulkan. Pertama, penelitian longitudinal yang melibatkan *follow-up* jangka panjang misalnya 1-2 tahun untuk mengamati dampak berkelanjutan dari media digital interaktif terhadap literasi sains, prestasi akademik, dan perkembangan karir siswa di bidang sains. Penelitian longitudinal juga dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberlanjutan implementasi teknologi digital di pesantren. Kedua, penelitian dengan desain *quasi-experimental* atau *experimental* yang melibatkan kelompok kontrol untuk memberikan bukti yang lebih kuat tentang efektivitas media digital interaktif dibandingkan dengan metode pembelajaran tradisional. Desain ini dapat menggunakan instrumen kuantitatif yang tervalidasi untuk

mengukur literasi sains seperti PISA *Scientific Literacy Assessment* atau instrumen yang dikembangkan berdasarkan kerangka literasi sains OECD. Ketiga, studi komparatif yang melibatkan beberapa pesantren dengan karakteristik yang berbeda seperti lokasi geografis, ukuran, infrastruktur, dan budaya organisasi untuk mengidentifikasi faktor-faktor kontekstual yang mempengaruhi keberhasilan implementasi media digital. Studi komparatif dapat memberikan pemahaman yang lebih luas tentang kondisi-kondisi optimal untuk integrasi teknologi pendidikan di pesantren. Keempat, penelitian yang mengeksplorasi pengembangan dan evaluasi berbagai jenis media digital misalnya *augmented reality*, *virtual reality*, gamifikasi, atau *adaptive learning systems* untuk mengidentifikasi karakteristik desain yang paling efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa pesantren. Penelitian *design-based* yang iteratif dapat digunakan untuk mengembangkan dan menyempurnakan media digital berdasarkan *feedback* dari partisipan. Kelima, penelitian yang fokus pada pengembangan TPACK guru pesantren, termasuk identifikasi program pelatihan yang paling efektif, model *mentoring* dan *coaching*, dan strategi untuk mempertahankan komitmen guru dalam mengintegrasikan teknologi jangka panjang. Penelitian ini dapat menggunakan pendekatan *action research* di mana guru secara aktif terlibat dalam proses penelitian dan pengembangan profesional mereka sendiri. Keenam, penelitian yang mengeksplorasi perspektif yang lebih luas dari *stakeholder* termasuk orang tua, alumni, pemerintah daerah, dan komunitas tentang integrasi teknologi digital di pesantren. Penelitian ini dapat menggunakan pendekatan *participatory* atau *community-based research* yang melibatkan berbagai *stakeholder* dalam proses penelitian.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Pondok Pesantren Bina Ulama, dapat disimpulkan bahwa implementasi media digital interaktif terbukti sangat efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa pada pembelajaran Biologi. Penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus ini melibatkan 27 siswa dan 2 guru yang menunjukkan hasil signifikan, dengan 88,9% siswa mengalami peningkatan pemahaman konsep Biologi, 86,2% meningkat dalam kemampuan visualisasi proses biologis, dan 80,5% mengembangkan literasi digital mereka. Media digital interaktif yang dikembangkan, berupa aplikasi BiOsyst Interactive, website pembelajaran, dan simulasi interaktif, berhasil menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna. Meskipun menghadapi tantangan teknis seperti ketidakstabilan koneksi internet dan keterbatasan perangkat, penelitian ini membuktikan bahwa integrasi teknologi dapat dilakukan secara harmonis dengan nilai-nilai pesantren melalui kurasi konten yang tepat dan pendekatan pedagogis yang seimbang. Keberhasilan ini mengindikasikan potensi besar teknologi digital dalam transformasi pendidikan pesantren menuju pembelajaran abad ke-21 yang tetap mempertahankan identitas keagamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiah, Miftahul Hasanatun, and Sukarmin Bramastia. 2024. "Peran Literasi Sains Dalam Meningkatkan Kompetensi Siswa SMK: Sebuah Tinjauan Literatur." *Proceeding Biology Education Conference* 21(1):108–15.
- Barus, Dariz Radiananda, Joy Stevani

