



Pengembangan e-modul struktur dan fungsi jaringan tumbuhan bagi peserta didik kelas XI SMA

Ricky Wijayanto^{a,1}, Yudi Rinanto^{a,2,*}, Muzzazinah^{a,3}

^a Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

¹ stefanusriwinto@student.uns.ac.id; ² yudirinanto@fkip.uns.ac.id*; ³ yinmuzzazinah@staff.uns.ac.id

* *Corresponding author.*

INFORMASI ARTIKEL

Lini Masa Artikel

Draft diterima : 2022-01-01
 Revisi diterima : 2022-10-01
 Diterbitkan : 2023-04-20

Kata Kunci

Biology learning;
 e-module;
 Plant anatomy

ABSTRAK

Penelitian dilakukan sebagai salah satu solusi dari permasalahan pembelajaran peserta didik karena keterbatasan dan ketidakefektifan dalam pembelajaran yang tidak dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun secara ringkas, oleh karena itu peneliti membuat media pembelajaran e-modul dengan metode penelitian pengembangan mix method: concurrent triangulation design yang menghasilkan e-modul pembelajaran materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan yang layak untuk digunakan melalui validasi oleh ahli materi, ahli media, guru, dan uji coba lapangan pada siswa dan mahasiswa. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa e-modul dapat diterima untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran, berdasarkan hasil validasi oleh ahli dan guru serta uji coba lapangan pada siswa setelah diolah dengan menggunakan metode RASCH dengan aplikasi Winstep (Ministep).

ABSTRACT

Research carried out as one of the solutions for the problem of learning of learners due to limitations and ineffectiveness in learning that cannot be done anywhere and anytime concisely. Therefore, researchers create e-module learning media with research methods development mix method: concurrent triangulation design that produces e-module for material learning of structure and function plant tissue suitable for use through validation by material experts, media experts, teachers, and field tests on students and college students. Results of this study show that e-modules can be accepted for use in a learning activity, based on validation results by experts and teachers as well as field trials on students after being processed by using RASCH methods with Winstep (Minister) applications.

Cara Sitasi Artikel Ini (APA Style):

Wijayanto, R., Rinanto, Y., & Muzzazinah, M. (2023). Pengembangan e-modul struktur dan fungsi jaringan tumbuhan bagi peserta didik kelas xi sma. *Bio-Pedagogi*. 12(1), 36-44

Artikel ini berakses bebas dibawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



PENDAHULUAN

Biologi adalah bidang studi sains yang mempelajari tentang makhluk hidup secara holistik ([Janra & Herwina, 2019](#)). Pembelajaran tersebut dapat dilakukan baik dalam bentuk makroskopik maupun mikroskopik guna membentuk susunan ilmu pengetahuan yang memahami terkait hakikat makhluk hidup secara mendalam dan terarah ([Gloria, 2012](#)). Pendapat mengenai biologi dikemukakan oleh [Nurmiyati et al., \(2016\)](#) bahwa biologi memiliki materi yang cukup sukar pada saat pendidik membelajarkannya ataupun pada saat pembelajaran secara mandiri oleh peserta didik. Timbulnya kesukaran berhubungan dengan hal seperti banyak materi yang bersifat hafalan, materi yang sulit untuk dipahami karena banyak menuntut peserta didik memahami konsep-konsep yang banyak diajarkan secara verbal dan banyak buku ajar yang belum mampu menyajikan pengalaman belajar secara visual agar lebih membekas dan membangun memori jangka panjang untuk peserta didik ([Doğru & Özsevec, 2018](#)). Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan metode pengajaran yang lebih interaktif dan berbasis pengalaman, sehingga siswa dapat lebih mudah memahami konsep-konsep biologis melalui praktik langsung dan visualisasi yang efektif ([Verma et al., 2021](#)). Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penggunaan teknologi pendidikan, seperti simulasi digital dan alat peraga interaktif, yang memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan materi pelajaran dan melihat aplikasi nyata dari konsep-konsep biologi dalam kehidupan sehari-hari ([Queloz, 2016](#)). Selain itu, terdapat modul pembelajaran interaktif yang dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang mendalam, memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi berbagai aspek biologi melalui kegiatan praktis dan visual yang menarik ([Oliver et al., 2019](#)).

