

## Modul Digital Operasional Mini PCR : Inovasi Strategis Dalam Modernisasi Operasional Alat

**Ria Ika Maharani(1), Ibnul Mubarak(2), Danang Subarkah Hadikawuryan(3), Naufal Erlang Fawwaz(4)**

(1)(2) Laboratorium Biologi FMIPA UNNES(3) Laboratorium Teknik Kimia Fakultas Teknik UNNES(4) Fakultas Kedokteran UNNES

[ria.ika@mail.unnes.ac.id](mailto:ria.ika@mail.unnes.ac.id) (1\*), [ibnulmubarak@mail.unnes.ac.id](mailto:ibnulmubarak@mail.unnes.ac.id) (2), [danangsh@mail.unnes.ac.id](mailto:danangsh@mail.unnes.ac.id) (3), [naufalfawwaz@students.unnes.ac.id](mailto:naufalfawwaz@students.unnes.ac.id) (4)

### Abstrak

Kemunculan teknologi yang semakin simpel dan praktis memberikan peluang untuk dapat mewujudkan kolaborasi teoritik dan praktik yang nyata. Mini PCR hadir menjadi jembatan yang dapat digunakan untuk praktikum genetika molekuler. Namun tantangan besar yang menanti terletak pada aksesibilitas peralatan modern yang ada. Instruksi peralatan yang berupa teks padat seringkali menyebabkan kesalahan teknis (*human error*). Untuk itu perlu dibuat sebuah transformasi berupa e-modul dengan berprinsip pada *cognitive load theory* yaitu menyederhanakan informasi kompleks melalui infografis, diagram alir, dan dokumentasi foto asli proses laboratorium untuk memandu praktikan secara intuitif. Penelitian ini menggunakan metode ADDIE yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation dan dikombinasikan dengan eksperimen laboratorium. Teknik pengambilan data dilakukan dengan angket yang dibagikan kepada ahli materi dan media, serta mahasiswa sebagai pengguna. Analisis data dengan uji kelayakan dan uji efektifitas. Hasil penelitian berupa e-Modul dengan judul buku Digital Book Operasioal miniPCR mampu untuk selaras dengan SDGs pada poin 4 yaitu pendidikan berkualitas dan Astacita Presiden pada poin 4 yaitu penguatan sains dan teknologi, dimana penelitian ini ikut andil pada pemerataan kualitas pendidikan berbasis molekuler dengan menyajikan virtual pembelajaran dari alat dan bahan berbiaya rendah (low-cost) namun tidak mengesampingkan akurasi dan presisi hasil. Dari analisis data berdasarkan instrumen penelitian yang digunakan disimpulkan e-Modul masuk dalam kategori sangat layak dan sangat efektif dengan persentase sebesar 83,33% dan 86%.

Kata Kunci: Mini PCR, Genetika Molekuler, Teknologi, e-Modul, SDGs 4

### Abstract

The emergence of increasingly simple and practical technology provides opportunities for realizing theoretical and practical collaboration. Mini PCR is present as a bridge that can be used for molecular genetics practicums. However, a major challenge lies in the accessibility of existing modern equipment. Equipment instructions in dense text often lead to technical errors (*human error*). Therefore, it is necessary to create a transformation in the form of an e-module based on the principle of cognitive load theory, namely simplifying complex information through infographics, flowcharts, and original photographic documentation of laboratory processes to guide practitioners intuitively. This study used the ADDIE method (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) and combined with laboratory experiments. The data collection technique was carried out using a questionnaire distributed to material and media experts, as well as students as users. Data analysis was carried out with feasibility and effectiveness tests. The results of the research in the form of an e-Module with the title of the book Digital Book Operational miniPCR is able to align with SDGs in point 4, namely quality education and Astacita President in point 4, namely strengthening science and technology, where this research contributes to the equalization of the quality of molecular-based education by presenting virtual learning from low-cost tools and materials but not neglecting the accuracy and precision of the results. From the data analysis based on the research instruments used, it was concluded that the e-Module was included in the very feasible and very effective categories with a percentage of 83.33% and 86%.

