

**ANALISIS KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA
PADA MATERI POKOK BIOTEKNOLOGI DENGAN
MODEL *ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY*
BERBASIS STEM**

(Skripsi)

Oleh

**FATHIYAH GHINA AR KHANSA
NPM 2013024055**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**ANALISIS KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA
PADA MATERI POKOK BIOTEKNOLOGI DENGAN
MODEL *ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY*
BERBASIS STEM**

Oleh

**FATHIYAH GHINA AR KHANSA
NPM 2013024055**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Biologi
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

ANALISIS KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA PADA MATERI POKOK BIOTEKNOLOGI DENGAN MODEL *ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY* BERBASIS STEM

Oleh

FATHIYAH GHINA AR KHANSA

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi pokok Bioteknologi dengan model *Argument-Driven Inquiry* berbasis STEM di SMA Negeri 1 Trimurjo. Penelitian ini termasuk jenis *quasy experiment* dengan desain *pre-test post-test non-equivalent control group*. Subjek penelitian terdiri dari 63 siswa kelas X yang diambil dari populasi berjumlah 158 siswa melalui teknik *random sampling*. Data kemampuan pemecahan masalah diperoleh melalui tes dan dianalisis menggunakan uji *Independent sample t-test*. Sementara itu, data tanggapan siswa terhadap model ADI-STEM dikumpulkan melalui angket dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada nilai *N-Gain* ($P < 0,05$) antara kelas yang menggunakan model ADI-STEM dengan model *Discovery Learning* terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Pada kelas eksperimen, indikator kemampuan pemecahan masalah tertinggi adalah merencanakan penyelesaian masalah dengan *N-Gain* sebesar 0,720 (kategori tinggi), sedangkan indikator terendah adalah memeriksa kembali hasil dengan *N-Gain* sebesar 0,420 (kategori sedang). Di sisi lain, pada kelas kontrol, kemampuan pemecahan masalah siswa yang tertinggi adalah merencanakan penyelesaian masalah dengan *N-Gain* sebesar 0,387 (kategori sedang), sedangkan indikator terendah adalah melaksanakan penyelesaian masalah dengan *N-Gain* sebesar 0,250 (kategori rendah). Berdasarkan hasil angket tanggapan siswa, didapatkan rata-rata persentase 91,601% yang menunjukkan bahwa menurut siswa, model *Argument-Driven Inquiry* berbasis STEM sangat baik digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa.

Kata Kunci: Kemampuan Pemecahan Masalah, Model *Argument-Driven Inquiry* berbasis STEM, Bioteknologi

ABSTRACT

ANALYSIS OF STUDENTS' PROBLEM-SOLVING SKILLS ON BIOTECHNOLOGY TOPICS USING THE STEM-BASED ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY MODEL

By

FATHIYAH GHINA AR KHANSA

This study aims to analyze students' problem-solving skills on the topic of Biotechnology using the STEM-based Argument-Driven Inquiry (ADI) model at SMA Negeri 1 Trimurjo. This research is a quasi-experimental study employing a pre-test post-test non-equivalent control group design. The research subjects consisted of 63 tenth-grade students selected from a population of 158 through random sampling. Data on problem-solving skills were collected through tests and analyzed using the independent samples t-test. Meanwhile, student responses to the ADI-STEM model were gathered through questionnaires and analyzed descriptively. The results of the study revealed a significant difference in N-Gain scores ($P < 0.05$) between the class that used the ADI-STEM model and the one that employed the Discovery Learning model in terms of students' problem-solving abilities. In the experimental class, the highest problem-solving indicator was planning the solution, with an N-Gain of 0.720 (high category), while the lowest indicator was reviewing the results, with an N-Gain of 0.420 (medium category). Conversely, in the control class, the highest problem-solving indicator was also planning the solution, with an N-Gain of 0.387 (medium category), while the lowest was implementing the solution, with an N-Gain of 0.250 (low category). Based on the questionnaire results, the average percentage of student responses was 91.601%, indicating that students perceived the STEM-based Argument-Driven Inquiry model as highly effective in enhancing their problem-solving skills.

Keywords: *Problem-solving skill, STEM-Based Argument-Driven Inquiry model, Biotechnology*

Judul Skripsi : ANALISIS KEMAMPUAN PEMECAHAN
MASALAH SISWA PADA MATERI
POKOK BIOTEKNOLOGI DENGAN
MODEL *ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY*
BERBASIS STEM

Nama Mahasiswa : Fathiyah Ghina Ar Khansa

Nomor Pokok Mahasiswa : 2013024055

Program Studi : Pendidikan Biologi

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II



Prof. Dr. Neni Hasnunidah, S.Pd., M.Si
NIP. 19700327 199403 2 001

Nadya Meriza, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19870109 201903 2 007

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP. 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Prof. Dr. Neni Hasnunidah, S.Pd., M.Si.**



Sekretaris

: **Nadya Meriza, S.Pd., M.Pd.**



Penguji

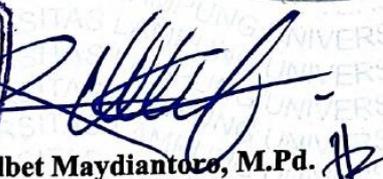
Bukan Pembimbing

: **Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**



Dekan FKIP Universitas Lampung



Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd. 

NIP 198705042014041001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **23 April 2025**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fathiyah Ghina Ar Khansa

NPM : 2013024055

Program Studi : Pendidikan Biologi

Jurusan : Pendidikan MIPA

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata kelak di kemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 23 April 2025,

Yang menyatakan,



Fathiyah Ghina Ar Khansa

NPM 2013024055

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Baturaja, Sumatera Selatan pada tanggal 3 Oktober 2002 sebagai anak pertama dari empat bersaudara, putri dari Bapak Sardian Lipriadi, S.E. dan Ibu Trimurti Handayani, S.Si., M.E.P. Penulis beralamat di Jl. Ki Ratu Penghulu V no. 403 Karang Sari, Kecamatan Baturaja Timur, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan.

Penulis mengawali pendidikan formal di TK Aisyiyah Bustanul Athfal 1 Baturaja (2007 – 2008), SD IT Fathona Baturaja (2008 – 2014), SMPN 2 OKU (2014 – 2017), dan SMAN 4 OKU (2017 – 2020). Pada tahun 2020, penulis terdaftar sebagai mahasiswa baru Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi dan pelatihan di lingkungan kampus. Pada tahun 2021-2022, penulis mengikuti kegiatan *Aiesec Future Leader in Unila* sebagai peserta, tergabung dalam Forum Mahasiswa Pendidikan Biologi Unila (Formandibula) yang menjabat sebagai Ketua Divisi Komunikasi dan Informasi (Kominfo), serta menjadi Staf Ahli Komisi 4 DPM FKIP Unila. Pada tahun 2023 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) dan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) selama 40 hari di Kelurahan Taman Asri, Kecamatan Baradatu, Kabupaten Way Kanan, Lampung. Pada tahun 2025 penulis melakukan penelitian untuk menyelesaikan tugas akhir yaitu skripsi di SMAN 1 Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah.

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seorang hamba melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al-Baqarah: 286)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(Q.S. Al-Insyirah: 6 – 8)

“Bilas muka, gosok gigi, evaluasi. Tidur sejenak menemui esok pagi. Walau pedih ‘ku bersamu kali ini. ‘Ku masih ingin melihatmu esok pagi”

(Baskara Putra)

“What belongs to you, will comes to you”

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahillobbil ‘alamin, segala puji bagi Allah SWT. yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Terima kasih atas karunia-Mu yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Karya ini penulis persembahkan sebagai bentuk cinta dan kasih kepada:

Ayah (Sardian Lipriadi) dan Bunda (Trimutrtri Handayani) Tersayang

Yang telah menjadi cahaya dalam setiap langkahku, doa yang tiada henti, dan kekuatan yang tak tergantikan. Segala jerih payah dan kasih sayang kalian adalah alasanku berdiri di titik ini. Terima kasih telah percaya padaku, meski terkadang aku ragu pada diri sendiri.

Adik-adikku Tercinta (Fathir, Fathur, dan Fathan)

Setiap tawa, canda, dan dukungan kalian adalah penghibur di kala lelah. Semoga apa yang *Ayuk* capai hari ini bisa menjadi motivasi untuk menggapai mimpi kalian di masa depan.

Para Pendidik (Guru dan Dosen)

Terima kasih atas ilmu, nasihat, bimbingan dan arahan yang diberikan sehingga memberikan pelajaran yang sangat berharga selama menempuh pendidikan

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat, karunia, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Pada Materi Pokok Bioteknologi Dengan Model *Argument-Driven Inquiry* Berbasis STEM”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari peranan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
2. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan PMIPA FKIP Universitas Lampung;
3. Rini Rita T. Marpaung, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Lampung;
4. Prof. Dr. Neni Hasnunidah, S.Pd., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, nasihat, saran, dan motivasi selama proses penyelesaian skripsi;
5. Nadya Meriza, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta menjadi pendengar yang penuh pengertian saat penulis menghadapi masalah dalam menyelesaikan skripsi;
6. Dr. Dewi Lengkana, M.Sc., selaku dosen pembahas yang telah memberikan arahan dan bimbingan berupa saran dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi;

7. Seluruh Dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Lampung, terima kasih atas segala saran, motivasi, dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis;
8. Iman Abiworo, S.Si. selaku kepala sekolah dan Tursila Widiastuti, S.Pd. selaku guru Biologi, seluruh dewan guru, staf, serta siswa kelas X.1 dan X.2 SMAN 1 Trimurjo yang telah memberikan izin dan bantuan kepada penulis selama melaksanakan penelitian;
9. Sahabat seperbimbingan, Annisa Febrianti, Sherly Fadhila, dan Silvia Julianti. Terima kasih sudah saling menguatkan satu sama lain pada saat kondisi terpuruk;
10. Sahabat *Make the Friendship*, Aisyah Wulan Anggraini, Alma Aulia Husnussuroya, Annisa Prima Sifa, Era Apriliana, Melin Gustina, Nazhifah Dzihni, Rahma Dwi Fadila, Rani Thifal Batari, dan Sarwinda Tita Kusuma Wardhani. Terima kasih telah banyak membantu dan kebersamai proses penulis dari awal sampai akhir. *You're your own kid*;
11. Sahabat *Sukses Selalu*, Adelia Putri, Jihan Luthfi Corrysha, Muhammad Al Durra, Muhammad Reza Ramadhanu, dan Nacre Faiz Hibatullah. Terima kasih selalu menghibur di kala sibuknya dunia. Seperti nama grup kita, *sukses selalu, guys*;
12. Teman baik penulis, Qaid Ubaidillah Albaitis. Terima kasih atas semua dukungan, kebaikan, dan perhatiannya selama penulis menempuh studi;
13. Teman-teman Pendidikan Biologi Angkatan 2020 kelas A yang telah menemani dan berjuang bersama menempuh studi;
14. Semua pihak yang senantiasa membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Bandar Lampung, Maret 2025
Penulis,

Fathiyah Ghina Ar Khansa
NPM. 2013024055

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Model Pembelajaran ADI Berbasis STEM.....	8
2.2. Pembelajaran Biologi.....	16
2.3. Materi Pokok Bioteknologi.....	18
2.4. Kemampuan Pemecahan Masalah	19
2.5. Kerangka Pikir	21
2.6. Hipotesis Penelitian	24
III. METODE PENELITIAN	25
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.2. Populasi dan Sampel	25
3.3. Desain Penelitian	26
3.4. Prosedur Penelitian	26
3.5. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data.....	28
3.6. Instrumen Penelitian	30
3.7. Teknik Analisis Data.....	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Hasil Penelitian	39
4.1.1. Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa.....	39