Modul pembelajaran merupakan sebuah penyederhanaan terhadap ilmu pengetahuan dengan penyusunan materi yang sistematis, tertata dan terencana sesuai dengan karakteristik kurikulum yang ada dan berlaku ([Redo & Sundaryono, 2020](#)), yang mana kurikulum yang berlaku dan diterapkan pada dewasa ini adalah kurikulum 2013. Modul hadir sebagai pelengkap pembelajaran dikarenakan sifatnya yang ringkas sehingga mudah dibawa dan dipelajari oleh peserta didik karena berfungsi sebagai paket pembelajaran mandiri sehingga peserta didik dapat tetap aktif dalam senantiasa melakukan kegiatan pembelajaran dimanapun berada dengan tidak mengurangi waktu interaksi sosial ([Cramer et al., 2018](#)). Modul dapat membangun kepribadian peserta didik karena peserta didik juga tidak hanya dituntut berkembang dalam aspek kognitif saja namun aspek afektif dan psikomotorik peserta didik juga diharapkan berkembang dengan baik selama pembelajaran ([Ariefiani et al., 2016](#)). Modul juga merupakan satuan belajar yang terkecil namun mengandung materi pembelajaran yang terorganisir antara fakta, prosedur, konsep dan prinsip dan dapat meningkatkan tingkat literasi peserta didik ([Nisak & Septiani, 2019](#)). Namun berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [Suryaningsih \(2018\)](#), hasilnya mengungkapkan hal yang memasgulkan, bahwa di dalam jurnalnya tertulis jikalau guru-guru biologi kurang memiliki minat dalam pengembangan dari modul itu sendiri, sementara itu modul merupakan sarana penyederhanaan sehingga dapat mempermudah peserta didik dalam menguasai konsep-konsep dalam biologi yang hadir secara abstrak. Oleh karena itu, penting bagi pihak sekolah untuk memberikan pelatihan dan dukungan kepada guru-guru agar mereka lebih termotivasi dalam merancang dan mengembangkan modul yang efektif, sehingga proses pembelajaran dapat berjalan dengan optimal ([Abdul & Mamat, 2019](#)) dan peserta didik dapat mencapai pemahaman yang lebih mendalam tentang materi biologi. Selain itu, kolaborasi antara guru dan pengembang kurikulum juga diperlukan untuk memastikan bahwa modul yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan siswa dan perkembangan ilmu pengetahuan terkini ([Sanders et al., 2014](#)). Dengan adanya dukungan yang tepat, diharapkan guru-guru dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan menarik, sehingga siswa tidak hanya memahami teori tetapi juga dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari ([Wagetti et al., 2017](#)).

Hasil wawancara dengan guru biologi SMA Negeri di Surakarta, menyatakan bahwa peserta didik masih merasa kesulitan dalam memahami materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan, sehingga

dibutuhkan solusi yang selaras dengan kondisi pembelajaran. Salah satu solusi permasalahan pembelajaran materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan adalah pembuatan dan pengembangan media pembelajaran yang bersifat inovatif dan kreatif seperti E-modul yang memiliki sifat seperti yang telah dijabarkan pada uraian diatas. Media pembelajaran E-modul juga dipilih dengan melihat sifatnya yang fleksibel serta independen, berdasar angket kebutuhan yang telah diberikan kepada peserta didik kelas XI, peserta didik menyetujui penggunaan E-modul dimanfaatkan dengan tujuan mempermudah pembelajaran. Atas dasar uraian di atas, maka diperlukan adanya penelitian mengenai pengembangan modul elektronik pada pembelajaran biologi dikarenakan peneliti merasa tertantang untuk melakukan pengembangan dalam upaya menambah variasi media pembelajaran yang inovatif mengikuti perkembangan kurikulum dan tuntutan zaman serta tidak terasa abstrak dan dapat memudahkan peserta didik dalam melakukan penguasaan terhadap suatu materi dalam mata pelajaran biologi terutama pada materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan.

Penelitian dilakukan sebagai salah satu upaya dalam mengatasi masalah kesulitan belajar peserta didik akibat adanya batasan dalam kegiatan pembelajaran dan ketidak efektifan dalam pembelajaran yang tidak bisa dilakukan setiap waktu dimanapun dan kapanpun dengan ringkas, sehingga peneliti melakukan penelitian ini dalam judul "Pengembangan E-Modul Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan bagi Peserta didik kelas XI SMA".