Key Word: Mini PCR, Molecular Genetics, Technology, e-Modules, SDGs 4

## I. PENDAHULUAN

### 1. 1. Latar Belakang

Laboratorium merupakan wadah lengkap yang berisikan alat dan bahan serta dikelola dalam manajemen pengelolaan sistematis dalam rangka layanan pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat (Fatchiyah, 2016). Teknologi genomik yang berkembang dalam satu dekade terakhir ini mengalami pergeseran paradigma bioteknologi dari ranah riset eksklusif menuju aplikasi praktis. Laboratorium perguruan tinggi mendapatkan peralatan canggih yang adaptif sebagai sarana praktikum. Alat tersebut harus tetap berada dalam sistem manajemen pengelolaan laboratorium supaya memastikan pengujiannya akurat, andal, tepat waktu untuk mempertahankan kinerja laboratorium (Guidane, 2023) dan meningkatkan efisiensi penelitian ilmiah (Yongmei *et.al*, 2021) serta mudah diakses (David, 2020). Alat laboratorium terkait dengan modernisasi praktikum genetika molekuler adalah mesin *Thermal Cycler* yang lebih familiar disebut mesin *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Dimana alat ini secara konvensional cenderung mahal, statis, ukurannya besar dan memerlukan prosedur operasional kompleks. Kemunculan teknologi Mini PCR menjadi terobosan dalam praktikum genetika modern. Mini PCR adalah alat portable thermocycler berukuran kecil dan memiliki hasil amplifikasi sama dengan PCR konvensional (Sapkota *et.al.*, 2021). Alat ini telah digunakan dalam beberapa penelitian dan memiliki sensitivitas serta bekerja spesifik seperti PCR konvensional (Fernandez *et.al.*, 2024). Keunggulan yang lain yaitu portabilitas, kemudahan penggunaan, dan reproduksibilitas Mini PCR menjadikannya alternatif andal untuk deteksi dan amplifikasi asam nukleat (Gonzalez *et.al.*, 2019). Secara teknis instrumen ini menawarkan kemudahan dan efektivitas penggunaannya dalam lingkungan pendidikan, namun sangat bergantung pada kualitas panduan instruksional. Tanpa adanya panduan akan menimbulkan masalah baru seperti kesalahpahaman dalam memahami alat (Zhou and Zhang, 2021) dan kerusakan alat serta menghasilkan data yang tidak akurat (Lunin and Glock, 2021). Pada akhirnya efisiensi dan penghematan biaya menjadi tidak relevan karena terjadi pembengkakan di perbaikan peralatan. Panduan pengoperasian yang ada saat ini adalah panduan konvensional dari pabrik dengan teks panjang dan rumit, menyebabkan resiko kesalahan menjadi besar. Teknologi digital berkembang pesat saat ini menjadikan semua lini mengalami perubahan besar dan berinovasi, bahkan sudah merambah ke manajemen laboratorium terkait optimasi dan pengembangan peralatan (Jundan, 2024) serta memberikan pemantauan real-time pada pencatatan alat laboratorium (Abiyyu, 2025). Panduan operasional alat konvensional terkadang gagal dalam memvisualisasikan prosedur yang dinamis dan abstrak, sehingga teknologi digital dapat digunakan untuk menghilangkan pemisah tersebut. Inovasi yang bisa dikembangkan adalah transformasi media pengoperasian alat dari bentuk fisik ke arah digital interaktif. Transformasi ini bukan hanya mengubah bentuk teks ke layar namun mampu mengintegrasikan protokol laboratorium dengan elemen multimedia yang mampu memandu pengguna secara presisi. Informasi bentuk digital meningkatkan keamanan penyimpanan berkas, mempermudah akses dan mengoptimalkan ukuran dokumen (Wulandari dan Andriyanto, 2021), Msy dan dian, 2024) dan (Ula dkk, 2022). Transformasi ini menjadi solusi pedagogis menggantikan instruksi tekstual pasif menjadi panduan interaktif responsif. Integrasi video tutorial, simulasi, dan alur modul digital memutus celah antara kompleksitas alat dan keterbatasan kognitif, menghasilkan alur proses praktikum lebih efisien, akurat, dan terstandarisasi. Sebagai bukti nyata pengejawantahan Astacita Presiden RI poin 4 dari unsur utama SDGs poin 4. Beberapa produk digitalisasi di laboratorium biologi yang mampu mendukung disusunnya *e-Modul* ini antara lain *E-Booklet* Teknik Pippeting (Maharani dkk, 2023), *E-IK* Transformasi DNA (Maharani dkk, 2024) dan *E-Katalog* Alat Laboratorium Biologi molekuler (Maharani dkk, 2025). Berhubung alat Mini PCR adalah hal baru bagi pengguna

