



PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERDIFERENSIASI MENGUNAKAN MIKROSKOP DIGITAL PADA MATERI EKOLOGI DAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

Tuti Eka Wahyuni¹ Hening Widowati² Handoko Santoso³

¹SMP N 2 Sekampung Udik, ^{2,3}Universitas Muhammadiyah Metro

¹E-mail: tutiwahyuni.1819@gmail.com, hwhummetro@gmail.com, handoko.umm@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul ajar berdiferensiasi menggunakan mikroskop digital guna meningkatkan efektivitas pembelajaran IPA pada materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati. Studi ini relevan dilakukan sebagai upaya meningkatkan kualitas pembelajaran berdiferensiasi, mengatasi keterbatasan mikroskop konvensional, serta mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran di kelas. Prosedur pengembangan mengikuti model 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*), yang mencakup tahap analisis kebutuhan, perancangan produk, validasi ahli, uji coba terbatas, dan diseminasi produk. Hasil validasi oleh ahli menunjukkan bahwa modul ajar berbasis diferensiasi menggunakan mikroskop digital ini memenuhi kriteria kelayakan dengan persentase validasi kelayakan media sebesar 91% dan validasi kelayakan materi sebesar 87%, sehingga dikategorikan sangat layak. Uji coba skala kecil dan skala besar menunjukkan bahwa modul ajar ini sangat layak digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam pembelajaran IPA. Selain itu, penggunaan modul ajar ini dapat mendukung pelaksanaan pembelajaran berdiferensiasi dan pemahaman siswa terhadap objek mikroskopis yang berkaitan dengan materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati. Respon siswa terhadap penggunaan modul ajar menunjukkan skor rata-rata sebesar 86% dengan kategori "Sangat Layak". Dengan demikian, modul ajar berbasis diferensiasi menggunakan mikroskop digital ini efektif untuk digunakan dalam proses pembelajaran IPA di tingkat SMP.

Kata kunci: ekologi, berdiferensiasi, mikroskop digital, pengembangan modul ajar

Abstract: This study aims to develop a differentiated instructional module incorporating digital microscopes to enhance the effectiveness of science learning, particularly in the subject areas of Ecology and Biodiversity. The implementation of this research is considered relevant as an effort to improve the quality of differentiated instruction, address the limitations of conventional microscopes, and integrate technology into classroom learning processes. The development procedure follows the 4D model (*Define, Design, Develop, and Disseminate*), which includes needs analysis, product design, expert validation, limited trials, and product dissemination. The results of expert validation indicated that the differentiated instructional module using a digital microscope met the eligibility criteria, with a media feasibility validation percentage of 91% and a material feasibility validation percentage of 87%, thus categorized as highly feasible. Limited and large-scale trials conducted demonstrated that the module is highly feasible for use as an alternative instructional material in science learning. Moreover, the use of this module supports the implementation of differentiated learning and understanding of microscopic objects related to Ecology and Biodiversity materials. Students' responses to the use of the module showed an average score of 86%, categorized as "Highly Feasible." Therefore, the differentiated instructional module using a digital microscope is considered effective for use in science learning at the junior high school level.

Keywords: ecology, differentiated, digital microscope, instructional module development

How to Cite

Wahyuni, T.A., Widowati, H., Santoso, H., 2026. Pengembangan Modul Ajar Berdiferensiasi Menggunakan Mikroskop Digital pada Materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati. *Biolova* 7 (2). 172-179.



Pendidikan sains berperan secara signifikan dalam membantu siswa untuk memahami berbagai fenomena alam melalui pendekatan ilmiah. Salah satu materi penting dalam pembelajaran IPA adalah Ekologi dan Keanekaragaman Hayati. Namun, proses pembelajaran sering kali menghadapi kendala dalam mengoptimalkan pemahaman konsep abstrak yang berkaitan dengan objek mikroskopis.