4.1.2. Rataan Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-Gain</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Perindikator.....	40
4.1.3. Pengaruh Model ADI-STEM Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa	40
4.1.4. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	41
4.1.5. Hasil Observasi Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran	42
4.1.6. Hasil Angket Tanggapan Siswa	43
4.2. Pembahasan.....	45
V. KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Keluasan dan Kedalaman Materi Capaian Pembelajaran.....	18
2.2. Tahapan Pemecahan Masalah.....	20
2.3. Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah	21
3.1. Populasi Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Trimurjo	25
3.2. <i>Pre-test Post-test Non-Equivalent Control Group Design</i>	26
3.3. Kisi-Kisi Soal Tes.....	30
3.4. Interpretasi Nilai Koefisien Korelasi	31
3.5. Uji Validitas Instrumen Tes.....	31
3.6. Indeks Reliabilitas Instrumen	32
3.7. Uji Reliabilitas Instrumen Tes	33
3.8. Kriteria Penilaian Kemampuan Pemecahan Masalah.....	34
3.9. Kriteria tingkat <i>N-gain</i>	34
3.10. Kriteria Interpretasi Nilai Cohen's d:	37
3.11. Interpretasi Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran.....	38
3.12. Kriteria Angket Tanggapan Siswa.....	38
4.1. Rataan Nilai Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan Model Pembelajaran.....	39
4.2. Rataan Nilai <i>pretest, posttest, dan N-Gain</i> Perindikator	40
4.3. Hasil Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan <i>Independent Sample t-test</i>	41
4.4. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	41
4.5. Data Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran Model ADI-STEM.....	42
4.6. Data Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran Model <i>Discovery Learning</i>	42
4.7. Tanggapan Siswa Terhadap Penggunaan Model Pembelajaran ADI-STEM	43
4.8. Tanggapan Siswa Terhadap Penggunaan Model <i>Discovery Learning</i>	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Tahapan Model Pembelajaran ADI.....	10
2.2. Kerangka Pikir Penelitian	23
2.3. Hubungan antarvariabel penelitian	24
4.1. (a, b, c, dan d) Sintaks Pengumpulan Data pada LKPD ADI-STEM Kelas Eksperimen.....	48
4.2. (a dan b) Jawaban Siswa Sintaks Pengumpulan Data pada LKPD ADI-STEM	49
4.3. (a dan b) Lembar Jawaban Penyusunan Argumentasi Siswa pada Kelas Eksperimen	52
4.4. Lembar Jawaban Sesi Argumentasi Siswa pada Kelas Eksperimen.....	53
4.5. Siswa Melakukan Sesi Argumentasi di Kelas Eksperimen	54
4.6. (a dan b) Laporan Penyelidikan Siswa pada Kelas Eksperimen	56
4.7. Kegiatan Identifikasi Masalah Siswa di Kelas Eksperimen.....	57
4.8. Identifikasi Masalah pada LKPD ADI-STEM.....	58
4.9. Jawaban Siswa Sintaks Memahami Masalah pada LKPD ADI-STEM.....	59
4.10. (a dan b) Hasil Jawaban Siswa pada Lembar <i>Peer Review</i> di Kelas Eksperimen	61
4.11. (a dan b) Revisi Laporan Salah Satu Siswa di Kelas Eksperimen	63
4.12. (a dan b) Jawaban Diskusi Eksplisit dan Reflektif Siswa pada Kelas Eksperimen.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alur Tujuan Pembelajaran Kelas Eksperimen	78
2. Alur Tujuan Pembelajaran Kelas Kontrol	82
3. Modul Ajar Kelas Eksperimen	86
4. Modul Ajar Kelas Kontrol	97
5. LKPD Kelas Eksperimen	105
6. LKPD Kelas Kontrol	146
7. Rubrik Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	158
8. Soal Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Materi Bioteknologi	174
9. Lembar Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran Kelas Eksperimen	177
10. Lembar Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran Kelas Kontrol	182
11. Angket Tanggapan Siswa Kelas Eksperimen	185
12. Angket Tanggapan Siswa Kelas Kontrol	187
13. Hasil Uji Validitas	189
14. Hasil Uji Reliabilitas	193
15. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	194
16. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	195
17. Hasil <i>N-Gain Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	196
18. Hasil <i>N-Gain Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	197
19. Hasil <i>N-Gain</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Perindikator	198
20. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas	207
21. Hasil Uji t_{209}	
22. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	210
23. Hasil Angket Tanggapan Siswa	211
24. Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran	215
25. Dokumentasi Penelitian	218
26. Surat Izin Penelitian dan Surat Keterangan Persetujuan Izin Penelitian	225

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ini berpengaruh secara signifikan pada berbagai aspek kehidupan. Abad ke-21 ditandai sebagai era keterbukaan atau globalisasi, yang berarti cara hidup manusia pada abad ini mengalami perubahan mendasar yang berbeda dari masa sebelumnya (Wijaya *et al*, 2016:263). Abad ke-21 juga dikenal sebagai masa pengetahuan (*knowledge age*), artinya segala upaya untuk memenuhi kebutuhan hidup dalam berbagai konteks didasarkan pada pengetahuan.

Pendidikan di abad 21 memungkinkan penggunaan teknologi yang semakin pesat dalam proses pembelajaran. Kemajuan teknologi tersebut mendorong pengembangan berbagai aspek serta memiliki karakteristik dan keunikan tersendiri, yaitu lembaga pendidikan harus memusatkan perhatian pada keterampilan abad 21 (Rosnaeni, 2021:4335). Salah satu keterampilan tersebut adalah kemampuan pemecahan masalah. Pemecahan masalah menjadi satu tujuan dalam proses pembelajaran ditinjau dari aspek kurikulum (Cahyani & Setyawati, 2016:151). Permendikbudristek Nomor 5 Tahun 2022 tentang Standar Kompetensi Lulusan (SKL) pada tingkat SMA/MA yang menyebutkan bahwa lulusan siswa diharapkan mampu menunjukkan kemampuan menganalisis permasalahan dan gagasan yang kompleks, menyimpulkan hasilnya dan menyampaikan argumen yang mendukung pemikirannya berdasarkan data yang akurat (Kemendikbudristek, 2022). Hanifa *et al*, (2019:122) juga menyebutkan bahwa tantangan bangsa ke depan semakin kompetitif, maka kemampuan pemecahan masalah menjadi hal yang sangat penting bagi siswa. Jika siswa dilatih untuk menyelesaikan suatu masalah, maka siswa tersebut mempunyai

keterampilan yang baik dalam menghasilkan informasi yang sesuai, menganalisis informasi dan menyadari betapa perlunya meneliti kembali hasil yang diperolehnya (Cahyani & Setyawati, 2016:153).

Kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah di Indonesia selama ini dapat dikategorikan rendah jika dibandingkan dengan negara-negara lain. Hal ini dibuktikan dari hasil PISA (*Programme for International Student Assessment*) pada tahun 2022 yang menunjukkan bahwa literasi sains siswa Indonesia berada di peringkat ke-64 dari 81 negara yang berpartisipasi dalam program ini dengan skor rata-rata 383, sedangkan skor rata-rata internasional yaitu 491 (OECD, 2023:1). Kemampuan literasi sains erat kaitannya dengan kemampuan pemecahan masalah. Menurut Aiman *et al*, (2019:198), siswa yang memiliki kemampuan literasi sains akan dapat menggunakan pengetahuan mereka untuk memecahkan permasalahan dalam konteks kehidupan sehari-hari termasuk dalam lingkup pribadi, sosial, dan global.

Beberapa penelitian di Indonesia mengenai kemampuan pemecahan masalah siswa juga menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa tergolong rendah. Hal ini dibuktikan pada hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya bahwa siswa belum memiliki pemahaman konsep yang baik terkait permasalahan yang dihadapi (Chaerunisa & Pitorini, 2022:12). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati *et al*, (2018:4) menunjukkan bahwa siswa di salah satu SMA Negeri Surakarta belum terbiasa menggunakan bakat dan pengalaman mereka untuk menyelesaikan masalah dalam proses pembelajaran di sekolah. Sejalan dengan hasil penelitian Wibawa *et al*, (2019: 2) bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa di salah satu SMA di Klaten dianggap rendah. Mereka menyatakan bahwa siswa harus memahami masalah ketika mereka dapat mengungkapkan informasi tentang masalah tersebut dengan tepat dan akurat.

Permasalahan rendahnya kemampuan pemecahan masalah dijumpai juga di SMA Negeri 1 Trimurjo. Hasil wawancara dengan guru Biologi kelas X di sekolah tersebut menunjukkan bahwa siswa hanya menunjukkan keaktifan selama kegiatan praktikum. Menurut pengamatan guru, ketika guru memberikan

permasalahan yang perlu dipecahkan oleh siswa, mereka cenderung melihat masalah tersebut hanya dari satu sudut pandang dengan konsep ide pemecahan masalah yang masih standar atau umum. Hanya sedikit siswa yang mengemukakan ide untuk menyelesaikan masalah, dan siswa juga belum mampu mengevaluasi permasalahan yang diberikan dengan baik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa di SMA Negeri 1 Trimurjo tergolong rendah.

Penyebab rendahnya kemampuan pemecahan masalah meliputi faktor internal dan eksternal. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Hanifa *et al.* (2019:124) bahwa faktor-faktor yang berpeluang mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah dari faktor internal, antara lain: minat, intelegensi, dan kemampuan kognitif yang dimiliki siswa. Jika lingkungan mengajarkan cara memecahkan masalah yang baik maka kemungkinan besar siswa akan mengikuti cara memecahkan masalah dengan baik juga (Artinta & Fauziyah, 2021:216). Sedangkan faktor eksternal, antara lain: model/metode pembelajaran yang digunakan, lingkungan belajar yang diciptakan, dan pemberian motivasi dari guru. Berdasarkan penelitian Hanifa *et al.* (2019:126) didapatkan kesimpulan bahwa guru tidak selalu memotivasi siswa pada saat pembelajaran sehingga hasil kemampuan pemecahan masalah siswa kurang maksimal. Menurut Nisak & Susantini (2023:684), rendahnya kemampuan pemecahan masalah yang menjadi penyebab menurunnya kualitas sumber daya manusia karena metode pembelajaran di kelas belum terbiasa untuk melatih kemampuan memecahkan masalah. Siswa hanya mengingat konsep tanpa kemampuan yang memadai untuk mengaplikasikannya saat menghadapi masalah dalam kehidupan sehari-hari yang terkait dengan konsep yang telah dipelajari (Trianto, 2007: 65).

Guru perlu menciptakan pembelajaran yang menjadikan siswa aktif serta terbiasa memecahkan masalah. Solusi yang dapat dilakukan yaitu dengan menerapkan model pembelajaran yang sesuai. Model *Argument-Driven Inquiry* (ADI) menurut Sampson & Gleim (2009:465) adalah model yang dirancang untuk merumuskan tujuan kegiatan dalam kelas sebagai upaya untuk mengembangkan, memahami, atau mengevaluasi penjelasan ilmiah tentang suatu fenomena alam atau solusi dari

suatu masalah. Model ADI menuntut siswa untuk menentukan masalah penelitian, memutuskan metode penelitian yang sesuai untuk menghasilkan solusi dari masalah penelitian, melaksanakan proses pengumpulan dan analisis data, kemudian membuat argumen dan berkolaborasi dalam proses argumen dengan teman sekelas sebagai hasilnya, serta melaporkan informasi ilmiah yang berlaku (Kaçar & Balım, 2021:60). Model ADI erat kaitannya dengan kemampuan argumentasi. Melalui kemampuan argumentasi siswa memiliki fondasi berpikir kritis dan logis dalam memecahkan masalah secara ilmiah dan bertahap karena argumen siswa harus dilengkapi dengan data dan bukti ilmiah yang mendukung (Fatmawati & Ramli, 2018:253). Bersamaan dengan hal tersebut, Kaçar & Balım (2021:86) juga mengungkapkan bahwa pembelajaran dengan model ADI dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, pemikiran mendalam, pemahaman konseptual, dan kreativitas pada siswa.

Model ADI memungkinkan siswa untuk melakukan diskusi berbasis data (Demircioglu & Ucar, 2015:269). Meskipun model ADI dari beberapa studi dalam setiap pelajaran berfokus pada masalah-masalah dalam skala laboratorium, namun saat ini, pembelajaran juga perlu mengatasi masalah-masalah dalam skala lingkungan dan mencakup persiapan karier siswa di masa depan (Suganda *et al*, 2023:727). Memecahkan masalah skala besar perlu melibatkan pendekatan STEM. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa model ADI dapat disertai dengan pendekatan pembelajaran saat ini, yaitu pendekatan STEM (Mathis *et al*, 2017:78). Purnomo, Rahayu, & Agustini (2023:634) mengungkapkan bahwa model ADI dapat diintegrasikan dengan pendekatan yang digunakan dalam era 4.0, yaitu pendekatan STEM. STEM diperkenalkan oleh *National Science Foundation* (NSF) Amerika Serikat pada tahun 1990 sebagai singkatan dari *Science, Technology, Engineering*, dan *Mathematics*. Pendekatan STEM adalah suatu sistem pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk mengembangkan kemampuan dalam memecahkan masalah yang terkait dengan proses belajar mengajar (Santosa *et al*, 2021: 2).

Menurut (Hasnunidah *et al*, 2022:333) model pembelajaran ADI cocok digunakan dalam pembelajaran bioteknologi karena materi ini melibatkan masalah atau fenomena fisik nyata yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari, sehingga siswa tidak kesulitan dalam melakukan penyelidikan ilmiah. Model ADI memberikan prioritas pada keterampilan penyelidikan dan argumentasi serta integrasi STEM yang memperkuat pemahaman berdasarkan pemecahan masalah (Purnomo *et al*, 2023:634). Dengan menerapkan model ADI-STEM dalam pembelajaran materi Bioteknologi diharapkan siswa tidak hanya memahami konsep-konsep kunci dalam bioteknologi, tetapi juga mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang diperlukan di dunia nyata. Peran yang tepat dari seorang pendidik sains adalah pembelajaran yang fokus pada aplikasi ilmiah untuk solusi masalah sosial ilmiah (Anita *et al*, 2019:1742).

