

**PENGEMBANGAN *E-MODUL* BIOLOGI BERBASIS SETS
(*SCIENCE, ENVIRONMENT, TECHNOLOGY, AND SOCIETY*)
PADA MATERI POKOK BIOTEKNOLOGI UNTUK PESERTA
DIDIK KELAS X SMA/MA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1



Disusun oleh:
Jati Nur Cahyo
20104070020

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-3498/Un.02/DT/PP.00.9/12/2024

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN E-MODUL BIOLOGI BERBASIS SETS (*SCIENCE, ENVIRONMENT, TECHNOLOGY, AND SOCIETY*) PADA MATERI POKOK BIOTEKNOLOGI UNTUK PESERTA DIDIK KELAS X SMA/MA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : JATI NUR CAHYO
Nomor Induk Mahasiswa : 20104070020
Telah diujikan pada : Jumat, 20 Desember 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si.
SIGNED

Valid ID: 676a56e5d3357



Penguji I

Sulistiyawati, S.Pd.I., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 676a4e596e78e



Penguji II

Mike Dewi Kurniasih, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 676a414a292f3



Yogyakarta, 20 Desember 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 676a5aueb20e1

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

FM-UIINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp. : –

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Jati Nur Cahyo
NIM : 20104070020
Judul Skripsi : Pengembangan *E-Modul* Biologi Berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada Materi Pokok Bioteknologi untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA

Sudah dapat diajukan kepada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Pendidikan.

Dengan ini kami berharap agar skripsi Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 12 Desember 2024
Dosen Pembimbing,

Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si.
NIP. 19841117200912 2 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jati Nur Cahyo
NIM : 20104070020
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul "**Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada Materi Pokok Bioteknologi untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA**" adalah benar-benar hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 10 Desember 2024

Yang menyatakan,



Jati Nur Cahyo
NIM. 20104070020

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

“Meski ada hal sedih ataupun hal yang memberatkan

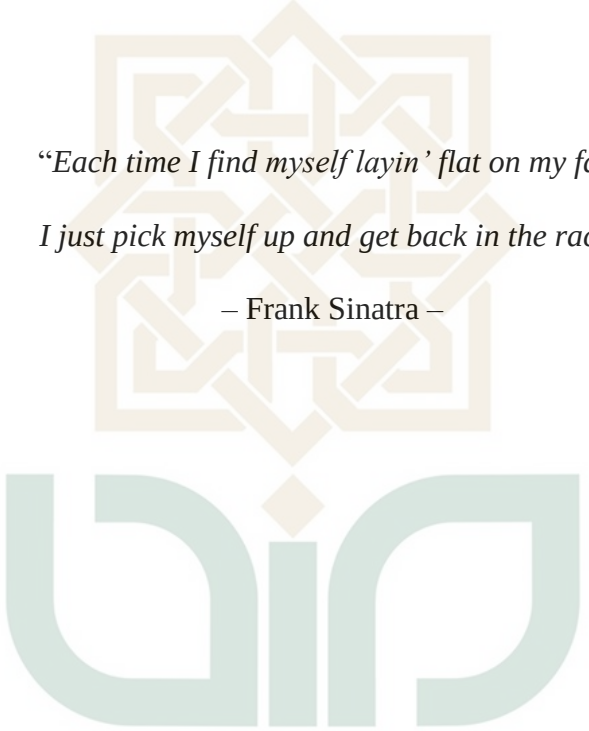
Tak apa asal yang bahagia lebih banyak”

– JKT48 –

“Each time I find myself layin’ flat on my face

I just pick myself up and get back in the race”

– Frank Sinatra –



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan tugas akhir ini untuk
Kedua orang tua tercinta, Bapak Suparmin dan Ibu Suyatmi

Kakak tercinta, Yunita Sari

Seluruh anggota keluarga besar penulis
Teman-teman pendidikan biologi angkatan 2020
Seluruh pihak yang telah membantu penulis

Serta

Almamater

Program Studi Pendidikan Biologi

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengembangan *E-Modul* Biologi Berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada Materi Pokok Bioteknologi untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA”. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, semoga kita senantiasa mendapat syafaat beliau di dunia maupun di akhirat. Aamiin. Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya do’a, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
2. Bapak Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd. selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
3. Bapak Dr. Muhammad Ja’far Luthfi, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sekaligus dosen pembimbing akademik;
4. Ibu Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan masukan dan saran dengan sabar selama proses penyusunan tugas akhir;
5. Ibu Annisa Firanti, S.Pd.Si., M.Pd. selaku ahli media dan Ibu Erna Wulandari, S.Si., M.Sc. selaku ahli materi yang telah memberikan penilaian dan masukan terhadap produk yang dikembangkan penulis dalam penelitian ini;

6. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama perkuliahan;
7. Bapak Drs. Nur Cahyo Budi Jatmiko selaku Kepala SMAN 1 Prambanan Klaten dan Bapak Slamet, S.Pd. selaku guru biologi SMAN 1 Prambanan Klaten yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di SMAN 1 Prambanan Klaten;
8. Seluruh peserta didik kelas X-B SMAN 1 Prambanan Klaten atas kerja sama dan kesediaanya untuk membantu jalannya penelitian yang telah dilakukan;
9. Kedua orang tua, Bapak Suparmin dan Ibu Suyatmi, serta kakak perempuan, Yunita Sari yang telah memberikan do'a, semangat, dan dukungan tanpa henti sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir;
10. Teman-teman Program Studi Pendidikan Biologi angkatan 2020;
11. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga segala bantuan dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, Desember 2024

Penulis

PENGEMBANGAN *E-MODUL* BIOLOGI BERBASIS SETS (*SCIENCE, ENVIRONMENT, TECHNOLOGY, AND SOCIETY*) PADA MATERI POKOK BIOTEKNOLOGI UNTUK PESERTA DIDIK KELAS X SMA/MA

Jati Nur Cahyo
20104070020

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pengembangan *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA; (2) mengetahui kualitas *e-modul* yang dikembangkan; dan (3) mengetahui respons peserta didik terhadap *e-modul* yang dikembangkan. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model pengembangan 4-D (*define, design, develop, dan disseminate*). Namun, penelitian ini dibatasi sampai dengan tahap *develop*. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dan angket. Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data berupa lembar penilaian kualitas *e-modul* dan lembar respons peserta didik. Penilaian kualitas *e-modul* ini dilakukan oleh 1 ahli materi, 1 ahli media, 5 teman sejawat, dan 1 guru biologi. Sementara itu, penilaian respons terhadap *e-modul* ini dilakukan oleh 15 peserta didik kelas X SMAN 1 Prambanan Klaten Tahun Ajaran 2023/2024. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) produk *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA yang dikembangkan dengan menggunakan model 4-D, tetapi dibatasi sampai dengan tahap *develop*; (2) berdasarkan penilaian *reviewer* secara keseluruhan, kualitas *e-modul* ini termasuk dalam kategori “Sangat Baik” dengan persentase keidealan sebesar 92%; dan (3) respons peserta didik terhadap *e-modul* ini termasuk dalam kategori “Sangat Baik” dengan persentase keidealan sebesar 90%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi bioteknologi layak digunakan sebagai bahan ajar biologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.

