



Submitted: 10/04/2020, Accepted: 30/04/2020, Published: 30/04/2020

Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Inkuiri untuk Praktikum Virtual pada Materi Bioteknologi di SMA

Ade Suryanda¹, Tri Handayani K², dan Shanti Damayanti³

^{1,3}Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA - Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

²Program Studi Biologi, FMIPA - Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

Korespondensi. E-mail: asuryanda@unj.ac.id

Abstrak

Bioteknologi menjadi salah satu materi yang sulit dipahami peserta didik. Kesulitan ini disebabkan bioteknologi banyak mengkaji proses yang rumit dan bersifat abstrak bagi peserta didik, salah satunya tentang rekayasa genetika. Metode belajar yang tepat seperti praktikum sangat dibutuhkan agar pembelajaran lebih efektif. Terdapat keterbatasan dalam melaksanakan kegiatan praktikum rekayasa genetika di tingkat SMA, sehingga diperlukan solusi untuk mengatasi keterbatasan ini. Penggunaan multimedia interaktif berbasis inkuiri diharapkan dapat menyajikan materi dalam bentuk praktikum secara virtual sehingga konsep rekayasa genetika menjadi lebih mudah dipahami. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan multimedia interaktif berbasis inkuiri untuk praktikum virtual pada materi bioteknologi di SMA. Multimedia interaktif berbasis inkuiri adalah media yang mengandung dua atau lebih unsur media yang dirancang secara sistematis, menarik, dan dikemas secara interaktif untuk merangsang siswa berpikir ilmiah dan terampil menemukan jawaban yang berawal dari keingintahuan. Metode yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan. Penelitian ini menggunakan instrumen berupa angket analisis kebutuhan dan wawancara, serta angket uji kelayakan pada ahli, guru, dan siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah berhasil dikembangkan sebuah produk multimedia interaktif berbasis inkuiri dengan persentase rata-rata dari semua uji kelayakan produk sebesar 83,1%, artinya produk masuk dalam kriteria sangat baik dan layak digunakan sebagai media alternatif dalam pembelajaran biologi..

Kata Kunci: bioteknologi, multimedia interaktif berbasis inkuiri, riset dan pengembangan, praktikum virtual

*Development of Inquiry-Based Interactive Multimedia for Virtual Practicum on
Biotechnology Material in Senior High School*

Abstract

Biotechnology is one of the subject matter that is difficult for students to understand. This difficulty is caused by biotechnology to study many complicated and abstract processes for students, one of which is about genetic engineering. Appropriate learning methods such as practicum are needed so that learning is more effective. There are limitations in carrying out genetic engineering practicum activities at the high school level, so we need a solution to overcome these limitations. The use of interactive multimedia based on inquiry is expected to present material in the form of practicum virtually so that the concept of genetic engineering becomes easier to understand. The purpose of this study is to develop interactive multimedia based on inquiry for virtual practicum on biotechnology materials in high school. Inquiry-based interactive multimedia is media that contains two or more elements of the media that are designed systematically, interestingly, and packaged interactively to stimulate students to think scientifically and skillfully find answers that begin with curiosity. The method used is a research and development method. This study uses an instrument in the form of a questionnaire analysis of needs and interviews, as well as a feasibility test questionnaire on experts, teachers, and students. The results showed that an interactive multimedia base on inquiry product had been successfully developed with an average percentage of all product feasibility tests of 83.1%, meaning that the product was included in the criteria very well and was suitable for use as an alternative media in learning biology..

Keywords: *biotechnology, inquiry-based interactive multimedia, research and development, virtual lab work.*

PENDAHULUAN

Bioteknologi merupakan upaya penggunaan organisme hidup, atau hasil aktivitas dari organisme hidup, untuk dimanfaatkan dalam menghasilkan produk maupun untuk mengatasi suatu masalah (Thieman & Palladino, 2014; Lustig & Brody, 2019). Bioteknologi merupakan salah satu materi dipelajari peserta didik. Proses curah pendapat (brainstorming) dan wawancara terhadap ahli serta guru mengenai pembelajaran biologi, diperoleh informasi bahwa materi bioteknologi, merupakan salah satu materi yang sulit untuk dipahami peserta didik. Kesulitan ini disebabkan bahwa bioteknologi terutama mengenai proses rekayasa genetika sulit dipahami oleh peserta didik karena proses yang rumit dan bersifat abstrak untuk diterima peserta didik. Suatu metode belajar yang tepat sangat dibutuhkan agar tujuan pembelajaran dapat dicapai dan peserta didik menjadi lebih konkret memahami proses rekayasa genetika.