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk menganalisis kemampuan pemecahan masalah siswa pada mata pelajaran Biologi, khususnya pada materi Bioteknologi. Judul dalam penelitian ini adalah “Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Materi Pokok Bioteknologi dengan Model *Argument-Driven Inquiry* (ADI) Berbasis STEM di SMA Negeri 1 Trimurjo”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah siswa yang signifikan pada pembelajaran Bioteknologi antara model ADI-STEM dengan model *discovery learning*?
2. Apakah kemampuan pemecahan masalah siswa dengan pembelajaran model ADI-STEM lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang belajar dengan pembelajaran model *discovery learning*?
3. Bagaimana tanggapan siswa pada penggunaan model ADI-STEM dan model pembelajaran *discovery learning*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Perbedaan kemampuan pemecahan masalah siswa pada pembelajaran Bioteknologi menggunakan model ADI-STEM dengan model *discovery learning*.
2. Perbedaan kemampuan pemecahan masalah siswa dengan pembelajaran ADI-STEM dibandingkan dengan pembelajaran *discovery learning*.
3. Tanggapan siswa pada penggunaan model ADI-STEM dan model *discovery learning*.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

1. Peneliti, yaitu menambah pengetahuan, wawasan, pengalaman, dan bekal berharga sebagai calon pendidik biologi yang professional, terutama dalam menggunakan model ADI-STEM pada materi Inovasi Teknologi Biologi.
2. Guru, yaitu memperoleh referensi terkait kemampuan pemecahan masalah yang dimiliki oleh siswa dengan model ADI-STEM sehingga guru dapat merancang strategi upaya meningkatkan pembelajaran di kelas.
3. Siswa, yaitu mendapat pengalaman belajar menggunakan model ADI-STEM dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada materi Inovasi Teknologi Biologi.
4. Sekolah, yaitu memperoleh informasi atau acuan untuk mengembangkan upaya peningkatan kualitas pendidikan di sekolah melalui penggunaan model ADI-STEM.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model ADI-STEM yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan sintaks: (1) mengidentifikasi masalah (sains dan teknologi); (2)

mengumpulkan data (sains, teknologi, dan matematika); (3) membuat argumen tentatif (sains dan matematika); (4) mengadakan sesi argumentasi interaktif (semua aspek STEM); (5) menyusun laporan penyelidikan tertulis (semua aspek STEM); (6) tinjauan sejawat *double-blind* (semua aspek STEM); (7) merevisi laporan berdasarkan hasil dari tinjauan sejawat (semua aspek STEM); (8) melakukan diskusi reflektif tentang proses penyelidikan (semua aspek STEM).

2. Kemampuan pemecahan masalah yang diteliti adalah kemampuan siswa menggunakan proses berpikirnya dalam memecahkan masalah. Kemampuan tersebut diukur melalui 4 indikator yaitu: (1) memahami masalah; (2) merencanakan strategi untuk pemecahan masalah; (3) melaksanakan pemecahan masalah; (4) melihat kembali hasil yang diperoleh.
3. Subjek yang digunakan dalam penelitian ini adalah siswa kelas X IPA SMA Negeri 1 Trimurjo.
4. Materi yang digunakan pada penelitian ini yaitu Inovasi Teknologi Biologi kelas X dengan capaian pembelajaran siswa memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman inovasi teknologi biologi. Materi ini menggunakan pembelajaran berdiferensiasi (kurikulum merdeka).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Model Pembelajaran ADI Berbasis STEM

Argument-Driven Inquiry (ADI) dikembangkan oleh (Sampson & Gleim, 2009) sebagai unit pembelajaran yang menyatukan berbagai disiplin ilmu untuk mendorong keterlibatan siswa dalam kolaborasi lintas bidang dengan tujuan meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep penting dan praktis. Model pembelajaran ADI memungkinkan siswa aktif berargumen berdasarkan apa yang mereka lihat di laboratorium. Pembelajaran dengan ADI meningkatkan keterampilan proses sains, menulis argumen ilmiah, dan kualitas argumen siswa (Fakhriyah *et al*, 2021:767). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran sains dengan model ini juga meningkatkan kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan keberanian siswa dalam berbagi pendapat serta menulis dalam bahasa ilmiah. Selain itu, ADI juga membantu siswa mengembangkan keterampilan presentasi ilmiah melalui praktik mempersiapkan, menyajikan, dan merevisi presentasi mereka (Çetin & Eymur, 2017:841). Model ini juga mendorong siswa untuk merefleksikan argumen mereka sendiri dan melakukan tinjauan terstruktur bersama teman sejawat untuk memperbaiki penyelidikan mereka (Fakhriyah *et al*, 2021:767).

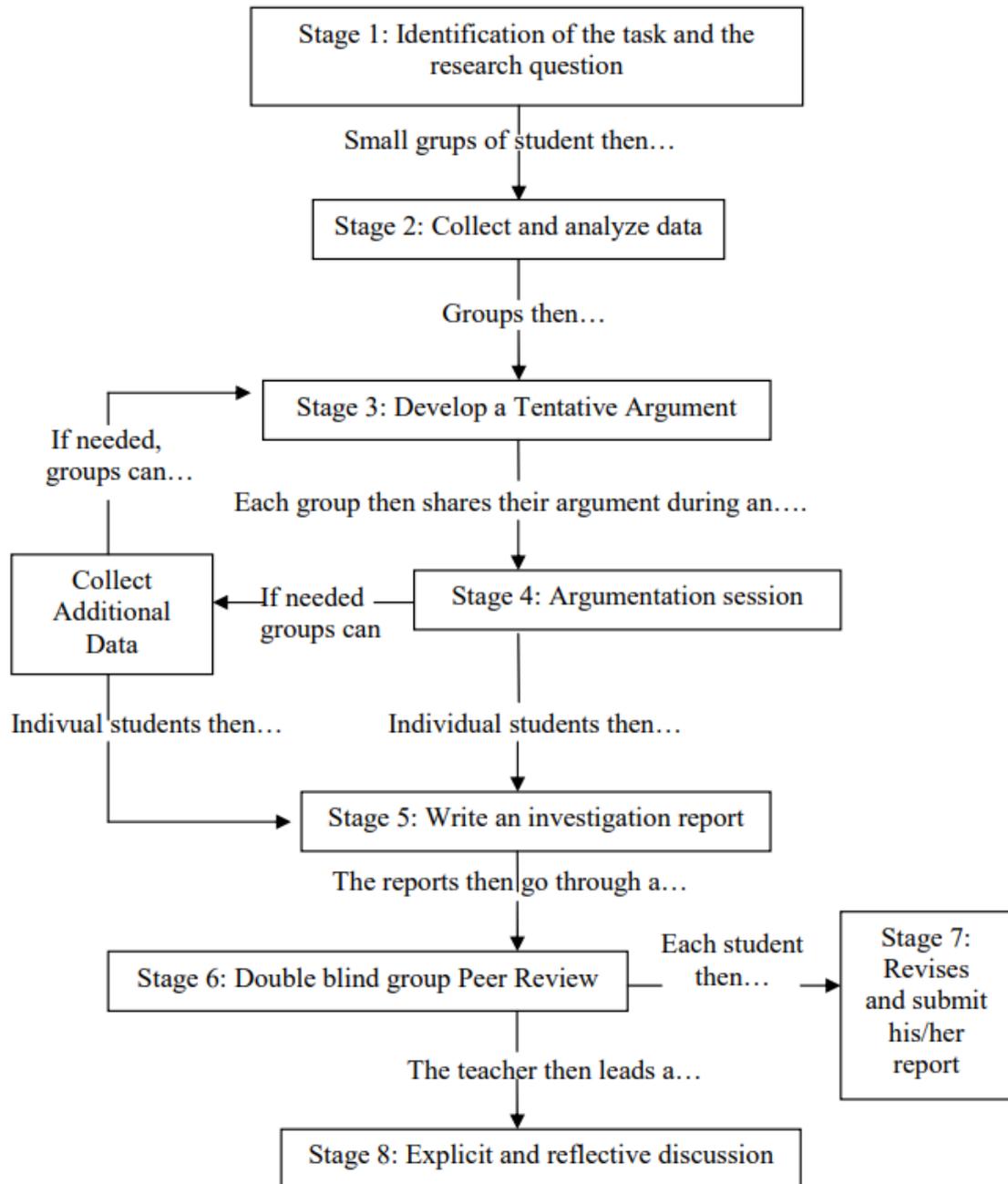
ADI adalah model yang digunakan dalam pembelajaran dan mampu mengajarkan siswa untuk belajar bagaimana berpartisipasi aktif dalam proses belajar dan menggunakan ide-ide untuk membangun konsep dalam mempelajari ilmu pengetahuan alam (Sampson & Gleim, 2009:470). Pembelajaran IPA yang diajarkan seharusnya bukan hanya penguasaan konsep semata, akan tetapi siswa ditekankan agar dapat membangun konsep-konsep pengetahuan yang diajarkan sehingga menjadi landasan berpikir dalam menjalani kehidupan. Dalam model

pembelajaran ADI, siswa menentukan masalah penelitian, memutuskan metode penelitian yang tepat untuk menghasilkan solusi terhadap masalah penelitian ini, menentukan cara mengumpulkan data, melakukan proses pengumpulan dan analisis data, kemudian membuat argumen dan berpartisipasi dalam proses argumen dengan rekan-rekan mereka sebagai hasilnya, akhirnya mencapai dan melaporkan informasi ilmiah yang berlaku (Walker dalam (Kaçar & Balım, 2021:60)).

Menurut Sampson & Gleim (2009:465) model pembelajaran ADI dirancang untuk:

1. Membingkai tujuan pada kegiatan kelas sebagai suatu bentuk usaha untuk mengembangkan, memahami, atau mengevaluasi penelitian ilmiah mengenai fenomena alam atau menjadi sebuah solusi dari permasalahan.
2. Melibatkan siswa dalam penyelidikan menggunakan metode yang dirancang sendiri dan membantu belajar bagaimana merancang investigasi yang lebih baik.
3. Mendorong individu untuk menghasilkan argumen guna menjawab pertanyaan penelitian sebagai bagian dari penyelidikan.
4. Memberi kesempatan kepada siswa untuk belajar bagaimana mengemukakan, mendukung, mengevaluasi, dan merevisi gagasan melalui diskusi dan menulis dengan cara yang lebih produktif.
5. Menciptakan suasana kelas untuk menjaga keabsahan bukti dan meningkatkan berpikir kritis.

Menurut Farida & Gusniarti (2014:32), terdapat tiga aspek penting dalam pembelajaran yang dapat dikembangkan melalui model ADI, yaitu: dalam menyelesaikan masalah, ilmiah dan argumentasi, dan diskusi. Sedangkan menurut Sampson & Gleim (2009:466), bahwa tahapan pembelajaran pada model ADI terdiri dari delapan sebagai berikut: 1) identifikasi tugas; 2) pengumpulan data; 3) produksi argumen tentatif; 4) sesi interaktif argumentasi; 5) penyusunan laporan investigasi; 6) *double blind group peer-review*; 7) revisi laporan personal; dan 8) diskusi eksplisit dan reflektif. Keseluruhan sintaks model pembelajaran ADI digambarkan secara lengkap pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Tahapan Model Pembelajaran ADI
(Sampson, dkk. 2012: 2)

(Sampson & Gleim, 2009:466-470) menjabarkan penjelasan setiap sintaks dalam model pembelajaran ADI sebagai berikut:

1. Identifikasi Tugas (*Identification of a task*)

Pada tahap ini guru memperkenalkan topik utama yang dipelajari dan memulai urutan pembelajaran. Guru menjelaskan keterkaitan antara pelajaran yang lalu dengan pelajaran yang akan dipelajari sekarang. Tahap ini bertujuan untuk

menarik perhatian dan minat siswa terhadap suatu fenomena. Guru perlu mengajak siswa dalam memahami kegiatan yang akan mereka lakukan.

Untuk mencapai tahap ini, guru perlu menyajikan pertanyaan terkait topik yang akan diteliti dan merumuskan suatu masalah untuk dipecahkan oleh siswa. Pembuatan rumusan masalah siswa harus mempunyai pengetahuan dan pemahaman mengenai materi yang berkaitan dalam hal ini bioteknologi, sehingga membutuhkan sains (*Science*) pada pendekatan STEM dalam membuat rumusan masalah (Nurhidayati, Masykuri, dan Fakhrudin, 2023:176).

2. Pengumpulan Data (*Generation and analysis of data*)

Dalam tahap ini, siswa akan mengembangkan dan menerapkan metode untuk menjawab permasalahan penelitian dalam kelompok kolaboratif. Tujuan dari langkah ini adalah memberikan kesempatan siswa untuk berinteraksi langsung mencari data sesuai dengan mencari data yang sesuai dengan permasalahan penelitian menggunakan teknik pengumpulan data yang tepat dan relevan. Siswa memiliki peluang untuk mempelajari jenis bahan dan teknik pengumpulan data yang sesuai dengan subjek dan kualifikasi penelitian. Siswa melakukan penyelidikan ilmiah berkali-kali sehingga mereka memiliki kesempatan untuk belajar melalui pengalaman, umpan balik, dan refleksi dengan begitu siswa dapat mengatasi permasalahan yang mereka temui selama penelitian dalam studi eksperimental.