Kata Kunci : Bahan Ajar, E-Modul, SETS, Bioteknologi

**DEVELOPMENT OF A BIOLOGY E-MODULE BASED ON SETS
(SCIENCE, ENVIRONMENT, TECHNOLOGY, AND SOCIETY) ON
BIOTECHNOLOGY MATERIAL FOR STUDENT OF CLASS X SMA/MA**

Jati Nur Cahyo
20104070020

ABSTRACT

This research aims to: (1) find out the development of the biology e-module based on sets (Science, Environment, Technology, and Society) on biotechnology material for student of class X SMA/MA; (2) find out the quality of the developed e-module; and (3) find out the student responses of the developed e-module. This type of research is research and development (r&d) using the 4-D development model (define, design, develop, and disseminate). However, this research is limited to the develop stage. Data collection techniques were carried out through interviews and questionnaires. The data collection instruments are in the form of e-module quality assessment sheets and student response sheets. The quality assessment of this e-module was carried out by 1 material expert, 1 media expert, 5 peer reviewers, and 1 biology teacher. Meanwhile, the assessment of the response to this e-module was carried out by 15 students in class X of SMAN 1 Prambanan Klaten for the 2023/2024 academic year. The data obtained was analyzed using qualitative and quantitative descriptive analysis techniques. The results of this research show that: (1) a biology e-module based on sets (Science, Environment, Technology, and Society) on biotechnology material for student of class X SMA/MA has been developed using 4-D model, but is limited to the develop stage; (2) based on the overall reviewer's assessment, the quality of the e-module is categorized into "Very Good" with an ideality percentage of 92%; and (3) student response to this e-module is categorized into "Very Good" with an ideality percentage of 90%. Thus, it can be concluded that the biology e-module based on sets (Science, Environment, Technology, and Society) of biotechnology material is suitable for use as a biology teaching material for students of class X SMA/MA.

Keywords : Teaching Materials, E-Module, SETS, Biotechnology

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Pembatasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Manfaat Penelitian.....	9
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	10
H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan.....	11
I. Definisi Istilah	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	14
A. Kajian Pustaka.....	14
1. Hakikat pembelajaran biologi	14
2. SETS.....	17
3. <i>E-modul</i> (modul elektronik).....	24
4. Materi bioteknologi	32

B. Penelitian yang Relevan	39
C. Kerangka Berpikir	44
BAB III METODE PENELITIAN.....	46
A. Model Pengembangan	46
B. Prosedur Pengembangan	46
1. Tahap pendefinisian (<i>define</i>).....	47
2. Tahap perancangan (<i>design</i>).....	49
3. Tahap pengembangan (<i>develop</i>).....	50
4. Tahap penyebaran (<i>disseminate</i>).....	51
C. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	52
D. Penilaian Produk	53
1. Desain penilaian produk.....	53
2. Subjek penilaian	53
3. Jenis data	54
4. Teknik pengumpulan data	55
5. Instrumen pengumpulan data	56
6. Teknik analisis data.....	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	62
A. Hasil Penelitian	62
1. Hasil pengembangan <i>e-modul</i> biologi berbasis SETS (<i>Science, Environment, Technology, and Society</i>) pada materi pokok bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.....	62
2. Hasil penilaian kualitas <i>e-modul</i> biologi berbasis SETS (<i>Science, Environment, Technology, and Society</i>) pada materi pokok bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.....	87
3. Hasil respons peserta didik terhadap <i>e-modul</i> biologi berbasis SETS (<i>Science, Environment, Technology, and Society</i>) pada materi pokok bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA	93
B. Pembahasan.....	95
1. Pengembangan <i>e-modul</i> biologi berbasis SETS (<i>Science, Environment, Technology, and Society</i>) pada materi pokok	

bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.....	95
2. Kualitas <i>e-modul</i> biologi berbasis SETS (<i>Science, Environment, Technology, and Society</i>) pada materi pokok bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA	103
3. Respons peserta didik terhadap <i>e-modul</i> biologi berbasis SETS (<i>Science, Environment, Technology, and Society</i>) pada materi pokok bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.....	110
BAB V PENUTUP.....	113
A. Kesimpulan.....	113
B. Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN.....	125

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kisi-kisi lembar penilaian kualitas <i>e-modul</i> oleh ahli materi.....	56
Tabel 2. Kisi-kisi lembar penilaian kualitas <i>e-modul</i> oleh ahli media	56
Tabel 3. Kisi-kisi lembar penilaian kualitas <i>e-modul</i> oleh guru biologi dan teman sejawat (<i>peer reviewer</i>)	57
Tabel 4. Kisi-kisi lembar respons peserta didik	57
Tabel 5. Pedoman pemberian skor hasil penilaian ahli materi, ahli media, guru biologi, dan teman sejawat (<i>peer reviewer</i>).....	58
Tabel 6. Pedoman pemberian skor hasil penilaian peserta didik	58
Tabel 7. Pedoman pemberian kriteria penilaian ideal	59
Tabel 8. Pedoman pemberian kriteria berdasarkan hasil persentase	60
Tabel 9. Capaian pembelajaran biologi fase e berdasarkan elemen dalam kurikulum merdeka	67
Tabel 10. Tujuan pembelajaran pada materi pokok bioteknologi dalam kurikulum merdeka	68
Tabel 11. Masukan dan saran dari dosen pembimbing terhadap prototipe <i>e-modul</i> serta tindak lanjut peneliti	83
Tabel 12. Masukan dan saran ahli media terhadap <i>e-modul</i> serta tindak lanjut peneliti.....	85
Tabel 13. Masukan dan saran teman sejawat (<i>peer reviewer</i>) terhadap <i>e-modul</i> serta tindak lanjut peneliti	85
Tabel 14. Masukan dan saran guru biologi terhadap <i>e-modul</i> serta tindak lanjut peneliti.....	87
Tabel 15. Hasil penilaian kualitas <i>e-modul</i> oleh ahli materi	87
Tabel 16. Hasil penilaian kualitas <i>e-modul</i> oleh ahli media.....	89
Tabel 17. Hasil penilaian kualitas <i>e-modul</i> oleh teman sejawat (<i>peer reviewer</i>)	90
Tabel 18. Hasil penilaian kualitas <i>e-modul</i> oleh guru biologi.....	91
Tabel 19. Hasil penilaian kualitas <i>e-modul</i> oleh ahli materi, ahli media, guru biologi, dan teman sejawat (<i>peer reviewer</i>)	92
Tabel 20. Hasil respons peserta didik terhadap <i>e-modul</i>	94