laboratorium maka harus ada panduan yang lengkap, jelas dan mudah dipahami untuk mengurangi kendala teknis dan konseptual.

### **1. Perumusan Masalah**

Dari latarbelakang diatas dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana membuat rancang bangun e-Modul operasional Mini PCR yang mampu menjembatani kendala teknis operasional alat. Transformasi ke bentuk digital memberikan peluang keberterimaan yang tinggi pada pengguna peralatan karena disajikan dalam bentuk visual berupa gambar dan video. Dan penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap peningkatan keterampilan teknis (*technical skills*) dan secara luas menjadikan laboratorium lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi.

### **2. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai yaitu menyusun *E-Modul* operasional Mini PCR yang berbasis pada digitalisasi mengedepankan efektivitas dan efisiensi yang mana menekan adanya *human error* serta hemat waktu dan biaya.

### **3. Manfaat Penelitian**

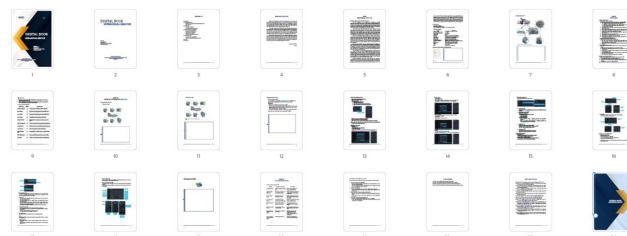
Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah diperolehnya *E-Modul* operasional Mini PCR yang didesain dalam bentuk prosedur visual untuk menciptakan sebuah lingkungan pembelajaran yang adaptif terhadap kemajuan teknologi.

## **II. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE meliputi Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation (Hidayat dan Nizar, 2021). Tahapan penelitian diawali dengan Analisis mengidentifikasi kebutuhan mendasar yang menjadi fokus target yang ingin dicapai yaitu aksesibilitas peralatan. Dimana peralatan ini termasuk baru bagi kalangan pengguna di laboratorium biologi FMIPA UNNES, secara otomatis hal ini menjadi tantangan secara teknis. Kesalahan akan memiliki peluang besar terutama berasal dari *human error*. Tahap Design, dilakukan penyusunan yang mencakup kerangka kerja *e-Modul* dengan merancang alur navigasi modul, diawali dari pengenalan alat, preparasi sampel, operasional Mini PCR sampai visualisasi hasilnya. Selanjutnya dilakukan pula pemilihan media apa yang akan diintegrasikan kedalam *e-Modul*. Tahap Development melalui rancangan penambahan materi terkait praktikum genetika yang dipadukan dalam pengoperasian Mini PCR, sehingga dalam satu e-Modul selain fokus mendapatkan digital pengoperasian alat juga diperoleh media pembelajaran visual. Ditampilkan dalam kombinasi yang lengkap sehingga akan diperoleh keterampilan teknis dan kognitif. Sebelum tahap berikutnya dilakukan proses validasi oleh ahli materi dan ahli media, untuk menilai akurasi substansi dan kualitas teknis dari *e-Modul*. Hingga dilakukan revisi jika ada masukan dari ahli materi dan media. Tahap Implementation produk *e-Modul* kepada pengguna laboratorium biologi untuk mengakses dan mempelajari *e-Modul*. Untuk mengetahui efektivitas e-Modul dilakukan uji coba terbatas oleh pengguna. Tahap paling akhir dilakukan Evaluasi menyeluruh berdasarkan masukan pengguna dan hasil kegiatan dalam rangka menyempurnakan kualitas *e-Modul* ini. Data penelitian dikumpulkan dengan menggunakan beberapa cara yang disebut sebagai metode pengumpulan data (Malik, 2018). Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan menggunakan metode angket yang diberikan kepada ahli materi dan media : untuk memperoleh data kelayakan e-Modul. Sedangkan untuk memperoleh data keefektifan e-Modul dilakukan uji coba terhadap mahasiswa dalam jumlah terbatas. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data statistik deskriptif persentase (Sudjiyo, 2011).