Kurikulum merdeka memiliki sejumlah perbedaan esensial dibandingkan dengan kurikulum sebelumnya. Kurikulum merdeka ini menitikberatkan pada pembelajaran yang lebih berpihak pada murid, dengan memperhatikan profil belajar murid yang mencakup minat, bakat, serta kemampuan individu murid yang berbeda-beda. Selain itu, kurikulum ini juga mengedepankan pembelajaran berbasis proyek, kolaborasi dan teknologi. Pemanfaatan teknologi memegang peranan penting dalam pelaksanaan Kurikulum Merdeka karena dengan penggunaan teknologi secara optimal mampu menjadikan proses pembelajaran lebih interaktif dan relevan bagi siswa. Dari pertimbangan ini, muncul sebuah konsep bentuk pembelajaran berdiferensiasi yang berupaya untuk memenuhi kebutuhan belajar murid yang berbeda-beda.

Pembelajaran berdiferensiasi menawarkan solusi dengan memperhatikan kebutuhan, minat, dan profil belajar siswa. Dukungan penggunaan mikroskop digital dapat memfasilitasi pengamatan lebih jelas terhadap objek mikroskopis, sehingga meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terutama yang berhubungan dengan materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati

Salah satu sumber belajar yang mendukung kemandirian siswa

dalam proses belajarnya adalah modul. Modul merupakan sumber belajar yang berfungsi sebagai sarana pembelajaran mandiri karena telah dilengkapi dengan panduan yang dapat memungkinkan siswa belajar tanpa pendampingan langsung oleh guru. Dengan menggunakan modul, siswa dapat melakukan aktivitas belajar tanpa kehadiran guru secara langsung. Modul dirancang sebagai paket pembelajaran mandiri yang tersusun secara sistematis untuk membantu siswa mencapai tujuan belajarnya. Penyusunan modul dilakukan dengan menggunakan Bahasa yang sederhana dan sesuai dengan tingkat pemahaman serta usia siswa, sehingga mereka mampu belajar mandiri dengan lebih mudah. Keberadaan modul pembelajaran diferensiasi merupakan sebuah hal yang urgen dalam upaya mewujudkan tujuan pembelajaran secara maksimal. Modul pembelajaran diferensiasi merupakan sebuah modul pembelajaran yang didesain dan dirancang khusus untuk menyesuaikan dengan kebutuhan dan gaya belajar murid (Atik, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul ajar berdiferensiasi dengan menggunakan mikroskop digital yang memenuhi kriteria validitas, praktis, serta layak digunakan dalam pembelajaran IPA pada materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati pada jenjang SMP.

METODE

Jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini telah menggunakan penelitian pengembangan model 4-D yang dikembangkan oleh Thiagarajan dkk (1974). Model ini terdiri dari empat tahap, yaitu: *Define*

(Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran).

Pada tahap pertama yaitu *Define* (Pendefinisian), dilakukan analisis kurikulum, analisis kebutuhan siswa dan guru, serta studi literatur. Berdasarkan wawancara dan hasil rapor sekolah di UPTD SMP N 2 Sekampung Udik yang dikeluarkan oleh Kemendikbudristek, ditemukan permasalahan dalam pembelajaran yaitu metode pembelajaran yang masih konvensional dan sumber bahan ajar yang hanya menggunakan buku dari pemerintah yang selaras dengan pencapaian rapor sekolah pada beberapa sub indikator yang nilainya masih rendah pada kualitas pembelajaran yaitu manajemen kelas dan metode pembelajaran, sehingga solusi yang diberikan yaitu melalui pengembangan modul ajar berbasis diferensiasi yang sesuai dengan kurikulum, karakter siswa, dan juga capaian tujuan pembelajaran, khususnya materi Ekologi dan keanekaragaman hayati.

Pada tahap kedua yaitu *Design* (Perencanaan) telah dilakukan pengembangan rancangan modul ajar berdasarkan data-data yang telah diperoleh pada tahap awal. Penggunaan model pembelajaran berdiferensiasi dengan memanfaatkan mikroskop digital bertujuan untuk memperkaya pengalaman belajar siswa. Penyusunan format dan pengembangan modul ajar dibuat berdasarkan susunan format modul ajar yang sesuai dengan Kemendikbudristek (2022) yang meliputi informasi umum, komponen inti, dan lampiran. Dalam aplikasinya, modul dikembangkan dalam format digital dan cetak untuk mempermudah akses bagi semua siswa dalam memahami modul ajar serta adanya penambahan elemen

visual seperti gambar dan ilustrasi untuk memperjelas konsep Ekologi dan Keanekaragaman Hayati.