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Keterkaitan antarunsur SETS dengan fokus perhatian unsur <i>science</i>	18
Gambar 2. Tahapan pendekatan SETS	21
Gambar 3. Prosedur penelitian pengembangan model 4-D.....	52
Gambar 4. Desain penilaian produk <i>e-modul</i> biologi berbasis SETS	53
Gambar 5. Tampilan halaman sampul depan (a) dan sampul belakang <i>e-modul</i> (b)	74
Gambar 6. Tampilan halaman pendahuluan.....	75
Gambar 7. Tampilan halaman awal kegiatan belajar	76
Gambar 8. Tampilan halaman inisiasi (a) dan pembentukan konsep (b)	77
Gambar 9. Tampilan halaman kegiatan “Ayo Kita Cari Tahu” (a) dan “Ayo Kita Lakukan” (b)	78
Gambar 10. Tampilan halaman aplikasi konsep (a) dan pemantapan konsep (b).....	78
Gambar 11. Tampilan halaman uji kompetensi.....	79
Gambar 12. Tampilan info bio	80
Gambar 13. Tampilan halaman rangkuman	80
Gambar 14. Tampilan halaman pedoman penilaian dan refleksi	81
Gambar 15. Tampilan halaman penilaian akhir.....	81
Gambar 16. Tampilan halaman kunci jawaban (a) dan glosarium (b)	82
Gambar 17. Tampilan halaman daftar pustaka (a) dan profil penulis (b).....	83

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kisi-kisi instrumen penilaian produk oleh ahli media.....	126
Lampiran 2. Instrumen penilaian kualitas produk oleh ahli media	127
Lampiran 3. Rubrik instrumen penilaian kualitas produk oleh ahli media	130
Lampiran 4. Kisi-kisi instrumen penilaian produk oleh ahli materi	133
Lampiran 5. Instrumen penilaian kualitas produk oleh ahli materi.....	134
Lampiran 6. Rubrik instrumen penilaian kualitas produk oleh ahli materi.....	137
Lampiran 7. Kisi-kisi instrumen penilaian produk oleh <i>peer reviewer</i>	142
Lampiran 8. Instrumen penilaian kualitas produk oleh <i>peer reviewer</i>	143
Lampiran 9. Kisi-kisi instrumen penilaian produk oleh guru biologi	147
Lampiran 10. Instrumen penilaian kualitas produk oleh guru biologi	148
Lampiran 11. Rubrik instrumen penilaian kualitas produk oleh <i>peer reviewer</i> dan guru biologi	152
Lampiran 12. Kisi-kisi instrumen respons peserta didik terhadap produk.....	159
Lampiran 13. Instrumen respons peserta didik terhadap produk	160
Lampiran 14. Rubrik instrumen respons peserta didik terhadap produk	164
Lampiran 15. Tabulasi perhitungan kualitas produk oleh ahli materi.....	170
Lampiran 16. Tabulasi perhitungan kualitas produk oleh ahli media	172
Lampiran 17. Tabulasi perhitungan kualitas produk oleh guru biologi	173
Lampiran 18. Tabulasi perhitungan kualitas produk oleh <i>peer reviewer</i>	175
Lampiran 19. Tabulasi perhitungan kualitas produk oleh ahli materi, ahli media, guru biologi, dan teman sejawat (<i>peer reviewer</i>).....	177
Lampiran 20. Tabulasi perhitungan respons peserta didik terhadap <i>e-modul</i> ...	178
Lampiran 21. Surat izin penelitian	180
Lampiran 22. Dokumentasi pengambilan data respons peserta didik.....	181
Lampiran 23. Daftar riwayat hidup (<i>curriculum vitae</i>).....	182

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Era revolusi industri 4.0 merupakan era yang ditandai dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Astuti *et al.*, 2019). Era ini mendorong perubahan besar dalam berbagai sektor kehidupan manusia, salah satunya pendidikan (Dito & Pujiastuti, 2021). Pendidikan memiliki peran penting dalam menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas. Pendidikan di era ini tidak hanya berorientasi terhadap penguasaan *hard skills*, tetapi juga penguasaan *soft skills*. Beberapa *soft skills* atau keterampilan yang perlu dikuasai di abad 21, yaitu berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi. Peserta didik perlu menguasai keterampilan abad 21 agar mampu menghadapi tantangan di era revolusi industri 4.0 (Mardhiyah *et al.*, 2021).

Guru memiliki peran penting dalam membekali peserta didik dengan keterampilan abad 21. Upaya tersebut dapat dicapai melalui pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran (Ajizah, 2021). Jannah *et al.* (2021) menyatakan bahwa pembelajaran perlu diintegrasikan dengan teknologi digital supaya pendidikan tetap relevan dengan abad 21. Menurut Sari (2022), pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran dapat mendukung kegiatan pembelajaran dan meningkatkan kualitas pembelajaran. Teknologi digital menyediakan beragam media interaktif, seperti video pembelajaran, simulasi interaktif, permainan edukatif, dan platform pembelajaran *online* (Sakti, 2023). Media interaktif ini dapat meningkatkan minat dan keterlibatan peserta

didik dalam proses pembelajaran (Said, 2023). Selain itu, teknologi digital juga memberikan kemudahan dalam mengakses sumber belajar yang beragam dan menarik (Fatimah *et al.*, 2023). Hal ini memungkinkan peserta didik untuk belajar sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing (Widiasanti *et al.*, 2023).

Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran yaitu bahan ajar digital (Nadila, 2024). Bahan ajar dapat didefinisikan sebagai segala bentuk bahan yang disusun secara sistematis untuk membantu peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran (Magdalena *et al.*, 2020). Berbeda dengan bahan ajar konvensional, bahan ajar digital disajikan dalam format elektronik. Beberapa contoh bahan ajar digital, yaitu *e-modul*, *e-lkpd*, dan *e-book*. Bahan ajar digital dapat diakses secara mandiri menggunakan gawai, seperti *smartphone*, laptop, atau tablet tanpa dibatasi waktu dan tempat. Selain itu, bahan ajar digital dapat dikombinasikan dengan berbagai media, seperti gambar, video, animasi, dan game. Berdasarkan uraian di atas, bahan ajar digital menyediakan pengalaman belajar yang fleksibel dan interaktif. Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar digital masih belum optimal (Mustaqim *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Slamet, S.Pd., guru biologi SMAN 1 Prambanan Klaten pada 26 Januari 2024, bahan ajar biologi di SMAN 1 Prambanan Klaten masih berupa bahan ajar cetak. Buku paket dan LKPD menjadi bahan ajar yang sering digunakan guru dalam pembelajaran biologi. Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan, peserta didik kelas X

SMAN 1 Prambanan Klaten Tahun Ajaran 2023/2024 menyatakan bahwa buku paket yang digunakan dalam pembelajaran biologi materinya kurang lengkap. Materi buku paket yang tidak lengkap membuat peserta didik kesulitan dalam memahami konsep biologi secara utuh (Ulfa *et al.*, 2024). Padahal, pembelajaran biologi memerlukan pemahaman konsep yang baik (Marthiani, 2024).

Marthiani (2024) menyatakan bahwa pemahaman peserta didik terhadap konsep biologi saat ini masih lemah dan sering kali terjadi miskonsepsi. Salah satu materi biologi yang sering terjadi miskonsepsi adalah bioteknologi (Afidah *et al.*, 2023). Bioteknologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup atau bagiannya untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia (Nurhidayati & Khaeruman, 2017). Materi bioteknologi sebenarnya menarik karena aplikasinya terkait dengan kehidupan sehari-hari (Eliyanti *et al.*, 2018). Namun, materi bioteknologi memerlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang kompleks untuk memperoleh pemahaman yang baik (Purwianingsih *et al.*, 2009).

Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan, sebanyak 60% peserta didik kelas X SMAN 1 Prambanan Klaten Tahun Ajaran 2023/2024 belum mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) pada materi bioteknologi. Materi bioteknologi sulit dipahami oleh peserta didik karena banyak menggunakan istilah asing. Selain itu, sub materi bioteknologi modern masih sulit dipahami karena membahas hal-hal di tingkat molekuler yang tidak mudah dibayangkan oleh peserta didik. (Zulpadly *et al.*, 2016).

Terbatasnya waktu guru dalam mengajar juga menjadi faktor yang menyebabkan peserta didik kesulitan memahami materi bioteknologi (Dawson & Schibeci, 2003, dalam Tompe *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi SMAN 1 Prambanan Klaten, alokasi waktu pembelajaran biologi kelas X sebanyak 2 JP atau 90 menit per minggu. Sementara itu, hasil angket analisis kebutuhan menyatakan bahwa peserta didik kelas X SMAN 1 Prambanan Klaten Tahun Ajaran 2023/2024 membutuhkan banyak waktu untuk memahami materi bioteknologi. Hal ini disebabkan kompleksitas materi bioteknologi membutuhkan pemahaman yang mendalam (Sari *et al.*, 2024).

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas, peneliti berinovasi untuk melakukan pengembangan *e-modul* berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*). *E-modul* merupakan bahan ajar mandiri yang disajikan dalam format elektronik dan disusun secara sistematis ke dalam unit pembelajaran terkecil untuk mencapai tujuan pembelajaran (Gunadharma, 2011). *E-modul* hadir sebagai wujud inovasi terbaru dari modul cetak. *E-modul* memiliki karakteristik *self instructional*, *self contained*, *stand alone*, *adaptive*, dan *user friendly*. Berdasarkan karakteristik tersebut, *e-modul* dapat memfasilitasi peserta didik untuk belajar secara mandiri tanpa dibatasi waktu dan tempat.

Pengembangan *e-modul* untuk peserta didik kelas X SMAN 1 Prambanan Klaten potensial untuk dilakukan. Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan, peserta didik kelas X SMAN 1 Prambanan Klaten Tahun Ajaran 2023/2024 membutuhkan alternatif bahan ajar biologi. Peneliti

mengembangkan *e-modul* berbasis SETS karena *e-modul* ini belum pernah dikembangkan dan digunakan di SMAN 1 Prambanan Klaten. Selain itu, pemilihan pengembangan *e-modul* ini juga disesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Peserta didik di SMAN 1 Prambanan Klaten diperbolehkan mengakses internet menggunakan *smartphone* untuk menunjang proses pembelajaran.

E-modul dapat dipadukan dengan suatu pendekatan pembelajaran agar materi ataupun isi dari *e-modul* yang dikembangkan tidak terlalu monoton, lebih terarah, terstruktur, dan sistematis (Novitasari & Tiara, 2022). Menurut Safitri dan Sari (2022), *e-modul* dapat dikembangkan dengan pendekatan SETS. Pendekatan SETS merupakan pendekatan dalam proses pembelajaran yang mengaitkan materi yang dipelajari dengan aspek sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat (Binadja *et al.*, 2008). Karakteristik *e-modul* berbasis SETS berupa kegiatan belajar yang mengacu pada alur pembelajaran SETS (Muzari, 2016).

Materi yang dikembangkan pada *e-modul* ini yaitu materi pokok bioteknologi. Materi bioteknologi merupakan materi biologi yang dipelajari di kelas X fase e. Materi bioteknologi berkaitan dengan aspek SETS, yaitu sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat (Millah *et al.*, 2012). Materi bioteknologi tidak hanya mempelajari prinsip-prinsip bioteknologi saja, tetapi harus dapat memahami dampak penerapan bioteknologi bagi lingkungan dan masyarakat. Hal ini sejalan dengan capaian pembelajaran biologi fase e dalam kurikulum merdeka. Peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi

atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional, atau global terkait pemahaman bioteknologi.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *e-modul* berbasis SETS dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis (Putri *et al.*, 2023). Penggunaan *e-modul* berbasis SETS dapat mendorong peserta didik untuk aktif dalam menghubungkan materi biologi dengan aspek SETS untuk menyelesaikan permasalahan yang ada (Putri *et al.*, 2023). Selain itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh Akram *et al.* (2023) menunjukkan bahwa *e-modul* berbasis SETS efektif digunakan dalam pembelajaran biologi di kelas.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan di atas, maka diperlukan adanya inovasi bahan ajar berupa *e-modul* berbasis SETS dalam proses pembelajaran biologi di SMAN 1 Prambanan Klaten. Oleh karena itu, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis SETS (Science, Environment, Technology, and Society) pada Materi Bioteknologi Kelas X SMA/MA”**. Pengembangan *e-modul* ini diharapkan dapat membantu peserta didik untuk belajar mandiri dan meningkatkan pemahaman terhadap materi bioteknologi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Peserta didik mengalami kesulitan pada materi bioteknologi karena banyak menggunakan istilah asing.
2. Peserta didik membutuhkan banyak waktu untuk memahami materi

bioteknologi.

3. Bahan ajar biologi masih berupa bahan ajar cetak, yaitu buku paket dan LKPD.
4. Buku paket yang digunakan dalam pembelajaran materinya kurang lengkap.
5. Peserta didik memerlukan alternatif bahan ajar yang dapat menunjang pemahaman materi bioteknologi.
6. Belum tersedianya *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi bioteknologi di kelas X SMAN 1 Prambanan Klaten.

C. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Subjek penelitian
 - a. Penilaian kualitas *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) oleh satu ahli materi, satu ahli media, satu guru biologi SMAN 1 Prambanan Klaten, dan lima teman sejawat (*peer reviewer*).
 - b. Respons peserta didik terhadap *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) oleh 15 peserta didik kelas X SMAN 1 Prambanan Klaten Tahun Ajaran 2023/2024.
2. Objek penelitian
 - a. Produk bahan ajar yang dikembangkan adalah *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*).

- b. Materi biologi yang dikembangkan dalam *e-modul* ini adalah materi bioteknologi.
- c. Materi bioteknologi yang dikembangkan dalam *e-modul* ini disesuaikan dengan capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran (TP) biologi fase e kurikulum merdeka.
- d. Karakteristik *e-modul* ini adalah kegiatan belajar yang mengacu pada alur pembelajaran SETS.
- e. *E-modul* yang dikembangkan dibatasi pada aspek pengetahuan dan keterampilan. Aspek pengetahuan, meliputi C1 (mengingat), C2 (memahami), C3 (mengaplikasi), C4 (menganalisis), dan C5 (mengevaluasi). Aspek keterampilan, meliputi P1 (meniru) dan P2 (manipulasi).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengembangan *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA?
2. Bagaimanakah kualitas *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA?
3. Bagaimanakah respons peserta didik terhadap *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi

bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengembangan *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.
2. Mengetahui kualitas *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.
3. Mengetahui respons peserta didik terhadap *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi peserta didik
 - a. *E-modul* yang dikembangkan dapat digunakan sebagai bahan ajar mandiri dan dapat dipelajari sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing.
 - b. Membantu peserta didik dalam memahami materi bioteknologi.
2. Bagi guru
 - a. *E-modul* yang dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan ajar dalam pembelajaran biologi di kelas.