Siswa juga diberikan kesempatan untuk merancang percobaan dalam bimbingan guru. Hal ini berkaitan dengan *Engineering* dalam pendekatan STEM, yaitu siswa dituntut untuk menentukan percobaan apa yang akan dilakukan, menentukan alat dan bahas percobaan, dan merancang percobaan. Selain itu, dalam melakukan percobaan siswa menggunakan alat-alat percobaan yang merupakan penerapan disiplin ilmu *technology* pada pendekatan STEM. *Technology* pada pendekatan STEM digunakan sebagai media untuk penunjang pembelajaran termasuk kegiatan percobaan. Disiplin ilmu *mathematics* juga diterapkan pada tahap ini yaitu menentukan ukuran-

ukuran atau hitungan dalam membuat atau merangkai peralatan untuk percobaan.

3. Produksi Argumen Tentatif (*Production of a tentative argument*)

Pada tahap ini siswa diminta untuk menyusun sebuah argumen yang terdiri dari klaim, bukti, dan alasan dengan menggunakan media papan tulis. Penggunaan papan tulis memungkinkan siswa menuliskan argumen mereka dan bisa dibagikan dengan kelompok lainnya. Tahap ini dirancang untuk memfokuskan perhatian siswa pada pentingnya membangun sebuah argumen yang bersifat ilmiah dan harus mampu mendukung penjelasan dengan bukti-bukti yang valid. Siswa perlu menyadari bahwa ilmuwan harus mendukung klaim dengan bukti dan penjelasan yang tepat. Siswa belajar menentukan apakah data yang ada relevan, memadai dan cukup menyakinkan untuk mendukung klaim mereka, hingga akhirnya mereka dapat mengevaluasi gagasan atau kesimpulan yang tidak sesuai dengan data.

4. Sesi Interaktif Argumentasi (*Interactive argumentation session*)

Pada tahap ini siswa diberi kesempatan untuk mengajukan, mendukung, mengkritik, memperbaiki kesimpulan, penjelasan atau dugaan dari hasil penelitian kelompok lain. Seorang perwakilan dari setiap kelompok akan berlaku sebagai juru bicara untuk berbagi hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang telah dicapai, data yang mereka kumpulkan, dan ide-ide dari kelompok mereka. Setiap anggota dari masing-masing kelompok bisa memberikan sanggahan kepada kelompok lainnya untuk menentukan klaim yang paling valid atau memperbaiki klaim sehingga klaim bisa diterima. Tahapan ini dirancang agar siswa dapat melihat secara kritis produk (argumen), proses (metode), dan konteks (landasan teori) dari penyelidikan yang telah mereka lakukan.

5. Pembuatan Laporan Penyelidikan Tertulis (*Investigation report*)

Pada tahap ini, masing-masing siswa membuat laporan penyelidikan secara tertulis namun laporan masih secara kasar. Format laporan yang lebih bersifat persuasif dibanding sifat ekspositori. Perubahan ke format yang lebih

persuasif dirancang untuk mendorong agar siswa memikirkan apa yang mereka ketahui, bagaimana mereka mengetahuinya, dan meyakini apa yang mereka ketahui. Laporan Penyelidikan yang ditulis harus menjawab dua dasar pertanyaan: 1) Apa yang Anda lakukan dan mengapa; 2) Apakah argumen Anda. Laporan penyelidikan berisi masalah, penyelidikan, dan argumen.

6. *Double Blind Peer Review*

Setelah siswa menyelesaikan laporan penyelidikan, mereka akan mengumpulkan tiga salinan laporan yang diketik tanpa informasi identitas untuk guru. Kemudian guru secara acak mendistribusikan laporan penyelidikan siswa untuk ditelaah oleh masing-masing kelompok bersama dengan lembar *peer review* untuk setiap rangkaian laporan. Lembar tinjauan *peer review* mencakup kriteria penilaian yang spesifik. Pada tahap ini, siswa bisa belajar mengembangkan cara menulis laporan penyelidikan secara ilmiah yang sesuai dengan rubrik penilaian dan memberikan umpan balik yang nyata kepada kelompok lainnya. Tahapan ini memberikan umpan balik yang mereka butuhkan untuk memperbaiki laporan yang telah mereka susun, siswa lebih menghargai bukti dan berpikir kritis di dalam kelas, serta menciptakan lingkungan belajar di dalam kelas dimana siswadidik saling bertanggung jawab.

7. *Proses Revisi Laporan (Revision of the report)*

Setelah laporan ditelaah, guru akan mengembalikan laporan ke siswa. Siswa merevisi laporan dengan menulis ulang laporannya berdasarkan hasil *review* yang telah ditelaah oleh *reviewer*. Tujuan tahap ini adalah untuk meningkatkan keterampilan siswa dalam menulis laporan penyelidikan secara ilmiah dan memahami tentang topik yang mereka tulis di laporan. Pada tahap ini bisa menjadi cara yang ampuh untuk memperbaiki penulisan dan pemahaman siswa akan pembelajaran sains.

8. *Diskusi Eksplisit dan Reflektif (Explicit and reflective discussion)*

Pada tahap ini guru sebaiknya memimpin diskusi reflektif tentang penyelidikan setelah *peer review* lengkap. Tujuan dari diskusi ini yaitu untuk

membicarakan hasil yang didapatkan selama penyelidikan. Guru juga dapat mendorong siswa untuk berbicara mengenai cara-cara yang bisa meningkatkan metode yang digunakan dalam melakukan penyelidikan. Kemudian, siswa diminta untuk mengevaluasi penyelidikan yang dilakukan apakah telah berjalan dengan baik atau belum.

Rangkaian kegiatan pembelajaran yang disusun dalam model ADI telah didesain secara khusus agar siswa dapat terlibat secara aktif dalam kegiatan ilmiah, menggali pengalaman yang luas, dan menerima umpan balik sepanjang proses penyelidikan yang mereka lakukan (Sampson & Gerbino, 2010: 217). Menurut Sampson *et al.* (2012:3-4) seluruh proses dalam model pembelajaran ADI ini disusun untuk memastikan bahwa siswa memiliki peluang untuk terlibat dalam praktik ilmiah selama eksperimen laboratorium, menerima umpan balik, dan mendapatkan bimbingan eksplisit selama proses pembelajaran berlangsung.

Terdapat tiga bagian dalam argumen, yaitu data, *warrant*, dan *claim*, selanjutnya untuk setiap argumen terdapat tiga bagian yang menyertai, yaitu *qualifier*, *backing*, dan *rebuttal*. *Claim* adalah sebuah pernyataan atau pendapat yang diajukan kepada orang lain yang mengandung informasi, kemudian *claim* yang diajukan harus didukung oleh data, yang berisi fakta tertentu, sehingga *claim* dapat diterima. Hubungan antara data dan *claim* disebut *warrant*, biasanya digunakan untuk menjawab pertanyaan “mengapa suatu data dapat membuat *claim* anda menjadi benar?”. *Backing* memperkuat *warrant*. *Qualifier* mengindikasikan kekuatan data kepada *warrant* dan dapat membatasi *claim* universal. *Qualifier* dapat berupa kata-kata, seperti: kebanyakan, biasanya, selalu, atau kadang-kadang. Versi lain dari *qualifier* adalah *reservation*, yaitu ungkapan kemungkinan yang dapat membuat *claim* menjadi salah. Selanjutnya komponen yang terakhir adalah *rebuttal* atau sanggahan, yaitu suatu argumen perlawanan (*counter argument*) terhadap suatu *claim*, data, dan *warrant* atau fakta yang dapat melemahkan argumen yang mendukung (Erduran, Simon, & Osborne, 2004:918).

Model ADI memungkinkan siswa untuk melakukan diskusi berbasis data (Demircioglu & Ucar, 2015:269). Meskipun model ADI dari beberapa studi dalam

setiap pelajaran berfokus pada masalah-masalah dalam skala laboratorium, namun saat ini, pembelajaran juga perlu mengatasi masalah-masalah dalam skala lingkungan dan mencakup persiapan karier siswa di masa depan (Suganda *et al*, 2023:727). Memecahkan masalah skala besar perlu melibatkan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa model ADI dapat disertai dengan pendekatan pembelajaran saat ini, yaitu pendekatan STEM (Mathis *et al*, 2017:78).

Pendekatan STEM adalah pendekatan yang merujuk kepada empat komponen ilmu pengetahuan, yaitu suatu pendekatan dibentuk berdasarkan perpaduan beberapa disiplin ilmu, yaitu Sains, Teknologi, Teknik dan Matematika. Kolaborasi dalam proses pembelajaran, STEM akan membantu siswa untuk mengumpulkan dan menganalisis serta memecahkan permasalahan yang terjadi serta mampu untuk memahami hubungan antara suatu permasalahan dan masalah lainnya (Riyanto *et al*, 2021:2). Pembelajaran dengan pendekatan STEM memfasilitasi siswa untuk mempelajari konsep-konsep *science, technology, engineering*, dan *mathematics* dengan mengaplikasikannya dalam kegiatan pembelajaran yang berkaitan dengan masalah di kehidupan sehari-hari (Stansell *et al*, 2016:378).

Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran tentunya terintegrasi selama proses pembelajaran. Keempat aspek dalam STEM mengambil bagian dalam setiap pelaksanaan langkah-langkah pembelajaran. Adapun langkah-langkah dari setiap pelaksanaan aspek tersebut (Riyanto *et al*, 2021:43-44) adalah sebagai berikut :

1. Aspek *Science* adalah keterampilan menggunakan pengetahuan dan proses sains dalam memahami gejala alam;
2. Aspek *Technology* adalah keterampilan siswa dalam mengetahui bagaimana teknologi baru dapat dikembangkan, keterampilan menggunakan teknologi dan bagaimana teknologi dapat digunakan dalam memudahkan kerja manusia;
3. Aspek *Engineering* dalam proses pembelajaran yaitu pengetahuan untuk mengoperasikan sebuah prosedur untuk menyelesaikan masalah;

4. Aspek *Mathematics* adalah keterampilan yang digunakan untuk menganalisis, memberikan alasan, mengkomunikasikan ide secara efektif, menyelesaikan masalah dan menginterpretasikan solusi berdasarkan perhitungan dan data dengan matematis.

Menurut Suganda *et al.* (2023:727), tujuan utama STEM di sekolah adalah untuk memecahkan kebutuhan sosial dan ekonomi, serta untuk membantu siswa menjadi warga yang produktif, dan berpengetahuan. Siswa diminta untuk menunjukkan pemahaman mereka tentang disiplin STEM melalui proyek-proyek. Model ADI-STEM tidak hanya melengkapi pembelajaran di kelas, tetapi juga memengaruhi karier dan lingkungan masa depan siswa. Model ini mengharuskan siswa untuk dapat memikirkan cara menyelesaikan masalah dunia nyata.

2.2. Pembelajaran Biologi

Biologi berasal dari dua kata yaitu *bios* yang artinya makhluk hidup dan *logos* artinya ilmu, sehingga biologi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup. Kemajuan dalam ilmu biologi memegang peran yang luar biasa untuk mengatasi banyak tantangan utama yang dihadapi dunia (*National Research Council*, 2009:13). Perkembangan dan capaian dalam biologi itu harus disampaikan dalam bentuk pembelajaran biologi di kelas (Ismiati, 2020:235). Pembelajaran biologi di sekolah menengah memiliki peran yang penting dalam mengembangkan pemahaman siswa tentang kehidupan, struktur, dan fungsi organisme hidup, serta dampaknya terhadap lingkungan dan masyarakat.

Pembelajaran biologi adalah suatu pembelajaran yang menekankan munculnya sebuah pengalaman secara langsung (Angraini *et al.*, 2022:42). Konsep-konsep dalam biologi memiliki hubungan erat dengan kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, mengaitkan konsep biologi dengan situasi kehidupan sehari-hari tidak hanya akan membuat pembelajaran lebih bermakna, tetapi juga menghindarkan pembelajaran yang bersifat sekadar hafalan (Natalia *et al.*, 2014:97). Pembelajaran biologi merupakan pembelajaran yang berkaitan dengan cara mencari tahu dan memahami tentang alam secara sistematis, sehingga pembelajaran biologi tidak

hanya mencakup penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, tetapi merupakan proses penemuan, sehingga siswa dituntut untuk dapat berpikir kritis, inovatif dan kreatif sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Tanjung, 2016:66).

Pembelajaran biologi pada dasarnya memiliki karakteristik keilmuan yang spesifik yang berbeda dengan ilmu lainnya. Menurut Carin & Evans dalam (Sudarisman, 2010:238), pembelajaran sains (biologi) setidaknya meliputi 4 hal, yaitu: produk (*content*), proses, sikap dan teknologi. Tujuan utama dari pembelajaran biologi adalah untuk membekali peserta didik dengan keterampilan dan pengetahuan dalam Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, yang memungkinkan mereka untuk memecahkan masalah dan membuat keputusan dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan pada sikap ilmiah dan nilai-nilai moral (Ismiati, 2020:235). Warianto (2011:1-2) menyatakan bahwa biologi dapat dijabarkan menjadi 5 karakteristik, yaitu: 1) objek kajian berupa benda dan dapat ditangkap oleh indera; 2) dikembangkan berdasarkan pengalaman yang bersifat empiris; 3) memiliki langkah sistematis yang baku, 4) menggunakan cara berpikir logis; dan 5) hasil yang didapat objektif, tidak mementingkan salah satu pihak.

