

## PELATIHAN OPTIMALISASI MIKROSKOP KONVENSIONAL BAGI GURU BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS

Gede Arya Wiguna<sup>1</sup>, Welsiliana<sup>2</sup>, Florian Mayesti Prima R Makin<sup>3</sup>,  
Ite Morina Yostianti Tnunay<sup>4</sup>, Lukas Pardosi<sup>5</sup>, Andi Faesal<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Prodi Biologi Universitas Timor, Indonesia

<sup>6</sup>Prodi D3 Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Mataram

[gede.arya@unimor.ac.id](mailto:gede.arya@unimor.ac.id), [welsiliana@unimor.ac.id](mailto:welsiliana@unimor.ac.id), [florian@unimor.ac.id](mailto:florian@unimor.ac.id), [ite\\_tnunay@unimor.ac.id](mailto:ite_tnunay@unimor.ac.id),  
[lukaspardosi51@unimor.ac.id](mailto:lukaspardosi51@unimor.ac.id), [andi.esal@gmail.com](mailto:andi.esal@gmail.com)

### ABSTRAK

**Abstrak:** Biologi merupakan pelajaran IPA yang mempelajari kehidupan organisme, termasuk struktur, fungsi dan pertumbuhannya. Pembelajaran biologi perlu menambahkan keterampilan menggunakan alat peraga atau praktikum seperti pengamatan bentuk sel, ukuran sel, serta pergerakan mikroorganisme. Oleh karena itu perlu adanya sarana berupa mikroskop. Keterbatasan ketersediaan mikroskop yang dimiliki sekolah mengakibatkan guru kurang optimal dalam melakukan penelitian dan pengajaran. Oleh karena itu perlu adanya optimalisasi kinerja mikroskop dengan cara mengubah mikroskop konvensional menjadi digital. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diadakan pelatihan Optimalisasi Mikroskop konvensional menjadi digital bagi guru biologi. Pelatihan mulai dengan pengenalan fungsi masing-masing komponen alat tambahan seperti kamera, lampu, dan perangkat lunak penangkap gambar. Selanjutnya dilakukan pelatihan instalasi dan mengoperasikan perangkat lunak penangkap gambar serta pengamatan menggunakan mikroskop digital. Pelatihan terakhir yaitu analisis gambar yang diperoleh dari mikroskop digital menggunakan perangkat lunak Image J. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 4 guru biologi sudah mampu mencapai level 3 yang artinya guru menguasai penggunaan mikroskop digital, penggunaan perangkat lunak serta melakukan analisis gambar menggunakan *Image J*. Tingkat pemahaman guru menggunakan mikroskop digital mencapai 90%.

**Kata Kunci:** Mikroskop Analog; Mikroskop Digital; Pembelajaran Biologi

**Abstract:** Biology is a science lesson that studies the life of organisms, including their structure, function and growth. Biology learning needs to add skills using teaching aids or practical such as observing cell shape, cell size, and the movement of microorganisms. Therefore, it is necessary to have a tool in the form of a microscope. The limited availability of microscopes owned by schools causes teachers to be less than optimal in conducting research and teaching. Therefore, it is necessary to optimize the performance of the microscope by converting conventional microscopes to digital ones. Based on these problems, a training on Optimization of Conventional Microscopes to be Digital was held for biology teachers. The training begins with an introduction to the function of each component of the auxiliary equipment such as cameras, lights, and image capture software. Furthermore, training on the installation and operation of image capture software and observations using a digital microscope was carried out. The last training was analysis of images obtained from digital microscopes using Image J software. The evaluation results show that 4 biology teachers have been able to reach level 3, which means that teachers able to use of digital microscopes, use software and image analysis using Image J. The level of understanding of teachers using digital microscopes reaches 90%