METODE

Penelitian ini termasuk dalam Penelitian Pengembangan (*Research and Development*) dengan mengadaptasi model 4D (*Define, Design, Develop and Disseminate*) yang diciptakan oleh Thiagarajan dengan modifikasi hanya mengadopsi sampai 3 tahapan saja tanpa tahap *Disseminate* (Thiagarajan, 1974). Penelitian dilaksanakan dengan metode *Mix Method : Concurrent Triangulation* memadukan kualitatif dan kuantitatif secara seimbang. Penelitian dilaksanakan di kelas XI MIPA 1 dan 2 SMA Negeri serta mahasiswa Pendidikan Biologi di Surakarta. Adapun tahap penelitian yang dilakukan hanya pada uji coba lapangan terbatas (*limited field test*).

Penelitian melalui tahapan validasi oleh ahli materi, ahli media dan guru pengampu sebelum diuji coba lapangan kepada peserta didik dan mahasiswa yang kemudian hasil yang didapat dianalisis dan diolah menggunakan metode RASCH.

Data penelitian yang didapat bersumber dari hasil observasi dan penyebaran angket yang memiliki penilaian berupa skala likert kepada peserta didik dan mahasiswa serta dokumentasi selama kegiatan. Penelitian ini menguji kelayakan dari e-modul yang diciptakan berdasar pada penilaian oleh validator ahli materi dan media, guru biologi, peserta didik dan mahasiswa, selain itu mengetahui respon pasca penggunaan aplikasi oleh peserta didik dan mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Validitas E-modul

Media pembelajaran e-modul sebelum digunakan, terlebih dahulu divalidasi oleh ahli media dan materi untuk mengetahui kelayakannya, hasil tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

1. Validitas Materi

Tabel 1. Hasil Uji Validitas Materi

Butir Penilaian	Skor Penilaian				Keterangan
	1	2	3	4	
Kelengkapan materi				√	Sangat Valid/Sangat Layak
Keakuratan materi		√			Valid/Layak
Materi pendukung pembelajaran				√	Sangat Valid/Sangat Layak
Teknik Penyajian Materi				√	Sangat Valid/Sangat Layak

Berdasar hasil yang diberikan oleh validator materi, materi yang diadaptasikan dalam e-modul sudah memiliki kelayakan, setelah melalui beberapa revisi dalam tahap validasi.

2. Validitas Media

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Media

Kriteria Penilaian	Nilai				Keterangan
	1	2	3	4	
Tampilan					
Desain media pembelajaran			√		Valid/Layak
Tata letak komponen pada aplikasi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan				√	Sangat Valid/Sangat Layak
Teks di dalam aplikasi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan			√		Valid/Layak
Kualitas tampilan foto atau gambar (ilustrasi) pada media pembelajaran			√		Valid/Layak
Kelengkapan isi media pembelajaran				√	Sangat Valid/Sangat Layak
User Interface					
Navigasi yang disajikan				√	Sangat Valid/Sangat Layak
Petunjuk penggunaan media pembelajaran				√	Sangat Valid/Sangat Layak
Usabilitas				√	Sangat Valid/Sangat Layak
Aksesibilitas				√	Sangat Valid/Sangat Layak

Berdasar hasil yang diberikan oleh validator media, desain e-modul yang dibuat sudah memiliki kelayakan, setelah melalui beberapa revisi dalam tahap validasi

B. Uji Coba Lapangan Terbatas

Uji coba lapangan dilakukan dengan sampel berjumlah 1 guru, 51 siswa dan 49 mahasiswa. Pengambilan siswa mencakup seluruh siswa kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 yang memakai handphone dengan sistem operasi android. Dan sampel mahasiswa diambil dari mahasiswa Pendidikan Biologi.

1. Respon Guru

Tabel 3. Hasil Respon Guru

Aspek	Skor Penilaian	Skor Maksimum	Persentase Skor	Keterangan
Penyajian Materi	17	20	85%	Sangat Baik
Tampilan	16	20	80%	Baik
Kebahasaan	13	16	81%	Sangat Baik
Manfaat	11	12	92%	Sangat Baik

Pengembangan e-modul materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan telah mendapatkan respon oleh guru pada saat uji coba lapangan skala terbatas dan disetujui untuk digunakan dalam pembelajaran dan sudah bersifat layak pada empat indikator besar yang ada dalam angket, namun sedikit diperbaiki pada aspek tampilan dan kebahasaan agar mendapat media pembelajaran yang maksimal. Dengan perbaikan tersebut, diharapkan e-modul ini dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep dasar jaringan tumbuhan serta mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses belajar mengajar (Harahap et al., 2020). Penggunaan e-modul ini juga diharapkan dapat meningkatkan minat belajar siswa, sehingga mereka lebih termotivasi untuk mengeksplorasi materi secara mandiri dan mendalam (Trilestari & Almunawaroh, 2020).