Metode belajar dengan kegiatan praktikum dipandang sebagai pembelajaran yang efektif karena peserta didik terlibat dan berperan aktif dalam kegiatan belajar (Suryaningsih, 2017). Berdasarkan angket analisis kebutuhan, peserta didik pun merasa terbantu dalam memahami pelajaran melalui kegiatan praktikum. Praktikum merupakan aktifitas hands-on (keterampilan tangan) dalam pembelajaran mampu mengembangkan pemahaman konsep sains peserta didik (Heng, 2012; Mufidah, Sri, & Wulandari, 2018; Suryaningsih, 2017). Namun, timbul keterbatasan ketika akan melakukan praktikum pada materi bioteknologi modern, khususnya rekayasa genetika. Dibutuhkan peralatan yang mutakhir, kondisi yang spesifik, serta proses yang cukup rumit, dan membutuhkan waktu lebih banyak dalam praktikum bioteknologi modern tersebut. Sehingga praktikum ini belum memungkinkan bila dilakukan di tingkat SMA.

Penggunaan media dalam pembelajaran dapat memberikan pengalaman visual dalam

memperjelas dan mempermudah konsep yang kompleks dan abstrak menjadi sederhana, konkret, dan mudah dipahami. Oleh karena itu, penggunaan media diharapkan dapat menjadi solusi alternatif dalam pembelajaran. Sehingga dapat membantu peserta didik meningkatkan pemahaman karena menyajikan informasi secara menarik dan terpercaya (Komala, Suryanda, & Lismana, 2016; Putri, Yusandika, & Makbuloh, 2019; Sumantri M S; Pratiwi N, 2015; Suryanda, Rusdi, & Kusumawati, 2017; Ferliyati, Kurniati, & Suryanda, 2014). Media yang pernah digunakan pada materi bioteknologi kurang membuat peserta didik berinteraksi secara aktif menurut guru, sehingga penyampaian materi masih kurang efektif.

Media yang memiliki kemampuan memberikan gambaran lebih nyata dan interaktif secara visual, serta membantu guru mengadakan praktikum seolah berada di laboratorium sebenarnya adalah multimedia interaktif berbasis inkuiri. Multimedia interaktif mencakup beberapa komponen seperti gambar, teks, audio, video, animasi, simulasi, ataupun foto yang dipadukan secara interaktif (Suryanda et al., 2017; Sutopo, 2003; Suryanda, Ernawati, & Maulana, 2018). Peserta didik tidak hanya mendengar, melihat, namun juga mengerjakan sesuatu secara simultan dengan multimedia interaktif berbasis inkuiri, sehingga banyak rangsangan yang terlibat dan lebih mudah untuk mengingat yang dipelajarinya. Karena melalui media tersebut, peserta didik dapat mengoperasikan serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (software) dengan komputer dan dapat pula mensimulasikan kegiatan praktikum secara virtual. Oleh karena itu dalam penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan multimedia interaktif berbasis inkuiri untuk praktikum virtual pada materi bioteknologi di SMA.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan

(Research and Development). Teknik pengumpulan data yaitu dengan melakukan wawancara dan menyebarkan angket kepada guru biologi untuk analisis kebutuhan, menyebarkan angket uji kelayakan kepada ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa, angket uji kelayakan kepada siswa, serta angket uji kelayakan kepada guru biologi.

