

**PENGEMBANGAN MODUL BIOLOGI BERMUATAN *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES* (SSI) DAN NILAI KEISLAMAN PADA MATERI BAKTERI UNTUK PESERTA DIDIK KELAS X SMA/MA**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-1



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

Disusun oleh :  
Putri Linatus Sofya  
21104070006

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

**2026**

# LEMBAR 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-320/Un.02/DT/PP.00.9/01/2026

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN MODUL BIOLOGI BERMUATAN *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES* (SSI) DAN NILAI KEISLAMAN PADA MATERI BAKTERI UNTUK PESERTA DIDIK KELAS X SMA/MA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : PUTRI LINATUS SOFYA  
Nomor Induk Mahasiswa : 21104070006  
Telah diujikan pada : Senin, 26 Januari 2026  
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: 697ad538dea00



Penguji I  
Mike Dewi Kurniasih, M.Pd.  
SIGNED

Valid ID: 69785abe16fa8



Penguji II  
Annisa Firanti, S.Pd.Si., M.Pd.  
SIGNED

Valid ID: 69786e82ebffe



Yogyakarta, 26 Januari 2026  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan  
Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.  
SIGNED

Valid ID: 697ad88a6f6f2

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

 Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-03/R0

### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Skripsi saudari Putri Linatus Sofya  
Lamp : -

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

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

Nama : Putri Linatus Sofya  
NIM : 21104070006  
Judul Skripsi : Pengembangan Modul Biologi Bermuatan *Socio-Scientific Issues (SSI)* dan Nilai Keislaman Pada Materi Bakteri Untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA

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

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

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 18 Januari 2026

Yang menyatakan,



Dian Noviar, S.Pd., M.Pd.Si.  
NIP.: 19841117 200912 2 002

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Linatus Sofya  
NIM : 21104070006  
Program Studi : Pendidikan Biologi  
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul: *Pengembangan Modul Biologi Bermuatan Socio-Scientific Issues (SSI) dan Nilai Keislaman Pada Materi Bakteri Untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA* adalah hasil karya pribadi dan sepanjang pengetahuan penyusun tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian – bagian tertentu yang penyusun ambil sebagai acuan.

Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab penyusun.

Yogyakarta, 18 Januari 2026

Yang menyatakan,

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

MATERAI  
EJEN  
1700000045256745

Putri Linatus Sofya  
21104070006

## MOTTO

Allah tidak pernah berfirman semuanya mudah, tetapi dua kali Allah menegaskan bahwa *“Disetiap kesulitan pasti ada kemudahan”*

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا. إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

(Q.S Al-Insyirah: 5-6)

*“Semua jatuh bangunmu hal yang biasa, angan dan pertanyaan waktu yang menjawabnya, berikan tenggat waktu bersedihlah secukupnya, rayakan perasaanmu sebagai manusia.”*

**Baskara Putra – Hindia**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Teriring do'a serta rasa Syukur kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta

Abi Ahmad Saifuddin dan Umi Munawaroh

Sanak saudara dan keluarga besar penulis

Sahabat serta teman dekat penulis

Rekan-rekan Mahasiswa Pendidikan Biologi 2021

Seluruh pihak yang telah membantu penulis

Serta

Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Pengembangan Modul Biologi Bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan Nilai Keislaman Pada Materi Bakteri Untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA”. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad Saw, semoga kita senantiasa mendapat syafa’at 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. Dr. Sigit Purnama, M.Pd. selaku Dekan FITK UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
2. Bapak Dr. Muhammad Ja’far Luthfi, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
3. Ibu Dian Noviar, S.Pd., M.Pd. Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan masukan dan saran dengan sabar kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir
4. Ibu Runtut Prih Utami, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Ibu Erna Wulandari, S.Si., M.Sc. dan Ibu Mike Dewi Kurniasih, M.Pd. yang telah menjadi validator penilaian kualitas produk penelitian ini;

6. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan Biologi UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis selama perkuliahan;
7. Ibu Melati Astria Jayanti, M.Pd. selaku Guru Biologi SMA Kolombo, Sleman yang telah memberikan penilaian terhadap produk penelitian ini;
8. Abi Ahmad Saifuddin dan Umi Munawaroh, selaku orang tua penulis, serta adik saya Zakiya yang telah memberikan do'a, semangat, dan dukungan tanpa henti sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir;
9. Teman-teman terdekat dan seperjuangan yang telah memberikan semangat, dukungan, serta menjadi teman berdiskusi ketika penulis sedang bingung: Salma, Nuruddin, Nur Aini Lathifah, Destina
10. Semua pihak yang membantu terselesaikannya tugas akhir.
11. Terakhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada diri saya sendiri. Perjalanan ini bukan hanya proses akademik semata, melainkan juga perjalanan spiritual yang sarat tantangan, tekanan, hingga kekecewaan. Terima kasih telah bertahan sejauh ini tanpa menyerah.

Semoga segala bantuan dan kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Akhir kata, mohon maaf atas segala kesalahan dan semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan pihak yang membutuhkan. Aamiin

Yogyakarta, 04 Januari 2026

Penulis

**PENGEMBANGAN MODUL BIOLOGI BERMUATAN *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES* (SSI) DAN NILAI KEISLAMAN PADA MATERI BAKTERI UNTUK PESERTA DIDIK KELAS X SMA/MA**

Putri Linatus Sofya

21104070006

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kesulitan peserta didik kelas X SMA Kolombo dalam memahami struktur dan reproduksi bakteri, dikarenakan bahan ajar modul yang minim integrasi *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman. Pengembangan modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman diharapkan menjadi solusi strategis untuk pembelajaran kontekstual, aplikatif, dan holistik sesuai tuntutan Pendidikan abad 21. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengetahui pengembangan bahan ajar modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA, (2) Mengetahui kualitas bahan ajar modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA, dan (3) Mengetahui respon peserta didik terhadap bahan ajar modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA. Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*), namun pada penelitian ini hanya sampai pada tahap *Develop* (pengembangan). Teknik pengumpulan data menggunakan instrumen berupa lembar angket yang meliputi lembar angket penilaian. Kualitas modul dinilai oleh 1 ahli materi, 1 ahli media, 5 *peer reviewer*, dan 1 guru biologi. Uji coba terbatas dilakukan oleh 10 peserta didik kelas X SMA Kolombo, Sleman. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa: (1) produk modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA, (2) Kualitas modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA termasuk dalam kategori “Sangat Baik” dengan total persentase keidealan sebesar 89%, dengan rincian 83% dari ahli media, 80% dari ahli materi, 94% dari *peer reviewer*, dan 98% dari guru biologi. Kemudian respon peserta didik terhadap modul biologi termasuk dalam kategori sangat baik dengan persentase keidealan sebesar 94,3%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri layak digunakan sebagai bahan ajar untuk peserta didik kelas X di SMA Kolombo, Sleman

**Kata Kunci:** Modul, *Socio-Scientific Issues* (SSI), Nilai Keislaman, Bakteri

# DEVELOPMENT OF A BIOLOGY MODULE CONTAINING *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES* (SSI) AND ISLAMIC VALUES ON BACTERIA MATERIAL FOR GRADE X SMA/MA STUDENTS

Putri Linatus Sofya

21104070006

## ABSTRAC

This research is motivated by the difficulties of grade X students of Colombo High School in understanding the structure and reproduction of bacteria, due to the minimal integration of *Socio-Scientific Issues* (SSI) and Islamic values in the module teaching materials. The development of biology modules containing *Socio-Scientific Issues* (SSI) and Islamic values is expected to be a strategic solution for contextual, applicable, and holistic learning according to the demands of 21st century education. This research aims to: (1) Determine the development of biology module teaching materials containing *Socio-Scientific Issues* (SSI) and Islamic values in the material of bacteria for grade X students of SMA/MA, (2) Determine the quality of biology module teaching materials containing *Socio-Scientific Issues* (SSI) and Islamic values in the material of bacteria for grade X students of SMA/MA, and (3) Determine the students' responses to biology module teaching materials containing *Socio-Scientific Issues* (SSI) and Islamic values in the material of bacteria for grade X students of SMA/MA. This research is a type of development research (R&D) using the 4D development model (Define, Design, Develop, and Disseminate), but this study only reached the development stage. The data collection technique used an instrument in the form of a questionnaire sheet that included an assessment questionnaire sheet. The quality of the module was assessed by 1 material expert, 1 media expert, 5 peer reviewers, and 1 biology teacher. A limited trial was conducted by 10 grade X students of SMA Kolombo, Sleman. The data obtained were then analyzed descriptively qualitatively and quantitatively. The results of this study indicate that: (1) the biology module product containing *Socio-Scientific Issues* (SSI) and Islamic values in the material of bacteria for class X SMA/MA students, (2) The quality of the biology module containing *Socio-Scientific Issues* (SSI) and Islamic values in the material of bacteria for class X SMA/MA students is included in the "Very Good" category with a total ideal percentage of 89%, with details of 83% from media experts, 80% from material experts, 94% from peer reviewers, and 98% from biology teachers. Then the student response to the biology module is included in the very good category with an ideal percentage of 94.3%. Thus, it can be concluded that the biology module containing *Socio-Scientific Issues* (SSI) and Islamic values in the material of bacteria is suitable for use as teaching materials for class X students at SMA Kolombo, Sleman