Siswa yang dilengkapi dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif akan lebih siap untuk beradaptasi dengan perubahan, serta mampu menerapkan pengetahuan mereka dalam situasi nyata

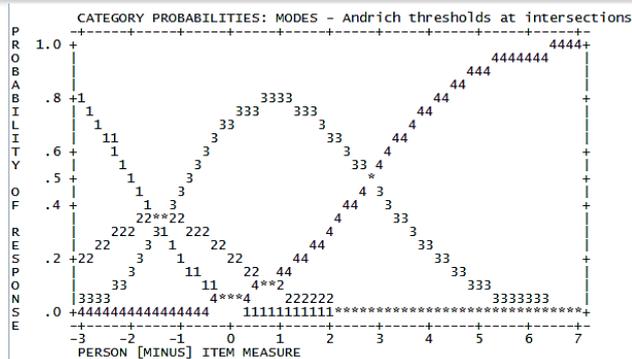
yang menuntut solusi inovatif (Loughland, 2019). Peningkatan minat belajar ini diharapkan tidak hanya berdampak pada pemahaman siswa, tetapi juga dapat membentuk sikap positif terhadap pembelajaran sains secara keseluruhan (Fadilah & Efendi, 2020). Penerapan e-modul yang interaktif dan menarik diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan, sehingga siswa merasa lebih terlibat dan bersemangat dalam mempelajari konsep-konsep sains yang kompleks (Utami et al., 2020). Pengalaman belajar yang menyenangkan diharapkan dapat menghasilkan siswa yang tidak hanya memiliki pengetahuan yang baik, tetapi juga kemampuan berpikir kritis dan kreatif (Noer & Gunowibowo, 2019). Pengembangan keterampilan ini akan sangat penting, terutama dalam menghadapi perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang terus berubah dengan cepat (Nurhikmayati & Jatisunda, 2018). Pendidikan yang berfokus pada inovasi dan keterlibatan siswa akan mempersiapkan mereka untuk menjadi pemecah masalah yang handal, adaptif dengan perubahan dan mampu menciptakan solusi baru (Mahdi et al., 2015). Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya akan meningkatkan pemahaman akademis siswa, tetapi juga mendorong mereka untuk menjadi pembelajar seumur hidup.

2. Respon Peserta Didik

Tabel 4. Hasil Respon Peserta Didik

No	Jumlah Respon Skor 3&4	Persentase Respon Skor 3&4 (%)
1	51	100
2	42	82,4
3	50	98,0
4	42	82,4
5	45	88,2
6	49	96,1
7	46	90,2
8	48	94,1
9	45	88,2
10	49	96,1
11	46	90,2
12	42	82,4
13	51	100
14	47	92,2
15	50	98,0

Aplikasi diterima dengan baik oleh peserta didik setelah pengujian, karena semua item soal melebihi kriteria kelayakan minimal 81%, menunjukkan bahwa persentase yang didapat pada tiap item sudah sangat valid dan layak. Selanjutnya respon peserta didik pada angket diolah dengan metode RASCH untuk melihat beberapa aspek seperti sebaran opsi jawaban responden, kesungguhan responden dalam mengisi angket, kelompok kemampuan responden, penyimpangan angket dan jawaban serta reliabilitas angket yang digunakan pada pengujian (Youde, 2019). Hasil analisis menunjukkan bahwa aplikasi tidak hanya efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa, tetapi juga memberikan wawasan yang berharga tentang pemahaman dan kemampuan belajar mereka (Gilavand et al., 2019). Dengan demikian, penggunaan aplikasi ini dapat menjadi alat yang berharga dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih tepat sasaran dan responsif terhadap kebutuhan peserta didik. Penggunaan analisis RASCH juga memungkinkan pengajar untuk mengidentifikasi area di mana siswa mungkin mengalami kesulitan, sehingga intervensi yang lebih terfokus dapat dilakukan untuk meningkatkan pemahaman mereka (Ponisciak & Kowalski, 2019).