Skala penilaian yang digunakan pada masing-masing angket untuk menguji multimedia interaktif berbasis inkuiri terdiri dari lima pilihan rentang yaitu: sangat setuju (SS), setuju (S), ragu-ragu (R), tidak setuju (TS), sangat tidak setuju (STS). Skor yang didapatkan kemudian dihitung rata-ratanya dengan menjumlahkan skor yang diperoleh kemudian dibagi dengan total skor dan dikalikan dengan 100%. Batas penilaian kualitas multimedia interaktif untuk praktikum virtual bioteknologi didasarkan pada kriteria interpretasi skor untuk skala Likert

HASIL DAN PEMBAHASAN

Materi bioteknologi khususnya pada proses rekayasa genetika, menjadi satu materi yang sulit bagi siswa, kesulitan muncul ketika siswa dijelaskan mengenai proses rekayasa genetika. Banyak pertanyaan yang muncul dari peserta didik yang menandakan bahwa mereka belum dapat membayangkan proses rekayasa genetika. Peserta didik biasanya akan lebih paham ketika diajak berperan aktif dan melakukan kegiatan percobaan sendiri, seperti praktikum. Namun, hal ini terkendala oleh alokasi waktu, karena pasti membutuhkan waktu yang lebih banyak ketika dilakukan praktikum. Untuk melakukan praktikum mengenai rekayasa genetika di sekolah sulit dilakukan karena sarana dan prasarana yang belum memadai. Oleh karena itu, biasanya guru meniyasati rekayasa genetika yang sulit ini dengan menggunakan media. Media umumnya guru gunakan adalah powerpoint presentation atau video. Guru mengungkapkan perlu adanya suatu media audio dan visual yang dapat

menggambarkan proses rekayasa genetika dengan lebih jelas dan interaktif sehingga lebih mudah dipahami. Oleh karena itu, fokus pengembangan pada penelitian ini adalah pengembangan multimedia interaktif berbasis inkuiri yang berisi praktikum mengenai proses bioteknologi.

Penggunaan multimedia ini di sekolah membutuhkan beberapa kondisi seperti ketersediaannya fasilitas, karena itu dilakukan penyebaran angket untuk menggali informasi apakah sekolah tersebut dapat melakukan pembelajaran menggunakan multimedia interaktif yang dikembangkan, serta mengenai potensi peserta didik dalam penggunaan multimedia ini. Angket ini diberikan kepada peserta didik kelas XI dan guru salah satu SMA di Bekasi. Kemampuan peserta didik dalam bidang komputer sudah memadai, ditambah dengan fasilitas LCD dan laboratorium yang disediakan sekolah memenuhi persyaratan untuk dilakukan sebuah pengembangan multimedia interaktif. Pendidik dan peserta didik setuju bila penggunaan media yang lebih interaktif dan variatif (audio dan visual) dapat menjadi solusi menghadapi kesulitan belajar dan menambah alternatif media untuk pembelajaran.

Kegiatan praktikum berfungsi sebagai perangkat untuk belajar inkuiri ilmiah (scientific inquiry) dan untuk mengembangkan kemampuan kognitif peserta didik (Adisendjaja, 2009; Romlah, 2009). Kegiatan praktikum tidak hanya mengajak peserta didik untuk memahami proses sains di dalamnya. Namun melalui belajar proses ini, peserta didik juga akan memahami mengenai fakta, prinsip, teori, dan model sains lainnya (Subiantoro, 2010; Adisendjaja, 2009; Romlah, 2009). Hal ini didukung oleh data angket yang diperoleh bahwa sebanyak 91,8% peserta didik merasa terbantu dengan melakukan praktikum dalam memahami pembelajaran, maka diharapkan multimedia interaktif berbasis inkuiri ini dapat

membantu siswa untuk memahami mengenai pemahaman proses. Meskipun praktikum hanya disajikan melalui tampilan visual. Setelah dilakukan analisis materi pelajaran, materi yang sesuai dengan karakteristik multimedia interaktif berbasis inkuiri adalah mengenai proses rekayasa genetika yakni mengenai kloning inti dan kloning gen (teknologi DNA rekombinan). Hal ini juga didasarkan pada hasil wawancara guru mengenai topik sulit dalam materi bioteknologi, bahwa topik tentang kloning sulit dipahami peserta didik.