**Keywords:** Analog Microscope; Digital Microscope; Optimization; Biology Learning



#### Article History:

Received: 12-11-2021

Revised : 22-11-2021

Accepted: 23-11-2021

Online : 05-12-2021



This is an open access article under the  
CC-BY-SA license

## A. LATAR BELAKANG

Biologi merupakan pelajaran IPA yang mempelajari organisme hidup dan kehidupannya, termasuk struktur, fungsi dan pertumbuhannya. Pengajaran biologi tidak cukup hanya bersumber pada buku teks dan pengajaran di kelas. Pengajaran biologi yang mempunyai tujuan instruksional lebih menekankan pada keterampilan menggunakan alat peraga atau praktikum sangat diperlukan sebagai alat bantu dalam pemahaman ilmu biologi (Satria & Sari, 2018)(Maulana, 2021). Guru perlu menyadari bahwa hakekat ilmu biologi merupakan ilmu pengetahuan alam (IPA) yang lahir dan berkembang melalui observasi dan eksperimen(Fajarianingtyas & Hidayat, 2019)(Sugianto et al., 2020)(Normadhita, 2018). Jadi ilmu biologi berkaitan erat dengan cara mencari tahu atau proses penemuan untuk memahami alam secara sistematis (Tala & Vesterinen, 2015).

Pada pembelajaran biologi kegiatan praktikum merupakan bagian lanjutan dari kegiatan belajar mengajar. Oleh karena itu pada pembelajaran biologi guru harus memberi pengalaman belajar kepada siswa melalui kegiatan pengamatan dan eksperimen, mendiskusikan hasilnya, dan menarik kesimpulan melalui praktikum (Winanto & Makahube, 2016). Hal ini menunjukkan betapa pentingnya kegiatan praktikum untuk mencapai tujuan pendidikan IPA terutama biologi (Rahmasiwi et al., 2015)(Nengsih, 2016). Melalui kegiatan praktikum siswa memiliki pengalaman dalam belajar, sehingga dapat meninggalkan kesan tersendiri pada diri siswa(Sari et al., 2019). Kegiatan praktikum dapat membangkitkan motivasi belajar siswa, merangsang keingintahuan siswa dan juga keterampilan dasar siswa melakukan eksperimen (Suryaningsih, 2017). Eksperimen bagi siswa merangsang keterampilan dasar seperti mengamati, mengestimasi, mengukur, dan memanipulasi peralatan biologi.

Untuk dapat menunjang pembelajaran berbasis praktikum maka diperlukan sarana dan prasarana seperti mikroskop. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, diperoleh data bahwa prasarana penunjang seperti mikroskop yang dimiliki sekolah masih sangat minim dan ada beberapa alat yang sudah tidak dapat beroperasi lagi. Dari keterangan dan pengalaman guru di SMAN 2 Kefamenanu kesusahan menggunakan mikroskop cahaya adalah menentukan fokus cahaya menuju ke obyek dan juga mencari fokus obyek yang diamati. Hal ini sering membuat praktikum biologi yang sudah dijadwalkan tidak terlaksana dengan baik. Tidak hanya hal tersebut, perbandingan jumlah siswa dan peralatan yang ada menyebabkan pembelajaran praktikum biologi tidak dilaksanakan dan diganti dengan menggunakan gambar-gambar yang ada pada buku ajar. Hal tersebut menyebabkan siswa tidak mendapatkan pembelajaran praktikum secara penuh dalam mengamati obyek di bawah mikroskop. Dampaknya adalah siswa akan gagap dalam penggunaan mikroskop dan teknologi pengembangan lainnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut pengabdian ini dilakukan untuk mengoptimalkan mikroskop analog menjadi digital. Pemanfaatan mikroskop yang sudah ada ditambah kamera dapat menciptakan teknologi sederhana mikroskop digital (Satya Raya et al., 2013)(Hartati et al., 2011). Penggunaan mikroskop digital dapat meningkatkan pembelajaran biologi menggunakan mikroskop (Subali et al., 2018). Selain itu dengan menggunakan mikroskop digital guru dapat melihat spesimen sekaligus melalui komputer atau proyektor. Keuntungan lainnya menggunakan mikroskop digital yaitu gambar yang diperoleh dari praktikum dapat disimpan (Louk et al., 2017) . Sehingga dalam pembelajaran guru dapat menampilkan hasil pengamatan di bawah mikroskop pada layar proyektor.