Tahapan inti dari pengembangan modul ajar ini adalah pada tahap *Develop* (Pengembangan) dengan mengembangkan modul ajar secara sistematis serta penyempurnaan modul melalui validasi ahli dan uji coba produk. Pada pembuatan draft awal modul, penambahan praktikum siswa menggunakan mikroskop digital bertujuan agar siswa dapat melakukan observasi secara langsung di kelas dengan memanfaatkan teknologi digital. Sehingga, kelebihan dari modul ini tidak hanya desain yang menarik yang menyesuaikan gaya belajar siswa sesuai dengan pembelajaran berdiferensiasi, namun adanya praktikum dengan menggunakan mikroskop digital, observasi kelompok di sekolah, serta observasi mandiri di lingkungan sekitar siswa memberikan kesempatan untuk pembelajaran aktif yang mendorong siswa untuk berfikir kritis sekaligus mengembangkan kemampuan dalam memecahkan masalah.

Sebelum uji coba modul kepada siswa dilakukan, modul telah mendapatkan validasi oleh ahli media dan ahli materi guna menilai kesesuaian kualitas tampilan dan kesesuaian isi modul. Berdasarkan beberapa masukan dan saran yang diberikan oleh para ahli, telah dilakukan revisi penyempurnaan modul ajar pada aspek penyajian visual, bahasa, dan kelengkapan materi modul sehingga dinyatakan layak untuk dipergunakan.

Tahapan akhir pada penelitian pengembangan ini adalah *Disseminasi* (penyebarluasan). Diseminasi telah dilakukan pada kegiatan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) IPA Kabupaten Lampung Timur. Diharapkan, melalui diseminasi yang

telah dilakukan, pemahaman guru tentang pembelajaran berdiferensiasi dapat ditingkatkan dan modul ajar ini bisa diimplementasikan secara luas dalam proses pembelajaran.

Penelitian ini, menggunakan instrumen pengumpulan data yang terdiri dari lembar validasi ahli, respon siswa terhadap modul, dan dokumentasi. Beragam instrumen ini digunakan untuk mengevaluasi kelayakan dan memvalidasi modul ajar yang dikembangkan. Data yang didapatkan dari angket validasi oleh para ahli, guru, dan siswa selanjutnya dianalisis untuk menilai sejauh mana kelayakan produk yang dikembangkan.

Proses analisis data dilakukan dengan mengolah data yang diperoleh dengan mengujinya terlebih dahulu menggunakan rumus uji kelayakan. Skor kuantitatif yang diperoleh selanjutnya diubah menjadi nilai kualitatif melalui konversi skor, dengan tujuan untuk menilai kelayakan kualitas modul ajar yang dikembangkan.

Acuan pengubahan skor dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Tabel Konversi Skor Aktual Menjadi Nilai Skala Empat

Rentang Skor Rata-Rata	Persentase (%)	Kategori Kelayakan
3.26 – 4.00	81% -100 %	Sangat Layak (SL)
2.51 – 3.25	61% - 80%	Layak (L)
1.76 – 2.50	41% - 60%	Cukup Layak (CL)
1.00 – 1.75	0% - 40%	Tidak Layak (TL)

(Sumber: Sugiyono, 2021)

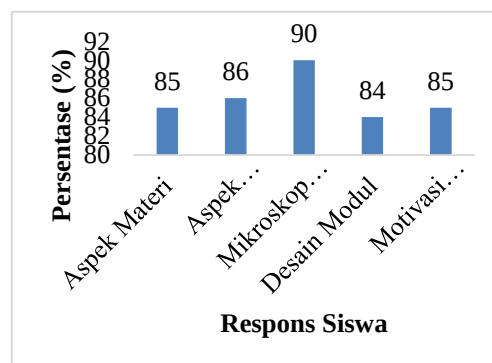
HASIL

Hasil validasi oleh ahli media dan ahli materi menunjukkan bahwa modul ajar ini sangat layak, dengan persentase validasi kelayakan media

mendapatkan skor 91% dan kelayakan materi mendapatkan skor 86%.