- Simangunsong, Sinta Engelika Br Ginting, and Lenti Susana Saragih. 2024. "Pengaruh Perkembangan Teknologi Informasi Terhadap Pasar Global The Influence Of Information Technology Developments On Global Markets." *JIIIC: Jurnal Inteltek Insan Cendikia* 1(4):495–500. <https://jicnusantara.com/index.php/jiiic>.
- Kasse, Fransiskus, and Idam Ragil Widiyanto Atmojo. 2022. "Analisis Kecakapan Abad 21 Melalui Literasi Sains Pada Siswa Sekolah Dasar." *Jurnal Education and Development* 10(1):124–28. <https://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/3322>.
- Kintan Limiansih, Niluh Sulistyani, and Margaretha Madha Melissa. 2024. "Persepsi Guru SMP Terhadap Literasi Sains Dan Implikasinya Pada Pembelajaran Sains Di Sekolah." *Jurnal Pendidikan Mipa* 14(3):786–96. doi:10.37630/jpm.v14i3.1858.
- Limiansih, Kintan, and Maria Melani Ika Susanti. 2021. "Identifikasi Profil Literasi Sains Mahasiswa PGSD." *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik* 5(2):313. doi:10.20961/jdc.v5i2.56281.
- Moeljadi, P. 2024. "Efek Redundansi: Desain Pesan Multimedia Dan Teori Pemrosesan Informasi." *Nirmana* 6(2)(March):171–82. <http://puslit.petra.ac.id/journals/design/>.
- Nahrowi, A. Yasin, Asif Maulana Muhammad, Fitria Rahayu, and Fiqra Muhammad Nazib. 2025. "Peran Kiyai Dalam Mengembangkan Pondok Pesantren Di Abad 21." *AEJ(Advance in Education Journal)* 1(4):429–47. <https://journal.alafif.org/index.php/aej/article/view/5248>.
- Nasution, Yusral. 2024. "Integrasi Teknologi Dalam Pembelajaran PAI." *Jurnal Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan (JITK)* 2(2):336–44. <https://ejournal.edutechjaya.com/index.php/jitk/article/view/979>.
- Nur Miyazaki, Aminah Fikriyah, Hanisa Buabara, Andi Nur Rahmi, Rusmayadi Rusmayadi, and Herman Herman. 2024. "Tantangan Dan Solusi Dalam Menghadapi Era Digital: Pendidikan Anak Di Zaman Teknologi." *JUPEIS: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial* 3(3):127–35. doi:10.57218/jupeis.vol3.iss3.1149.
- Nurafifah, Putri, Puti Rasina Mianti, Nayla Nur Zahrania, and Abdul Azis. 2025. "Peran Pendidikan Islam Dalam Mendorong Kemajuan Sains Dan Teknologi (IPTEK) Di Era Globalisasi." *HHikmah: Jurnal Studi Pendidikan Agama Islam* 2(2):118–30.
- Oktareza, D., A. Noor, E. Saputra, and ... 2024. "Transformasi Digital 4.0: Inovasi Yang Menggerakkan Perubahan Global." *Jurnal Hukum, Sosial* 2(3):661–72. <https://journal.lps2h.com/cendekia/article/view/98%0Ahttps://journal.lps2h.com/cendekia/article/download/98/>
- Suyanto, Joko, Mohammad Masykuri, and Sarwanto Sarwanto. 2020. "Analisis Kemampuan Tpack (Technolgical, Pedagogical, and Content, Knowledge) Guru Biologi Sma Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah." *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA* 9(1):46. doi:10.20961/inkui.v9i1.41381.
- Timoty Agustian Berutu, Dina Lorena Rea Sigalingging, Gaby Kasih Valentine Simanjuntak, and Friska Siburian. 2024. "Pengaruh Teknologi Digital Terhadap Perkembangan Bisnis Modern." *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi* 2(3):358–70. doi:10.61132/neptunus.v2i3.258.
- Wahyuning, Sri. 2022. "Pembelajaran IPA Interaktif Dengan Game Based Learning." *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)* 4(2):1–5.
- Yuniarti, Anisyah, Titin Titin, Fannisa Safarini, Ita Rahmadia, and Sinta Putri. 2023. "Media Konvensional

Dan Media Digital Dalam
Pembelajaran.” *JUTECH: Journal*

Education and Technology 4(2):84–
95. doi:10.31932/jutech.v4i2.2920.