Manfaat yang diharapkan dari kegiatan pengabdian ini adalah guru mengetahui secara mendasar proses perubahan mikroskop analog menjadi digital, sehingga suatu saat dapat melakukan pengembangan secara mandiri. Selain itu, dampak pada pembelajaran adalah hasil pembelajaran biologi menjadi lebih menarik, dengan hasil yang diamati dapat ditampilkan secara waktu nyata (*realtime*) menggunakan komputer.

## **B. METODE PELAKSANAAN**

Pengabdian kepada masyarakat ini akan dilaksanakan di SMA Negeri 2 Kefamenanu selama 6 bulan dari bulan April sampai dengan bulan September 2021.

### **1. Peralatan yang digunakan**

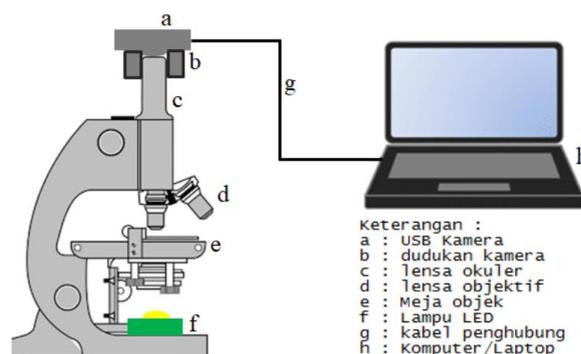
Adapun peralatan yang digunakan dalam pengabdian ini yaitu:

- a. Mikroskop cahaya monokuler yang dimiliki sekolah.
- b. USB Kamera (3 Mpixels, Highest resolution 2048 X 1536 1/3inch AR0331, CMOS Sensor H.264 /MJPEG /YUY2 High profile compression).
- c. Lampu LED sebagai pengganti reflektor cahaya, sehingga pengamatan bisa dilakukan di dalam kelas
- d. Komputer/laptop.
- e. Perangkat lunak digitasi citra dan penangkap gambar.

### **2. Perancangan Sistem**

Mikroskop cahaya yang ada di sekolah dimodifikasi menjadi mikroskop digital. Modifikasi tersebut dilakukan dengan menambahkan kamera digital pada lengan okuler, lampu LED dan juga perangkat lunak untuk penampil gambar. Pemakaian kamera pada mikroskop sebagai penangkap gambar atau bayangan sampel hasil pengamatan, sehingga dalam mengamati suatu objek memakai peralatan tidak perlu lagi melihat dari lensa okuler mikroskop melainkan cukup melihat langsung dan mengamati pada monitor komputer. Perangkat lunak yang fungsinya untuk menampilkan gambar pada monitor berfungsi juga untuk menangkap gambar dan

menyimpan gambar yang diperoleh dalam memori hardisk. Hasil akhir perancangan alat di tunjukkan pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1.** Perancangan Alat Mikroskop Digital Yang Akan Dibuat