Pengembangan modul ajar ini juga telah diujicobakan kepada 30 siswa dan dilakukan respon siswa terhadap penggunaan modul pada lima aspek yaitu aspek materi, pembelajaran berdiferensiasi, penggunaan mikroskop digital, desain dan tampilan modul, dan aspek efektivitas dan motivasi pada pembelajaran.

Pengumpulan data dilakukan melalui kuisioner tanggapan siswa terhadap modul dengan menggunakan skala Likert 4 poin yang diberikan kepada siswa setelah mereka menggunakan modul dalam pembelajaran di kelas. Tanggapan siswa terhadap modul yang digunakan pada pelaksanaan pembelajaran berdiferensiasi yang memanfaatkan mikroskop digital ajar meliputi lima aspek yaitu aspek materi Ekosistem dan Keanekaragaman Hayati, aspek pembelajaran berdiferensiasi, aspek penggunaan mikroskop digital, aspek desain dan tampilan modul, dan aspek efektivitas dan motivasi pembelajaran. Hasil angket respon siswa setelah dilakukan uji skala besar secara keseluruhan disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 1. Hasil Rata-Rata Angket Respon Siswa

Berdasarkan grafik pada Gambar 1, yang dikonversikan dengan Tabel 1 yaitu konversi skor aktual

menjadi nilai skala empat menurut Sugiyono (2021), maka didapatkan persentase kelayakan modul ajar pada tiap aspek.

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa modul ajar yang dirancang dengan pendekatan berdiferensiasi yang menggunakan mikroskop digital pada materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati, yang disusun dengan menggunakan pendekatan diferensiasi yang memuat tiga aspek yaitu deferensiasi konten, diferensiasi proses, dan diferensiasi produk. Struktur modul ini memuat 3 komponen yaitu pendahuluan, komponen inti, dan penutup.

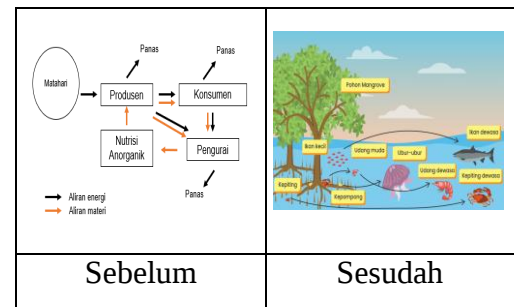
Bagian pendahuluan pada modul ajar meliputi cover, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, dan pendahuluan. Pada bagian materi ajar/materi inti terdiri dari CP, ATP, RPP berdiferensiasi, uraian materi, glosarium, dan LKPD. Adapun bagian penutup mencakup daftar pustaka, evaluasi, refleksi, dan penilaian.



Gambar 2. Cover Modul Ajar Berbasis Diferensiasi Menggunakan Mikroskop Digital

Pada pengembangan modul yang dilakukan, ada beberapa revisi modul yang bertujuan untuk dapat lebih memberikan pemahaman yang

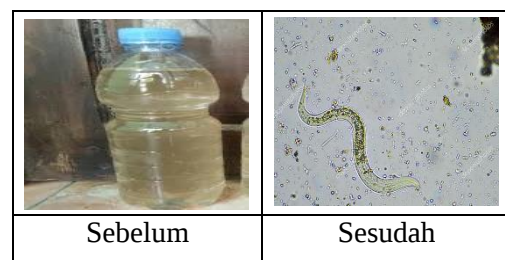
bersifat abstrak menjadi pemahaman yang bersifat lebih nyata/konkret.



Gambar 3. Revisi Pengembangan Modul pada Siklus Energi

Untuk menarik dan memudahkan siswa dalam memahami modul, penulis memberikan gambar dan ilustrasi materi. Salah satu perbaikan yang dilakukan merujuk pada masukan dari ahli media, ilustrasi terjadinya aliran energi sebaiknya menggunakan ilustrasi yang lebih riil, bukan menggunakan alustrasi berupa keterangan, agar siswa bisa lebih memahami gambaran terjadinya aliran energi (Detak Pustaka Toko, 2023).