Pembelajaran biologi yang optimal memungkinkan siswa untuk mengembangkan berbagai keterampilan proses ilmiah, dimulai dari observasi, klasifikasi, pengukuran, perhitungan, prediksi, komunikasi, pertanyaan, kesimpulan, pengendalian variabel, perumusan masalah, hipotesis, perancangan penelitian, hingga pelaksanaan eksperimen. (Sudarisman, 2015:32-33). Menurut Ayuliasari (2017:393), suatu pembelajaran biologi sebaiknya dilakukan dengan menggunakan pendekatan ilmiah. Hal ini bertujuan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja, dan bersikap ilmiah peserta didik serta mengkomunikasikannya sebagai aspek penting kecakapan hidup yang dimiliki siswa. Siswa diharapkan mampu menyusun konsep biologi setelah melakukan kegiatan ilmiah (Angraini *et al*, 2022:42).

2.3. Materi Pokok Bioteknologi

Penelitian ini menggunakan capaian pembelajaran di kurikulum merdeka yang berada pada akhir pembelajaran semester 2 kelas X SMA. Siswa memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penelitian, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan bioteknologi. Berikut analisis keluasan dan kedalam materi capaian pembelajaran berdasarkan elemen.

Tabel 2.1. Keluasan dan Kedalaman Materi Capaian Pembelajaran

Elemen	Capaian Pembelajaran	Keluasan	Kedalaman
Pemahaman Biologi	Siswa memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman inovasi teknologi biologi	Menjelaskan prinsip-prinsip bioteknologi	a. Prinsip dasar bioteknologi b. Jenis-jenis bioteknologi <ul style="list-style-type: none"> • Bioteknologi konvensional • Bioteknologi modern c. Teknik yang digunakan dalam bioteknologi modern <ul style="list-style-type: none"> • Isolasi DNA • Transplantasi gen atau DNA • Memasukkan DNA rekombinan ke dalam sel hidup
		Mengidentifikasi-kan penerapan bioteknologi pada berbagai bidang dan dampaknya bagi kehidupan	a. Penerapan bioteknologi <ul style="list-style-type: none"> • Bidang pangan • Bidang pertanian • Bidang peternakan • Bidang kedokteran • Bidang lingkungan b. Dampak penerapan bioteknologi bagi kehidupan c. Peran bioteknologi dan produksi bahan organik

Elemen	Capaian Pembelajaran	Keluasan	Kedalaman
		Menyusun laporan hasil percobaan tentang penerapan bioteknologi konvensional	Melaksanakan percobaan pembuatan produk bioteknologi konvensional
Keterampilan Proses		<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengamati Mampu memilih alat bantu yang tepat untuk melakukan pengukuran dan pengamatan. Memperhatikan detail yang relevan dari objek yang diamati. 2. Mempertanyakan dan memprediksi Mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang dapat diselidiki secara ilmiah. Siswa menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi. 3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan Siswa merencanakan penyelidikan ilmiah dan melakukan langkah-langkah operasional berdasarkan referensi yang benar untuk menjawab pertanyaan. Siswa melakukan pengukuran atau membandingkan variabel terikat dengan menggunakan alat yang sesuai serta memperhatikan kaidah ilmiah. 4. Memproses, menganalisis data dan informasi Menafsirkan informasi yang didapatkan dengan jujur dan bertanggung jawab. Menganalisis menggunakan alat dan metode yang tepat, menilai relevansi informasi yang ditemukan dengan mencantumkan referensi rujukan, serta menyimpulkan hasil penyelidikan. 5. Mengevaluasi dan refleksi Mengevaluasi kesimpulan melalui Mengevaluasi kesimpulan melalui perbandingan dengan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan proses penyelidikan dan efeknya pada data. Menunjukkan permasalahan pada metodologi dan mengusulkan saran perbaikan untuk proses penyelidikan selanjutnya. 6. Mengomunikasikan hasil Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh termasuk di dalamnya pertimbangan keamanan, lingkungan, dan etika yang ditunjang dengan argumen, bahasa serta konvensi sains yang sesuai konteks penyelidikan. Menunjukkan pola berpikir sistematis sesuai format yang ditentukan. 	

2.4. Kemampuan Pemecahan Masalah

Dalam dunia pendidikan, siswa diharapkan mampu meningkatkan berbagai kompetensi yang dimilikinya. Untuk meningkatkan kompetensi tersebut, guru

harus bisa mengasah kemampuan pemecahan masalah siswa (Sumartini, 2016:148). Pemecahan masalah merujuk pada proses berpikir yang terfokus untuk menemukan solusi atau jalan keluar untuk suatu masalah tertentu. Seperti yang dipaparkan oleh Polya (1973:3), pemecahan masalah melibatkan penguraian dan pemahaman terhadap makna yang dikehendaki hingga akhirnya dapat dimengerti dengan jelas. Proses pemecahan masalah melibatkan upaya untuk menemukan cara mengatasi hambatan, mencari alternatif untuk mengatasi kesulitan, dan mencapai tujuan yang diinginkan dengan menggunakan metode yang sesuai. Kemampuan dalam memecahkan masalah melibatkan kemampuan untuk menerapkan pengetahuan yang dimiliki ke dalam situasi baru yang memerlukan proses berpikir tingkat tinggi (Ulya, 2016:91).

Kemampuan pemecahan masalah dalam mata pelajaran biologi di SMA dapat dikaitkan dengan masalah otentik yang berada di sekitar siswa, misalnya ekosistem, lingkungan dan perubahannya, dan bioteknologi. Banyak permasalahan yang dapat diangkat dari materi-materi pelajaran ini dan dapat ditemukan diberbagai artikel, jurnal, maupun majalah (Paidi, 2010:4).

Dalam tahapan pemecahan masalah terjadi sebuah proses yang membutuhkan logika dalam menemukan solusi dari permasalahan. Empat langkah pemecahan masalah menurut Polya (1973:5-15) yang dapat diaplikasikan siswa dalam memecahkan masalah diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 2.2. Tahapan Pemecahan Masalah

Tahapan Pemecahan Masalah	Deskripsi
Memahami masalah (<i>understanding the problem</i>)	Kegiatan ini merujuk pada apa yang diketahui, apa yang ditanyakan, apakah informasi cukup, kondisi (syarat) apa yang harus dipenuhi, menyatakan kembali masalah asli dalam bentuk yang lebih operasional (dapat dipecahkan).
Merencanakan penyelesaian masalah (<i>devising a plan</i>)	Menghubungkan antara data yang diketahui dengan permasalahan yang ada. Lalu menyusun rencana penyelesaian apa yang bisa dilakukan.
Melaksanakan penyelesaian masalah (<i>carrying out the plan</i>)	Pada langkah ini ditekankan pelaksanaan rencana penyelesaian dengan memeriksa setiap langkah

Tahapan Pemecahan Masalah	Deskripsi
	apakah sudah benar atau belum dan membuktikan serta melaksanakan sesuai rencana yang dibuat.
Memeriksa kembali hasil (<i>looking back</i>)	Langkah ini dilakukan dengan memeriksa kebenaran jawaban, dicari dengan cara yang lain dan dapatkan jawaban atau cara tersebut digunakan untuk soal-soal.

Berdasarkan tahapan tersebut, Lertyosbordin, Maneewan, & Srikaew (2021:135) membaginya menjadi beberapa indikator diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 2.3. Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah

Indikator pemecahan masalah	Sub-indikator
Memahami masalah	Siswa mempelajari permasalahan secara mendalam dan rinci
	Siswa menemukan kunci masalah yang berkaitan dengan permasalahan tersebut
	Siswa membandingkan masalah terkini dengan masalah lain yang mungkin mereka alami
Merencanakan penyelesaian masalah	Siswa merancang urutan langkah-langkah atau strategi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah
Melaksanakan penyelesaian masalah	Siswa menulis langkah penyelesaian masalah dengan menggunakan urutan langkah-langkah atau strategi yang telah digunakan
Memeriksa kembali hasil	Siswa mencocokkan masalah yang ada dengan langkah penyelesaian masalah yang telah dibuat
	Siswa memodifikasi langkah penyelesaian masalah untuk memastikan tercapainya tujuan

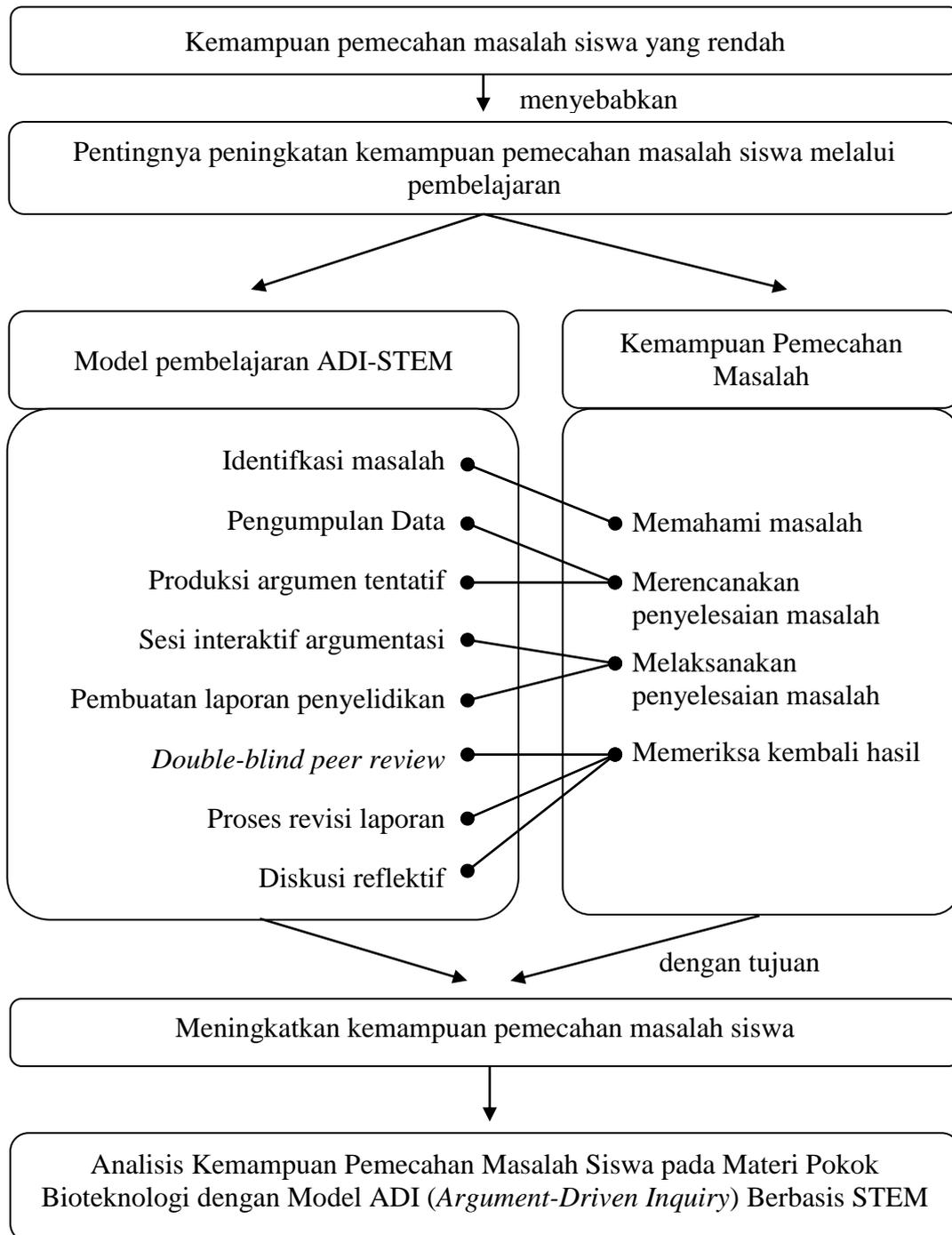
2.5. Kerangka Pikir

Kemampuan pemecahan masalah siswa yang rendah dapat menjadi tantangan serius dalam proses pembelajaran. Penyebab dari rendahnya kemampuan pemecahan masalah siswa adalah kurang tepatnya penggunaan model pembelajaran dengan kompetensi yang ingin dicapai. Pemecahan masalah adalah salah satu kemampuan yang seharusnya dicapai oleh siswa pada abad ini. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan model pembelajaran yang inovatif. Salah satu

model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa adalah model ADI-STEM.

Model pembelajaran ADI-STEM menggabungkan model *Argument-Driven Inquiry* (ADI) dan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). ADI-STEM menciptakan lingkungan pembelajaran yang menekankan pada pengembangan keterampilan pemecahan masalah siswa melalui pengamatan ilmiah, eksperimen, dan argumentasi ilmiah. Dengan memanfaatkan kegiatan inovatif seperti simulasi, eksperimen, dan proyek-proyek STEM, model ini memberikan siswa kesempatan untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam konteks nyata. Dalam model ADI-STEM, siswa diajak untuk mengidentifikasi masalah, membuat hipotesis, dan merancang solusi berdasarkan bukti ilmiah. Model ini mengajarkan siswa untuk memahami masalah, merencanakan penyelesaian masalah, melaksanakan penyelesaian masalah, dan memeriksa kembali hasil yang diperoleh.