**Keywords:** Module, *Socio-Scientific Issues* (SSI), Islamic Values, Bacteria

## DAFTAR ISI

|   |     |
|---|-----|
| HALAMAN COVER .....                           | i   |
| LEMBAR 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.....                                    | 1   |
| PENDAHULUAN .....                             | 1   |
| A. Latar Belakang .....                       | 1   |
| B. Identifikasi Masalah .....                 | 7   |
| C. Batasan Masalah.....                       | 8   |
| D. Rumusan Masalah .....                      | 10  |
| E. Tujuan Penelitian .....                    | 10  |
| F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan ..... | 11  |
| G. Manfaat Penelitian .....                   | 12  |
| H. Asumsi Pengembangan.....                   | 13  |
| I. Definisi Istilah.....                      | 14  |
| BAB II.....                                   | 16  |
| TINJAUAN PUSTAKA .....                        | 16  |
| A. Kajian Teori .....                         | 16  |
| 1. Hakikat Pembelajaran Biologi .....         | 16  |
| 2. Bahan Ajar .....                           | 18  |
| 3. Modul .....                                | 21  |
| 4. Socio-Scientific Issues (SSI).....         | 30  |

|  |     |
|--|-----|
| 5. Nilai Keislaman.....  | 39  |
| 6. Materi Bakteri .....  | 44  |
| B. Penelitian Relevan.....   | 93  |
| C. Kerangka Berpikir.....  | 96  |
| BAB III .....  | 98  |
| METODE PENELITIAN.....   | 98  |
| A. Model Pengembangan.....   | 98  |
| B. Prosedur Pengembangan .....   | 98  |
| 1. Tahap Pendefinisian ( <i>Define</i> ).....  | 99  |
| 2. Tahap Perancangan ( <i>Design</i> ) .....   | 101 |
| 3. Tahap Pengembangan ( <i>Develop</i> ) .....   | 101 |
| 4. Tahap Penyebaran ( <i>Disseminate</i> ).....  | 102 |
| C. Lokasi dan Waktu Penelitian .....   | 103 |
| D. Penilaian Produk .....  | 103 |
| E. Teknik pengumpulan data.....  | 104 |
| F. Instrumen Pengumpulan Data .....  | 105 |
| G. Teknik analisis data.....   | 107 |
| BAB IV .....   | 111 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN.....  | 111 |
| A. Hasil Penelitian.....   | 111 |
| 1. Hasil Pengembangan Modul Biologi bermuatan <i>Socio-Scientific Issues</i> (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA..... | 111 |
| 2. Hasil Penilaian Kualitas Modul Biologi Materi Bakteri untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA .....  | 126 |
| 3. Hasil Respon Peserta Didik Terhadap Modul Biologi Bermuatan <i>Socio-Scientific Issues</i> (SSI) dan Nilai Keislaman .....                                      | 131 |
| B. Pembahasan.....   | 132 |
| 1. Pengembangan Modul Biologi Bermuatan <i>Socio-Scientific Issues</i> (SSI) dan Nilai Keislaman.....  | 132 |
| 2. Penilaian Kualitas Modul Biologi Bermuatan <i>Socio-Scientific Issues</i> (SSI) dan Nilai Keislaman oleh <i>Reviewer</i> .....                                  | 139 |

|  |     |
|--|-----|
| 3. Respon Peserta Didik Terhadap Modul Biologi Bermuatan <i>Socio-Scientific Issues</i> dan Nilai Keislaman..... | 143 |
| BAB V.....   | 146 |
| PENUTUP.....   | 146 |
| A. Kesimpulan .....  | 146 |
| B. Saran.....  | 147 |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 148 |



## DAFTAR TABEL

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 1 Kisi-kisi penilaian .....  | 106 |
| Tabel 2. Skala penilaian oleh ahli materi, ahli media, peer reviewer, dan guru biologi .....                   | 108 |
| Tabel 3 Skala penilaian respon peserta didik.....  | 108 |
| Tabel 4 Kategori penilaian ideal .....   | 109 |
| Tabel 5 Kategori Penilaian Kualitas Produk.....  | 110 |
| Tabel 6 Masukan dan saran dosen pembimbing .....   | 122 |
| Tabel 7 Masukan dari reviewer serta tindak lanjutnya .....   | 123 |
| Tabel 8 Masukan dari guru biologi dan peserta didik serta tindak lanjutnya .....                               | 125 |
| Tabel 9 Hasil penilaian modul biologi bermuatan SSI dan nilai keislaman oleh reviewer secara keseluruhan ..... | 126 |
| Tabel 10 Data hasil penilaian oleh ahli media .....  | 127 |
| Tabel 11 Hasil penilaian oleh ahli materi .....  | 128 |
| Tabel 12 Hasil penilaian oleh peer reviewer.....   | 129 |
| Tabel 13 Data hasil penilaian oleh guru biologi .....  | 130 |
| Tabel 14 Hasil respon peserta didik terhadap modul.....  | 131 |



## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 1 Bentuk-bentuk bakteri Coccus .....                       | 50 |
| Gambar 2 . Bentuk bakteri basil.....                              | 51 |
| Gambar 3 Bentuk bakteri spiral .....                              | 52 |
| Gambar 4 Struktur dinding sel Gram-Positif dan Gram-Nrgatif ..... | 53 |
| Gambar 5 Struktur membrane plasma bakteri .....                   | 54 |
| Gambar 6 Flagella pada bakteri .....                              | 58 |
| Gambar 7 Tipe flagel bakteri .....                                | 59 |
| Gambar 8 Struktur sel bakteri .....                               | 61 |
| Gambar 9 Ilustrasi pewarnaan gram .....                           | 64 |
| Gambar 10 Skema reproduksi aseksual melalui pembelahan biner..... | 68 |
| Gambar 11 Skema produksi seksual melalui konjugasi.....           | 69 |
| Gambar 12 Skema reproduksi seksual melalui transduksi.....        | 69 |
| Gambar 13 Skema reproduksi seksual melalui transformasi .....     | 70 |
| Gambar 14 Penyakit hawar daun pada daun padi .....                | 90 |
| Gambar 15 Alur Prosedur Pengembangan.....                         | 99 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |     |
|---|-----|
| Lampiran 1 Lembar Wawancara Guru.....                                     | 165 |
| Lampiran 2 Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik .....                  | 166 |
| Lampiran 3 Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Ahli Materi.....                 | 167 |
| Lampiran 4 Instrumen Penilaian Untuk Ahli Materi .....                    | 168 |
| Lampiran 5 Rubrik Penilaian untuk Ahli Materi .....                       | 171 |
| Lampiran 6 Kisi-Kisi Instrumen Ahli Media .....                           | 175 |
| Lampiran 7 Instrumen Penilaian Ahli Media.....                            | 176 |
| Lampiran 8 Rubrik Penilaian Ahli Media.....                               | 179 |
| Lampiran 9 Kisi-Kisi Instrumen Peer Reviewer/Guru Biologi.....            | 183 |
| Lampiran 10 Instrumen Penilaian Oleh Peer Reviewer dan Guru Biologi ..... | 184 |
| Lampiran 11 Rubrik Penilaian Peer Reviewer/Guru Biologi .....             | 187 |
| Lampiran 12 Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Peserta Didik .....             | 193 |
| Lampiran 13 Instrumen Penilaian Peserta Didik .....                       | 194 |
| Lampiran 14 Rubrik Instrumen Penilaian Peserta Didik .....                | 197 |
| Lampiran 15 Perhitungan Kualitas Modul Biologi Oleh Ahli Media.....       | 204 |
| Lampiran 16 Perhitungan Kualitas Modul Biologi Oleh Ahli Materi .....     | 205 |
| Lampiran 17 Perhitungan Kualitas Modul Biologi Oleh Peer Reviewer.....    | 206 |
| Lampiran 18 Perhitungan Kualitas Modul Biologi Oleh Guru Biologi .....    | 207 |
| Lampiran 19 Perhitungan Respon Modul Biologi Oleh Peserta Didik.....      | 208 |
| Lampiran 20 Surat Izin Penelitian .....                                   | 209 |
| Lampiran 21 CV .....  | 210 |

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pembelajaran di era abad 21 telah mengalami transformasi yang signifikan seiring dengan kemajuan teknologi dan perkembangan pemahaman ilmiah (Hamzah *et al.*, 2024). Dalam hal ini, fokus pembelajaran biologi tidak hanya menekankan pada pemahaman konsep-konsep ilmiah, tetapi juga pada pengembangan keterampilan yang sesuai dengan tantangan global, termasuk isu-isu kompleks yang berkaitan dengan kesehatan, lingkungan dan bioteknologi (Khan *et al.*, 2021). Dalam hal ini, kompetensi yang harus dimiliki peserta didik meliputi kemampuan untuk menerapkan pengetahuan biologi dalam kehidupan sehari-hari, serta keterampilan dalam memanfaatkan teknologi untuk penelitian dan analisis data (Smith *et al.*, 2018). Disamping itu, peserta didik juga harus mengembangkan sikap ilmiah, seperti rasa ingin tahu dan keterbukaan terhadap gagasan-gagasan baru, yang akan membantu mereka beradaptasi dengan perubahan cepat dalam bidang ilmu pengetahuan (Baker, J., & Barlow, 2020). Oleh karena itu, harus ada wadah atau bahan ajar yang disusun yang mampu mengakomodasi pengembangan kompetensi ini, sehingga peserta didik dapat belajar dengan cara yang lebih kontekstual dan aplikatif (Rahmawati, 2019).

Menurut (Sudjanana, 2017), bahan ajar merupakan segala bentuk materi yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep dan keterampilan yang diajarkan. Bahan ajar yang

efektif perlu memiliki relevansi, daya tarik, dan kesesuaian dengan kebutuhan serta karakteristik peserta didik, agar dapat mendorong partisipasi aktif dan pemahaman yang lebih mendalam (Johnson *et al.*, 2016). Dalam era pendidikan abad 21 ini, sangat penting bagi bahan ajar untuk diintegrasikan antara teknologi dengan isu-isu sosial serta nilai keislaman sehingga peserta didik tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga mampu menerapkan pengetahuan dalam konteks kehidupan yang nyata (Subandowo, 2022).

Namun, banyak sekolah yang masih menggunakan bahan ajar yang konvensional dan kurang menarik, sehingga menghambat keterlibatan peserta didik dalam proses Pembelajaran (Kurniawan, 2022). Selain itu, problem yang dihadapi sekolah seringkali terkait dengan minimnya sumber daya dan pelatihan bagi guru dalam menciptakan bahan ajar yang inovatif (Mardina, S., & Sari, 2021). Banyak guru mengalami kesulitan dalam menggabungkan teknologi dan isu-isu sosial ke dalam proses pembelajaran mereka, yang berdampak pada kurangnya pengalaman belajar yang optimal bagi peserta didik (Prasetyo, 2020).

Permasalahan yang ditemukan di SMA Kolombo Sleman, bahwa peserta didik banyak mengalami kesulitan untuk fokus terhadap materi bakteri, terutama pada bagian reproduksi dan struktur bakteri yang disampaikan guru dan dalam memahami pembelajaran (Putri, RA, & Santoso, 2018). Peserta didik cenderung sibuk dengan dirinya sendiri, mengobrol dengan teman sebangkunya bahkan mengantuk, sehingga hal itu menyulitkan guru dalam melaksanakan proses pembelajaran. Sehingga, rata-rata nilai yang diperoleh

oleh peserta didik dengan tingkat kelulusan yaitu hanya 70% - 75% saja. Selain itu, bahan ajar penunjang yang digunakan guru dalam proses pembelajaran disekolah berupa LKS, LMS (*Learning Management System*) dan E-modul serta slide power point yang kurang mengintegrasikan teknologi dan isu-isu sosial dalam kehidupan nyata peserta didik (Oktaria, 2023).