Selain pemahaman dari modul, penggunaan mikroskop digital juga mampu memberikan pemahaman siswa secara abstrak menjadi konkret.



Gambar 4. Gambar Sampel Air Kolam pada Mikroskop Digital

Pada pengamatan air kolam menggunakan mikroskop digital, Sebagian besar sampel yang dibawa siswa menunjukkan keberadaan mikroorganisme seperti alga, hewan kecil, dan bakteri. Ketika dilihat secara langsung, air kolam hanya

menampakkan kekeruhan atau berwarna kehijauan, tetapi tidak memperlihatkan adanya bentuk kehidupan secara jelas. Namun saat diamati pada mikroskop digital, terlihat bentuk-bentuk spesifik seperti alga, protozoa dan hewan kecil yang bergerak aktif, maupun bakteri yang menyerupai titik-titik kecil yang bergerak lambat. Gambar-gambar yang dihasilkan oleh mikroskop memberikan pemahaman kepada siswa tentang sesuatu yang sebelumnya hanya dipahami secara abstrak melalui teori.

PEMBAHASAN

Produk akhir dari penelitian ini berupa modul ajar berbasis diferensiasi dengan menggunakan mikroskop digital pada materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati untuk jenjang pendidikan menengah. Modul ini dibuat dengan menggunakan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi, yang memperhatikan kebutuhan gaya belajar siswa yang berbeda-beda. Sehingga, selain modul diberikan dalam tampilan visual, di dalamnya juga terdapat *QR Code* dan *Flipbook* untuk dapat memudahkan siswa dengan gaya belajar audio visual, agar lebih memahami materi pada modul (Parina, 2024).

Penggunaan mikroskop digital menjadi salah satu kekuatan utama dari modul ini, karena telah memberikan pengalaman belajar visual yang lebih menyenangkan dan konkret, terutama dalam mengamati objek mikroskopis (Smith dkk, 2019), penggunaan mikroskop digital ini disesuaikan dengan materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati. Selain itu, penggunaan mikroskop digital dapat meningkatkan keterlibatan siswa. Menurut Wardono (2020) mikroskop digital efektif dalam meningkatkan partisipasi siswa karena dapat memepermudahguru dalam

menjelaskan konsep pembelajaran. Selain itu, penelitian yang telah dilakukan oleh Chanda (2024) menyatakan bahwa mikroskop digital telah mengubah cara pembelajaran dan penelitian dengan memberikan tampilan mikroskopis secara *real-time*, sehingga mampu memfasilitasi pembelajaran secara interaktif.

Pengamatan yang dilakukan oleh siswa menggunakan mikroskop digital memiliki peran yang penting dalam mengubah pemahaman siswa yang bersifat abstrak menjadi konkret. Sebelum diamati, siswa hanya memiliki gambaran umum tentang adanya mikroorganisme dalam air kolam, namun tidak mengetahui bentuk, struktur, maupun gerakannya secara nyata.

Hasil survei respon siswa terhadap pembelajaran menggunakan modul berdiferensiasi selama proses pembelajaran menunjukkan tanggapan yang positif secara keseluruhan. Sebagian besar siswa menyatakan bahwa dengan menggunakan modul, pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah diikuti, karena memberikan aktivitas yang sesuai dengan gaya belajar mereka, seperti tugas berbasis visual, eksplorasi langsung, dan diskusi kelompok. Data yang diperoleh dari angket respon siswa kemudian dioleh menggunakan teknik analisis kuantitatif deskriptif, dengan mengkonversi skor dari setiap indikator ke dalam persentase tingkat kelayakan (Sugiyono, 2019).