### 3. Pelatihan

Langkah pelatihan yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Pengenalan teknologi mikroskop digital. Pengenalan ini dilakukan dengan cara memberikan pemaparan materi kepada guru biologi SMAN 2 Kefamenanu. Materi yang dipaparkan adalah komponen tambahan seperti, kamera, lampu LED, perangkat lunak penangkap gambar beserta fungsi masing-masing komponen tersebut.
- b. Pelatihan instalasi. Setelah para guru memahami fungsi dari kamera pada mikroskop digital dan juga software penangkap gambar, kegiatan selanjutnya adalah demonstrasi instalasi mikroskop digital. Kegiatan dilaksanakan dengan mencontohkan instalasi mikroskop digital, kemudian instalasi perangkat lunak penangkap gambar.
- c. Pelatihan mendemonstrasikan penggunaan mikroskop digital untuk pengamatan preparat. Setelah guru memahami penggunaan mikroskop digital kemudian guru melakukan pengamatan objek. Obyek yang diamati berupa akar jagung, tomat, daun jagung, sel bawang merah dengan pewarnaan safranin, amilum kentang, stomata daun Asokan, dan sel bawang merah dengan pewarnaan metilen blue.
- d. Pelatihan analisis hasil gambar. Analisis yang dilakukan berupa mengukur obyek yang diamati seperti panjang, lebar dan luas ukuran sel menggunakan perangkat lunak Image J.
- e. Evaluasi. Evaluasi dilakukan dengan cara observasi guru praktik secara langsung dan melalui penyebaran kuesioner kepada guru untuk mengetahui tingkat pemahaman guru. Adapun evaluasi meliputi pemahaman guru dalam melakukan instalasi perangkat mikroskop digital, pemahaman guru dalam memahami penggunaan software mikroskop digital dan pemahaman guru dalam analisis citra pengamatan mikroskopik yang diperoleh

#### 4. Evaluasi

Guru sebagai peserta dievaluasi berdasarkan kemampuan guru dalam praktik langsung dan pengalaman pembelajaran serta umpan balik oleh guru. Penilaian praktik dilakukan secara observasi dan pengalaman dan umpan balik menggunakan isian kuesioner yang diisi oleh guru. Berdasarkan observasi dan pengisian kuesioner, Tim pengabdian mengkategorikan kemampuan peserta menjadi 3 tingkatan, yaitu:

- a. Level 1, yaitu peserta menguasai penggunaan mikroskop digital untuk melakukan pengamatan obyek.
- b. Level 2, yaitu peserta menguasai level 1 ditambah menguasai penggunaan perangkat lunak perekam gambar untuk merekam gambar, video dan menyimpan gambar.
- c. Level 3, yaitu peserta menguasai level 2 dan juga mampu melakukan analisis gambar menggunakan perangkat lunak *Image J*.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem mikroskop cahaya yang dimodifikasi menjadi mikroskop digital melalui tahapan sebagai berikut.

##### a. Pemasangan Kamera

Kamera yang digunakan pada pengabdian ini, yaitu kamera USB dengan kecepatan tangkap gambar 30 fps. Kamera yang digunakan memiliki resolusi 1024 x 768 piksel. Kamera dipasang pada tabung setelah lensa okuler, sehingga bayangan gambar yang ada di lensa okuler terekam oleh kamera. Hasil pemasangan kamera ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



**Gambar 2.** Hasil pemasangan kamera USB pada mikroskop

### b. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dibuat pada pengabdian ini menggunakan bahasa pemrograman *Visual Studio*. Perangkat lunak yang dibuat yaitu menampilkan preview dari kamera, menangkap citra, merekam video, dan menyimpan citra. Tampilan perangkat lunak perekaman citra mikroskop digital ditampilkan pada Gambar 3.

### c. Sistem Mikroskop Digital Hasil Modifikasi Dari Mikroskop Konvensional Monokuler

Hasil akhir dari perancangan sistem yaitu diperolehnya mikroskop digital. Mikroskop digital ini dilengkapi fasilitas perekam sampel dengan menggunakan kamera digital, lampu LED, dan perangkat lunak perekam gambar. Mikroskop digital ini memungkinkan mengamati suatu objek yang tidak perlu lagi melihat dari lensa okuler mikroskop melainkan cukup melihat langsung dan mengamati pada monitor komputer. Hasil akhir perancangan mikroskop digital di tunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Mikroskop Digital Hasil Modifikasi

## 2. Pemaparan Materi Pengenalan Mikroskop Digital

Pada kegiatan pengabdian ini dihadiri oleh seluruh guru biologi SMAN 2 Kefamenanu. Kegiatan pengabdian ini dibuka oleh Wakil Kepala Sekolah Bagian Akademik. Pemaparan materi dimulai dengan pengenalan mikroskop digital secara umum, dilanjutkan dengan fungsi perangkat tambahan seperti kamera dan perangkat lunak perekam gambar. Kegiatan pemaparan materi pengenalan mikroskop digital ditampilkan pada Gambar 4 berikut.