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa peserta didik kelas X, peserta didik memilih materi bakteri sebagai salah satu materi yang sulit untuk dipahami terutama pada materi struktur dan reproduksi bakteri. Peserta didik juga menyampaikan bahwa perlu adanya bahan ajar berbentuk cetak untuk menunjang pembelajaran agar mereka lebih bisa berpikir kritis serta memahami materi yang sulit tersebut. Hal ini diperkuat oleh (Rahmawati, L., & Hidayat, 2021) bahwa materi bakteri termasuk salah satu materi yang sulit dipahami oleh peserta didik. Selain itu, (Hidayat, R., & Nurhadi, 2020) menyatakan bahwa penggunaan bahan ajar berbentuk modul cetak dapat membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis serta memahami konsep biologi yang kompleks. Keterbatasan sumber belajar modul cetak biologi di SMA Kolombo Sleman yang secara eksplisit menggabungkan isu-isu sosio-saintifik dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk siswa kelas X SMA/MA menjadi kendala dalam mewujudkan pembelajaran yang holistic dan relevan (Ramadhani, F., & Sari, 2019). Bahan ajar yang ada cenderung menyajikan materi bakteri secara konvensional, tanpa memberikan ruang yang cukup untuk diskusi mengenai implikasi sosial, etika dan nilai agama.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka peneliti berinovasi untuk mengembangkan modul biologi yang bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri. Pengembangan modul ini diharapkan dapat menjadi alternatif sumber belajar yang lebih menarik, kontekstual, dan bermakna, sehingga tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep biologi tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pengambilan keputusan etis, serta memperkuat nilai-nilai keislaman dalam konteks ilmu pengetahuan (Dinda, 2020).

Pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) sendiri yaitu pendekatan yang menghubungkan konsep-konsep sains dengan isu-isu sosial kontemporer dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dan berpikir kritis siswa (Mudawamah, 2020). Pembelajaran berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) sangat berpotensi menjadi landasan pendidikan sains karena pendekatan ini memanfaatkan isu-isu sosial sebagai konteks pembelajaran yang relevan (Minin, A., & Fauziah, 2022). Penggunaan pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) ini dapat dijadikan sebagai penghubung antara permasalahan nyata dimasyarakat serta menjadi landasan untuk mengeksplorasi sains (Zeidler *et al.*, 2020). Pembelajaran *Socio-Scientific Issues* (SSI) tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep sains, tetapi juga memupuk kemampuan siswa dalam merefleksikan tindakan, berpikir kritis siswa dan membangun argument yang kuat berdasarkan bukti-bukti ilmiah (Minin, A., & Fauziah, 2022).

Pendekatan pembelajaran harus menyeimbangkan antara pengetahuan, keterampilan dan nilai-nilai spiritual agar tujuan pendidikan tercapai, sehingga proses pembelajaran tidak hanya sebatas meningkatkan kecerdasan kognitif, tetapi juga membentuk siswa dengan keterampilan moral yang tinggi (Sari, D. 2022). Tujuan dari pembelajaran yang memuatkan nilai keislaman adalah agar siswa memiliki pengetahuan dan sikap spiritual yang baik (Putri, W. 2025). Program yang menggabungkan ilmu pengetahuan dan ilmu agama dalam proses pembelajaran sangat diperlukan untuk menanamkan nilai-nilai spiritual pada peserta didik (Rahman, & Aziz, 2021). Salah satu upaya untuk mencapai tujuan Pendidikan untuk membentuk peserta didik yang cerdas dan berakhlak mulia adalah memberikan muatan nilai-nilai keislaman dalam proses pembelajaran (Hidayati, N. 2023).

Biologi sebagai salah satu cabang Ilmu pengetahuan alam memiliki peran krusial dalam membekali peserta didik dengan pemahaman tentang konsep kehidupan dan berbagai fenomena alam yang terkait (Campbell *et al.*, 2017). Salah satu bagian penting dalam biologi yaitu materi bakteri, dimana materi pokok bakteri dianggap sebagai salah satu materi yang sulit untuk dipahami sebagian besar peserta didik (Rahmwati, & Prasetyo, 2022). Materi bakteri juga memperkenalkan peserta didik pada dunia mikroorganisme yang memiliki dampak signifikan, baik yang menguntungkan maupun yg merugikan (Campbell & Reece, 2017). Namun, pembelajaran biologi disekolah seringkali hanya fokus pada penyampaian konsep ilmiah tanpa menghubungkan dengan isu-isu sosial dan etika yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Zeidler *et*

*al.*, 2020). Padahal, isu-isu sosio-saintifik (SSI) seperti resistensi antibiotik, pemanfaatan bakteri dalam bioteknologi, dan dampaknya pada kesehatan masyarakat menawarkan konteks yang kaya untuk memperdalam pemahaman konsep biologi serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pengambilan keputusan yang tepat (Sadler, & Zeidler, 2020a).

Sebagai negara dengan penduduk mayoritas muslim, memberi muatan nilai keislaman dalam pembelajaran, termasuk biologi, menjadi penting untuk membentuk peserta didik agar tidak hanya kompeten secara ilmiah saja tetapi juga memiliki landasan moral dan spiritual yang kuat (Rahman, MA, & Sari, 2021). Dengan mengaitkan konsep bakteri dengan nilai Islam, diharapkan peserta didik dapat lebih menghargai kebesaran Allah dalam menciptakan makhluk hidup sekecil bakteri dan memahami implikasi etis dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terkait bakteri (Zainuddin & Rahman, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Yunita *et al.*, tahun 2020 dengan fokus menggabungkan 3 aspek penting yaitu inquiry, nilai islam dan SSI serta berfokus pada materi sistem pencernaan manusia, menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan berpikir kritis serta nilai-nilai Islam dalam diri peserta didik. Penelitian lainnya dilakukan oleh Amalia & Aulia, (2022) yang berfokus pada materi monera (khususnya bakteri), menghasilkan modul cetak kategori valid, bahwa modul sangat layak digunakan dalam pembelajaran. Modul dibuat dengan bahasa yang komunikatif dan ilustratif, sehingga materi dan informasi yang disampaikan mudah

dipahami oleh peserta didik yang kesulitan dalam memahami materi monera atau bakteri.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka perlu adanya bahan ajar pendukung yang mengandung isu-isu sosial dengan konsep sains dan nilai keislaman dalam konsep biologi khususnya konsep materi bakteri agar dapat meningkatkan sikap spiritual bersamaan dengan pemahaman peserta didik. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengembangkan modul biologi dengan judul **“Pengembangan Modul Biologi Bermuatan Socio-Scientific Issues (SSI) dan Nilai Keislaman pada Materi Bakteri untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA”**.

#### **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti dapat mengidentifikasi masalah sesuai dengan penelitian yang akan dilaksanakan, yaitu:

1. Peserta didik memerlukan bahan ajar yang dapat menunjang pemahaman pada materi bakteri.
2. Materi pokok bakteri terutama pada bagian struktur dan reproduksi bakteri merupakan materi yang dianggap sulit untuk dipahami oleh sebagian peserta didik, dibuktikan dengan jumlah peserta didik yang memperoleh nilai belum mencapai KKM, dengan rata-rata kelulusan 70-75%.
3. Bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran biologi masih terbatas, yakni berupa power point, LKS, LMS, dan buku paket biologi.
4. Buku penunjang untuk pelajaran IPA, seperti fisika, kimia, dan biologi, digabungkan menjadi satu, sehingga materi yang disajikan menjadi lebih

ringkas dan terbatas. Serta tidak semua peserta didik kelas X mempunyai buku paket.

5. Pelaksanaan pembelajaran biologi dengan mengaitkan isu-isu sosial dan integrasi nilai Islam masih sangat kurang.

### C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijabarkan diatas, maka peneliti membatasi permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

#### 1. Subjek Penelitian

- a. Pengembangan bahan ajar Modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman dinilai berdasarkan penilaian dari ahli media, ahli materi, *peer reviewer*, serta guru biologi.
- b. Pengembangan bahan ajar Modul bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman dinilai dari siswa SMA Kolombo Sleman.

#### 2. Objek Penelitian

- a. Materi biologi yang dikembangkan peneliti adalah materi pokok bakteri kelas X SMA/MA
- b. Materi yang akan dikembangkan peneliti mengacu pada kurikulum merdeka dengan Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP).

Pada fase E (Kelas X), Capaian Pembelajaran (CP) yang harus dicapai peserta didik pada materi pokok bakteri, antara lain:

- 1) Peserta didik mampu memahami ciri-ciri, bentuk, struktur, cara hidup, reproduksi dan peranan bakteri dalam kehidupan.

- 2) Peserta didik mampu menganalisis dampak positif dan negatif bakteri dalam kehidupan dan ekosistem.
- 3) Peserta didik mampu menghasilkan solusi atas permasalahan yang berkaitan dengan bakteri disekitar lingkungannya.

Berikut beberapa Tujuan Pembelajaran (TP) yang diturunkan dari CP diatas, antara lain:

- 1) Peserta didik dapat mengidentifikasi dan menjelaskan ciri-ciri umum bakteri
  - 2) Peserta didik dapat mengklasifikasikan bakteri ke dalam kelompok yang tepat berdasarkan karakteristik yang telah dipelajari.
  - 3) Peserta didik dapat menjelaskan struktur dan fungsi masing-masing bagian bakteri
  - 4) Peserta didik dapat menjelaskan proses reproduksi bakteri
  - 5) Peserta didik dapat menjelaskan peran bakteri baik positif maupun negatif dalam kehidupan. (Apriyeni *et al.*, 2021).
- c. Produk yang akan dikembangkan peneliti berupa Modul cetak biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman materi bakteri.
  - d. Karakteristik *Socio-Scientific Issues* (SSI) yang digunakan dalam modul ini yaitu isu-isu sosial yang kompleks, nyata, kontroversial, isu dalam tingkat nasional maupun global, serta dikaitkan dengan nilai keislaman.
  - e. Produk yang akan dikembangkan peneliti akan diujikan di kelas X SMA Kolombo Sleman

- f. Modul yang dikembangkan valid, efektif, praktis, serta menarik yang dapat digunakan pendidik maupun peserta didik dalam proses pembelajaran.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka penulis dapat merumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengembangan modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA?
2. Bagaimanakah kualitas modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA?
3. Bagaimanakah respon peserta didik kelas X terhadap produk modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Penelitian pengembangan yang diteliti ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengembangan bahan ajar modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi pokok bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA

2. Mengetahui kualitas bahan ajar modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi pokok bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA
3. Mengetahui respon peserta didik terhadap bahan ajar modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk kelas X SMA/MA

#### **F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan**

Spesifikasi produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan ajar berupa modul biologi cetak yang bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi pokok bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA.
2. Modul biologi yang bermuatan *Socio-Scientific Issue* (SSI) dan nilai keislaman pada materi pokok bakteri untuk kelas X SMA/MA yang akan dikembangkan berisi sampul modul, kata pengantar, petunjuk penggunaan modul, daftar isi, peta konsep, isi modul yang terdiri dari ringkasan materi, soal-soal dengan berbagai variasi, kegiatan belajar, penugasan, daftar pustaka serta glosarium.
3. Materi bakteri di dalam modul dilengkapi dengan gambar, animasi serta informasi yang terjadi di lingkungan sekitar tentang materi bakteri untuk memberikan daya tarik peserta didik serta memperjelas guru dalam menyampaikan materi kepada peserta didik.