Tahap selanjutnya yaitu mendesain sebuah media pembelajaran yakni multimedia interaktif berbasis inkuiri. Multimedia ini lebih menekankan pada kegiatan praktikum secara virtual. Terlebih dahulu dibuat storyboard dalam bentuk tulisan dan tabel. Storyboard ini dijadikan bahan acuan pada tahap selanjutnya yaitu tahap produksi. Produksi atau pengembangan multimedia dilakukan oleh peneliti dibantu seorang programmer yang menerjemahkan storyboard ke dalam bentuk tampilan visual. Selama proses ini perlu diperhatikan mengenai penyelarasan pandangan dengan pihak programmer sehingga pengerjaan menjadi jelas, proses kontrol rutin terhadap pekerjaan programmer, dan diskusi-diskusi dengan ahli dalam bidang materi dilakukan secara intensif. Hasil dari tahapan ini berupa multimedia interaktif.

Produk ini kemudian diuji kelayakannya pada tahap evaluasi yang terdiri dari uji coba pada kelompok ahli (ahli media, ahli materi, ahli bahasa, dan guru), uji coba kelompok kecil, dan uji coba lapangan. Evaluasi multimedia mengacu pada standar evaluasi yang diungkapkan oleh Rini (2009) dengan sedikit penyesuaian.

1. Uji coba pada kelompok ahli.

Uji coba yang dilakukan pada ahli media didapatkan kesimpulan bahwa aspek-aspek

penilaian telah terpenuhi, dengan interpretasi baik sampai sangat baik, dan memperoleh nilai keseluruhan aspek sebesar 80% (baik). secara keseluruhan media sudah baik dan menarik. Namun pada aspek materi pendukung, peneliti harus mempertimbangkan mengenai ketersediaan petunjuk bagi guru ketika menggunakan multimedia dalam pembelajaran sehari-hari, yang berisi tentang alokasi waktu, antisipasi pertanyaan-pertanyaan yang mungkin muncul dari peserta didik, sehingga guru akan lebih leluasa dalam menggunakan multimedia. Berdasarkan masukan ini kemudian disertakan manual isi program berupa flowchart dan petunjuk manual di dalam CD. Ahli media mengungkapkan dari aspek ketahanan produk dan navigasi, beberapa computer tidak dapat atau lambat ketika mengoperasikan CD. Hal ini dapat terjadi karena persyaratan minimum yang ditetapkan untuk mengoperasikan multimedia tidak terpenuhi oleh komputer yang digunakan.

Nilai interpretasi sangat baik diperoleh pada aspek pedagogi. Ahli media mengungkapkan bahwa multimedia interaktif yang menyajikan praktikum proses bioteknologi masih kurang. Sehingga multimedia ini dapat digunakan sehingga menambah semangat peserta didik ketika belajar. Beberapa kekurangan lain yang dijadikan masukan oleh ahli media, antara lain: 1) audio disesuaikan dengan tampilan; 2) memperhatikan ukuran video agar jelas; dan 3) ada perintah yang tidak konsisten. Masukan ini digunakan sebagai dasar ketika melakukan revisi. Revisi yang dilakukan diantaranya, memperbesar ukuran video, mengubah perintah navigasi, menambahkan audio sebagai suara latar pada halaman kuis, dan menyertakan flowchart di dalam CD.

Uji coba kepada ahli materi juga menunjukkan nilai interpretasi sangat baik secara rata-rata pada keseluruhan aspek multimedia, dengan nilai 91,2%. Ahli materi

memaparkan bahwa, pokok bahasan sudah sesuai dengan kurikulum, konsep, tingkat pembelajar, dan urutan penyampaian bertahap, namun definisi kata-kata sulit masih belum memadai. Aspek informasi pelengkap sudah baik, petunjuk dan opsi yang ada pada multimedia dapat membantu pengguna. Sedangkan dari aspek bahasa, perlu diperhatikan mengenai penggunaan kalimat agar lebih efektif dan informatif. Aspek model persentasi berinterpretasi sangat baik, gambar, video, dan animasi yang digunakan sesuai dan dapat mendukung materi yang disampaikan. Namun, diperhatikan pada audio agar tidak memecah konsentrasi pengguna.