- b. Membantu guru dalam menyampaikan materi bioteknologi.
 - c. Memotivasi guru untuk mengembangkan bahan ajar yang inovatif.
- 3. Bagi sekolah
 - a. Menambah referensi bahan ajar biologi di sekolah.
 - b. Mendorong sekolah untuk menyediakan bahan ajar elektronik maupun mengembangkan bahan ajar elektronik.
- 4. Bagi peneliti
 - a. Pengembangan *e-modul* ini dapat menambah wawasan dan pengalaman peneliti dalam mengembangkan bahan ajar.
 - b. Mengimplementasikan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di perkuliahan.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Penelitian ini menghasilkan sebuah produk dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan berupa *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.
2. *E-modul* didesain menggunakan *software* Adobe InDesign 2024 (versi 19.2.0).
3. *E-modul* ditampilkan melalui website *Heyzine* yang dapat diakses melalui *link*.
4. *E-modul* dapat diakses secara *online* dengan menggunakan gawai (*smartphone*, laptop, atau tablet).

5. *E-modul* terdiri dari sampul, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, petunjuk penggunaan *e-modul*, pendahuluan, kegiatan belajar, penilaian akhir, kunci jawaban, glosarium, daftar pustaka, dan profil penulis.
6. *E-modul* dilengkapi dengan gambar, video pembelajaran, dan info bio yang relevan dengan materi bioteknologi.
7. *E-modul* dilengkapi fitur-fitur yang terintegrasi dengan YouTube dan Quizizz.

H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Asumsi dan keterbatasan dalam penelitian pengembangan ini sebagai berikut:

1. Asumsi pengembangan
 - a. *E-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar mandiri maupun alternatif bahan ajar biologi kelas X.
 - b. *E-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) dapat meningkatkan pemahaman peserta didik kelas X terhadap materi bioteknologi.
 - c. Peserta didik dapat memandang sesuatu secara terintegrasi dengan mengaitkan aspek sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat setelah mempelajari *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*).

2. Keterbatasan pengembangan

- a. *E-modul* yang dikembangkan hanya memuat materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.
- b. Penilaian kualitas *e-modul* dan respons peserta didik terhadap *e-modul* dilakukan dalam skala kecil.
- c. *E-modul* hanya dapat diakses secara *online* dengan menggunakan gawai (*smartphone*, laptop, atau tablet).
- d. Model pengembangan 4-D yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini dibatasi sampai dengan tahap *develop* atau uji coba terbatas.

I. Definisi Istilah

Istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengembangan adalah salah satu jenis penelitian di bidang pendidikan sebagai proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam proses pembelajaran (Borg & Gall, 1989).
2. *E-modul* (modul elektronik) adalah bahan ajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam unit pembelajaran terkecil untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu yang disajikan dalam format elektronik (Gunadharma, 2011).
3. SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) adalah pendekatan dalam proses pembelajaran yang mengaitkan materi yang dipelajari dengan aspek sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat secara timbal

balik sebagai satu bentuk keterkaitan terintegratif (Binadja *et al.*, 2008).

4. Bioteknologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dll.) maupun produk dari makhluk hidup (enzim, alkohol, dll.) dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa yang dapat digunakan oleh manusia (Adrianto *et al.*, 2021).



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian pengembangan ini menghasilkan *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi pokok bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.
2. Kualitas *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi pokok bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA termasuk kategori sangat baik dengan persentase keidealan 92% berdasarkan hasil penilaian ahli materi, ahli media, guru biologi, dan teman sejawat (*peer reviewer*).
3. Respons peserta didik terhadap *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi pokok bioteknologi termasuk kategori sangat baik dengan persentase keidealan 90%. Dengan demikian, *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi pokok bioteknologi dapat digunakan sebagai bahan ajar biologi mandiri pada materi bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.

B. Saran

Saran terhadap pengembangan produk lebih lanjut sebagai berikut:

1. Perlu adanya perbaikan kembali guna mendapatkan kualitas produk yang

lebih baik sehingga dapat dilakukan uji coba produk secara luas.

2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengimplementasikan *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi pokok bioteknologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA dalam kegiatan pembelajaran.
3. Perlu adanya pengembangan *e-modul* biologi berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada materi biologi lainnya untuk menambah inovasi dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, H., Ulinniam, Purwanti, E. W., Yusal, M. S., Widyastuti, D. A., Sutrisno, E., Tamaela, K. A., Dailami, M., Purbowati, R., Angga, L. O., Hasibuan, A. K. H., Hariri, M. R., Nendissa, D. M., Nendissa, S. J., Noviantari, A., & Chrisnawati, L. (2021). *Bioteknologi*. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung.
<https://repository.penerbitwidina.com/media/publications/345860-bioteknologi-9cc5a9b9.pdf>
- Afidah, M., Eriyanti, R. W., & Huda, A. M. (2023). Identifikasi miskonsepsi bioteknologi pada calon guru biologi dalam penerapan model stm. *Wahana Didaktika: Jurnal Ilmu Kependidikan*, 21(3), 584–591.
- Agustina, P., Saputra, A., & Clara, A. Y. (2018). Hubungan keterampilan proses sains dengan hasil belajar mahasiswa calon guru biologi pada matakuliah praktikum anatomi hewan tahun akademik 2017/2018. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 66–73.
- Ahyadin, A., Arnidah, & Pattaufi. (2024). Development of digital modules for curriculum evaluation learning at Universitas Negeri Makassar. *Pinisi Journal of Education*, 4(1), 1–9.
<https://ojs.unm.ac.id/PJE/article/view/57445/25865>
- Aisyah, R. S. S., Langitasari, I., & Sadiyah, I. (2021). Development of sets (science, environment, technology, and society) oriented chemical learning module on natural oil concept. *EduChemia*, 6(2), 109–122.
- Ajizah, I. (2021). Urgensi teknologi pendidikan: Analisis kelebihan dan kekurangan teknologi pendidikan di era revolusi industri 4.0. *ISTIGHNA: Jurnal Pendidikan dan Pemikiran Islam*, 4(1), 25–36.
<https://ejournal.uca.ac.id/index.php/istighna/article/view/192/pdf>
- Akram, S. A., Nurhidayah, & Jirana. (2023). Pengembangan e-modul dengan pendekatan sets (science, environment, technology, and society) pada materi sistem peredaran darah kelas XI sma/ma. *Saintifik: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 9(1), 88–94.
<https://doi.org/10.31605/saintifik.v9i1.399>
- Astuti, Waluya, S. B., & Asikin, M. (2019). Strategi pembelajaran dalam menghadapi tantangan era revolusi industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES*, 2(1), 469–473.
<https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/view/327>
- Baiti, N. (2023). *Pengembangan modul biologi sistem ekskresi terintegrasi Islam sains untuk siswa kelas xi di MAN 2 Sleman* [Skripsi, Universitas Islam

Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta]. Institutional Repository UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