Gambar 1. Sebaran Probabilitas Respon Peserta Didik

Gambar 1. menunjukkan peluang terpilihnya opsi 1-4, pemilihan berdasar kemampuan siswa yang menjawab dalam menyetujui. Semakin rendah kemampuan siswa untuk menyetujui, maka semakin banyak opsi 1 (sangat tidak setuju) yang akan dipilih oleh siswa, demikian pula hal sebaliknya.

INPUT: 51 PERSON 15 ITEM
 REPORTED: 51 PERSON 15 ITEM 4 CATS MINISTEP 4.8.2.0

SUMMARY OF 51 MEASURED PERSON

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD
MEAN	48.0	15.0	1.74	.52	1.08	.04	1.04	-.04
SEM	.6	.0	.18	.01	.13	.30	.12	.28
P. SD	4.6	.0	1.26	.09	.90	2.12	.86	2.01
S. SD	4.6	.0	1.27	.09	.91	2.14	.87	2.03
MAX.	59.0	15.0	5.55	1.04	3.69	5.91	3.74	5.85
MIN.	39.0	15.0	-.30	.39	.07	-3.16	.06	-3.24

REAL RMSE .63 TRUE SD 1.09 SEPARATION 1.73 PERSON RELIABILITY .75
 MODEL RMSE .53 TRUE SD 1.14 SEPARATION 2.16 PERSON RELIABILITY .82
 S.E. OF PERSON MEAN = .18

PERSON RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .99
 CRONBACH ALPHA (KR-20) PERSON RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .80 SEM = 2.04

Gambar 2. Hasil Person Measure Respon Peserta Didik

Dapat kita ketahui pada Gambar 2, nilai reliabilitas siswa sebesar 0.75, nilai tersebut tergolong dalam kategori cukup, sehingga dapat diketahui bahwa mahasiswa memiliki kesungguhan dalam mengisinya. Indeks separasi sebesar 1.73, hal tersebut menunjukkan bahwa pertanyaan yang terdapat dalam angket dapat menguji 2 kelompok pengetahuan individu (rendah dan sedang). Hasil RASCH ini dapat diterima, mengacu pada nilai outfit MNSQ dan ZSTD. Nilai Outfit MNSQ sebesar 1.04 dengan nilai optimum pada 1.00, hal tersebut menunjukkan hanya ada 4% penyimpangan yang terjadi dan data bergolong kondisi yang baik untuk pengukuran. Begitupula dengan data outfit ZSTD dengan nilai -0.04 dengan nilai optimum pada 0.00 yang menunjukkan hanya 4% sehingga data mempunyai perkiraan yang logis. Namun hal tersebut tidak terlalu dipertimbangkan karena lingkup penelitian dan jumlah item yang digunakan memiliki kemungkinan kecil untuk menimbulkan misinterpretasi data (Lailiyah et al., 2018).

Penggunaan analisis RASCH dalam penelitian ini ditujukan untuk melihat reliabilitas dan validitas data yang dihasilkan, karena analisis ini dapat mengetahui kemampuan dan kesungguhan responden, dapat mengetahui keandalan dari instrumen yang digunakan sehingga dapat melihat secara akurat terhadap data yang didapatkan dan instrumen yang digunakan (Lia et al., 2020). Nilai keandalan tersebut dapat dilihat dari nilai α cronbach sebesar 0.80 termasuk kedalam golongan yang sangat baik dan menunjukkan bahwa angket yang digunakan tergolong andal (konsisten) untuk

pengujian berulang pada subjek yang berbeda dan data yang dihasilkan dapat dipercaya, selain itu semakin tinggi angka yang didapat maka menunjukkan semakin tinggi pula korelasi antara subjek (*person*) dan angket yang diujikan (*items*) atau dapat diinterpretasikan bahwa data tersebut homogen (Sumintono & Widhiarso, 2015). Walau menurut Stadler et al., (2021) hasil α cronbach dapat menjadi misinterpretasi jika item yang diujikan terlampaui banyak dan lingkup pengujian terlalu luas seperti beda negara dapat menghasilkan data yang bias. Hal ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan konteks dan jumlah item dalam pengujian untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh benar-benar mencerminkan karakteristik dari populasi yang diuji (Lin & Brown, 2017).