Berdasarkan masukan ini, revisi yang dilakukan diantaranya mengubah audio dengan lagu yang tidak memecah konsentrasi, memperbaiki kalimat, memperbaiki keterangan alat dan bahan di halaman alat dan bahan, serta penambahan langkah heatshock pada praktikum kloning gen. Penambahan langkah ini dengan memasukkan video sebagai keterangan tambahan, agar siswa mendapatkan pengetahuan tambahan.

Penilaian dari ahli bahasa memperoleh nilai persentase rata-rata sebesar 80% atau bernilai interpretasi baik dari ahli bahasa. Ahli bahasa, memberikan pendapat, dari aspek tata dan gaya bahasa sudah dapat dipahami untuk dijadikan bahan ajar. Namun perlu diperhatikan pada istilah-istilah yang memiliki unsur serapan, lebih baik digunakan bahasa Indonesia bila sudah terdapat istilahnya dalam Bahasa Indonesia. Revisi yang dilakukan berdasarkan masukan ini adalah memperbaiki pola struktur kalimat dan mengganti padanan kata yang sama untuk beberapa istilah.

Uji coba selanjutnya yaitu pada guru, sebagai praktisi dari multimedia yang dikembangkan. Berdasarkan hasil uji kelayakan kepada guru, dapat disimpulkan bahwa multimedia interaktif berbasis inkuiri untuk praktikum virtual pada materi bioteknologi

memiliki interpretasi sangat baik dari keseluruhan aspek penilaian, yaitu sebesar 87%. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis data yang menunjukkan berbagai indikator yang menginterpretasikan syarat pembelajaran memperoleh nilai baik-sangat baik. Menurut guru, multimedia ini dapat menjadi alternatif media pembelajaran dan meningkatkan motivasi peserta didik.

2. Uji coba kelompok kecil

Uji kelayakan produk dilakukan kepada kelompok kecil peserta didik. Berdasarkan hasil uji kelayakan yang diberikan pada kelompok kecil, interpretasi rata-rata dari keseluruhan aspek bernilai baik, yakni dengan nilai 78%. Kelompok kecil peserta didik dapat menggunakan dengan baik multimedia interaktif berbasis inkuiri ini ketika diujicobakan. Sebagian besar responden menyukai multimedia interaktif berbasis inkuiri ini. Responden menyatakan baru melakukan pembelajaran menggunakan multimedia tersebut, dan termotivasi untuk belajar lebih. Aspek pertimbangan afektif memperoleh nilai tertinggi yaitu 85%. Aspek pertimbangan afektif ini terdiri dari dua indikator yaitu motivasi dan kreatifitas. Peserta didik merasa termotivasi dan kreatif dalam memecahkan suatu masalah yakni dengan persentase pada indikator kreatifitas sebesar 87%. Hal ini didukung dengan yang diungkapkan oleh Adam (2015); Heng (2012); Junaidi, Gani, & Mursal (2016); Rahayu (2016); Sulistyani, Jamzur, & Rahardjo (2013); Sumantri M S; Pratiwi N (2015) bahwa penggunaan media akan menarik minat dan menarik peserta didik, peserta didik tidak merasa hanya dijejalkan dengan bahan ajar atau materi pelajaran searah dari guru semata, tetapi dapat menimbulkan sikap aktif dan keterlibatan langsung peserta didik dalam proses pembelajaran.

Ketika menggunakan multimedia interaktif berbasis inkuiri ini ditemukan masalah pada beberapa komputer lambat dalam

mengoperasikan program. Menurut programmer, ketika data program dibagikan (*share*) ke masing-masing unit komputer melalui server atau disalin (*copy*) terlalu banyak akan menyebabkan lambat dan sering terjadi kesalahan (*error*) program ketika dijalankan. Hal ini diatasi dengan mengulang kembali program dari awal.