Melalui penerapan model ADI-STEM, diharapkan kemampuan pemecahan masalah siswa dapat ditingkatkan secara signifikan. Siswa tidak hanya belajar konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mengembangkan keterampilan argumentasi, eksplorasi ilmiah, dan pemikiran kritis yang mendalam. Dengan demikian, model pembelajaran inovatif ini dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan keterampilan pemecahan masalah siswa di berbagai tingkatan pendidikan. Adapun kerangka pikir diperlihatkan pada bagan berikut.



Gambar 2.2. Kerangka Pikir Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah model pembelajar ADI (*Argument-Driven Inquiry*) berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), sedangkan variabel terikatnya adalah kemampuan pemecahan masalah. Adapun hubungan antar variabel dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. Hubungan antarvariabel penelitian

2.6. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

H₀: Tidak terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah yang signifikan antara penggunaan model pembelajaran ADI-STEM dengan model pembelajaran *discovery learning* pada materi Bioteknologi

H₁: Terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah yang signifikan antara penggunaan model pembelajaran ADI-STEM dan model pembelajaran *discovery learning* pada materi Bioteknologi

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Lokasi penelitian berada di SMA Negeri 1 Trimurjo yang beralamat di Jalan Karang Bolong 11 F, Simbar Waringin, Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung 34172.

3.2. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMA Negeri 1 Trimurjo tahun ajaran 2024/2025 yang berjumlah 158 siswa yang terbagi dalam 5 kelas. Adapun populasi siswa kelas X secara lengkap disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 3.1. Populasi Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Trimurjo

No	Kelas	Jumlah Siswa
1	X.1	31
2	X.2	32
3	X.3	32
4	X.4	31
5	X.5	32
	Jumlah	158

Penentuan sampel dilakukan dengan menggunakan *random sampling*. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini dengan pengocokan dan terpilih dua kelas sebagai sampel penelitian, yaitu kelas X.2 yang berjumlah 32 siswa sebagai kelas eksperimen dan kelas X.1 yang berjumlah 31 siswa sebagai kelas kontrol.

3.3. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *quasy experiment*. Rancangan penelitiannya adalah *Pre-test Post-test Non-Equivalent Control Group Design*. Penelitian ini diawali dengan pemilihan dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Selanjutnya, peneliti memberikan *pre-test* di masing-masing kelas sebelum diberi perlakuan, serta *post-test* sesudah dikenakan perlakuan kepada masing-masing kelas. Pada kelas eksperimen menggunakan model ADI Berbasis STEM, sedangkan kelas kontrol menggunakan model *Discovery Learning*. Kemudian peneliti membandingkan perbedaan *pre-test* dan *post-test*. Adapun gambaran struktur desain dalam penelitian dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3.2. *Pre-test Post-test Non-Equivalent Control Group Design*

Kelompok	<i>Pre-test</i>	Variabel Bebas	<i>Post-test</i>
E	Y_1	X	Y_2
C	Y_1	-	Y_2

(Hasnunidah, 2017: 41)

Keterangan:

- E : Kelompok eksperimen
- C : Kelompok kontrol
- X : Pembelajaran ADI berbasis STEM
- Y_1 : *Pre-test*
- Y_2 : *Post-test*

3.4. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap kegiatan, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Adapun langkah-langkah dari ketiga tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan observasi awal untuk mengetahui kondisi sekolah dan gambaran proses pembelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Trimurjo.
- b. Melakukan wawancara terhadap guru Biologi kelas X untuk mendapatkan informasi mengenai keadaan kelas yang diteliti.

- c. Melakukan studi literatur untuk mendapatkan landasan teori yang tepat mengenai permasalahan yang akan dikaji
- d. Menentukan populasi dan sampel penelitian. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMA Negeri 1 Trimurjo dan sampel yang digunakan ada 2 kelas yaitu X.2 sebagai kelas eksperimen dan X.1 sebagai kelas kontrol.
- e. Menyusun perangkat pembelajaran yang terdiri dari alur tujuan pembelajaran (ATP), tujuan pembelajaran (TP), modul ajar, dan lembar kerja siswa (LKPD).
- f. Membuat instrumen penelitian yaitu tes kemampuan pemecahan masalah dan soal *pre-test post-test*.
- g. Melakukan tes diagnostik di kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk membuat kelompok belajar berdasarkan gaya belajar siswa.
- h. Melakukan uji validasi instrumen oleh pembimbing.
- i. Melakukan uji coba instrumen penelitian kepada siswa.
- j. Menganalisis hasil uji validitas dan uji reliabilitas instrumen penelitian.
- k. Melakukan revisi instrumen penelitian yang tidak valid dan reliabel.

2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan meliputi:

- a. Memberikan tes awal (*pre-test*) untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa sebelum diberi perlakuan (*treatment*).
- b. Memberikan perlakuan yaitu dengan cara menerapkan model ADI berbasis STEM pada pembelajaran serta mengobservasi jalannya pembelajaran dengan bantuan observer.
- c. Perlakuan pada kelas kontrol dengan menggunakan model konvensional.
- d. Memberikan tes akhir (*post-test*) untuk mengukur peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa setelah diberi perlakuan (*treatment*).

3. Tahap Akhir

Pada tahapan ini kegiatan yang dilakukan antara lain:

- a. Mengolah data hasil tes awal (*pre-test*), tes akhir (*post-test*) dan instrumen pendukung penelitian lainnya.
- b. Membandingkan hasil analisis data instrumen tes antara sebelum perlakuan dan setelah diberi perlakuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah siswa antara pembelajaran dengan model ADI berbasis STEM dan pembelajaran konvensional.
- c. Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari langkah-langkah menganalisis data.

3.5. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

Jenis dan teknik pengumpulan data pada penelitian ini dapat diuraikan secara lengkap sebagai berikut:

1. Jenis Data

a. Data Kuantitatif

Data kuantitatif dalam penelitian ini adalah data kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi Bioteknologi dengan model ADI berbasis STEM yang diperoleh dari nilai *pre-test* dan *post-test*.

b. Data Kualitatif

Data kualitatif yang digunakan adalah data hasil observasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran materi Bioteknologi dengan model ADI berbasis STEM. Selain itu, digunakan data tanggapan siswa mengenai penggunaan model ADI berbasis STEM dalam pembelajaran.

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. *Pre-test* dan *Post-test*

Tes digunakan untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa dalam menjawab soal-soal berbentuk esai. Pertanyaan tes berhubungan dengan 4 indikator kemampuan pemecahan masalah menurut Polya (1973:

5-15), yaitu: 1) memahami masalah; 2) merencanakan penyelesaian masalah; 3) melaksanakan penyelesaian masalah; 4) memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Pelaksanaan *Pre-test* dan *Post-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dilaksanakan di luar jam pelajaran selama 40 menit dengan waktu yang relatif sama di kedua kelas. Pelaksanaan *pre-test* dilakukan sebelum perlakuan atau kegiatan pembelajaran dilaksanakan, sedangkan pelaksanaan *post-test* dilakukan setelah seluruh kegiatan pembelajaran selesai.

b. Observasi Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran

Kegiatan observasi dilaksanakan baik di kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Lembar observasi digunakan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran melalui aktivitas guru dan siswa berdasarkan kegiatan pembelajaran yang diamati. Lembar observasi pembelajaran memuat beberapa indikator yang dikembangkan untuk menjadi fokus pengamatan sesuai sintaks pembelajaran. Lembar observasi diisi dengan cara memberi tanda *checklist* pada salah satu kolom penilaian terdiri atas kriteria terlaksana, kurang, tidak terlaksana. Observasi dilakukan oleh 3 *observer*, yaitu rekan sejawat peneliti dan guru Biologi, terdiri dari 2 mahasiswa dan 1 guru. (posisi di bagian belakang ruang kelas). Pengamatan oleh *observer* menggunakan lembar observasi dan dilakukan di bagian belakang ruang kelas.

c. Penyebaran Angket

Angket (*questionnaire*) merupakan suatu daftar pertanyaan atau pernyataan tentang topik tertentu yang diberikan pada subyek, baik secara individual atau kelompok (Hasnunidah, 2017:74). Angket digunakan untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap pembelajaran yang dialami. Pada penelitian ini angket disebarkan pada akhir pertemuan pembelajaran.

3.6. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat-alat yang digunakan untuk memperoleh data dalam penelitian. Penyusunan tes kemampuan disesuaikan dengan indikator pencapaian kompetensi dan indikator kemampuan pemecahan masalah. Instrumen tes yang digunakan adalah instrumen yang memenuhi kriteria tes yang baik agar data yang diperoleh akurat. Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa tes dan angket.

1. Soal Tes Kemampuan Pemecahan Masalah

Kemampuan pemecahan masalah siswa pada penelitian ini menggunakan instrumen tes yang diberikan sebelum treatment (*pre-test*) dan setelah treatment (*post-test*). Soal tes berupa esai yang terdiri dari 12 soal. Adapun kisi-kisi dan rubrik skoring soal untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3. Kisi-Kisi Soal Tes

Materi	Indikator Penilaian	Nomor Soal	Jumlah Soal	Bentuk Soal
Bioteknologi	Memahami masalah	1, 2, 6, dan 7	4	Esai
	Merencanakan penyelesaian masalah	3 dan 8	2	
	Melaksanakan penyelesaian masalah	4 dan 9	2	
	Memeriksa kembali hasil	5 dan 10	2	
Total Soal			10	

a. Uji Validitas Instrumen

Sebelum tes kemampuan pemecahan masalah digunakan, terlebih dahulu dilakukan analisis validitas isi, konstruk, dan empiris. Analisis validitas isi dan konstruk oleh pembimbing, sedangkan validitas empiris dengan rumus korelasi *product moment*. Berikut ini rumus korelasi *product moment*:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

r_{xy} = koefisien korelasi antara variabel X dan Y

N = jumlah banyak

X = skor dari tiap-tiap item

Y = jumlah dari skor item

(Arikunto, 2010:72).

Dengan kriteria pengujian apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan $\alpha = 0,05$ maka alat ukur tersebut dinyatakan valid, dan sebaliknya apabila $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka alat ukur tersebut adalah tidak valid. Uji validitas dalam penelitian ini dilakukan dengan *IBM SPSS 26 for Windows*.

Tabel 3.4. Interpretasi Nilai Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

(Sugiyono, 2019:274)

Hasil analisis uji validitas tes kemampuan pemecaham masalah terdapat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Uji Validitas Instrumen Tes

Nomor Soal	Koefisien Korelasi	Kriteria
1	0,713	Valid
2	0,503	Valid
3	0,717	Valid
4	0,722	Valid
5	0,733	Valid
6	0,786	Valid
7	0,613	Valid
8	0,757	Valid
9	0,589	Valid
10	0,733	Valid

Keterangan:

N = 35

df = 32

r_{tabel} = 0,286

b. Uji Reliabilitas

Selain uji validitas, dilakukan juga uji reliabilitas untuk mengetahui tingkat kepercayaan. Rumus yang digunakan adalah *Alpha Cronbach* sebagai berikut:

$$r_{11} = \left[\frac{n}{(n-1)} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right]$$

Keterangan:

r₁₁ = reliabilitas instrumen

n = banyaknya butir soal

$\sum \sigma_b^2$ = skor tiap-tiap item

σ_t^2 = varians total

(Sudjana, 2005:109)

Kriteria uji reliabilitas dengan rumus alpha adalah apabila r_{hitung} > r_{tabel}, maka alat ukur tersebut reliabel dan juga sebaliknya, jika r_{hitung} < r_{tabel} maka alat ukur tidak reliabel. Dalam penelitian ini, dilakukan uji reliabilitas dengan menggunakan *IBM SPSS 23 for windows* dengan model *Alpha Cronbach's* yang diukur berdasarkan skala *Alpha Cronbach's* 0 sampai 1.

Jika instrumen tersebut valid, maka dilihat kriteria penafsiran mengenai indeks r₁₁ sebagai berikut (Arikunto, 2010:319)

Tabel 3.6. Indeks Reliabilitas Instrumen

Indeks Reliabilitas Instrumen	Keterangan
0,800 – 1,000	Tinggi
0,600 – 0,800	Cukup
0,400 – 0,600	Agak rendah
0,200 – 0,400	Rendah
0,000 – 0,00	Sangat rendah

Hasil analisis uji reliabilitas tes kemampuan pemecahan masalah terdapat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Uji Reliabilitas Instrumen Tes

<i>Alpha Cronbach's</i>	Keterangan
0,873	Reliabel

2. Lembar Observasi Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran

Instrumen lembar observasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran digunakan untuk mencatat kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi bioteknologi. Lembar ini berbentuk daftar cek yang diadaptasi dari lembar observasi oleh (Hasnunidah, 2016:387).