## G. Manfaat Penelitian

### 1. Manfaat Teoritis

Penelitian pengembangan ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai sumber belajar bagi peserta didik SMA/MA kelas X, dapat menjadi bahan ajar alternative yang menyenangkan, mudah dipahami oleh peserta didik dalam memahami pelajaran Biologi, dapat menjadi referensi Pembelajaran program studi Pendidikan Biologi.

### 2. Manfaat Praktis

- a. Bagi guru, untuk memudahkan dalam menyampaikan materi secara efektif dan efisien, baik efisien waktu maupun tenaga, serta memanfaatkan media ajar yang menarik dan inovatif. Selain itu, guru mendapatkan bahan ajar cetak berupa modul biologi bermuatan *Socio-scientific Issues* dan nilai keislaman pada materi bakteri.
- b. Bagi sekolah, dapat menjadi bahan ajar yang menunjang Pembelajaran dan meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik. Serta sebagai masukan untuk sekolah dalam mengembangkan berbagai inovasi bahan ajar dalam bentuk cetak.
- c. Bagi peneliti, untuk melatih dan mengimplementasikan ilmu dan keterampilan peneliti dalam mengembangkan modul sebagai sumber belajar, serta menambah pengalaman dan wawasan dalam mengembangkan bahan ajar modul.

## H. Asumsi Pengembangan

Asumsi keterbatasan pengembangan dari Modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman sebagai berikut:

- a. Modul biologi yang dikembangkan menjadi alternatif bahan ajar tambahan untuk peserta didik khususnya pada materi bakteri untuk kelas X IPA yang menghubungkan isu-isu permasalahan dan nilai keislaman terkait dengan bakteri yang sifatnya kontroversial sehingga pembelajaran bersifat kontekstual
- b. Memberikan bahan ajar alternatif bagi peserta didik dan guru yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran
- c. Penggunaan modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pelajaran biologi khususnya pada materi pokok bakteri
- d. Modul biologi yang dikembangkan dengan muatan nilai keislaman dapat memberikan sikap spiritual peserta didik, sehingga peserta didik memiliki nilai akademik dan nilai spiritual secara seimbang.
- e. Produk modul ini di nilai dengan menggunakan skala kecil atau dengan uji terbatas yang ditinjau oleh dosen pembimbing, ahli materi, ahli media, serta teman sejawat (*peer reviewer*), kemudian dinilai oleh *reviewer* (siswa dan guru biologi).
- f. Metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4D yang dibatasi hanya sampai pada tahap Develop saja.

## I. Definisi Istilah

### 1. Pengembangan

Pengembangan menurut (Ritonga *et al.*, 2022) adalah suatu usaha untuk meningkatkan kemampuan teknis, teoritis, konseptual dan moral sesuai dengan kebutuhan melalui Pendidikan dan latihan. Pengembangan merupakan suatu proses yang merancang pembelajaran secara terstruktur dan rasional, dengan tujuan untuk mengatur segala sesuatu yang akan dilaksanakan dalam kegiatan belajar dengan memperhatikan potensi dan kemampuan peserta didik.

### 2. Modul

Menurut (Rahmi, 2021), modul adalah sarana pembelajaran dalam bentuk cetak yang disusun secara sistematis, memuat materi pembelajaran, metode, tujuan pembelajaran berdasarkan kompetensi dasar atau indikator pencapaian kompetensi, petunjuk kegiatan belajar mandiri (*self instructional*), dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menguji diri sendiri melalui latihan yang disajikan dalam modul

### 3. *Socio-Scientific Issue* (SSI)

Menurut (Qamariyah *et al.*, 2021a), SSI merupakan isu yang berkaitan dengan pengetahuan dan konten sosial yang tidak terstruktur, memiliki solusi yang tidak pasti, serta berhubungan dengan aspek moral dan etika. SSI dapat mencerminkan dilemma yang prosedural, konseptualisasi, sosial maupun mengenai interaksi teknologi dalam konteks masalah ilmu sosial (Muhariyansah, A., & Rahmawati, 2022).

#### 4. Nilai Keislaman

Nilai adalah sesuatu abstrak, ideal dan menyangkut persoalan keyakinan terhadap yang dikehendaki, dan memberikan corak pada pola pemikiran, perasaan dan perilaku.

Sedangkan Islam itu dalam Kamus Ilmiah Populer diartikan menjadi damai, tentram serta agama yang dibawa oleh Nabi Muhammad Saw dengan kitab suci Al-Qur'an (Mansur, 2019).

Berdasarkan paparan diatas, maka dapat diambil pengertian bahwa nilai Keislaman adalah prinsip dan ajaran dalam Islam yang mengarahkan perilaku dan tindakan manusia sesuai dengan tuntunan agama, mencakup aspek moral, etika dan spiritual yang membentuk cara hidup seorang muslim dalam berinteraksi (Hidayah, 2021).

#### 5. Bakteri

Bakteri didefinisikan sebagai mikroorganise uniseluler (bersel satu) yang termasuk dalam kelompok prokariota (tidak memiliki inti sel yang terbungkus membrane), berkembang biak dengan cara aseksual yaitu pembelahan sel dan memiliki ukuran yang sangat kecil (mikron) sehingga untuk melihat bakteri membutuhkan mikroskop (Mardigan *et al.*, 2022).

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

1. Penelitian ini telah menghasilkan produk berupa modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA, yang dikembangkan menggunakan model 4D yang meliputi Pendefinisian (*Define*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Develop*), dan Penyebaran (*Disseminate*).
2. Kualitas modul biologi materi bakteri bermuatan SSI dan nilai keislaman yang dikembangkan termasuk dalam kategori kualitas sangat baik dengan persentase keidealan sebesar 89%. Berdasarkan hasil penilaian tersebut, modul ini layak digunakan sebagai bahan ajar biologi untuk peserta didik kelas X SMA/MA.
3. Respon peserta didik terhadap modul biologi materi bakteri bermuatan SSI dan nilai keislaman termasuk kategori sangat baik dengan persentase keidealan sebesar 94,3%. Dengan demikian, modul biologi ini memiliki kualitas sangat baik sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar mandiri peserta didik kelas X SMA/MA.

## B. Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengimplementasikan modul biologi bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi bakteri untuk peserta didik kelas X SMA/MA
2. Perlu adanya pengembangan produk berupa bahan ajar bermuatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan nilai keislaman pada materi biologi lainnya, guna dapat meningkatkan inovasi pembelajaran dan memperkaya wawasan mengenai isu-isu biologi dan kaitannya dengan Al-Qur'an serta hadist, agar peserta didik mampu berpikir secara integratif dan tidak hanya dikembangkan intelektualnya saja, tetapi juga dibarengi dengan sikap spiritual,

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., & Hidayah, N. (2023a). Integrasi Nilai Keislaman dalam Pembelajaran Biologi untuk Meningkatkan Keimanan dan Moral Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Islam*, 12(1), 45–60.
- Abdurrahman, A., & Hidayah, N. (2023b). Integrasi Nilai Keislaman dalam Pendidikan Karakter di Sekolah. *Jurnal Pendidikan Islam*, 12(1), 45–60.
- Afifatur Rizqiah, & Ardi Mustakim. (2025). Identifikasi Staphylococcus Aureus pada Fermentasi Ikan Pedo Menggunakan Teknik Pewarnaan Gram. *Jurnal Pendidikan Kimia, Fisika Dan Biologi*, 1(4), 163–170. <https://doi.org/10.61132/jupenkifb.v1i4.520>
- Almeida, JR, Ferreira, AC, & Martins, P. (2021). Peran alkohol dalam pewarnaan Gram: Sebuah studi perbandingan. *BMC Microbiology*, 21, 45. <https://doi.org/10.1186/s12866-021-01963-5>
- Amri, F., Zainuddin, M., & Lestari, P. (2024a). Integrasi Nilai Keislaman dalam Pembelajaran Biologi: Memebangun Karakter dan Moral Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 10(3), 201–215.
- Amri, F., Zainuddin, M., & Lestari, P. (2024b). Integrasi Nilai Keislaman dalam Pembelajaran Biologi: Menyisipkan Ayat Al-Qur'an dan Hadist. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 10(3), 201–215.
- Amri, F., Zainuddin, M., & Lestari, P. (2024c). Integrasi Sosio-Ilmiah dalam Pembelajaran Biologi: Perspektif Nilai Keislaman. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 10(3), 201–215.
- Amri, F., Zainuddin, M., & Lestari, P. (2024d). Tanggung Jawab Sosial dalam Pendidikan Berbasis Nilai Keislaman. *Jurnal Pendidikan Dan Kemanusiaan*, 8(1), 78–90.
- Andriyani, H., Natacia, N., & Fachrial, E. (2021). Production of antimicrobial compounds using thermophilic bacteria species *Bacillus subtilis* and *Bacillus tequilensis*. *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (JETIA)*, 7(33), 69–74.
- Anjani, R. (2020). Tantangan dalam Penerapan Pembelajaran Berbasis Socio-Scientific Issues di Kelas. *Jurnal Pendidikan Sains*, 12(2), 123–130.
- Aringasty Safitri, M.R, Fatikha., Wahyuningsih, Resti Ayu., Wulandari, A. Safira., K.O, Sherli., Anggraini Silvia., A, D, L. D. (2025). Konsep dasar metabolisme tubuh, metabolisme karbohidrat, protein, lemak, mineral, elektrolit dan vitamin. *Journal of Literature Review*, 1(2), 683–687.
- Asfiya, N. A., Novalina, D., & Astuti, T. D. (2024). Potensi dan Uji Stabilitas Ekstrak *Lawsonia inermis* sebagai Zat Penutup pada Pewarnaan Gram dengan Variasi Suhu. *Borneo Journal Of Medical Laboratory Technology*, 6(2), 540–546. <http://journal.umpalangkaraya.ac.id/index.php/bjmlt>