Setelah pengujian pada kelompok kecil, adapun revisi yang dilakukan untuk memperbaiki multimedia interaktif ini, antara lain memperbaiki halaman kuis agar dapat diulang kembali (*review*), tersedianya lembar petunjuk tentang penggunaan multimedia interaktif, memperbaiki halaman teori, menambahkan gambar asli dari alat, dan memperbaiki petunjuk operasional ketika menjalankan praktikum virtual.

3. Uji coba lapangan

Tahap akhir dari penelitian ini adalah uji coba lapangan atau uji coba yang dilakukan pada kelompok besar peserta didik. Berdasarkan hasil analisis data angket kepada kelompok besar diketahui bahwa multimedia interaktif berbasis inkuiri untuk praktikum virtual pada materi bioteknologi bernilai interpretasi sangat baik, dengan nilai 82,2%. Peserta didik pun memberikan masukan, bahwa multimedia ini sangat menarik dan memotivasi mereka dalam pembelajaran. Hanya saja ketika ditampilkan menggunakan LCD, audio akan kurang terdengar dengan jelas. Jadi lebih baik bila multimedia ini digunakan secara mandiri atau berkelompok tidak secara klasikal.

Keputusan akhir dari hasil penilaian sebuah produk pengembangan dikatakan baik apabila dicapai minimal 70% konsensus atau skor. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suciarto (2010) dan dinyatakan layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Multimedia interaktif berbasis inkuiri ini, berdasarkan data dan analisis hasil

uji coba memperoleh nilai persentase rata-rata dari ahli media 80%, ahli materi 91,2%, ahli bahasa 80%, guru 87%, kelompok kecil 78,2%, dan kelompok besar 82,2%. Nilai rata-rata dari seluruh uji coba tersebut adalah sebesar 83,1% atau bernilai interpretasi sangat baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa aspek dan seluruh indikator pada multimedia ini sudah memenuhi persyaratan dan layak digunakan sebagai alternatif media pembelajaran. Oleh karena itu, tujuan penelitian untuk mengembangkan multimedia interaktif berbasis inkuiri untuk praktikum virtual pada materi bioteknologi telah tercapai.

SIMPULAN

Multimedia interaktif berbasis inkuiri untuk praktikum virtual pada materi bioteknologi telah berhasil dikembangkan dan memperoleh nilai interpretasi sangat baik, maka multimedia interaktif berbasis inkuiri ini layak untuk dijadikan media pembelajaran di Sekolah Menengah Atas. Adapun saran yang dapat disampaikan untuk penelitian ini adalah: materi untuk pengembangan multimedia, baik informasi, gambar, dan lain-lain, sebaiknya dipersiapkan selengkap mungkin agar memudahkan proses pembuatan. Perlu pula dimasukan kamus khusus kosa kata biologi dan bioteknologi untuk memudahkan memahami maksud bacaan. Rancangan materi tidak hanya berasal dari sumber bacaan, namun perbanyak memperoleh informasi dari ahli mengenai materi yang disajikan. Akan lebih baik bila peneliti menguasai tentang komputer dan program-program pembangun multimedia interaktif ini, agar lebih mudah bekerja sama dengan programmer.

DAFTAR PUSTAKA

Adam, S. (2015). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Bagi Siswa Kelas X Sma Ananda Batam. *CBIS Journal*, 3 No 2(ISSN 2337-8794), 78–90.