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian berupa suatu purwarupa produk media pembelajaran e-modul yang terbukti layak untuk penggunaan pada anak sekolah menengah atas kelas XI mata pelajaran biologi kurikulum 2013 baik dalam segi materi maupun segi tampilan media dalam penggunaan berdasar uji validasi oleh ahli media, ahli materi, dan guru yang kemudian diujikan pada uji coba lapangan terbatas kepada siswa dan mahasiswa. Format pembuatan e-modul ini berbentuk aplikasi dapat memudahkan pemasangan oleh pengguna pada ponsel android.

Hasil dari penelitian ini pada teorinya dapat berguna dalam hal studi literatur pengembangan e-modul pada materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan dan rujukan sejenis terhadap jenis penelitian pengembangan dengan metode *mix method : concurrent triangulation* pada kemudian hari. Hasil penelitian secara praktis dapat digunakan sebagai salah satu saran media pembelajaran untuk membantu siswa dalam memahami materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan dan dapat digunakan guru sebagai salah satu penunjang proses pembelajaran di kelas pada materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan serta menambah inovasi pada dunia pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul A. N. N. B., & Mamat, N. (2019). Development and Usability of Training Module on the Efficacy and Anxiety Levels of Teaching English Among Early Childhood Education Teachers. *The International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/V8-I12/5436>
- Ariefiani, Z., Kustono, D., & Pathmantara, S. (2016, October 26). *Module development with project-based learning approach and assure development model*. <https://doi.org/10.1063/1.4965770>
- Cramer, K. M., Ross, C., Plant, L., & Pschibul, R. (2018). *Efficacy of Learning Modules to Enhance Study Skills*. <https://doi.org/10.20533/IJTIE.2047.0533.2018.0153>
- Doğru, M. S., & Özsevgeç, L. C. (2018). Biology subjects which the teacher candidates have difficulties in learning and leading reasons. *European Journal of Education Studies*. <https://doi.org/10.46827/EJES.V0I0.2059>
- Fadilah, N., & Efendi, N. (2020). *Student Pleasure Attitude and Interest in Spending Time Learning Science Against Student Cognitive Learning Outcomes*. <https://doi.org/10.21070/ACOPEN.3.2020.497>
- Gilavand, A., Fattahi Asl, J., & Kameli, M. (2019). Investigating the Effect of Using the Mobile Educational App as Appropriate Method of Study and Learning on Students' Educational Achievement. *Future of Medical Education Journal*. <https://doi.org/10.22038/FMEJ.2019.36417.1239>
- Gloria, R. Y. (2012). Pentingnya Asesmen Alternatif dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir dan Membaca Ilmiah Siswa pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Scientiae Educatia*, 1(1), 1-17.