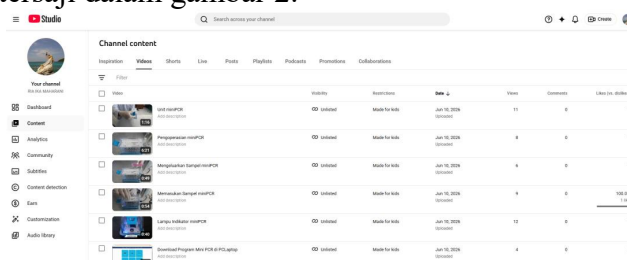
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pertama dalam penelitian diawali dengan analisis identifikasi kebutuhan mendasar yang menjadi fokus target yang ingin dicapai yaitu aksesibilitas peralatan. Peralatan baru yang belum ada di laboratorium menjadi tantangan tersendiri bagi pengguna laboratorium dalam hal teknis pengoperasiannya. Sebab sumbangan kesalahan data dan kerusakan peralatan terbesar dalam kegiatan di laboratorium adalah *human error*. Menjembatani hal tersebut maka dilakukan pengumpulan data-data mengenai kebutuhan penyajian buku petunjuk yang lebih mengedepankan visual dalam pemberian informasi operasional peralatan. Tahap Design, dilakukan penyusunan yang mencakup kerangka kerja modul digital dengan merancang alur navigasi modul, diawali dari cara download aplikasi miniPCR, pengenalan alat mencakup bagian-bagian alat hingga indikator lampu pada alat, memasukan dan mengeluarkan sampel, operasional Mini PCR sampai visualisasi hasilnya. Dari navigasi alur dibuatlah draf modul digital mulai dari cover, judul, daftar isi, kata pengantar, pengenalan alat miniPCR, persiapan sebelum menggunakan miniPCR, panduan operasional miniPCR, troubleshooting miniPCR, glossarium dan daftar pustaka tersaji dalam gambar 1.



**Gambar 1.** Modul Digital Pengoperasian miniPCR dalam bentuk pdf

Tahap Development melalui rancangan penambahan video yang dipadukan dalam modul pengoperasian Mini PCR, sehingga dalam satu e-Modul selain fokus mendapatkan digital pengoperasian alat juga diperoleh media pembelajaran visual. Ditampilkan dalam kombinasi yang lengkap sehingga akan diperoleh keterampilan teknis dan kognitif. Video dibuat dalam durasi yang pendek untuk menyesuaikan bagian yang ditekankan dalam fokus pembahasan dan juga supaya pengguna tidak jenuh jika durasi videonya panjang. Video yang dibuat diupload diplatform youtube untuk bisa diintegrasikan kedalam *e-Modul* yang akan dibuat tersaji dalam gambar 2.