- Adisendjaja, Y. H. (2009). Kegiatan Praktikum dalam Pendidikan Sains. Makalah Pertemuan MGMP Biologi Kabupaten Garut.
- Ferliyati, L., Kurniati, T. H., & Suryanda, A. (2014). Penggunaan Multimedia Interaktif Berbasis Inkuiri dalam Meminimalisasi Miskonsepsi Siswa pada Materi Bioteknologi. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, VII(1), 17–25.
- Heng, L. C. (2012). Pembelajaran Melalui Aktiviti Hands-on Dalam Membantu Murid Prasekolah Untuk Meningkatkan Minat Serta Tahap Kefahaman Terhadap Isi Pembelajaran Yang Disampaikan. Seminar Penyelidikan Tindakan IPG KBL Tahun 2012/ 27 & 28 September 2012/ IPG KBL, (September), 126–137.
- Junaidi, Gani, A., & Mursal. (2016). Model Virtual Laboratory Berbasis Inkuiri Untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Siswa MA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(2), 130–136.
- Komala, R., Suryanda, A., & Lismana, D. D. (2016). Pengembangan Paludarium sebagai Media Pembelajaran Biologi Pokok Bahasan Ekosistem di SMA. *BIOSFER Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1), 10–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.21009/biosferjpb.9-1.2>
- Lustig, B. A., & Brody, B. A. (2019). Altering Nature Volume Two: Religion, Biotechnology, and Public Policy. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mufidah, S. F., Sri, T., & Wulandari, H. (2018). Pengembangan Petunjuk Praktikum Pencemaran Air Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP Development of Practical Intructions Water Pollution Based Guided Inquiry to Improve Student Outcomes SMP. *Proceeding Biology Education Conference Volume 15, Nomor 1 Halaman, 15(2016), 606–613.*
- Putri, N. A., Yusandika, A. D., & Makbuloh, D. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Mindjet Mindmanager 2017 pada Pokok Bahasan Usaha dan Energi. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v2i1.3972>
- Rahayu, S. (2016). Pengaruh Penggunaan Media Puzzle Gambar Terhadap Minat Dan Hasil Belajar Ipa-Biologi Smp.
- Rini, S. E. S. (2009). Teknik Evaluasi Multimedia Pembelajaran. In *Teknik Evaluasi Multimedia Pembelajaran* (Pertama, p. viii+86 hlm). Jakarta: Genius Media Prima.
- Romlah, O. (2009). Peranan Praktikum dalam Mengembangkan Keterampilan Proses dan Kerja Laboratorium. Makalah Pertemuan MGMP Biologi Kabupaten Garut.
- Subiantoro, A. W. (2010). Pentingnya Praktikum dalam Pembelajaran IPA. Pelatihan Pengembangan Praktikum IPA Berbasis Lingkungan” Bagi Guru-Guru MGMP IPA SMP Kota Yogyakarta, 1–11. Yogyakarta.
- Sucianto, A. R. (2010). Pengembangan CD Interaktif Berbasis Spiritual pada Materi Sistem Pencernaan. Universitas Negeri Jakarta.
- Sulistiyani, N. H. D., Jamzur, & Rahardjo, D. T. (2013). Perbedaan Hasil Belajar Siswa Antara Menggunakan Media Pocket Book Dan Tanpa Pocket Book Pada Materi Kinematika Gerak Melingkar Kelas X. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 1(1), 164–172.

Sumantri M S; Pratiwi N. (2015). The Effect of Learning Media and Types of Personality on Elementary Student's Mathematic Performance. *American Journal of Educational Research*, 3(3), 276–281. <https://doi.org/10.12691/education-3-3-4>

Suryanda, A., Ernawati, E., & Maulana, A. (2018). Pengembangan Modul Multimedia Mobile Learning Dengan Android Studio 4.1 Materi Keanekaragaman Hayati Bagi Siswa Sma Kelas X. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1), 55–64. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.9-1.9>

Suryanda, A., Rusdi, & Kusumawati, D. (2017). Pengembangan Praktikum Virtual Urinalisis sebagai Media Pembelajaran Biologi Siswa SMA Kelas XI. *Biosfer : Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.21009/biosferjpb.10-1.1>

Suryaningsih, Y. (2017). Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa Untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains Dalam Materi Biologi. *Jurnal Bio Education*, 2(2), 49–57. Retrieved from <https://jurnal.unma.ac.id/index.php/BE/article/view/759/708>

Sutopo, A. H. (2003). *Multimedia Interaktif dengan Flash*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Thieman, W. J., & Palladino, M. A. (2014). *Introduction to Biotechnology*. Retrieved from www.pearsoned.co.uk