Berdasarkan hasil angket respon siswa setelah menggunakan modul ajar berbasis diferensiasi menggunakan mikroskop digital pada materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati, memberikan hasil bahwa mayoritas siswa memberikan respon positif terhadap lima aspek yang dinilai, yaitu aspek materi, aspek pembelajaran berdiferensiasi, aspek penggunaan mikroskop digital, aspek

desain dan tampilan modul, dan aspek efektivitas dan motivasi pembelajaran. Skor rata-rata yang diperoleh berada pada kategori “Sangat Layak” dengan persentase kelayakan sebesar 86%. Hal ini mengindikasikan bahwa produk yang dihasilkan dan dikembangkan telah memenuhi kebutuhan siswa.

KESIMPULAN

Dari hasil dan tujuan penelitian pengembangan ini, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan modul ajar berbasis diferensiasi menggunakan mikroskop digital pada materi Ekologi dan Keanekaragaman Hayati memberikan hasil produk dengan kategori sangat layak. Pernyataan ini diperkuat oleh hasil validasi media sebesar 91%, validasi materi sebesar 87%, serta respon siswa dengan rata-rata skor 86% yang keseluruhannya berada pada kategori “Sangat Layak”. Dengan demikian, modul ajar ini dapat menjadi alternatif bahan ajar dalam pelaksanaan pembelajaran, yang tidak hanya mendukung implementasi pembelajaran berdiferensiasi, tetapi juga membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap objek mikroskopis melalui visualisasi konkret menggunakan mikroskop digital.

SARAN

Saran pengembangan yang dapat dilakukan guna pengembangan lanjutan yaitu pengujian efektivitas modul terhadap peningkatan hasil belajar, pengembangan modul dalam bentuk modul elektronik (*e-modul*), serta dengan memperluas cakupan materi dengan topik-topik IPA lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

Andini, D. W. 2016. *Differentiated Instruction: Solusi Pembelajaran*

dalam Keberagaman Siswa di Kelas Inklusif. Trihayu: Jurnal Pendidikan Ke-SD-An, 2(3).

Atik, S. M. 2021. *Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Berdiferensiasi*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Jakarta

Chanda, C. 2024. *Science and Education: Digital Microscopes Revolutionize Learning*. PreciPoint.https://precipoint.com/en/digital-microscopy/science-and-education-game-changer-digital-microscopes?utm_source=chatgpt.com

Effendi, H., & Hendriyani, Y. 2018. *Pengembangan Model Blended Learning Interaktif dengan Prosedur Borg and Gall*.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. *Panduan Pembelajaran dan Asesmen*. Jakarta: Kemendikbudristek.

Marlina, M. 2020. *Strategi Pembelajaran Berdiferensiasi* (1st Editio). Afifah Utama.

Maryam, A. S. 2021. *Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Berdiferensiasi*. Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset Dan Teknologi.

Mayesti Prima Makin, F. R., Arya Wiguna, G., Studi Biologi, P., & Timor, U. 2023. *Pelatihan Penerapan Teknologi Mikroskop Digital Untuk Pembelajaran Berbasis Praktikum di SMA Negeri Taekas*. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia, 4(2), 117. <https://doi.org/10.36596/jpkmi.v4i2.65>

Parina, Nina. 2024. *Bahan Ajar Modul Berbantuan QR Code pada Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas VIII dengan Berbasis Pembelajaran STEM*.

- Biolova: Jurnal Pendidikan Biologi. Vol. 5 No 2. <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/biolova/article/view/4225/2734>.
- Sardiman, A. M. 2019. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2021. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Cetakan ke2). Alfabeta. Jakarta
- Sudjana, N. 2009. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Remaja Rosdakarya. Jakarta
- Smith, J. M., & Robertson, M. K. 2019. Navigating award-winning nonfiction children's literature. *The Reading Teacher*, 73(2), 195–204.
<https://doi.org/10.1002/trtr.1811>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Bloomington, IN: Indiana University.
- Tomlinson, C. A. 2001. *How to Differentiate Instruction in Mixed-Ability Classrooms* (2nd Editio). ASCD.
- Wicaksono, A. 2022. *Mengenal Metode Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model 4D. LP2M*.
- Nabilah, F., & Wardono. 2021. Kemampuan literasi matematis dengan higher order thinking pada pembelajaran CIRC bernuansa SPUR. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, Universitas Negeri Semarang.