3. Angket Tanggapan Siswa

Angket tanggapan siswa menggunakan skala *Likert*, setiap siswa diminta menjawab pertanyaan dengan jawaban ya, ragu, dan tidak. Lembar angket yang diisi oleh siswa dan guru disebarkan sesudah proses pembelajaran berlangsung. Kegiatan penyebaran angket dilakukan selama 40 menit di luar jam pelajaran.

3.7. Teknik Analisis Data

Penelitian ini melibatkan tiga jenis data, yaitu data dari tes kemampuan pemecahan masalah, data observasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran, serta data angket tanggapan siswa terhadap model pembelajaran ADI-STEM

1. Data Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah

- a. Data nilai kemampuan pemecahan masalah siswa menggunakan teknik penskroan. Adapun cara perhitungan nilai akhir adalah sebagai berikut:

$$N = \frac{\text{skor perolehan}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

Setelah memperoleh data nilai kemampuan pemecahan masalah, nilai akhir dikelompokkan menjadi beberapa kategori yang tersaji pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Kriteria Penilaian Kemampuan Pemecahan Masalah

Persentase Aspek	Skor
Sangat Baik	85,00 – 100
Baik	70,00 – 84,99
Cukup	55,00 – 69,99
Kurang	40,00 – 54,99
Sangat Kurang	0 – 39,99

(Harahap & Surya, 2017:273)

- b. Uji gain ternormalisasi (*N-Gain*) dilakukan untuk mengetahui perbedaan kemampuan pemecahan masalah siswa setelah diberikan perlakuan. *N-Gain* merupakan perbandingan skor gain aktual dengan skor gain maksimum (Hake, 1998:1). Skor gain aktual yaitu skor gain yang diperoleh siswa sedangkan skor gain maksimum yaitu skor gain tertinggi yang mungkin diperoleh siswa. Perhitungan skor gain ternormalisasi (*N-Gain*) dapat dinyatakan dalam rumus:

$$N\text{-gain} = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}}$$

N-gain pada penelitian ini dapat dikategorikan tinggi atau rendahnya menggunakan tabel kriteria berikut:

Tabel 3.9. Kriteria tingkat *N-gain*

Rata-rata	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$0 < g < 0,3$	Rendah

(Hake, 1999:1)

Sebelum melakukan uji hipotesis, dilakukan uji prasyarat hipotesis meliputi:

1) Uji Normalitas Data

Uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan *SPSS Versi 23.0*. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel penelitian merupakan jenis data yang berdistribusi normal atau tidak normal.

a) Hipotesis

H_0 = data kemampuan pemecahan masalah siswa berdistribusi normal

H_1 = data kemampuan pemecahan masalah siswa tidak berdistribusi normal

b) Kriteria pengujian

Terima H_0 jika $T_{hitung} < T_{tabel}$, sebaliknya jika $T_{hitung} > T_{tabel}$ maka H_0 ditolak (Arikunto, 2006: 214). Pengambilan keputusan uji normalitas dilihat berdasarkan pada besaran probabilitas atau nilai signifikansi, yaitu dengan ketentuan sebagai berikut:

Jika nilai $sig < 0,05$ maka data kemampuan pemecahan masalah siswa tidak berdistribusi normal.

2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui variasi populasi data homogen atau tidak. Pada penelitian ini uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji *Levene's Test of Equality of Error Variances* dengan taraf signifikansi 5% atau $\alpha = 0.05$.

a) Hipotesis

H_0 = Data varians homogen

H_1 = Data varians tidak homogen

b) Kriteria uji Terima H_0 jika $T_{hitung} < T_{tabel}$ dan jika $T_{hitung} > T_{tabel}$ maka H_0 ditolak (Arikunto, 2006: 324).

c. Uji hipotesis (uji t) dilakukan dengan menggunakan program *SPSS versi 23.0*. *Independent sample T-test* digunakan untuk menguji signifikansi beda rata-rata dua kelompok. *Independent sample t-test* berfungsi untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata antara dua populasi.

- $H_0 = \mu_1 = \mu_2$: rata-rata kemampuan pemecahan masalah pada kelas eksperimen sama dengan rata-rata pada kelas kontrol.
- $H_1 = \mu_1 \neq \mu_2$: rata-rata pemecahan masalah pada kelas eksperimen tidak sama dengan rata-rata pada kelas kontrol.

Kriteria Uji:

- Jika $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 diterima
- Jika $t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak.

Apabila data yang didapatkan tidak berdistribusi normal, maka dilakukan Uji *Mann-Whitney U*.

1. Hipotesis

H_0 = tidak ada perbedaan nilai rata-rata antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

H_1 = terdapat perbedaan nilai rata-rata antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

2. Kriteria Uji

Jika p-value $> 0,05$ maka H_0 diterima; jika p-value $< 0,05$ maka H_0 ditolak

d. *Effect Size*

Analisis data yang digunakan untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa dengan model pembelajaran ADI berbasis STEM dilakukan dengan menggunakan perhitungan *effect size*. *Effect size* merupakan ukuran besarnya korelasi atau perbedaan, atau efek dari suatu variabel pada variabel lain. Variabel-variabel yang terkait biasanya berupa variabel respon, atau disebut juga variabel independen dan variabel hasil, atau sering disebut variabel dependen (Santoso, 2010:3). Dalam penelitian ini, rumus yang digunakan untuk menentukan *effect size* menggunakan rumus (Cohen, 1988:20) sebagai berikut.

$$d = \frac{m_1 - m_2}{\sigma} \quad \sigma = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)SD_1^2 + (n_2 - 1)SD_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Keterangan:

- d : *Effect Size*
 m_1 : Rata-rata kelompok eksperimen
 m_2 : Rata-rata kelompok kontrol
 σ : Standar deviasi dari kedua populasi
 SD_1^2 : Standar deviasi eksperimen
 SD_2^2 : Standar deviasi kontrol
 n_1 : Jumlah sampel eksperimen
 n_2 : Jumlah sampel kontrol

Interpretasi hasil *effect size* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.10. Kriteria Interpretasi Nilai Cohen's d:

<i>Effect size</i>	Interpretasi efektivitas
$0 < d < 0,2$	Kecil
$0,2 < d < 0,8$	Sedang
$d > 0,8$	Besar

(Cohen dalam (Lovakov & Agadullina, 2021:4))

2. Data Hasil Obervasi Keterlaksanaan Sintaks

Data keterlaksanaan pembelajaran dianalisis secara deskriptif kualitatif dalam bentuk persentase. Setiap indikator pada sintaks pembelajaran yang terlaksana diberi skor 2, kurang terlaksana diberi skor 1, dan tidak terlaksana diberi skor 0. Setelah itu, dilakukan penghitungan persentase keterlaksanaan dengan rumus:

$$\text{Keterlaksanaan pembelajaran (\%)} = \frac{\sum \text{kegiatan yang terlaksana}}{\sum \text{seluruh kegiatan}} \times 100\%$$

Kemudian persentase yang didapatkan ditentukan berdasarkan kriteria yang terdapat pada tabel interpretasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran. Adapun tabel interpretasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran dapat dilihat dalam Tabel 3.11.

Tabel 3.11. Interpretasi Keterlaksanaan Sintaks Pembelajaran

PKS (%)	Kriteria
PKS = 0	Tidak satu kegiatanpun terlaksana
$0 < \text{PKS} < 25$	Sebagian kecil kegiatan terlaksana
$25 \leq \text{PKS} < 50$	Hampir setengah kegiatan terlaksana
PKS = 50	Setengah kegiatan terlaksana
$50 \leq \text{PKS} < 75$	Sebagian besar kegiatan terlaksana
$75 \leq \text{PKS} < 100$	Hampir seluruh kegiatan terlaksana
PKS = 100	Seluruh kegiatan terlaksana

Keterangan:

PKS = Persentase Keterlaksanaan Sintaks
(Sudjana, 2014: 118)

3. Data Hasil Angket Tanggapan Siswa

Data tanggapan siswa terhadap pembelajaran dianalisis juga secara deskriptif kualitatif dalam bentuk persentase. Setiap pernyataan pada kuesioner tanggapan siswa yang memberi tanggapan ya diberi skor 2, ragu diberi skor 1, dan tidak diberi skor 0. Setelah itu, dilakukan penghitungan tanggapan siswa dengan rumus:

$$\text{Persentase tanggapan (100\%)} = \frac{\text{frekuensi tanggapan (F)}}{\text{jumlah peserta didik (N)}} \times 100\%$$

Interpretasi persentase tanggapan siswa yang telah diperoleh ditentukan berdasarkan kategorinya. Berikut tabel kategori angket tanggapan siswa terhadap pembelajaran.

Tabel 3.12. Kriteria Angket Tanggapan Siswa

Persentase	Kategori
$80\% < P \leq 100\%$	Sangat Baik
$60\% < P \leq 80\%$	Baik
$40\% < P \leq 60\%$	Cukup Baik
$20\% < P \leq 40\%$	Kurang Baik
$P \leq 20\%$	Sangat Kurang Baik

(Arikunto & Cepi, 2009:35)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data pada pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat perbedaan signifikan dalam kemampuan pemecahan masalah siswa antara penggunaan model pembelajaran ADI-STEM dan model pembelajaran *Discovery Learning* pada materi Bioteknologi di SMA Negeri 1 Trimurjo.
2. Kemampuan pemecahan masalah siswa melalui model pembelajaran ADI-STEM lebih tinggi dibandingkan dengan model pembelajaran *Discovery Learning*.
3. Persentase tanggapan siswa terhadap penggunaan model ADI-STEM mencapai 91,601%, menunjukkan bahwa model ADI-STEM sangat baik digunakan di kelas eksperimen dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Sementara itu, model *Discovery Learning* di kelas kontrol memperoleh persentase sebesar 58,398%, yang menunjukkan bahwa model *Discovery Learning* cukup baik digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Indikator kemampuan pemecahan masalah “memeriksa kembali hasil” memiliki capaian terendah dalam penelitian ini. Oleh karena itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan strategi yang mendorong siswa melakukan evaluasi terhadap solusi, seperti aktivitas evaluatif di akhir pembelajaran.

2. Sebelum pembelajaran dimulai, sebaiknya dilakukan pengarahannya awal (*briefing*) kepada siswa agar mereka dapat memahami setiap sintaks dalam model ADI-STEM dan mengikuti pembelajaran dengan lebih terarah.
3. Peneliti selanjutnya perlu membuat suasana pembelajaran menjadi menarik agar siswa bisa fokus dan dapat mengikuti semua rangkaian proses pembelajaran dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiman, U., Dantes, N., & Suma, K. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap Literasi Sains dan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 6(2), 196-209.
- Angraini, L., Fitri, R., & Darussyamsu, R. (2022). Model pembelajaran problem based learning untuk meningkatkan hasil belajar biologi peserta didik : literature review. *Bio-Pedagogi: Jurnal Pembelajaran Biologi*, 11(1), 42-49.
- Anita, Afandi, & Tenriawaru, A. B. (2019). Pentingnya Keterampilan Argumentasi di Era Ledakan Informasi Digital. *Prosiding Seminar Nasional FKIP 2019 Tanjungpura* , 1740-1746.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S., & Cepi, S. (2009). *Evaluasi Program Pendidikan Edisi Revisi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Artinta, S. V., & Fauziyah, H. N. (2021). Faktor yang Mempengaruhi Rasa Ingin Tahu dan Kemampuan Memecahkan Masalah Siswa pada Mata Pelajaran IPA SMP. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(2), 210-218.
- Ashel, H., Hamidah, I., Anwar, S., & Muslim. (2024). Research Trends and Opportunities of Argumentation Based Learning for Solving Problems in Physics Learning: A Bibliometric Analysis. *JEP (Jurnal Eksakta Pendidikan)*, 8(2), 99-114.
- Ayuliasari, C. (2017). Kesesuaian Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Kurikulum 2013 dan Implementasinya dalam Mengembangkan Kemampuan Proses Ilmiah di SMA Negeri 3 Yogyakarta. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi FMIPA*, 6(7), 392-402.
- Cahyani, H., & Setyawati, R. W. (2016). Pentingnya Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah melalui PBL untuk Mempersiapkan Generasi Unggul Menghadapi MEA. *Seminar Nasional Matematika X Universitas Semarang*, 151-160.