**Gambar 2.** Video step-step dalam Digital Pengoperasian miniPCR

Dari draf modul dan video dilakukan kompilasi dalam bentuk digital book yang nantinya bisa disebarluaskan secara mudah dan diharapkan mampu memberikan panduan yang adaptif, mudah dipahami serta memberikan gambaran secara visual. Video disajikan dalam durasi yang sesingkat mungkin tanpa mengurangi informasi yang ingin disampaikan, supaya menghilangkan rasa jenuh saat melihat video. Dengan waktu yang singkat membuat pengguna laboratorium memahami dengan cepat dan tepat (Novi dkk, 2026). Bentuk modul digital pengoperasian miniPCR dalam platform e-Book tersaji dalam gambar 3.



**Gambar 3.** Kompilasi Video kedalam buku Digital Pengoperasian miniPCR

Sebelum tahap berikutnya dilakukan proses validasi oleh ahli materi dan ahli media, untuk menilai akurasi substansi dan kualitas teknis dari *e-Modul*. Komponen yang dinilai meliputi akurasi konsep, kedalaman materi, kesesuaian protokol, kejelasan istilah dan konteks SDGs/Astacita. Dari hasil uji kelayakan oleh tim ahli disimpulkan masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase hasil uji sebesar 83,3% ditunjukkan dalam tabel 3.

**Tabel 1** Hasil Uji Kelayakan oleh tim ahli

| No        | Aspek yang dinilai    | Jumlah Skor | Skor maksimal | Persentase Kelayakan |
|-----------|-----------------------|-------------|---------------|----------------------|
| 1         | Akurasi Konsep        | 9           | 12            | 75                   |
| 2         | Kedalaman Materi      | 10          | 12            | 83,33333333          |
| 3         | Kesesuaian Protokol   | 11          | 12            | 91,66666667          |
| 4         | Kejelasan Istilah     | 10          | 12            | 83,33333333          |
| 5         | Konteks SDGs/Astacita | 10          | 12            | 83,33333333          |
| Rata-rata |                       |             |               | 83,33333333          |

Tahap Implementation produk *e-Modul* kepada pengguna laboratorium biologi untuk mengakses dan mempelajari *e-Modul*. Untuk mengetahui efektivitas *e-Modul* dilakukan uji coba terbatas oleh pengguna. Dari tahap uji efektifitas terhadap pengguna dan dilakukan pengambilan data setelahnya maka diambil kesimpulan *e-modul* ini masuk dalam kategori sangat efektif dengan persentase perolehan skor ada di angka 86%. Perolehan skor dapat dilihat dari tabel 4.

**Tabel 2.** Hasil Uji Efektivitas oleh Pengguna Laboratorium

| No        | Aspek yang dinilai  | Jumlah Skor | Skor maksimal | Persentase Kelayakan |
|-----------|---------------------|-------------|---------------|----------------------|
| 1         | Kualitas Tipografi  | 18          | 20            | 90                   |
| 2         | Akurasi Visual      | 18          | 20            | 90                   |
| 3         | Layout & Tata Letak | 17          | 20            | 85                   |
| 4         | Navigasi (QR Code)  | 19          | 20            | 95                   |
| 5         | Daya Tarik          | 14          | 20            | 70                   |
| Rata-rata |                     |             |               | 86                   |

Hasil kompilasi dalam bentuk modul digital dapat diakses melalui laptop/handphone dengan masuk dari link <https://heyzine.com/flip-book/d1343ffd22.html>. Pemilihan platform ini dikarenakan untuk pedistribusiannya mudah, aksesibilitas tinggi, mudah diakses dengan berbagai perangkat online. Serta terdapat fitur seperti zoom in/out dan navigasi antar halaman sehingga memberikan bentuk tampilan modern dan efisien. Dan juga disajikan dalam QR code gambar 4. Penyajian dalam bentuk QR barcode memiliki tujuan

supaya memberikan keamanan dan kecepatan dalam penyimpanan informasi (Octaline dkk, 2023), serta memudahkan dalam pengaksesan (Nofriyani, 2021). Penampakan yang ukurannya bisa disesuaikan dengan media yang digunakan untuk publikasi dan bisa berpindah meski terjadi kerusakan hingga 30% (Ramihapsari dan Kaldera, 2012).