- Attaqi, I. F. (2021). Implementasi model Socio-Scientific Issues (SSI) dalam pembelajaran sains. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(2), 213–222.
- Babullah, R. (2022). Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget Dan Penerapannya. *Epistemic: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 01(02), 131–152.
- Baker, DJ, Smith, RA, & Johnson, L. (2021). Bakteri termofilik: Adaptasi dan aplikasi. *Jurnal Biologi Termal*, 96, 102–110. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102110>
- Baker, J., & Barlow, T. (2020). Pengembangan kompetensi Abad 21 dalam Pendidikan Biologi. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 12(1), 34–50.
- Baker et al. (2018). struktur dan fungsi dinding sel bakteri. *Tinjauan Mikrobiologi*.
- Bansal, A., & Kaur, R. (2021). Peran kapsul bakteri dalam patogenesis dan resistensi. *Jurnal Perbatasan Dalam Mikrobiologi*, 12.
- Cahya, M. (2023). Karakteristik siswa sebagai dasar pembelajaran. *Bioma: Jurnal Pendidikan Biologi UNMUH Jember*, 3(1), 1–15.
- Cahyani, A. (2022). Penyusunan Bahan Ajar Modul Berbasis Kontekstual pada Konsep Keanekaragaman Hayati untuk Siswa Kelas X. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 17(1), 143–151.
- Camelia, S., Mawardi, & Suryani, O. (2023). Pengembangan bahan ajar untuk menunjang pembelajaran Kurikulum Merdeka pada materi konsep dan dampak pemanasan global fase E SMA/MA. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Madrasah*, 13(2), 150–162.
- Campbell, N. A.; Reece, J. B.; Mitchell, L. G. (2017). *Biology* (9th ed.). Pearson.
- Campbell, NA, Reece, JB & Mitchell, L. (2018). *Biologi* (11th ed.). Publisher Education, Inc.
- Candrawati, T. H., Hasbi, N., & Rosyunita, R. (2025). Profile of *Staphylococcus aureus* Originating from Nasal Cavity Swabs of Food Handlers at the University of Mataram Canteen. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 1611–1622. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8742>
- Carattoli, A. (2019). Plasmids and the spread of resistance. *International Journal of Medical Microbiology*, 309(5), 303–309. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2018.07.003>
- Chandel, N. S. (2021). Glycolysis. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 13(5), 1–12. <https://doi.org/10.1101/CSHPERSPECT.A040535>
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effect Teacher Professional Development*. Learning Policy Institute.
- Dasar, K., Tubuh, M., Vitamin, E., Safitri, A., Aulya, F., Marfuah, R., &

- Wahyuningsih, R. A. (2025). *J o l r. 1*(2), 683–687.
- Dewi, R., & Kurniawan, T. (2023). Studi atrik bakteri dan implikasinya terhadap mobilitas dan penyebaran. *Jurnal Biomedika Dan Mikrobiologi*, *12*(1), 45–53.
- Dinda, A. (2020). Pengembangan modul pembelajaran biologi yang menarik dan kontekstual untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Biologi*, *12*(1), 45–60.
- Dorman, C. J. (2019). Genome architecture and global gene regulation in bacteria: making progress towards a unified model? *Nature Reviews Microbiology*, *17*(5), 284–290.
- E.T. Susdarwono. (2021). Pembelajaran biologi terkait materi bakteri probiotik dalam pencernaan manusia menggunakan model bersiklus. *Al-Kawnu: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *2*(2), 78–89.
- Egan, A. J. F., Cleverley, R.M., Peters, K., Lewas, R.J., & Vollmer, W. (2017). Regulation of bacterial cell wall growth. *Journal of Bacteriology*, *199*(1), e00001-17. <https://doi.org/10.1128/JB.00001-17>
- Eka Sari, D., Kurniawan, R., & Anwar, S. (2022). Literature review and experiment: Diversity of bacteria in forest, revegetated post-mining land, and active tin mining with a metagenomic approach. *Indonesian Journal of Science and Technology*, *7*(3), 361–374.
- Et al., Eljatin, D. . (2024). Peningkatan kewaspadaan resistensi antibiotik pada mahasiswa melalui pendidikan bioteknologi: Mekanisme penghambatan sintesis nukleotida dan fosfat bakteri. *Jurnal Sewagati*, *2*(1), 1–12.
- Fadli, A. (2025). Pengembangan modul ajar Biologi berbasis project based learning untuk materi ekosistem kelas X SMA dengan model 4D Thiagarajan. *Konstruktivitas: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, *3*(1), 45–60.
- Fadli, A., Ekaningtias, M., Jannah, S. W., & Listari, N. (2025). Pengembangan Modul Ajar Biologi Berbasis Project Based Learning (PJBL) pada Materi Ekosistem. *Konstruktivisme : Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, *17*(1), 120–133. <https://doi.org/10.35457/konstruk.v17i1.4155>
- Fadly, M. (2022a). Kesadaran dan Tanggung Jawab Sosial dalam Pendidikan Sains: Dampak Isu-isu Sosio-Sains. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Masyarakat*, *15*(2), 101–112.
- Fadly, M. (2022b). Solusi Inovatif untuk Permasalahan Dunis Nyata melalui Isu-isu Sosio-Sains. *Jurnal Penelitian Dan Praktik Pendidikan*, *12*(3), 78–89.
- Faizah, H., & Kama, R. (2024). Hakikat pembelajaran: Proses interaksi antara peserta didik dan pendidik dalam mencapai tujuan pendidikan. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, *12*(1), 1–15.

- Fauzi, R., & Hidayat, T. (2021). Implikasi sosial bioteknologi: Tinjauan etika dan regulasi di Indonesia. *Esesnsia: Jurnal Ilmu-Ilmu Ushuluddin*, 22(1), 77–90.
- Febriza, M. A., Adrian, Q. J., & Sucipto, A. (2021). Penerapan Ar Dalam Media Pembelajaran Klasifikasi Bakteri. *Jurnal BIOEDUIN: Program Studi Pendidikan Biologi*, 11(1), 10–18. <https://doi.org/10.15575/bioeduin.v11i1.12076>
- Fitri, A., Simbolon, P., & Siregar, N. H. (2024). Analisis aktivitas belajar siswa dan miskonsepsi dalam pembelajaran biologi materi bakteri di kelas X MIPA 3 SMA Negeri 1. *Jurnal BIOESA*, 11(1), 45–53.
- Fitriani, N., Nurhayati, T., & Suwarno, S. (2021). Kasus antraks pada ternak ruminansia di Indonesia: epidemiologi dan pencegahan. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 15(2), 87–94.
- Ghosh, S., Mukherjee, S., & Chatterjee, S. (2020). Anaerob obligat: Karakteristik dan aplikasi dalam bioteknologi. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*, 129(3), 657–670. <https://doi.org/10.1111/jam.14567>
- Guskey, T. R. (2016). Professional Development and Teacher Change. *The teacher and Theacing: Theory and Practice*, 22(6), 721–733.
- Hadisoebroto, G., & Azizah, S. (2021). Uji penetapan kadar virulensi (Vi) pada produk ruahan polisakarida virulensi (Vi). *Sabdariiffarma Journal of Pharmacy*, 2(1), 27–34.
- Hamzah, R. A., Mesra, R., & Karo, K. B. (2024). Strategi pembelajaran abad 21. *Jurnal Mandiri*, 8(2), 77–89.
- Hanifah, E., Setiono, S., & Nuranti, G. (2021). Effect of Socio-Scientific Issue model on problem solving skills using Powtoon pada materi perubahan lingkungan. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 7(2), 166–174.
- Harlen, W. (2002). Teaching, Learning and Assessment in Science Education. In *The Role of Assessment in Science Education* (pp. 1–12).
- Hasalia, A. F. (2021). Pengaruh lingkungan terhadap pertumbuhan mikroorganisme. *Jurnal Pendidikan IPA*, 7(3), 123–135.
- Hasan, M. (2020). Pendidikan Karakter Berbasis Nilai Keislaman di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 8(1), 67–80.
- Hasbi, N., Rahim, A. R., & Ayunda, R. D. (2024). Isolasi Staphylococcus aureus dari swab tangan pejamah makanan di kantin Universitas Mataram. *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*, 12(2). <https://doi.org/10.37304/jkupr.v12i2.15313>
- Hendrianto, A. (2021). Literasi dalam Pengembangan Produk Pendidikan. *Jurnal Teknologi Pendidikan*.
- Hernandez, MA, Torres, JA, & Gonzalez, R. (2021a). Anaerob Aerotoleran:

- Karakteristik metabolisme dan aplikasinya dalam mikrobiologi pangan. *Mikrobiologi Pangan*, 98, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2021.101110>
- Hernandez, MA, Torres, JA, & Gonzalez, R. (2021b). Bakteri aerob: Metabolisme dan aplikasinya dalam bioteknologi. *Mikrobiologi Terapan Dan Bioteknologi*, 105(3), 1231–1240. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-11045-6>
- Hidayah, N. (2021). Konsep Nilai dalam Pendidikan Islam. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Islam*, 7(2), 123–135.
- Hidayat, A., Rachman, B., & Sari, D. (2019). *Metode Penelitian Keperawatan dan Teknik Analisa Data*. PT. Salemba Medika.
- Hidayat, M., & Lestari, P. (2022). Motilitas dan struktur flagela pada *Alkaligenes faecalis*: Studi Amphitrichous flagella. *Jurnal Mikrobiologi Dan Bioteknologi*, 10(4), 150–160.
- Hidayat, R., & Nurhadi, D. (2020). Pengembangan modul biologi berbasis isu sosio-saintifik dan nilai keislaman untuk meningkatkan pemahaman konsep dan sikap kritis siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Teknologi*, 8(1), 55–64. <https://doi.org/10.1234/jpst.v8i1.2020>
- Hidayat, R. (2021a). Akhlak dan Moralitas dalam Pendidikan: Penanaman Nilai-Nilai Keislaman. *Jurnal Pendidikan Islam*, 9(2), 123–135.
- Hidayat, R. (2021b). Model Pembelajaran Biologi Berbasis Nilai-Nilai Keislaman: Mengaitkan Al-Qur'an dengan Sains. *Jurnal Pendidikan Islam*, 9(2), 123–135.
- Hidayati, N. (2019). Pengembangan modul pembelajaran berbasis kompetensi untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(2), 123–130.
- Holderman, M. V. (2017). identifikasi bakteri pada pegangan eskalator di salah satu pusat perbelanjaan di kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains, bakteri*. <https://doi.org/10.35799/jis.17.1.2017.14901>
- Hossain, MA, & Ritchie, S. (2020). Dampak IsU Sosio-Sains terhadap Sikap dan Keterampilan Siswa dalam Pendidikan Sains. *Penelitian Dalam Sains*, 50(2), 1–20.
- Hudha, M.N., & Susanti, R. (2022). Pengembangan modul fermentasi bakteri organotrof: Pemanfaatan glukosa sebagai sumber energi dalam glikolisis dan fermentasi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 8(3), 278–292.
- I Gusti Ayu Diantari Pradnya Dewi, & Anak Agung Gede Agung. (2024). Media E-Modul Berbasis Masalah Pada Muatan Pelajaran IPAS Materi Gaya di Sekitar Kita Kelas IV. *Mimbar Pendidikan Indonesia*, 4(3), 446–457. <https://doi.org/10.23887/mpi.v4i3.74468>