**Gambar 4.** Pemaparan Materi Pengenalan Mikroskop Digital

### 3. Demonstrasi Penggunaan Mikroskop Digital

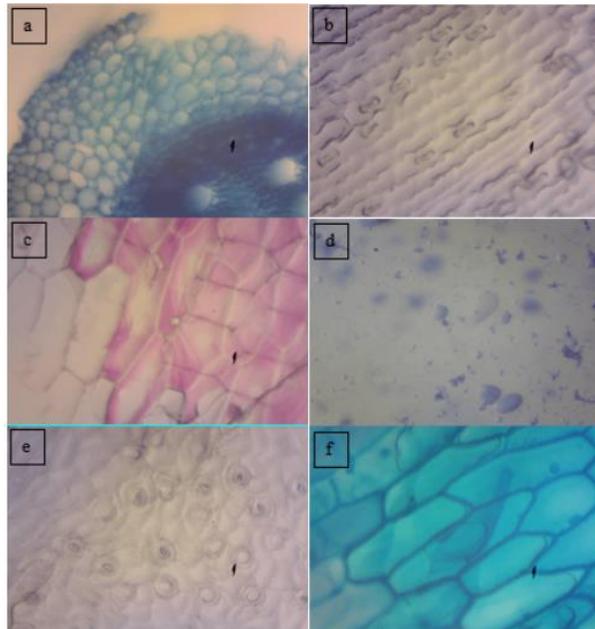
Setelah para guru memahami materi yang disampaikan dilanjutkan dengan instalasi kamera dan instalasi perangkat lunak di komputer milik guru. Tim mendemonstrasikan penggunaan mikroskop digital dalam mengamati obyek. Demonstrasi dimulai dengan pemasangan kamera pada tabung setelah lensa okuler, menggunakan lampu LED, dan pengaturan kamera pada perangkat lunak perekam gambar. Kegiatan demonstrasi ditampilkan pada Gambar 5 berikut.



**Gambar 5.** Demonstrasi penggunaan mikroskop digital: (a) demonstrasi Tim kepada guru, (b) Guru mengoperasikan mikroskop digital, (c) pendampingan oleh Tim, (d) Guru praktik penggunaan mikroskop Digital

Setelah tim melakukan demonstrasi penggunaan mikroskop digital dan guru memahami materi yang disampaikan dilanjutkan dengan guru praktik secara langsung menggunakan mikroskop digital. Terlihat bahwa guru mampu mengoperasikan mikroskop digital, namun masih kesusahan dalam penggunaan perangkat lunak penangkap gambar. Tindakan selanjutnya yaitu pendampingan kepada guru dalam mengoperasikan perangkat lunak perekam gambar. Kegiatan pendampingan ini bertujuan agar guru memiliki keterampilan dalam menggunakan perangkat lunak perekam gambar. Melalui beberapa kali pendampingan guru dapat menguasai penggunaan perangkat lunak dengan baik. Hasil yang diperoleh yaitu guru sudah mampu melakukan pengaturan kamera, menangkap gambar, merekam video dan menyimpan gambar pada hardisk. Hasil