- Binadja, A., Wardani, S., & Nugroho, S. (2008). Keberkesanan pembelajaran kimia materi ikatan kimia bervisi sets pada hasil belajar siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 2(2), 256–262. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK/article/view/1247>
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1989). *Educational research: An introduction*. New York: Longman.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2008a). *Panduan pengembangan bahan ajar*. Jakarta.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2008b). *Penulisan modul*. Jakarta.
- Deswita, P., & Firmansyah. (2020). Efektivitas pengembangan perangkat pembelajaran fisika sma berbasis science environment technology and social (sets). *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA dan Pendidikan IPA*, 6(1), 81–90. <https://ejournal.uinib.ac.id/jurnal/index.php/naturalscience/article/view/1558/1157>
- Dewi, E. R. S., Widyastuti, D. A., & Nurwahyunani, A. (2021). *Buku ajar bioteknologi*. Semarang: Universitas PGRI Semarang Press. https://eprints.upgris.ac.id/734/1/Buku%20Ajar%20Bioteknologi_ISBN%20Revisi%2018x25.pdf
- Dito, S. B., & Pujiastuti, H. (2021). Dampak revolusi industri 4.0 pada sektor pendidikan: Kajian literatur mengenai digital learning pada pendidikan dasar dan menengah. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 4(2), 59–65. <https://doi.org/10.24246/juses.v4i2p59-65>
- Edris, E. M. R. (2018). *Pengembangan e-modul (electronic module) pada mata pelajaran pengolahan citra digital materi vektor untuk siswa kelas xi multimedia SMK Negeri 1 Klaten* [Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta]. Lumbung Pustaka UNY.
- Eliyanti, Hasanuddin, & Mudatsir. (2018). Penerapan handout berbasis pendekatan sets (science, environment, technology, and society) pada materi bioteknologi terhadap hasil belajar siswa MAS Darul Ihsan Aceh Besar. *Jurnal Biotik*, 6(2), 105–109. <http://dx.doi.org/10.22373/biotik.v6i2.5615>
- Emzir. (2010). *Metodologi penelitian kualitatif analisis data*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Fatimah, S., Lailia, S. A., Seftiana, A. F., Ayu, S., & Rista, V. N. (2023).

Mengintegrasikan teknologi digital dalam pembelajaran di mi/sd pada era revolusi industri 5.0. *SIGNIFICANT: Journal of Research and Multidisciplinary*, 2(1), 10–19.
<https://doi.org/10.62668/significant.v2i01.644>

Firmadani, F., & Syahroni, M. (2020). Pengembangan modul mata kuliah manajemen pendidikan berbasis hots. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 3(2), 279–288.

Gumaria, N. (2015). *Pembelajaran model sains teknologi masyarakat (stm) dengan memanfaatkan lokasi tambang timah (camoi) sebagai sumber belajar biologi untuk meningkatkan sikap dan penguasaan konsep siswa tentang pencemaran lingkungan* [Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia]. UPI Repository. <http://repository.upi.edu/id/eprint/16074>

Gunadharma, A. (2011). *Pengembangan modul elektronik sebagai sumber belajar untuk mata kuliah multimedia design* [Skripsi yang tidak dipublikasikan]. Universitas Negeri Jakarta.

Hajrah, Hafsan, Zulkarnain, & Makmur, K. (2022). Pemanfaatan bioteknologi dalam bidang peternakan untuk peningkatan kualitas hewan ternak di Sulawesi Selatan. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 16(2), 261–266.

Hasan, M. I. (2002). *Pokok-pokok materi metodologi penelitian dan aplikasinya*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Hidayah, N. (2023). *Bioteknologi modern: Pengertian, ciri, manfaat & contoh produk*. Retrieved March 12, 2024, from <https://www.ruangguru.com/blog/apa-itu-bioteknologi-modern>

Husni, H. (2022). *Pengembangan e-modul biologi berbasis kvisoft flipbook maker pada materi virus untuk peserta didik kelas x SMA/MA* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta]. Institutional Repository UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Jannah, A., Mayub, A., & Hamdani, D. (2021). Identifikasi pembekalan keterampilan abad 21 pada aspek literasi teknologi informasi dan komunikasi siswa sma negeri Bengkulu dalam mata pelajaran fisika. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(2), 93–102.
<https://doi.org/10.33369/jkf.4.2.93-102>

Jannah, S. W. (2022). Potensi kacang hijau menjadi bahan baku dalam pembuatan tempe sebagai sumber belajar pada materi bioteknologi konvensional. *Jurnal Ilmiah Hospitality*, 11(2), 1299–1304.

Kemendikbud. (2017). *Panduan praktis penyusunan e-modul*.

- Kemendikbudristek. (2022). Capaian pembelajaran mata pelajaran biologi fase e–fase f untuk sma/ma/program paket c. <https://kurikulum.kemdikbud.go.id/file/cp/dasmen/17.%20CP%20Biologi.pdf>
- Khairunnas, B., & Riwinoto. (2022). Measurement of user experience in augmented reality-based occupational health and safety fire simulation application. *Journal of Applied Multimedia and Networking*, 6(2), 1–8. <https://doi.org/10.30871/jamn.v6i2.4646>
- Khasanah, N. (2015). Sets (science, environmental, technology and society) sebagai pendekatan pembelajaran ipa modern pada kurikulum 2013. *Prosiding KPSDA*, 1(1), 270–277. <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/kpsda/article/view/5386>
- Khazalina, T. (2020). *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan produk halal berbasis bioteknologi konvensional dan rekayasa genetika. *Journal of Halal Product and Research (JHPR)*, 3(2), 88–94. <https://doi.org/10.20473/jhpr.vol.3-issue.2.88-94>
- Laili, I., Ganefri, & Usmeldi. (2019). Efektivitas pengembangan e-modul project based learning pada mata pelajaran instalasi motor listrik. *Jurnal Imiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JIPP/article/view/21840>
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan dan pemanfaatan bahan ajar e-modul dalam proses pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146.
- Lekman, F. (2020). Pengembangan modul biologi bervisi sets pada materi pencemaran lingkungan kelas X ipa 2 di SMA Negeri 1 Sampara Kabupaten Konawe tahun pelajaran 2018/2019. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 1(4), 519–534. <https://doi.org/10.59141/japendi.v1i04.51>
- Lorensi, Y. (2022). *Pengaruh pendekatan sains, enviromental, tekhnologi and society (sets) terhadap minat belajar peserta didik dan pemahaman konsep mata pelajaran biologi di sekolah SMA Negeri 11 Bandar Lampung* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung]. Raden Intan Repository. <http://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/20446>
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Nasrullah, & Amalia, D. A. (2020). Analisis bahan ajar. *NUSANTARA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311–326. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara/article/view/828>
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya keterampilan belajar di abad 21 sebagai tuntutan dalam pengembangan sumber daya manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1),