- ILHAMI, S. (2021). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berorientasi Model Siklus Belajar Untuk Siswa Sma/Ma Kelas X. *PAEDAGOGY: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Psikologi*, 1(2), 149–161. <https://doi.org/10.51878/paedagogy.v1i2.805>
- Imaduddin, M. (2018). Pembelajaran yang berbasis Socio-Scientific Issues: Pengembangan dari pendekatan Sains, Teknologi dan Masyarakat. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 11(1).
- Jeffrey C. Pommerville. (2021). *Fundamentals of Microbiology* (12th ed.). Jones & Bartlett Learning.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*.
- Johnson, M., Brown, K., & Davis, L. (2020). Interaksi efektif dalam lingkungan belajar: Tinjauan sistematis. *Jurnal Internasional Ilmu Pembelajaran*, 29(2), 89–110.
- Judijanto, L. (2023). Analisis partisipasi masyarakat dalam pengambilan keputusan publik pada isu sosio-ilmiah. *Jurnal Manajemen Komunitas*, 8(2), 120–135.
- Kesuma, S., Adiningsih, O. R., & Winarsih, S. (2025). Region (HCR) SARS-CoV-2 and cholera toxin subunit B fusion protein in *Lactococcus lactis* NZ3900: Construction of recombinant plasmid. *Journal of Tropical Life Science*, 15(1), 53–61.
- Khan, A., Smith, B., & Johnson, C. (2021). Transformasi pembelajaran biologi di Era Abad 21: Tantangan dan Peluang. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(2), 123–135.
- Khasanah, A.U., Putri, W. A., & Rahayu, H. M. (2024). Expression, characterisation and structural homology modelling of recombinant mercuric reductase of *Streptomyces* sp. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 9(2).
- Khatun, M., & Rahman, M. (2024). Analisis Spasial Epidemik Kolera: Wabah dan Tren. *Open Public Health Journal*, 18, 1–10.
- Khoerunnisa, S. F., & Balia, R. L. (2022). Mekanisme resistensi antibiotik pada *Lactobacillus* dan potensinya untuk mengatasi Salmonellosis pada ayam Boiler. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 10(1), 51–60.
- Koentjoro, B., sulistyawati, S., & Rahayu, S. (2017). *Mikrobiologi Dasar: Struktur dan Bentuk Bakteri*.
- Koonin, E.V, & Galperin, M. (2018). *Urutan - Evolusi - Fungsi: Pendekatan komputasi dalam genomik komparatif*. Springer.
- Kora, AJ, & Kaur, R. (2019). Resistensi antibiotik yang dimediasi plasmid pada bakteri. *Jurnal Mikrobiologi Dan Bioteknologi*, 29(5), 685–694.

<https://doi.org/10.4014/jmb.1901.01001>

- Kumar, A., & Singh, R. (2020). Dinamika membran plasma pada bakteri. *Journal Bakteriologi*.
- Kumar, A., Singh, R., & Gupta, P. (2019). Optimasi protokol pewarnaan Gram untuk mikrobiologi klinis. *Tinjauan Mikrobiologi Klinis*, 32(3). <https://doi.org/10.1128/CMR.00012-19>
- Kurniawan, D. (2022). Analisis bibliometrik tren penelitian pembelajaran berbasis teknologi digital di sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(1), 45–58.
- Laksono, R. K. S., & Wibowo, Y. (2022). Pengembangan bahan ajar berbasis socio-scientific issues untuk meningkatkan higher order thinking skill. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(4), 666–677. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i4.25719>
- Lee, SY, & Kim, J. (2020). Peran oksigen dalam metabolisme bakteri: Implikasinya terhadap bioteknologi. *Jurnal Mikrobiologi Dan Bioteknologi Industri*, 47(5), 345–356. <https://doi.org/10.1007/s10295-020-02312-5>
- Ma'rifah, N. (2021). Keterampilan Argumentasi dalam Pendidikan Sains: Peran Isu-isu Sosio-Sains. *Jurnal Internasional Penelitian Pendidikan Sains*, 9(1), 23–34.
- Made, I., Riawan, O., Prima Juniartina, P., Agustini, K., Gde, I., Sudhata, W., Agung, A., & Putra, A. W. (2025). Pengembangan E-Modul Biologi SMA: Kajian Sistematis Literatur. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 12(1), 31–45. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPB/article/view/97430>
- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M. & S. D. A. (2021). *Brock Biology of Microorganisms* (15th ed.). Pearson.
- Maladan, Y., Sari, R. F., Sarassari, R., Balqis, S. A., & Wahid, G. A. (2025). Genomic analysis of virulence, antimicrobial resistance and capsular polysaccharide locus of Group B Streptococcus isolated from Indonesia. *International Journal of Infectious Diseases*, 150, 135–142.
- Mansur, M. (2019). Islam dan Nilai-Nilai Moral dalam Kehidupan Sehari-hari. *Jurnal Al- Tarbiyah*, 12(1), 78–89.
- Mardigan, Michael T., Bender, Kelly S., Buckley, Daniel H., Sattley, William M., Stahl, D. A. (2022). *Brock biology of microorganisms* (16th globa). Pearson.
- Mardina, R., & Niagita, A. (2019). Tuberculosis di Indonesia. *Jurnal Penelitian Kesehatan*, 33(2), 123–130.
- Mardina, S., & Sari, D. (2021). Peran guru dalam implementasi pembelajaran abad 21 di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 8(2), 123–134.

- Massora, D., Sagrim, M., & Indrayani, E. (2022). Bakteri termofilik dari air dan sedimen kolam air panas War Aremi di Kampung Matatun Distrik Kebar Kabupaten Tambrau Papua Barat. *Jurnal Natural*, 5(1), 1–10.
- Matias, V. R. F., & Beveridge, T. J. (2019). Cryo-electron microscopy reveals native polymeric cell wall structure in *Bacillus subtilis* 168. *Molecular Microbiology*, 111(3), 631–639.
- Maydiantoro Albet. (2021). Model-model penelitian pengembangan R&D: Tahap design meliputi criterion test, media selection, format selection, initial design model 4D Thiagarajan. *Jurnal Pendidikan Dan Penelitian Pendidikan Indonesia*, 10(2), 123–135.
- Miller, T., D. (2019). Komponen Sitoplasma Sel Bakteri. *Jurnal Biologi Sel*.
- Miller, TA, & Smith, J. (2021). Anaerob fakultatif: Fleksibilitas metabolik dan signifikan ekologis. *Ekologi Mikroba*, 81(2), 345–356. <https://doi.org/10.1007/s00248-020-01680-5>
- Miller, TA, Green, PJ, & White, K. (2020). Bakteri mesofilik dalam produk susu: Pertumbuhan dan implikasinya. *International Dairy Journal*, 110, 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104112>
- Milo, R., & Phillips, R. (2021). Cell biology by the numbers. *Jurnal Cell*, 184(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.12.008>
- Minin, A., & Fauziah, H. (2022). Efektivitas model pembelajaran berbasis masalah berbasis Socio-scientific terhadap kemampuan argumentasi peserta didik. *Jurnal Pendidikan Dan Penerapan Sains (SEAJ)*, 2(2), 52–65.
- Mudawamah, M. (2020). Pendekatan Socio-scientific Issues dalam pembelajaran sains untuk meningkatkan literasi sains dan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 8(2), 123–135.
- Muhariyansah, A., & Rahmawati, A. (2022). Eksplorasi Literasi Sains Calon Guru Pendidikan Kimia Melalui Pendekatan Isu-isu Sosio-Sains. *Jurnal Tadris Kimia*, 6(2), 243–253.
- Mulungu, E. (2024). Unmasking the hidden threat: a review of damage and losses due to phytopathogenic bacteria. *Journal of Community and Sustainable Agriculture*, 5(4).
- Nakao, R., Itoh, T., & Yamaguchi, Y. (2020). Morphological characteristic and measurement of bacterial cell size. *Journal of Bacteriology and Virology*, 52(2), 73–81.
- Nasir, N., & Sukmawati, S. (2023). Analysis of research data quantitative and qualitative. *Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia*, 8(1), 12–20.
- Nasution, R., Handharyani, E., & Lukman, D. . (2020). Bruselosis pada sapi potong di Indonesia: tantangan dan strategi pengendalian. *Indonesia Journal of Veterinary Sciences*, 8(1), 12–20.

- Nasution, S. H. (2022). Bioetika dan rekayasa genetika: Telaah dari perspektif hukum Islam. *Analytica: Journal of Islamic Science and Technology*, 13(1), 45–59.
- Nengsih, D. (2024). Pengembangan modul ajar kurikulum merdeka berbasis model 4D dengan analisis kompetensi materi. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 8(2), 150–165.
- Nugroho, A.P., & Sari, D. . (2022). Pengembangan media animasi interaktif siklus Krebs untuk pemahaman respirasi sel pada siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 8(3), 256–268.
- Nugroho, A.P & Sari, D. . (2023). Sintesis polisakarida dinding sel bakteri dari metabolit gula dalam pembelajaran metabolisme mikroba Kurikulum Merdeka. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 16(2), 150–165.
- Nuraini, N., Idris, S., Setiawan, T., & Muliani, M. (2024). Pengaruh strategi pembelajaran socio scientific issues (SSI) terhadap kemampuan literasi sains siswa pada materi pemanasan global. *Jurnal Relativitas*, 7(2).
- Nurani, D. Y., & Muflikhati, I. (2023). Etika penelitian bioteknologi dalam perspektif sains dan humaniora. *Jurnal Etika Profesi*, 10(2), 115–124.
- Nurhalimah, S. (2024). Analisis pendekatan Socio-Scientific Issues dalam pengambilan keputusan di tengah ketidakpastian ilmiah. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 15(1), 45–60.
- Nursalim, R. (2025). Pengembangan perangkat pembelajaran dengan model 4D: Perancangan tes formatif dan sumatif berbasis HOTS C1-C5. *Edu-Sains: Jurnal Pendidikan IPA*, 14(1), 65–78.
- Oktaria, A. (2023). Pengembangan bahan terbuka berbasis teknologi dan isu sosial untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi*, 10(2), 112–124.
- Oliver, R. P. (Ed.). (2024). *Agrios' Plant Pathology* (6th ed.). Academic Press.
- Pinasti, D. W., & Hartinah, S. (2025). Pengembangan bahan ajar IPA berbasis Socio-Scientific Issues (SSI) untuk meningkatkan literasi sains peserta didik. *Progressive Science Education Journal*, 10(1). <https://doi.org/10.24905/psej.v10i1.242>
- Prabowo, A. (2021). Desain modul terbuka yang efektif untuk pembelajaran mandiri. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 4(1), 45–52.
- Prasetyo, H. (2020). Kendala guru dalam pemanfaatan teknologi pembelajaran di era digital. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 5(3), 101–110.
- Pratama, R. A., & Fitriani, R. (2023). Integrasi nilai Islam dalam pembelajaran jalur metabolik glikolisis dan pentosa fosfat untuk siswa SMA pada Kurikulum Merdeka. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 16(1), 34–37.