**Gambar 4.** QR Barcode Book Digital Pengoperasian miniPCR

Bentuk modul digital berimplikasi terhadap kualitas penggunaan laboratorium yang adaptif terhadap kebutuhan digital, sehingga berpotensi menjadi media pemberi informasi interaktif dalam menyokong efektivitas laboratorium (Awal dkk, 2025), serta tidak terbatas dalam ruang dan waktu (Septikasari dkk, 2021). Konten dalam e-Modul ini dibuat secara sistematis dilengkapi dengan visualisasi video untuk tiap tahap dan bagiannya, serta dimasukan catatan keamanan yang informatif. Selain itu juga memberikan kesempatan pengguna laboratorium untuk dapat belajar secara mandiri., praktis dan menyiapkan keterampilan dalam penggunaan peralatan laboratorium. Dampak lebih luas adalah mengurangi faktor *human error* dalam penggunaan peralatan laboratorium

#### **IV. KESIMPULAN**

Hasil penelitian diperoleh *E-Modul* dengan judul Digital Book Pengoperasian miniPCR mengedepankan digitalisasi dalam memberikan informasi dengan tingkat aksesibilitas multi-platform. Digital Book Pengoperasian miniPCR mendapatkan presentase hasil uji kelayakan sebesar 83,33% oleh tim ahli dan 86% dari hasil uji efektivitas oleh responden mahasiswa. Kedua hasil tersebut masuk dalam kriteria sangat layak dan sangat efektif sehingga produk yang dihasilkan dapat sebagai panduan visual dalam mengoperasikan miniPCR. Pengembangan selanjutnya dengan penambahan panduan untuk pengoperasian peralatan laboratorium lainnya, serta dilakukan penyempurnaan desain media agar lebih intuitif dan menarik. Evaluasi terus berlanjut untuk e-Modul ini dalam rangka pemahaman dan keterampilan penggunaan peralatan laboratorium dengan disesuaikan dengan kemajuan teknologi yang ada.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abiyyu Naufal Susanto. 2025. Digitalisasi Logbook Alat Laboratorium dengan QR Code dan Google Tools. Jurnal Pelastek Vol 5 No 2 November 2025 e-ISSN:2798-8635. <http://ejournal.unib/labsaintek/index>. DOI: 10.33369/pelastek.v5i2.44122
- Arikunto, S. 2010. Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: Rineka Cipta. pp. 268-272.
- Awal Mulia Rejeki Tumanggor, Alfrie Musa Rampengan, Ishak Pawarangan, Parno Sumanro Mahulae, Tiara Lestari Paembonan, Varisky Abraham Dumanaw. 2025. Pengembangan panduan *e-book* eksperimen alat laboratorium fisika dasar sebagai sarana pembelajaran Interaktif. Dwija Cendekia: Jurnal Riset Pedagogik, 9 (1), 2025 , pp. 57-68
- David Trew. 2020. Management of Equipment in an ISO/IEC 17025:2017 Accredited Laboratory. Part 1: Classifications of Laboratory Equipment.



- Fernandez-Baca, M.V.; Castellanos-Gonzalez, A.; Ore, R.A.; Alccacontor-Munoz, J.L.; Hoban, C.; Castro, C.A.; Tanabe, M.B.; Morales, M.L.; Ortiz, P.; White, A.C., Jr.; et al. 2024. A PCR Test Using the Mini-PCR Platform and Simplified Product Detection Methods Is Highly Sensitive and Specific to Detect *Fasciola hepatica* DNA Mixed in Human Stool, Snail Tissue, and Water DNA Specimens. *Pathogens*, 13, 440. <https://doi.org/10.3390/pathogens13060440>.
- Gonza'lez-Gonza'lez E, Mendoza-Ramos JL, Pedroza SC, Cuellar-Monterrubio AA, Ma'rquezIpiña AR, Lira-Serhan D, et al. 2019. Validation of use of the miniPCR thermocycler for Ebola and Zika virus detection. *PLoS ONE* 14(5): e0215642.
- Guidance to African Union Member States. 2023. Laboratory Equipment Management. The Africa Centres for Disease Control and Prevention (Africa CDC).
- Jundan Wang. 2024. Research on Management and Updating Strategies of Laboratory Equipment in University. *International Journal of Recent Research in Interdisciplinary Sciences (IJRRIS)*. Vol. 11, Issue 1, pp: (21-27), Month: January - March.
- Lunin, A. dan Glock, C.H. 2021. Systematic review of Kinect-based solutions for physical risk assessment in manual materials handling in industrial and laboratory environments. *Comput Ind Eng*, vol. 162, doi: 10.1016/j.cie.2021.107660.
- Maharani, R.I, Mubarak, I dan Hadikawuryan, D.S. 2023. E-Booklet Teknik Pipetting Mikropipet. *BEST Journal* Vol.6 No.2 Hal. 506-512 ISSN (Print) : 2614 – 8064 September 2023 ISSN (Online): 2654 – 4652.
- Maharani, R.I, Mubarak, I dan Hadikawuryan, D.S. 2025. E-Katalog Alat Laboratorium Biologi Molekuler Dalam Mendukung Smart Laboratory. . *BEST*, Vol.8 No.1 Hal.1068-1074. ISSN (Online): 2654 – 4652.
- Maharani, R.I, Mustikaningtyas, D dan Hadikawuryan, D.S. 2024. IE-IK Transformasi DNA Untuk Praktikum Biologi Molekuler. *BEST*, Vol.7 No.1 Hal. 15-21. Juli 2024. ISSN (Online): 2654 – 4652.
- Malik, M. dan Chusni, M.M. 2018. Pengantar Statistika Pendidikan Teori dan Aplikasi OSHA. 2011. Laboratory Safety Guidance. [www.osha.gov](http://www.osha.gov).
- Msy Hartina Ulfa dan Dian Maharani. 2024. Implementasi Quick Response (Qr) Code Instruksi Kerja Alat Laboratorium Pendidikan Keperawatan. *Jurnal Keperawatan Sriwijaya*, Volume 11 Nomor 2, Juli 2024, p-ISSN 2355-5459,e-ISSN2684-9712. pp 17-25.
- Nofriyani. 2021. Sistem Inventarisasi Penggunaan Peralatan dan Bahan pada Meja Praktikum PLC di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung menggunakan *Barcode Scanner*. *Jurnal Gema Teknologi*, 2021, Vol. 21 (2) : 56-60.
- Novi Angraini, Novie Olivia, dan Hendra Wijaya. 2026. Pengembangan instruksi kerja peralatan berbasis *QR Code* menuju digitalisasi laboratorium di Jurusan Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya. *Jurnal Penelitian Sains* 28 (1D) 2026: 28(1D)03(1-6)
- Octaline,S.; Susanti, I.; Widiya, M. Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis *QR Code* di SMAN Karang Jaya. 2023. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 2023, 187-196.
- Ramihapsari, M.dan Kaldera, M.P. 2012. Perancangan *Labelling* pada Dokumen menggunakan *QR Code*. *Jurnal Teknik Komputer*, 2012, Vol. 20 No.1. 1 Februari 2012 : 59-67.

| Accepted Date | Revised Date | Decided Date | Accepted to Publish |
|---------------|--------------|--------------|---------------------|
| 12 Juni 2026  | 20 Juni 2026 | 27 Juni 2026 | Ya                  |