<http://dx.doi.org/10.24235/sc.educatia.v1i1.502>

- Harahap, F., Insani, H., Diningrat, D. S., Nasution, N. E. A., Poerwanto, R., & Hasibuan, R. F. M. (2020, April 24). Needs Assessment of Teaching Book Development Based on Plants Multiplication Research in Plant Tissue Culture Course. *Educational Sciences International Conference*. <https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.200417.005>
- Janram, N., & Herwina, H. (2019). Memperkenalkan Bidang Keilmuan Biologi Melalui Eksebisi. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 2(1), 55–63. <http://dx.doi.org/10.25077/jhi.v2i1.242>
- Lailiyah, L., Supriyati, Y., & Komarudin, K. (2018). *Analysis of measures items in development of instruments self-assessment (rasch modeling application)*. <https://doi.org/10.21009/JISAE.041.01>
- Lia, R. M., Rusilowati, A., & Isnaeni, W. (2020). NGSS-oriented chemistry test instruments: Validity and reliability analysis with the Rasch model. *Research and Evaluation in Education*, 6(1), 41–50. <https://doi.org/10.21831/reid.v6i1.30112>
- Lin, Y., & Brown, A. (2017). Influence of Context on Item Parameters in Forced-Choice Personality Assessments. *Educational and Psychological Measurement*. <https://doi.org/10.1177/0013164416646162>
- Loughland, T. (2019). *Adaptive Teaching for Students' Critical and Creative Thinking*. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6858-5_1
- Mahdi, R., Sukarman, S. S., & Chan Kit Yok, M. (2015). Fostering Creativity through Innovation Engagement in Science and Technology Education: Case Study of Universiti Teknologi MARA Students☆. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2014.12.671>
- Nisak, F., & Septiani, T. (2019). Metaanalisis Implementasi Landasan Ilmu Pendidikan dalam Pengembangan Modul pada Pembelajaran IPA dan Fisika pendidikan nasional adalah untuk mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan keh. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/jppf.v5i1.107415>
- Noer, S. H., & Gunowibowo, P. (2019). *Scientific Learning and Its Contributions to Increase the Student's Self Confidence and Learning Outcomes*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1320/1/012007>
- Nurhikmayati, I., & Jatisunda, M. G. (2018). *Scientific Learning to Improve Critical Thinking Ability*. <https://doi.org/10.24235/EDUMA.V7I2.3398>
- Nurmiyati, Muthmainah, & Dwiastuti, S. (2016). Pengaruh Penggunaan Modul Berbasis Potensi Lokal pada Topik Ekosistem terhadap Pemahaman Konsep dan Sikap Peduli Lingkungan Siswa Kelas X. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 293–298.
- Oliver, J. S., Hodges, G. W., Moore, J. N., Cohen, A. S., Jang, Y., Brown, S. A., Kwon, K. A., Jeong, S., Raven, S., Jurkiewicz, M. A., & Robertson, T. P. (2019). Supporting High School Student Accomplishment of Biology Content Using Interactive Computer-Based Curricular Case Studies. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/S11165-017-9675-6>
- Ponisciak, S. M., & Kowalski, M. J. (2019). Rasch Analysis of Catholic School Survey Data. *Journal of Applied Measurement*.
-

-
- Queloz, A. C. (2016). *Biological Thinking: Insights into the Misconceptions in Biology maintained by Gymnasium students and Undergraduates*. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-A-010793037>
- Redo, R., & Sundaryono, A. (2020). *Establishment of Learning Module based on Research of Solid Lipid Nanoparticles to Improve Biology Understanding*. <https://doi.org/10.33369/BJSET.V11I1.11186>
- Sanders, N. E., Faesi, C., & Goodman, A. A. (2014). A New Approach to Developing Interactive Software Modules Through Graduate Education. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/S10956-013-9474-4>
- Stadler, M., Sailer, M., & Fischer, F. (2021). Knowledge as a formative construct: A good alpha is not always better. In *Elsevier : New Ideas in Psychology* (Vol. 60, Issue August 2020, p. 100832). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2020.100832>
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi Pemodelan RASCH Pada Assessment Pendidikan* (Bambang (ed.); Cetakan 1). Trim Komunikata.
- Suryaningsih, Y. (2018). Ekowisata Sebagai Sumber Belajar Biologi Dan Strategi Untuk Meningkatkan Kepedulian Siswa Terhadap Lingkungan. *Jurnal Bio Educatio*, 3(2), 59–72. <https://doi.org/10.7248/jjrhi.57.355>
- Thiagarajan. (1974). *Instructional Development for Training Teacher of Exceptional Children a Sourcebook*. Center for Innovation on Teaching the Handicapped.
- Trilestari, K., & Almunawaroh, N. F. (2020, January 1). *E-Module as a Solution for Young Learners to Study at Home*. <https://doi.org/10.2991/ASSEHR.K.201230.132>
- Utami, N. R., Jufriadi, A., & Ayu, H. D. (2020). *Interactive E-module Based on H-Guided Inquiry: Optimize the ICT Skills and Learning Achievements*. <https://doi.org/10.20527/BIPF.V8I3.8604>
- Verma, A., Patyal, A., Meena, J. K., Mathur, M., & Mathur, N. (2021). *Interactive teaching in medical education: Experiences and barriers*. https://doi.org/10.25259/AUJMSR_13_2021
- Wagetti, R. J., Johnston, P., & Jones, L. B. (2017). Beyond Simple Participation: Providing a Reliable Informal Assessment Tool of Student Engagement for Teachers. *Education 3-13*.
- Youde, A. (2019, July 1). *The development of the course experience questionnaire and revised-study process questionnaire for part-time learners on blended, vocationally relevant, degree programmes*. <https://doi.org/10.21125/EDULEARN.2019.0005>
-