- Çetin, P. S., & Eymur, G. (2017). Developing Students' Scientific Writing and Presentation Skills through Argument Driven Inquiry: An Exploratory Study. *Journal of Chemical Education*, 94(7), 837-843.
- Chaerunisa, Z. F., & Pitorini, D. E. (2022). Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA Mata Pelajaran Biologi. *Bio-Pedagogi: Jurnal Pembelajaran Biologi*, 11(1), 8-14.
- Demircioglu, T., & Ucar, S. (2015). Investigating the Effect of Argument-Driven Inquiry in Laboratory Instruction. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(1), 267-283.
- Diartika, E. A. (2024). Modul Argument-Driven Inquiry (ADI) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Journal of Exploratory Dynamic Problems*, 1(2), 1-15.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Ermawati, D., & Zuliana, E. (2020). Implementation of Open-Ended Problems on Mathematical Problem-Solving Skill of Elementary School Students. *JPsda (Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar)*, 6(2), 145-157.
- Fakhriyah, F., Rusilowati, A., Wiyanto, & Susilaningsih, E. (2021). Argument-Driven Inquiry Learning Model: A Systematic Review. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 7(3), 767-784.
- Farida, I. C., & Gusniarti, W. F. (2014). Profil Keterampilan Argumentasi Siswa Pada Konsep Koloid Yang Dikembangkan Melalui Pembelajaran Inkuiri Argumentatif. *Edusains*, 6(1), 31-40.
- Farida, L. A., Rosidin, U., Herlina, K., & Hasnunidah, N. (2018). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Argument-Driven Inquiry Terhadap Keterampilan Argumentasi Siswa SMP Berdasarkan Perbedaan Jenis Kelamin. *Journal of Physics and Science Learning*, 2(2), 15-26.
- Fatmawati, D. R., & Ramli, M. (2018). Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Siswa melalui Action Research dengan Fokus Tindakan Think Pair Share. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental, and Learning*, 15(1), 253-259.
- Fatmawati, Z. A., Susilowati, S. E., & Prihandono, R. I. (2019). Effect of Argument Driven Inquiry (ADI) with Problem Solving Method for Student's Argumentation and Critical Thinking Skills. *Journal of Innovative Science Education*, 8(3), 255-263.

- Ginanjar, W. S., Utari, S., & Muslim. (2015). Penerapan Model Argument-Driven Inquiry dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa SMP. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 20(1), 32-37.
- Hadiwidodo, S., Tukiran, & Taufikurahmah, T. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kimia Model Argument Driven Inquiry untuk Meningkatkan Keterampilan Argumentasi dan Hasil Belajar Siswa. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 7(1), 1416-1421.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousandstudent survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores*. USA: Dept of Physics. Retrieved November 10, 2023, from <https://www.physics.indiana.edu>
- Hanifa, N. I., Akbar, B., Abdullah, S., & Susilo. (2019). Analisis Kemampuan Memecahkan Masalah Siswa Kelas X pada Materi Perubahan Lingkungan dan Faktor yang Mempengaruhinya. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 121-128.
- Harahap, E. R., & Surya, E. (2017). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas VII Dalam Menyelesaikan Persamaan Linear Satu Variabel. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 44-54.
- Hasnunidah, N. (2013). Pembelajaran Biologi dengan Strategi Argument-Driven Inquiry dan Keterampilan Argumentasi Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang*, 5(1), 1-29.
- Hasnunidah, N. (2016). *Pengaruh Argument-Driven Inquiry dengan Scaffolding terhadap Keterampilan Argumentasi, Keterampilan Berpikir Kritis, dan Pemahaman Konsep Biologi Dasar Mahasiswa Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Hasnunidah, N. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Media Akademi.
- Hasnunidah, N., Utami, T., Abdurrahman, & Diawati, C. (2022). Implementation of the Interactive E-LKPD for Biotechnology Materials with the Argument-Driven Inquiry (ADI) Model Oriented to Improving the Argumentation Ability of Middle School Students. *Journal of Innovative Science Education (JISE)*, 11(3), 325-333.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education*. Washington, DC: National Academy of Sciences.

- Ismiati, I. (2020). Pembelajaran Biologi SMA Abad ke-21 Berbasis Potensi Lokal: Review Potensi di Kabupaten Nunukan-Kalimantan Utara. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan*, 234-247.
- Isnaini, N., Ahied, M., Qomaria, N., & Munawaroh, F. (2021). Kemampuan Pemecahan Masalah Berdasarkan Teori Polya Pada Siswa Kelas VIII SMP Ditinjau Dari Gender. *Jurnal Natural Science Educational Research*, 4(1), 84-92.
- Kaçar, S., & Balım, G. (2021). Secondary School Students' Views About the Use of Argument-Driven Inquiry in the. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 12(1), 56-101.
- Kemendikbudristek. (2022). *Permendikbudristek Nomor 5 Tahun 2022 Tentang Standar Kompetensi Lulusan pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kemendikbudristek.
- Khoirunnisa, Karim, A., & Arifin, M. (2022). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas VII SMP Islam Malahayati Pada Materi Aritmatika Sosial. *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 289-298.
- Kumala, S. A., Sa'dijah, C., & Hadi, S. (2023). Implementasi Pembelajaran STEM Low Cost di Sekolah Dasar untuk Mengembangkan Keterampilan Abad 21. *JP2SD (Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar)*, 11(2), 148-165.
- Kurniasari, I., & Setyarsih, W. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) untuk Melatihkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 6(3), 171-174.
- Lertyosbordin, C., Maneewan, S., & Srikaew, D. (2021). Components and Indicators of Problem-solving Skills in Robot Programming Activities. *(IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(9), 132-140.
- Lestari, I. F. (2019). Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa pada Konsep Tekanan Hidrostatik. *Jurnal Pendidikan Universitas Garut*, 13(1), 215-221.

- Lovakov, A., & Agadullina, E. R. (2021). Empirically Derived Guidelines for Effect Size Interpretation in Social Psychology. *European Journal of Social Psychology*, 51(3), 485-504.
- Mathis, C. A., Siverling, E. A., & Glancy, A. W. (2017). Teachers' Incorporation of Argumentation to Support Engineering Learning in STEM Integration Curricula. *Journal of Pre-Collage Engineering Education Research (J-PEER)*, 7(1), 76-89.
- Mufidah, J., Parno, & Diantoro, M. (2021). Model Mental Siswa dalam Argument Driven Inquiry Berbasis Fenomena Disertai Penilaian Formatif pada Materi Hukum Newton . *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 426-433.
- Murdani, E., Suhandi, A., Muslim, M. A., Setiawan, A., Samsudin, A., & Costu, B. (2023). Physics Argumentation-Based Computer-Supported Collaborative Hybrid to Increase Concept Matery and Argumentation Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(2), 232-240.
- Natalia, D., Lufri, & Sumarmin, R. (2014). Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Bermuatan Studi Kasus pada Materi Ekosistem untuk Siswa SMA/MA Kelas X. *Kolaboratif*, 2(1), 97-104.
- National Research Council. (2009). *A New Biology for the 21st Century*. Washington, D.C.: National Academy of Science.
- Nazidah, F., Kafii, M. S., & Admoko, S. (2022). Analisis Bibliometrik Penelitian Argumentasi Ilmiah dalam Pembelajaran Sains di Era Revolusi Industri 4.0 Society 5.0. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 1(1), 7-14.
- Nisak, E. K., & Susantini, E. (2023). Pengembangan E-LKPD Perubahan Lingkungan Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 12(3), 683-694.
- Nurhidayati, E., Masykuri, M., & Fakhruhin, I. A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) Dengan Pendekatan STEM Terhadap Keterampilan Argumentasi Pada Materi Cahaya Dan Optik. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 12(3), 171-182.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing.
- Paidi, P. (2010). Model pemecahan masalah dalam pembelajaran biologi di SMA. *Artikel Seminar Nasional*, 3(1), 1-10.

- Polya, G. (1973). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton: Princeton University Press.
- Pratiwi, A. H., Pramadi, R. A., & Yuliawati, A. (2022). Respon Siswa Terhadap Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry Pada Materi Ekosistem. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 89-94.
- Purnomo, S., Rahayu, Y. S., & Agustini, R. (2023). Effectiveness of ADI-STEM to Improve Student's Science Literacy Skill. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 632-647.
- Putri, P. W., Rahayu, S. H., & Fajaroh, F. (2020). Efektivitas argument-driven inquiry untuk meningkatkan keterampilan berargumentasi ilmiah pada materi laju reaksi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(1), 57-64.
- Rahmawati, D., Sajidan, & Ashadi. (2018). Analysis of problem solving skill in learning biology at senior. *Journal of Physics: Conference Series*, (1006), 1-4.
- Riyanto, Fauzi, R., Syah, I. M., & Muslim, U. B. (2021). *Model STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dalam Pendidikan*. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung.
- Rizkia, R. F., & Aripin, I. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) Pada Pembelajaran Biologi SMA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 225-232.
- Rosnaeni. (2021). Karakteristik dan Asesmen Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 4334-4339.
- Rosyidah, A., Suwono, H., & Susilo, H. (2023). Peningkatan Keterampilan Argumentasi Melalui Model Argument-Driven Inquiry (ADI). *IJMS: Indonesian Journal of Mathematics and Natural Science*, 1(3), 98-104.
- Sampson, V., & Gerbino, F. (2010). Two Instructional Models That Teachers Can use to Promote & Support Scientific Argumentation in the Biology Classroom. *The American Biology Teacher*, 72(7), 427-431.
- Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-Driven Inquiry To Promote the Understanding of Important Concepts & Practices in Biology. *The American Biology Teacher*, 71(8), 465-472.
- Sampson, V., Enderle, P. J., Grooms, J., & Southerland, S. A. (2012). Using laboratory activities that emphasize argumentation and argument to help high school students learn how to engage in scientific inquiry and

understand the nature of scientific inquiry. *Annual International Conference of the National Association for Research in Science Teaching*.

- Santosa, A. T., Razak, A., Lufri, Zulyusri, Fradila, E., & Arsih, F. (2021). Meta-Analisis: Pengaruh Bahan Ajar Berbasis Pendekatan STEM Pada Pembelajaran Ekologi. *Journal of Digital Learning and Education*, 1(1), 1-9.
- Santoso, A. (2010). Studi Deskriptif Effect Size Penelitian-Penelitian di Fakultas Psikologi Universitas Sanata Dharma. *Jurnal Penelitian*, 14(1), 1-17.
- Stansell, A., Wood, T. T., & Stansell, C. (2016). Inventing the Invented for STEM Understanding. *13th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA)*, 378-380.
- Sudarisman, S. (2010). Membangun Karakter Peserta Didik Melalui Pembelajaran Biologi Berbasis Keterampilan Proses. *Prosiding Seminar Biologi*, 7(1), 237-243.
- Sudarisman, S. (2015). Memahami Hakikat dan Karakteristik Pembelajaran Biologi dalam Upaya Menjawab Tantangan Abad 21 serta Optimalisasi Implementasi Kurikulum 2013. *Jurnal Florea*, 2(1), 29-35.
- Sudjana. (2005). *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Suganda, T., Parno, & Sunaryono. (2023). Building Critical Thinking Skills Through. *the ADI Model with STEM and Formative Assessment*, 726-742.
- Suganda, T., Parno, Sunaryono, Latifah, E., & Yuliati, L. (2023). Improving students' critical thinking ability through model argument driven inquiry (ADI) integrated STEM. *AIP Conference Proceedings*, 2569(1).
- Sugiyono. (2019). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sulaiman, D., Kusairi, S., & Latifah, E. (2019). Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Argumentasi Ilmiah Siswa Sma Negeri 1 Tarakan Dinamika Gerak Rotasi. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, 7(1), 55-63.
- Sulistianingsih, M., & Yanto, F. (2024). Studi Literatur: Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) Terhadap Keterampilan Argumentasi Siswa Pada Mata Pelajaran IPA SMP. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 18944-18954.
- Sumartini, T. S. (2016). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika STKIP Garut*, 5(2), 148-158.

- Tanjung, I. F. (2016). Guru dan Strategi Inkuiri dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Tarbiyah*, 23(1), 64-82.
- Trianto. (2007). *Model-Model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Udmah, S., Purwaningrum, J. P., & Ermawati, D. (2023). Penggunaan Media KOKUBA untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan dan Kewirausahaan*, 12(1), 59-74.
- Ulya, H. (2016). Profil kemampuan pemecahan masalah siswa bermotivasi belajar tinggi berdasarkan ideal problem solving. *Jurnal Konseling Gusjigang*, 2(1), 90-96.
- Walker, J. P., & Sampson, V. (2013). Argument-Driven Inquiry: Using the Laboratory To Improve Undergraduates' Science Writing Skills through Meaningful Science Writing, Peer-Review, and Revision. *Journal of Chemical Education*, 90(10), 1269-1274.
- Wardani, A. D. (2018). Kemampuan argumentasi ilmiah dan pemecahan masalah dalam mempelajari konsep gaya dan gerak dengan pembelajaran argument-driven inquiry. *Master thesis*.
- Warianto, C. (2011). Biologi Sebagai Ilmu. *Jurnal Biologi*, 1(1), 1-3.
- Wibawa, R. P., Suciati, & Maridi. (2019). Problem solving profile and the implementation of Collaborative Problem Solving (CPS) module in biology. *AIP Conference Proceedings*, 2194(1), 1-6.
- Wibowo, A. A., Roviati, E., & Muspiroh, N. (2024). Application of The Argument Driven Inquiry (ADI) Model Using Interactive E-LKPD to Improve Students' Argumentation Skills. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 6(2), 135-152.
- Widarti, R., & Roshayanti, F. (2021). Potensi Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic) berorientasi ESD (Education for Sustainable Development) dalam Pembelajaran Fluida. *Unnes Physics Education Journal*, 10(3), 291-295.
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematik*, 263-278.