29–40. <https://doi.org/10.31849/lectura.v12i1.5813>

- Marthiani, I. (2024). Uji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian pemahaman konsep biologi. *Jurnal Yudistira: Publikasi Riset Ilmu Pendidikan dan Bahasa*, 2(2), 351–356. <https://journal.aripi.or.id/index.php/Yudistira/article/view/727>
- Maydiantoro, A. (2021). Research model development: Brief literature review. *JPPPI: Jurnal Pengembangan Profesi Pendidik Indonesia*, 1(2), 29–35.
- Millah, E. S., Budipramana, L. S., & Isnawati. (2012). Pengembangan buku ajar materi bioteknologi di kelas xii SMA IPIEMS Surabaya berorientasi sains, teknologi, lingkungan, dan masyarakat (sets). *Bioedu*, 1(1), 19–24. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/344>
- Mulyatiningsih, E. (2011). *Metode penelitian terapan bidang pendidikan*. Yogyakarta: Alfabeta.
- Muslich, M. (2016). *Text book writing: Dasar-dasar pemahaman, penulisan, dan pemakaian buku teks*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Mustaqim, G., Hidayat, S., & Lukmanulhakim. (2024). Pengembangan lembar kerja peserta didik digital (e-lkpd) berbasis aplikasi liveworksheets pada materi nirmana. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(4), 3914–3925. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i4.7422>
- Muzari, I. (2015). *Pengembangan modul ipa terpadu berbasis sets pada tema makanan sehat dan tubuhku untuk meningkatkan hasil belajar* [Tesis, Universitas Sebelas Maret]. Institutional Repository UNS. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/43290>
- Nadila. (2024). Pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Sosial Indonesia*, 2(1), 37–46.
- Novitasari, A., & Tiara, A. D. (2022). Pengembangan e-modul sets berbasis flipbook maker alternatif pembelajaran masa pandemi covid-19. *Jurnal Bioshell: Jurnal Pendidikan Biologi, Biologi, dan Pendidikan IPA*, 11(1), 11–18. <https://doi.org/10.56013/bio.v11i1.133>
- Nurfitasari, C., Fitra Suzanti, F., & Azhar. (2024). Validation of electronic module based on bounded inquiry laboratory on excretion system. *Journal on Education*, 6(4), 19664–19672.
- Nurhidayati, S., & Khaeruman. (2017). Pengembangan bahan ajar bioteknologi berbasis potensi lokal. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 2(2), 87–91. <http://dx.doi.org/10.58258/jupe.v2i2.213>
- Nuryanto, & Binadja, A. (2010). Efektivitas pembelajaran kimia dengan

pendekatan salingtemas ditinjau dari minat dan hasil belajar siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 4(1), 552–556.

Pertiwi, S. J., Arsih, F., Fadilah, M., & Fajrina, S. (2024). Validitas dan keterbacaan lkpd eksperimen pembuatan nata de pinnata berbasis proyek pemanfaatan air nira sebagai potensi lokal Payakumbuh untuk fase e sma. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 9275–9285. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/13800>

Pitung, A., & Setiawan, D. C. (2020). Pengembangan modul berbasis pendekatan science, environment, technology and society (sets) pada materi sistem pernapasan dan sistem pencernaan.

Poedjiadi, A. (2010). *Sains teknologi masyarakat: Model pembelajaran kontekstual bermuatan nilai*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Prastowo, A. (2013). *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.

Pratiwi, N. M., & Nurusman, A. A. (2021). Respons siswa terhadap penggunaan e-modul biologi pada materi jaringan hewan di kelas xi mipa 5 SMA Negeri 4 Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Pelaksanaan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan*, 2(1), 453–459. <https://seminar.uad.ac.id/index.php/semhasmengajar/article/view/7039>

Prianto, Y., & Yudhasasmita, S. (2017). Tanaman genetically modified organism (gmo) dan perspektif hukumnya di Indonesia. *Al-Kauniah: Journal of Biology*, 10(2), 133–142. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v10i2.5264>

Purnama, S. (2010). Elemen warna dalam pengembangan multimedia pembelajaran agama Islam. *Al-Bidayah*, 2(1), 113–129.

Purnama, S. (2013). Metode penelitian dan pengembangan: Pengenalan untuk mengembangkan produk pembelajaran bahasa Arab. *Literasi*, 4(1), 19–32.

Purwianingsih, W., Rustaman, N. Y., & Redjeki, S. (2009, July 15–16). *Identifikasi kesulitan pembelajaran bioteknologi pada guru SLTA se Jawa Barat*. Seminar Nasional Inovasi Biologi dan Pendidikan Biologi dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia, Bandung, Jawa Barat.

Purwianingsih, W., Rustaman, N. Y., & Redjeki, S. (2010). Kemampuan mengkonstruksi peta konsep dan pengaruhnya terhadap penguasaan konsep bioteknologi. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, (1), 51–55. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpms/article/view/12195/8687>

Putri, H. S., Wahyuni, S., & Rusdianto. (2023). Pengembangan e-modul berbasis sets (science, environment, technology, and society) berbantuan flip pdf professional untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa smp

- pada pembelajaran ipa. *Pendekar: Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 6(2), 93–100.
<https://journal.ummat.ac.id/index.php/pendekar/article/view/13080>
- Putridisheva, A. A., Glen, S. N. N., Azzahra, S. S. (2022). Pengaruh teknologi rekayasa genetika terhadap keberlangsungan hidup manusia ditinjau dari pandangan agama Islam. *Moderasi: Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, 1(1), 1–17.
<https://journal.forikami.com/index.php/moderasi/article/view/453>
- Rahmawati N. H. (2022). *Pengembangan buku ajar tematik berbasis contextual teaching and learning kelas ii Madrasah Ibtidaiyyah Raudlatul Ulum Glagawero Kecamatan Panti* [Tesis, UIN KHAS Jember]. Perpustakaan Pascasarjana UIN KHAS Jember.
- Riwu, R., Budiyasa, I. W., & Rai, I. G. A. (2018). Penerapan pendekatan sets (science, environment, technology, and society) untuk meningkatkan hasil belajar biologi siswa. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 7(2) 162–170. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2548090>
- Rochmad. (2012). Desain model pengembangan perangkat pembelajaran matematika. *Kreano*, 3(1), 59–72.
<https://journal.unnes.ac.id/nju/kreano/article/view/2613/2672>
- Rompegading, A. B. (2023). *Dasar-dasar bioteknologi (teori dan praktik)*. Solok: Insan Cendekia Mandiri.
- Rusilowati, A., Supriyadi, Binadja, A., & Mulyani, S. E. S. (2012). Mitigasi bencana alam berbasis pembelajaran bervisi science environment technology and society. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8(1), 51–60.
<https://journal.unnes.ac.id/nju/JPMFI/article/view/1994/0>
- Sadiman, A. S., Rahardjo, R., Haryono, A., & Harjito. (2014). *Media pendidikan: Pengertian, pengembangan, dan pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Press.
- Safitri, R., & Sari, M. (2022). Pengembangan e-modul kimia berbasis sets (science, environment, technology, and society) untuk siswa SMAN 1 Kecamatan Payakumbuh. *Journal of Chemistry Education and Integration*, 1(1), 9–15. <http://dx.doi.org/10.24014/jcei.v1i1.16245>
- Safrudin, A. (2017). Pemanfaatan internet dalam pembelajaran oleh guru biologi kelas X sma negeri di Kabupaten Bantul tahun 2016. *Jurnal Edukasi Biologi*, 6(1), 29–36.
- Said, S. (2023). Peran teknologi sebagai media pembelajaran di era abad 21. *Jurnal Penkomi: Kajian Pendidikan & Ekonomi*, 6(2), 194–202.
<https://jurnal.stkipbima.ac.id/index.php/PK/article/view/1300>