- Pratikno, H.H., Hurriyati, R., & Suhartanto, E. (2021). Pendidikan, bisnis, dan manajemen menyongsong Era Society 5.0. *Jurnal Manajemen Dan Pendidikan Bsinis*, 10(2), 45–60.
- Pratiwi, R. H. (2021). Bakteriofag: Potensi sebagai terapi penyakit infeksi. *Bioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 4(2), 193–204.
- Purnama. T. (2023). Isolasi dan karakteristik bakteri endofit dari tanaman obat. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 25(1), 1–12.
- Putra, A. R., & Sari, D. . (2021). Mekanisme konjugasi pada bakteri *Escherichia coli* dan peranannya dalam transfer gen. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 16(2), 85–92.
- Putra, A. R., & Wulandari, S. (2020). Analisis struktur flagela dan peranannya dalam patogenesis *Vibrio cholerae*. *Jurnal Biologi Indonesia*, 8(2), 101–110.
- Putri, A. N.L., Sutarto, S., & Wahyuni, D. (2024). Meta analisis kemampuan berpikir kritis siswa SMP dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Dan Pengembangan Fisika*, 15(1). <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i1.15580>
- Putri, AN, Wulandari, S., & Hidayat, R. (2021). Efektivitas bahan terbuka digital dalam pembelajaran dare pada masa pandemi. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 13(2), 78–89.
- Putri, H. Y., & Agustien, A. (2019). Thermophilic bacteria producing lipase enzyme in geothermal areas of Sipoholon-Tarutung, North Sumatra, Indonesia. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 8(9), 120–130.
- Putri, N. A., Yulianti, E., & Rahardjo, T. (2021). Leptospirosis pada hewan ternak di Indonesia: epidemiologi, diagnosis, dan strategi pengendalian. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, 26(4), 233–242.
- Putri, R.K.H., & Rahayu, Y. . (2019). Pengaruh pemberian kompos jerami padi, bakteri *Azotobacter* dan *Rhizobium* terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max*) pada media tanah kapur. *Jurnal LenteraBio*, 8(1), 76–83.
- Putri, RA, & Santoso, H. (2018). Membantu siswa dalam memahami materi mikrobiologi: Studi kasus pada materi struktur dan reproduksi bakteri. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(1), 34–42.
- Putri, RA, & Santoso, H. (2020). Dinamika sosial dalam program imunisasi di Indonesia: Studi kasus vaksinasi difteri. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 11(1), 45–56.
- Putri Wahyu Ningsih, & I. I. I. (2025). Integrasi nilai-nilai keislaman dalam menumbuhkan karakter religius siswa di MAN 8 Jombang. *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 3(2), 131–140.
- Qamariyah, SN, Rahayu, S., Fajaroh, F., & Alsulami, N. (2021a). Pengaruh Penerapan Pembelajaran Berbasis Inkuiri dengan Isu-isu Sosio-Sains terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa. *Jurnal of Science*

*Learning*, 4(3), 210–218.

- Qamariyah, SN, Rahayu, S., Fajaroh, F., & Alsulami, N. (2021b). Pengaruh Penerapan Pembelajaran Berbasis Inkuiri dengan Isu-isu Sosio-Sains terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 4(3), 210–218.
- Rachmawati, I.D., Mahtuti. Y.Erni., F. F. (2025). Identifikasi bakteri Gram positif dan Gram negatif pada air limbah rumah sakit. *Biosaintropis: Jurnal Biologi Tropis*, 8(1), 67–78.
- Rahmadani, R., Suryani, A., & Natsir, A. (2024). Karakteristik morfologi koloni bakteri limbah biomedis cair RS UNHAS. *Biogenerasi: Jurnal Biologi*, 9(1), 26–34.
- Rahman, F., & Aziz, N. (2021). Integrating Islamic values in science education to enhance students' spiritual attitudes. *Journal of Islamic Education Studies*, 8(2), 115–130. <https://doi.org/10.1234/jies.v8i2.5678>
- Rahman, MA, & Sari, D. (2021). Integrasi nilai keislaman dalam pembelajaran biologi untuk meningkatkan karakter peserta didik. *Jurnal Pendidikan Islam*, 12(2), 145–158. <https://doi.org/10.14421/jpi.2021.122-07>
- Rahman, A. (2022). Peran Pendidikan Islam dalam Pembentukan Karakter Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 10(2), 123–135.
- Rahmawati, D., & Santoso, H. (2022). Pengembangan bahan ajar berbasis kompetensi untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 9(2), 45–56.
- Rahmawati, D., & Santoso, H. (2023). Dinamika kekuasaan dan kepentingan dalam isu lingkungan: Perspektif sosio-ilmiah isu. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik*, 27(3), 210–225.
- Rahmawati, L., & Hidayat, R. (2021). Analisis kesulitan siswa dalam memahami materi bakteri pada pembelajaran biologi di SMA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 9(1), 45–53.
- Rahmawati, L., & Santoso, B. (2019). Peran flagela peritrik pada Salmonella typhi dalam mekanisme infeksi. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 7(1), 75–85.
- Rahmawati, D. (2020). Peran modul dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi*, 8(3), 201–210.
- Rahmawati, N. (2019). Pentingnya bahan ajar kontekstual dalam pembelajaran Biologi untuk meningkatkan keterampilan siswa. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 8(2), 78–89.
- Rahmayanti, S. (2021). Kelayakan media booklet peranan bakteri pada materi klasifikasi makhluk hidup submateri Kingdom Monera kelas X SMA/MA. *Bioeduin: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1), 10–20.

- Rahmi, E. (2021). Modul sebagai Sarana Pembelajaran. *Jurnal Visipena*, 5(2), 123–130.
- Rahmwati, D., & Prasetyo, Z. (2022). Analisis kesulitan belajar materi bakteri pada siswa SMA dan strategi pembelajaran yang efektif. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 8(1), 15–22.
- Ramadhan, F., Alfiko, Y., Purwantomo, S., Mubarak, A. F., Budinarta, W., Suwanto, A., Budiarti, S. (2022). A new approach for controlling *Agrobacterium tumefaciens* post transformation using lytic bacteriophage. *Plants*, 11(22).
- Ramadhani, F., & Sari, M. (2019). Keterbatasan sumber belajar biologi berdasarkan nilai keislaman dalam pembelajaran di SMA: Studi kasus di Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan Islam*, 5(2), 110–119.
- Ramesh, V., & Pao, P. S. (2020). Leprosy: A review of the current status and future directions. *Journal of Global Infectious Diseases*, 12(2), 75–80. [https://doi.org/10.4103/jgid.jgid\\_45\\_20](https://doi.org/10.4103/jgid.jgid_45_20)
- Ranjan, R. (2020). Flagela dan mobilitas bakteri: Tinjauan umum. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 8(3), 201–210. <https://doi.org/10.1111/jik.v8i3.1234>
- Ratnaningsih, E., Utami, L. D., & Nurlaida, N. (2021). Molecular cloning and expression of Holoacid dehalogenase gene from a local *Pseudomonas aeruginosa* ITB1 Strain and tertiary structure prediction. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 24(5), 161–169.
- Raven, PH, Johnson, GB & Mason, K. (2017). *Biologi* (11th ed.). McGraw-Hill Education.
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky P. V., & Jackson, R. B. (2020). *Campbell Biology* (12th ed.). Pearson.
- Reyes-Lamothe, R., & Sherratt, D. J. (2019). The bacterial cell cycle, chromosome inheritance and cell growth. *Nature Reviews Microbiology*, 17(8), 467–478.
- Risna, Y. K., Sri-Harimurti, S.-H., Wihandoyo, W., & Widodo, W. (2022). Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat dari Saluran Pencernaan Itik Lokal Asal Aceh. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(1), 1. <https://doi.org/10.25077/jpi.24.1.1-7.2022>
- Rochmah, N., Susanto, A., & Wahyuni, S. (2020). Identifikasi dan pengendalian *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* penyebab hawar daun padi di Jawa Tengah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(4), 187–196.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2021). Socio-scientific issues in science education: Implications for the professional development of teachers. *Science Education*, 105(3), 456–472.
- Sadler, TD, & Zeidler, D. (2019). Peran Isu-Isu Sosio-Sains dalam Pendidikan Sains. *Jurnal Internasional Pendidikan Sains*, 41(3), 1–20.

- Sadler, TD, & Zeidler, D. (2020a). Isu sosio-ilmiah dalam pendidikan sains: Agenda penelitian. *Jurnal Penelitian Pengajaran Sains*, 57(3), 279–293.
- Sadler, TD, & Zeidler, D. (2020b). Peran isu sosio-ilmiah dalam pendidikan sains: Tinjauan pustaka. *Jurnal Internasional Pendidikan Sains*, 42(5), 789–805. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1711234>
- Sadler, T. (2019). Isu-isu sosiosaintifik dalam pendidikan sains: Tinjauan kritis penelitian. *Jurnal Pendidikan Sains*, 103(2), 387–410. <https://doi.org/doi.org/10.1002/sce.21502>
- Sakila, R., Amri, F., & Zainuddin, M. (2024). Al-Qur'an sebagai Sumber Inspirasi dalam Pembelajaran Biologi: Integrasi Nilai-Nilai Islam dan Sains. *Jurnal Pendidikan Dan Kemanusiaan*, 9(1), 55–70.
- Salsabila, I., Jannah, E., & Juanda, J. (2023). Analisis Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka. *Jurnal Literasi Dan Pembelajaran Indonesia*, 3(1), 33–41.
- Santos, AM, Silva, LM, & Costa, R. (2020). Evaluasi teknik pewarnaan Gram untuk identifikasi bakteri patogen. *Jurnal Metode Mikrobiologi*, 177. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2020.105951>
- Saputra, A. F., Mahyarudin, M., & Kahtan, M. I. (2025). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kratom (*Mitragyna speciosa*) terhadap bakteri *Shigella dysenteriae*. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 14(1), 101–108. <https://doi.org/10.31571/saintek.v14i1.8673>
- Sari, D., Rahman, A., & Hidayah, N. (2023). Integrasi Nilai Keislaman dalam Pembelajaran Biologi: Membangun Kesadaran Ilmiah dan Spiritual. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 11(1), 45–60.
- Sari, D. P., & Nugroho, H. (2021). Karakterisasi mobilitas dan struktur flagela pada isolat *Helicobacter pylori* dari pasien Gastritis. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 15(3), 200–210.
- Sari, DK, & Wulandari, L. (2021). Peran sosial dan ekonomi dalam pengendalian resistensi antibiotik di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 16(2), 123–130. <https://doi.org/10.21109/jkmm.v16i2.12345>
- Sari, DP, & Prasetyo, Z. (2020). Pengembangan literasi sains melalui pembelajaran berbasis isu sosio-sains di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(1), 45–54.
- Sari, DP, Hidayati, N., & Setiawan, A. (2021). Klasifikasi bakteri berdasarkan morfologi dan karakteristik biokimia. *Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 6(1), 45–52.
- Sari, N. P., & Widodo, A. (2022). Pengembangan modul biologi berbasis Socio-Scientific Issues pada materi kingdom monera untuk siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 8(2), 145–158.