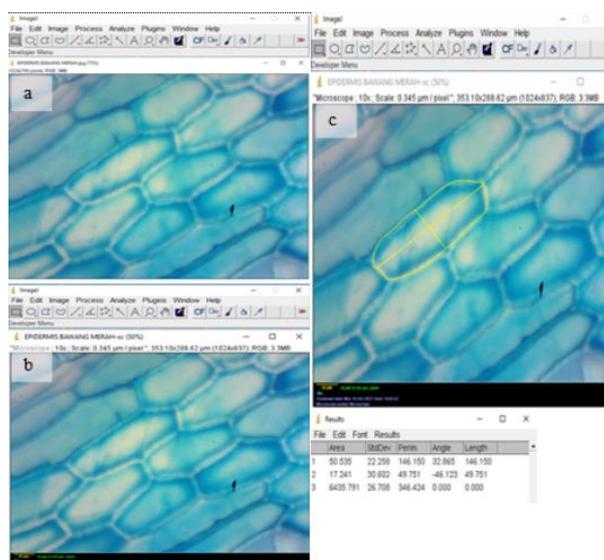
perekaman gambar yang diperoleh oleh guru ditampilkan pada Gambar 6 berikut.



**Gambar 6.** Gambar hasil pengamatan menggunakan mikroskop digital, (a) Akar jagung, (b) Stomata daun jagung, (c) sel bawang merah dengan safranin, (d) Amilum Kentang, (e) Stomata daun Asokan, (f) Sel bawang merah dengan pewarnaan metilen blue

#### 4. Pelatihan Analisis Gambar

Pelatihan analisis gambar yang dilakukan berupa mengkonversi dari ukuran piksel menjadi ukuran mikrometer. Pelatihan analisis gambar ini bertujuan agar guru mampu menghitung ukuran sel (panjang, lebar dan luas) dalam skala mikrometer. Pelatihan analisis gambar hasil mikroskop digital ditampilkan pada Gambar 7 berikut.



**Gambar 7.** Pelatihan analisis gambar: (a) Citra hasil perekaman mikroskop digital, (b) Citra hasil konversi dari pixel ke dalam mikrometer, (c) Pengukuran Panjang, lebar, dan luas menggunakan perangkat lunak *Image J*.

## 5. Evaluasi

Berdasarkan hasil evaluasi dari observasi diperoleh bahwa setelah mengikuti kegiatan pengabdian 4 guru biologi SMAN 2 Kefamenanu mampu mencapai level 3. Artinya bahwa 4 guru biologi menguasai penggunaan mikroskop digital untuk melakukan pengamatan obyek, menguasai penggunaan perangkat lunak untuk merekam gambar, video dan menyimpan gambar serta mampu melakukan analisis gambar menggunakan perangkat lunak *Image J*. Berdasarkan kuesioner tingkat pemahaman guru menggunakan mikroskop digital mencapai 90%.

## D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengabdian yang sudah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa mikroskop analog monokuler dapat dioptimalisasi menjadi mikroskop digital dengan penambahan kamera, lampu dan perangkat lunak perangkat gambar. Selain itu pelatihan ini dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru dalam mengoperasikan mikroskop digital, mengamati obyek menggunakan mikroskop digital, memperoleh dan menyimpan gambar hasil pengamatan dan menganalisis gambar hasil pengamatan menggunakan mikroskop digital. Walaupun kegiatan pengabdian ini telah dilaksanakan dan menghasilkan beberapa pencapaian, tim pengabdian masih perlu melakukan pendampingan kepada guru dalam penggunaan mikroskop digital khususnya pada pembuatan obyek pengamatan obyek serta kolaborasi penelitian bersama guru. Sehingga guru memiliki keterampilan dalam menggunakan mikroskop digital baik untuk pembelajaran dan penelitian.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Timor yang telah mendanai pengabdian ini melalui skema Pengabdian Kepada Masyarakat dengan Nomor Kontrak 04/UN60/LPPM/PPM/2021. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada SMAN 2 Kefamenanu yang memberikan dukungan sarana dan prasarana pada kegiatan pengabdian ini.

## DAFTAR RUJUKAN

- Fajariningtyas, D. A., & Hidayat, J. N. (2019). Validitas Buku Petunjuk Praktikum Biologi Dasar Berbasis Pemecahan Masalah Untuk Mahasiswa Pendidikan Ipa Di Universitas Wiraraja. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2). <https://doi.org/10.24929/lensa.v9i2.67>
- Hartati, S., Harjoko, A., & Supardi, T. W. (2011). The digital microscope and its image processing utility. *Telkomnika*, 9(3). <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v9i3.749>
- Louk, A. C., Sutaji, H. I., & Suparta, G. B. (2017). Pemutakhiran Mikroskop Cahaya Monokuler Menjadi Mikroskop Digital Untuk Pembelajaran Siswa

- Sma / Sederajat. *Jurnal Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 2(2).
- Maulana, M. A. (2021). Efektivitas Pembelajaran Daring Terhadap Hasil Belajar Biologi Pada Konsep Biodiversitas Di Kelas X Ipa Ma Muhammadiyah Salaka Kabupaten Takalar. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 1(1). <https://doi.org/10.51574/jrip.v1i1.22>
- Nengsih, S. (2016). Pengembangan Penuntun Praktikum Biologi Umum Berbasis Inkuiri Terbimbing Mahasiswa Biologi STKIP Payakumbuh. *Jurnal Iptek Terapan*, 10(1). <https://doi.org/10.22216/jit.2016.v10i1.343>
- Normadhita, R. (2018). Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa kelas iv pada pembelajaran ipa melalui metode eksperimen di sdn tegalrejo 2. *Skripsi.Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar Jurusan Ilmu Pendidikan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta*.
- Rahmasiwi, A., Santosari, S., & Sari, D. P. (2015). Peningkatan keterampilan proses sains siswa dalam pembelajaran biologi melalui penerapan model pembelajaran inkuiri di kelas XI MIA 9 (ICT) SMA Negeri 1 Karanganyar tahun pelajaran 2014/2015. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015*, 9(2013).
- Sari, I. P., Mustikasari, V. R., & Pratiwi, N. (2019). Pengintegrasian penilaian formatif dalam pembelajaran IPA berbasis saintifik terhadap pemahaman konsep peserta didik. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 3(1). <https://doi.org/10.31331/jipva.v3i1.778>
- Satria, E., & Sari, S. G. (2018). Penggunaan Alat Peraga Dan Kit Ipa Oleh Guru Dalam Pembelajaran Di Beberapa Sekolah Dasar Di Kecamatan Padang Utara Dan Nanggalo Kota Padang. *Ikraith-Humaniora*, 2(2).
- Satya Raya, A., Hidayatno, A., & Ajulian Zahra, A. (2013). Modifikasi Mikroskop Dengan Perbesaran Digital Menggunakan Sistem Kamera. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(3).
- Subali, B., Yulianti, I., Susilo, Ellianawati, Mosik, & Alvian. (2018). Implementasi Model Pelatihan Pembelajaran IPA Berbasis Digital Image Creator For Optical Microscope (DIGICOM) Pada Guru Fisika Kabupaten Demak. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 7(3). <https://doi.org/10.15294/upej.v7i3.27696>
- Sugianto, S., Fitriani, A., Anggraeni, S., & Setiawan, W. (2020). Pengembangan Mikroskop Digital Berbasis Blended Learning untuk Meningkatkan Kecerdasan Jasmaniah Kinestetik Mahasiswa pada Praktikum Anatomi Tumbuhan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Sains*, 1(2). <https://doi.org/10.51673/jips.v1i2.320>
- Suryaningsih, Y. (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi. *Bio Educatio*, 2(2).
- Tala, S., & Vesterinen, V. M. (2015). Nature of Science Contextualized: Studying Nature of Science with Scientists. *Science and Education*, 24(4). <https://doi.org/10.1007/s11191-014-9738-2>
- Winanto, A., & Makahube, D. (2016). Implementasi Strategi Pembelajaran Inkuiri Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Hasil Belajar Ipa Siswa Kelas 5 Sd Negeri Kutowinangun 11 Kota Salatiga. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 6(2). <https://doi.org/10.24246/j.scholaria.2016.v6.i2.p119-138>