- Sakti, A. (2023). Meningkatkan pembelajaran melalui teknologi digital. *JUPRIT: Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 212–219. <https://doi.org/10.55606/juprit.v2i2.2025>
- Sari, D. Y. K., Wahyuni, S. & Supriadi, B. (2016). Pengembangan modul pembelajaran ipa berbasis salingtemas (sains, lingkungan, teknologi, masyarakat) di smp. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(3), 218–225. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/4063>
- Sari, H. D., Riandi, & Surtikanti, H. K. (2024). Bahan ajar digital bermuatan potensi lokal untuk meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar pada materi bioteknologi konvensional: Literature review. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 263–276. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i1.6503>
- Sari, N. H. (2022). Pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran matematika pasca pandemi covid-19. *Prosiding Konferensi Ilmiah Pendidikan*, 3, 459–465. <https://proceeding.unikal.ac.id/index.php/kip/article/view/1130/862>
- Sholihah, A. R. L., Budiningsih, T. Y., & Savitri, E. N. (2023). Peningkatan hasil belajar dan keterampilan proses sains materi cahaya dan alat optik melalui problem based learning bagi peserta didik kelas VIII. *Proceeding Seminar Nasional IPA*, 44–56.
- Steiner, U. (2020). Biotechnology. *Fachenglisch für BioTAs und BTAs*, 1–80. https://doi.org/10.1007/978-3-662-60666-7_1
- Subudi, I. K. (2021). Peningkatan aktivitas dan hasil belajar biologi sebagai dampak penerapan model pembelajaran kooperatif tipe group investigation. *Journal of Education Action Research*, 5(1), 17–25.
- Suci, N. K. A. A., Pudjawan, K., & Parmiti, D. P. (2020). Pengaruh model pembelajaran core berbasis sets terhadap hasil belajar ipa siswa kelas V sd. *Mimbar Pendidikan Indonesia*, 1(3), 297–308. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JIPI2/article/view/30956>
- Sudarisman, S. (2015). Memahami hakikat dan karakteristik pembelajaran biologi dalam upaya menjawab tantangan abad 21 serta optimalisasi implementasi kurikulum 2013. *Florea: Jurnal Biologi & Pembelajarannya*, 2(1), 29–35. <http://doi.org/10.25273/florea.v2i1.403>
- Sugiyono. (2015). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan r&d*. Bandung: Alfabeta.
- Suhati, & Astuti, I. (2023). Pengembangan e modul membaca permulaan untuk anak usia 5 – 6 tahun. *Jurnal Education and Development*, 11(1), 354–365.
- Suriyanto, & Alinata, S. R. (2015). Penerapan pendekatan salingtemas untuk

- meningkatkan prestasi belajar kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 9(1), 1421–1430.
- Sutarno. (2016). Rekayasa genetik dan perkembangan bioteknologi di bidang peternakan. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 23–27.
- Tajuddin, T. (2021). *Modul 01: Pengantar bioteknologi*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka. <https://pustaka.ut.ac.id/lib/wp-content/uploads/pdfmk/PEBI442602-M1.pdf>
- Tessarani, Y. (2016). Pengaruh pendekatan science environment technology and society (sets) terhadap kemampuan memecahkan masalah dan keterampilan proses ipa siswa smp [Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta]. Lumbung Pustaka UNY. <http://eprints.uny.ac.id/id/eprint/32627>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook* (ED090725). ERIC. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED090725.pdf>
- Tompe, Y. T., Daud, F., & Syamsiah. (2022). Pengembangan modul bioteknologi berbasis potensi lokal sebagai sumber belajar siswa kelas XII SMA Negeri 13 Luwu Utara. *UNM Journal of Biological Education*, 6(1), 92–104. <https://doi.org/10.35580/ujbe.v6i1.23669>
- Ulfa, S. W., Azki, S., Fadhilah, L., Fauzianti, W., Marhamah, A., & Fadila, A. (2024). Analisis miskonsepsi buku biologi kelas x pada materi keanekaragaman hayati. *Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 3(3), 415–419. <https://doi.org/10.47233/jpst.v3i3.1805>
- Ventura, B. (2017). Strategi implementasi nilai kejujuran, kedisiplinan dan tanggung jawab guru pendidikan kewarganegaraan di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 6(12), 1–7. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/23262/18379>
- Wahyudi, E., Wicaksono, G., Dimyati, M., & Riawati, N. (2019). Model pemasaran dan potensi inovasi usaha kecil produk bioteknologi di Provinsi Jawa Timur. *Forum Ekonomi*, 21(1), 23–35. <https://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/FORUMEKONOMI/article/view/5219/426>
- Wardani, A. K., Wijayanti, S. D., & Widyastuti, E. (2017). *Pengantar bioteknologi*. Malang: UB Press.
- Wardani, A. K., Wijayanti, S. D., & Widyastuti, E. (2017). *Pengantar bioteknologi*. Malang: UB Press.
- Wasilah, U., Rohimah, S., & Su'udi, M. (2019). Perkembangan bioteknologi di

Indonesia. *Rekayasa*, 12(2), 85–90.
<https://doi.org/10.21107/rekayasa.v12i2.5469>

Widiasanti, I., Ramadhan, N. A., Alfarizi, M., Fairus, A. N., Oktafiani, A. W., & Thahur, D. (2023). Pemanfaatan sarana multimedia dan media internet sebagai alat pembelajaran yang efektif. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(3), 1365–1375. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v5i3.4939>

Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik penyusunan instrumen penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Widyawati. (2024). *Pengembangan e-lkpd berbantuan game wordwall pada materi pokok virus sebagai bahan ajar interaktif untuk peserta didik kelas x SMA/MA* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta]. Institutional Repository UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Winatha, K. R., Suharsono, N., & Agustini, K. (2018). Pengembangan e-modul interaktif berbasis proyek mata pelajaran simulasi digital. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 15(2), 188–199.

Yanuhar, U., & Caesar, N. R. (2023). *Bioteknologi lingkungan perairan*. Malang: UB Press.

Yendrita, Nengsi, S., & Irma, L. R. (2023). Pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis sets (science, environment, teknologi and society) untuk meningkatkan hasil belajar. *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah*, 17(1), 53–60.
<https://jurnal.umsb.ac.id/index.php/menarailmu/article/view/4747/pdf>

Yendrita. (2020). Penggunaan modul berbasis sets dalam pembelajaran biologi. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 3(1), 33–39.
<https://doi.org/10.31539/bioedusains.v3i1.1153>

Yulistiana. (2014). Hubungan motivasi berprestasi dan persepsi pada metode pembelajaran problem solving terhadap hasil belajar biologi siswa. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 4(2), 157–162.
<http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v4i2.150>

Zulpadly, Harahap, F., & Edi, S. (2016). Analisis kesulitan belajar siswa materi bioteknologi sma negeri se-Kabupaten Rokan Hilir. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(1), 242–248. <https://doi.org/10.24114/jpb.v6i1.4327>