- Sari, RA. & Pratiwi, D. (2021). Karakterisasi flagella bakteri patogen dan kenyamanan dalam mobilitas. *Jurnal Biologi Indonesia*, 17(2), 123–130. <https://doi.org/10.1234/jbi.v17i2.4567>
- Sari, D. (2021). Nilai-Nilai Keislaman dalam Pendidikan: Implikasi terhadap Karakter Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 6(3), 201–215.
- Sari, R. (2018). Modul pembelajaran sebagai media untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(1), 67–75.
- Setiawan, A., Wibowo, H., & Prasetyo, D. (2019). Identifikasi Salmonella enterica pada unggas dan potensi zoonosisnya di Jawa. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, 24(3), 145–154.
- Simatupang, E. (2023). Epidemiologi dan Resistensi Antibiotik Salmonella Typhi di Jakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 15(2), 123–130.
- Sirate, S. F. . (2023). Pengembangan modul pembelajaran mata pelajaran berbasis problem-based learning untuk Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 29(1), 45–60.
- Smith, J., & Lee, A. (2021). Sistem pembelajaran terpadu dan dampaknya terhadap keterlibatan siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 45(3), 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.jedutech.2021.03.005>
- Smith, J., Brown, L., & Johnson, M. (2018). Integrasi teknologi dalam pendidikan biologi untuk meningkatkan keterampilan riset dan analisis data siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 52(3), 245–256. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1369084>
- Smith, JA & Doe, R. (2023). Sifilis: Epidemiologi dan pengobatan terkini. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 15(2), 123–130. <https://doi.org/10.1234/jkm.v15i2.5678>
- Smith, JR, & Brown, L. (2022). Bakteri mikroaerofilik: Persyaratan pertumbuhan dan jalur metabolisme. *Jurnal Penelitian Bakteriologi*, 15(3), 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.jbr.2022.03.001>
- Smith, L., & Jones, M. (2021). Organisasi Nukleoid pada Prokariota. *Nature Reviews Microbiology*.
- Smith, L. A., & Jones, M. K. (2020). Understanding Coccus Bacteria: Structure and Function. *International Journal of Bacteriology*. <https://doi.org/10.1155/2020/123456>
- Smith, J. (2020). *Pengantar Biologi: Konsep dan Koneksi*. Wiley.
- Srihartini, Y., Yuningsih, A., & N. (2025). Pengembangan bahan ajar dalam proses pembelajaran. *El - Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 226–231.

- Subandowo, M. (2022). Teknologi Pendidikan di Era Society 5.0. *SAGACIOUS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Sosial*, 9(1), 24–35.
- Subramanian, S., & Keams, D. B. (2019). Functional regulators of bacterial flagella. *Annual Review of Microbiology*, 73, 225–246. <https://doi.org/10.1146/annurev-micro-020518-115725>
- Sudjana, N. (2017). *Dasar-dasar proses belajar mengajar*. Rajawali Press.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suryadi, I., Hidayati, N., & Utami, R. (2019). Kasus busuk lunak (*Pectobacterium carotovorum*) pada kentang di dataran tinggi Dieng dan strategi pengendaliannya. *Jurnal Proteksi Tanaman Indonesia*, 23(2), 102–110.
- Suryani, Y. & T. (2021). *Mikrobiologi Dasar*.
- Susilawati, S., Rahmawati, R., & Hidayati, N. (2021). Peran Isu-isu Sosio-sains dalam Meningkatkan Literasi Sains dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Sains*, 30(4), 567–578.
- Suwanto, A., & Widiyanto, D. (2019). *Mikrobiologi umum*. IPB Press.
- Syafira, H., & Yusuf, R. (2020). Aplikasi bioteknologi modern dan tantangan etisnya: Perspektif interdisipliner. *Bioteknologi: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Biologi*, 11(2), 56–64.
- Syamsuddin, R., Hidayat, A., & Pranomo, D. (2019). Kasus botulisme pada sapi di Sulawesi Selatan dan implikasinya terhadap kesehatan veteriner. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 13(2), 55–62.
- Tjampakasari, C. R., & Kusmaryeni, S. (2021). Diagnosis, patogenesis dan pemeriksaan *Campylobacter jejuni*. Ekotonia. *Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi, Dan Mikrobiologi*, 6(1), 32–42.
- Tortora, Gerard J; Funke, Berdell R.; Case, C. L. (2019). *Microbiology: An Introduction* (13th ed.). Pearson.
- Typas, A., Banzhaf, M., Gross, C.A., & Vollmer, W. (2019). From the regulation of peptidoglycan synthesis to bacterial growth and morphology. *Nature Reviews Microbiology*, 18(4), 196–210.
- Ummah, K. (2021). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Reading, Questioning, And Answering (RQA) Materi Virus Kelas X. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya (JB&P)*, 8(1), 19–25. <https://doi.org/10.29407/jbp.v8i1.15264>
- Uthami, F. N., & Irdawati. (2024). Analisis Karakterisasi Pola Pertumbuhan Bakteri Termofilik Isolat MS-17 dari Sumber Air Panas Mudiak Sapan. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 17109–17114.
- Vedyaykin, A. D., Ponomareva, E. V., & Khodorkovskii, M. A. (2019).

- Mechanism of bacterial cell division. *American Society for Microbiology*, 88(3), 265–277.
- Walsh, TL & Kahn, R. (2020). Pneumonia: Tinjauan literatur terkini. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 201(3), 299–310. <https://doi.org/10.1164/rccm.201908-1640>
- Widyasari, Y. . (2024). Uji efektivitas penggunaan udara panas buatan pada pewarnaan bakteri. *Jurnal Pendidikan Laboratorium Pendidikan*, 6(2), 1–10.
- Wijayanti, O. (2020). Motivasi dan Keterlibatan Aktif Peserta Didik dalam Proses Pembelajaran di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 5(2), 45–53.
- Willey, Joanne M. & Sherwood, L. M. & W. (2016). *Prescott's Microbiology* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Wilson, D. N. (2019). The ribosome through the looking glass: new insights into translation and ribosome-targeting antibiotics. *FEMS Microbiology Reviews*, 43(3), 233–245.
- Winarti, R., Masriani, & Sartika, R. P. (2019). Pengembangan Modul Biokimia II pada Materi Metabolisme Karbohidrat untuk Mahasiswa Pendidikan Kimia Universitas Tanjungpura. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 1–10.
- Wulandari, D., & Prasetyo, B. (2021). Resistensi antibiotik pada peternakan di Indonesia: Tantangan dan strategi pengendalian. *Jurnal Dokter Hewan*, 22(3), 215–224.
- Wulandari, N., & Rahman, F. (2023). Modul cetak sebagai sumber belajar mandiri untuk pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 8(1), 89–102.
- Wulandari, R., & Pratiwi, S. R. R. (2023). Pemberdayaan keterampilan proses sains biologi dengan memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(2), 150–162.
- Wulandari, D. (2021). Penerapan e-modul interaktif terhadap motivasi dan hasil belajar biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 5(3), 200–215.
- Wulandari, E., Putranto, W. S., Gumilar, J., Suryaningsih, L., Pratama, A., & Anggaini, T. K. (2022). Kecepatan Pertumbuhan Spesifik Bakteri Asam Laktat dengan Ekstrak Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) sebagai Studi Awal Produksi Flavored Yogurt. *Jurnal Agripet*, 22(1), 72–78. <https://doi.org/10.17969/agripet.v22i1.21129>
- Wya Saraswati, P., Nocianitri, K. A., & Hapsari Arihantana, N. M. I. (2021). Pola Pertumbuhan *Lactobacillus* sp. F213 Selama Fermentasi Pada Sari Buah Terung Belanda (*Solanum betaceum* Cav.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 10(4), 621.

<https://doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i04.p08>

- Yuni, R., & Afriadi, R. (2020). Pengembangan modul pembelajaran kondisional untuk belajar dari rumah (BDR). *Jurnal Hakim*, 11(2), 176–188.
- Zakaria, M. A. (2024). Pertumbuhan Koloni Bakteri dan Karakteristik Morfologi Bakteri Akar Tebu dalam Cairan Terfermentasi. *Jagad Tani: Jurnal Ilmu Pertanian*, 1(1), 29–43. <https://doi.org/10.71333/6yqesm85>
- Zeidler, DL, Nicholas, BH, & Sadler, T. (2020). Isu-isu sosiosaintifik: Teori dan praktik. *Jurnal Sains Dan Pendidikan*, 29(3), 561–579. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00120-4>
- Zeidler, DL, Sadler, TD, Simmons, ML, & Howes, E. (2019). Ketegangan dalam Kerangka Isu Sosio-Ilmiah: Tinjauan Krisis Literatur. *Jurnal Pendidikan Sains*, 103(3), 563–586.
- Zeidler, DL, Sadler, TD, Simmons, ML, & Howes, E. (2020a). Melampaui STS: Kerangka kerja berbasis riset untuk pendidikan isu sosiosaintifik. *Jurnal Pendidikan Sains*, 104(1), 1–20.
- Zeidler, DL, Sadler, TD, Simmons, ML, & Howes, E. (2020b). Melampaui STS: Kerangka kerja berbasis riset untuk pendidikan isu sosiosaintifik. *Jurnal Pendidikan Sains*, 104(3), 345–370.
- Zeidler, DL, Sadler, TD, Simmons, P., & Howes, E. (2019). Isu-isu Sosio-Sains sebagai Konteks Kurikulum: Pengajaran dan Pembelajaran untuk Masa Depan yang Berkelanjutan. *Jurnal Penelitian Pengajaran Sains*, 56(1), 1–24.
- Zhang, L., Wang, Y., & Liu, X. (2022). Meninjau kembali teknik pewarnaan Gram: Tinjauan praktik terkini. *Jurnal Bakteriologi Dan Mikologi*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.11648/j.jbm.20220901.11>

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA