

**MODEL PEMBELAJARAN MITIGASI KEBENCANAAN BERBASIS
INQUIRY DALAM MENINGKATKAN LITERASI KEBENCANAAN
DAN *SMART RISK-TAKING BEHAVIOR*
PADA MATA PELAJARAN FISIKA**

DISERTASI

**Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Doktor
Program Studi Doktor Pendidikan**



**Oleh : Antomi Saregar
NPM : 2133031003**

**PROGRAM STUDI DOKTOR PENDIDIKAN
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

**MODEL PEMBELAJARAN MITIGASI KEBENCANAAN BERBASIS
INQUIRY DALAM MENINGKATKAN LITERASI KEBENCANAAN
DAN *SMART RISK-TAKING BEHAVIOR*
PADA MATA PELAJARAN FISIKA**

DISERTASI

**Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Doktor
Program Studi Doktor Pendidikan**



**Oleh : Antomi Saregar
NPM : 2133031003**

**PROGRAM STUDI DOKTOR PENDIDIKAN
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Disertasi yang berjudul **“Model Pembelajaran Mitigasi Kebencanaan Berbasis Inquiry dalam Meningkatkan Literasi Kebencanaan dan Smart Risk-Taking Behavior pada Mata Pelajaran Fisika”** ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, Tahun 2010).
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus sejijin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Lampung sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya satu semester (enam bulan sejak pengesahan Disertasi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Disertasi ini, maka Program Studi Doktor Pendidikan, FKIP Universitas Lampung berhak mempublikasikan pada jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Program Studi Doktor Pendidikan, FKIP Universitas Lampung. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Bandar Lampung,

2025

Yang membuat pernyataan,



Antomi Saregar

NPM 2133031003

**MODEL PEMBELAJARAN MITIGASI KEBENCANAAN BERBASIS
INQUIRY DALAM MENINGKATKAN LITERASI KEBENCANAAN
DAN SMART RISK-TAKING BEHAVIOR
PADA MATA PELAJARAN FISIKA**

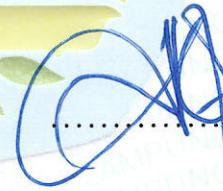
DISERTASI

Oleh:
Antomi Saregar
NPM 2133031003

Komisi Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
----------------------	------	--------------	---------

Promotor	Prof. Dr. Sunyono, M.Si. NIP 196512301991111001		12-01-2026
----------	---	--	------------

Co-Promotor I	Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si. NIP 196312151991021001		12-01-2026
---------------	---	---	------------

Co-Promotor II	Dr. Nurhanurawati, M.Pd. NIP 196708081991032001		12-01-2026
----------------	---	--	------------

Telah dinyatakan memenuhi syarat pada tanggal 2 Juli 2025

Koodinator Program Studi Doktor Pendidikan
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas
Lampung,



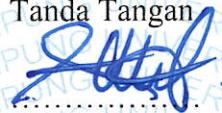
Prof. Hasan Hariri, S.Pd., M.B.A., Ph.D.
NIP 196705212000121001

**MODEL PEMBELAJARAN MITIGASI KEBENCANAAN BERBASIS INQUIRY
DALAM MENINGKATKAN LITERASI KEBENCANAAN
DAN SMART RISK-TAKING BEHAVIOR
PADA MATA PELAJARAN FISIKA**

DISERTASI

Oleh:
Antomi Saregar
NPM 2133031003

Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Dr. Albet Maydiantoro, M. Pd. NIP 198708042014041001		13-01-2021
Sekretaris	Prof. Hasan Hariri, S.Pd., M.B.A., Ph.D. NIP 196705212000121001		12-01-2021
Anggota	Prof. Dr. Parmin, M.Pd. NIP 197901232006041003		9-01-2021
	Prof. Dr. Sunyono, M. Si. NIP 196512301991111001		12-01-2021
	Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si. NIP 196312151991021001		12-01-2021
	Dr. Nurhanurawati, M.Pd. NIP 196708081991032001		12-01-2021
	Dr. Viyanti, M.Pd. NIP 198003302005012001		12-01-2021
	Dr. Dina Maulina, M.Si. NIP 198512032008122001		12-01-2021

**Telah dipertahankan di depan penguji pada Sidang Tertutup dan dinyatakan telah
memenuhi syarat pada tanggal 29 September 2025**

Dekan FKIP Universitas Lampung,

Koodinator Program Studi Doktor Pendidikan


Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP 198708042014041001


Prof. Hasan Hariri, S.Pd., M.B.A., Ph.D.

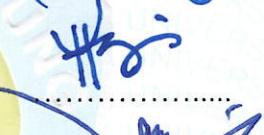
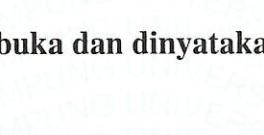
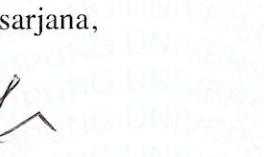
NIP 196705212000121001

**MODEL PEMBELAJARAN MITIGASI KEBENCANAAN BERBASIS *INQUIRY*
DALAM MENINGKATKAN LITERASI KEBENCANAAN
DAN *SMART RISK-TAKING BEHAVIOR*
PADA MATA PELAJARAN FISIKA**

DISERTASI

**Oleh:
Antomi Saregar
NPM 2133031003**

Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Prof. Dr. Ayi Ahadiat, S.E., M.B.A. NIP 196503071991031001		12-01-2026
Sekretaris	Prof. Hasan Hariri, S.Pd., M.B.A., Ph.D. NIP 196705212000121001		12-01-2026
Anggota	Dr. Albet Maydiantoro, M. Pd. NIP 198708042014041001		13-01-2026
	Prof. Dr. Parmin, M.Pd. NIP 197901232006041003		9-01-2026
	Prof. Dr. Sunyono, M. Si. NIP 196512301991111001		12-01-2026
	Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si. NIP 196312151991021001		12-01-2026
	Dr. Nurhanurawati, M.Pd. NIP 196708081991032001		12-01-2026
	Dr. Viyanti, M.Pd. NIP 198003302005012001		12-01-2026
	Dr. Dina Maulina, M.Si. NIP 198512032008122001		12-01-2026

**Telah dipertahankan di depan penguji pada Sidang Terbuka dan dinyatakan telah
memenuhi syarat pada tanggal 8 Januari 2026**

Dekan FKIP Universitas Lampung,


Dr. Albet Maydiantoro, M. Pd.
NIP 198708042014041001

Direktur Pascasarjana,


Prof. Dr. Ir. Murhadi, M. Si.
NIP 196403261989021001

RIWAYAT HIDUP

Antomi Saregar lahir di Lampung, Indonesia. Penulis merupakan tenaga pengajar di Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung. Riwayat pendidikan formal dimulai dengan menempuh program Sarjana (S1) di Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Lampung. Setelah menyelesaikan pendidikan sarjana, penulis melanjutkan studi program Magister (S2) di bidang Fisika dan Pendidikan Sains di Universitas Sebelas Maret, dan berhasil lulus pada tahun 2013. Pada jenjang pendidikan lanjut, penulis menjalankan studi program Doktoral (S3) Pendidikan di Universitas Lampung dengan fokus penelitian pada Pendidikan Fisika.

Pengalaman perjalanan karier akademik, penulis memiliki ketertarikan yang mendalam pada bidang pendidikan fisika, khususnya dalam pengembangan model pembelajaran berbasis sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM), literasi sains, serta scaffolding dalam pembelajaran. Sejak bergabung sebagai dosen di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung, penulis aktif mengajar, membimbing mahasiswa, serta mengembangkan berbagai strategi pembelajaran inovatif. Selain itu, penulis juga dipercaya sebagai Kepala Pusat HKI, paten dan Publikasi Ilmiah di UIN Raden Intan Lampung, serta menjabat sebagai *Editor-in-Chief* di Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni (terakreditasi SINTA 1) dan *Online Learning in Educational Research Journal* (Terakreditasi Sinta 2).

Komitmen penulis dalam pengembangan pendidikan tercermin dari berbagai publikasi ilmiah yang telah dihasilkan, baik di jurnal nasional maupun internasional bereputasi. Selain aktif menulis dan meneliti, penulis juga berperan sebagai *Co-Editor-in-Chief* di *International Journal of Electronics and Communications Systems* (Sinta 2). Selain itu, kontribusi penulis dalam bidang akademik juga diwujudkan melalui beberapa paten internasional yang berkaitan dengan material fotoluminesensi dan aplikasinya dalam teknologi ramah lingkungan.

MOTTO

"Pendidikan bukanlah persiapan untuk hidup; pendidikan adalah kehidupan itu sendiri."

John Dewey

PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini saya persembahkan dengan segenap hati sebagai ungkapan syukur yang mendalam kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya dalam setiap langkah perjalanan hidup saya. Tak terlukiskan betapa saya terharu oleh kasih sayang dan dukungan yang tulus dari semua pihak yang telah menemani perjalanan akademik saya:

1. Kepada Ibu dan alm. Ayah, dan juga Ayah dan Ibu Mertua, yang tanpa henti mendukung dan mendoakan agar saya selalu diberikan kekuatan dan kelancaran dalam meraih impian. Kasih sayang kalian adalah pelita yang menerangi di saat-saat penuh tantangan.
2. Kepada istri dan anak-anak tercinta, kalian adalah sumber semangat yang tak tergantikan. Kehadiran dan cinta kalian memberikan penyeimbang sekaligus alasan untuk saya terus berjuang.
3. Kepada Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, lembaga yang memberikan saya kesempatan untuk bertumbuh dan berkarya. Rumah kedua yang memberikan ruang untuk belajar dan berkembang sebagai pribadi yang lebih baik.
4. Kepada almamater Universitas Lampung. Almamater ini telah menjadi kawah candra dimuka yang tidak hanya menempa ilmu, tetapi juga memperkaya pengalaman akademik; setiap momen yang saya jalani di dalamnya mengukir perjalanan penuh makna sekaligus meletakkan fondasi yang kokoh untuk masa depan.

ABSTRAK

MODEL PEMBELAJARAN MITIGASI KEBENCANAAN BERBASIS *INQUIRY* DALAM MENINGKATKAN LITERASI KEBENCANAAN DAN *SMART RISK-TAKING BEHAVIOR* PADA MATA PELAJARAN FISIKA

Oleh:
Antomi Saregar
NPM 2133031003

Indonesia sebagai negara rawan bencana membutuhkan integrasi literasi kebencanaan dalam sistem pendidikan. Namun, pendekatan yang ada saat ini masih cenderung bersifat teoretis dan kurang mengakomodasi aplikasi praktis dalam mitigasi bencana, terutama dalam pembelajaran fisika. Pengembangan model pembelajaran disertai dengan media pembelajaran dan perangkat pembelajaran berbasis mitigasi bencana perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengoptimalkan model pembelajaran PINTAR-Bencana berbasis *inquiry Pedaste* untuk meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* (SRTB) siswa SMA pada pelajaran fisika. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (R&D) Borg and Gall, yang melibatkan beberapa tahapan utama, yaitu studi pendahuluan, pengembangan model, validasi ahli, uji coba terbatas, dan uji coba lapangan. Validasi dilakukan oleh para ahli untuk menguji kelayakan model, sementara *quasi-experimental design* digunakan untuk menguji efektivitasnya. Analisis data menggunakan *Two-Way ANOVA* untuk melihat pengaruh model pembelajaran dan gender terhadap literasi kebencanaan serta SRTB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PINTAR-Bencana memiliki validitas, kepraktisan, dan efektivitas yang tinggi. Hasil *Two-Way ANOVA* menunjukkan bahwa model pembelajaran berpengaruh signifikan terhadap literasi kebencanaan ($F = 34.00$, $\text{Sig.} = 0.00$) dan SRTB ($F = 5.93$, $\text{Sig.} = 0.01$). Gender memiliki pengaruh signifikan terhadap literasi kebencanaan ($F = 12.71$, $\text{Sig.} = 0.00$), di mana siswa perempuan menunjukkan kesadaran mitigasi yang lebih tinggi dibandingkan laki-laki. Namun, gender tidak berpengaruh langsung terhadap SRTB ($F = 0.35$, $\text{Sig.} = 0.55$), meskipun interaksi antara gender dan model pembelajaran menunjukkan pengaruh yang signifikan ($F = 4.80$, $\text{Sig.} = 0.03$). Temuan ini menegaskan bahwa pendidikan kebencanaan berbasis inkuiri pedaste dalam pembelajaran fisika dapat meningkatkan kesiapsiagaan dan keterampilan pengambilan keputusan siswa dalam menghadapi bencana. Model pembelajaran PINTAR-Bencana dapat dijadikan rujukan dalam pengembangan perangkat ajar ataupun sebagai dasar perumusan program sekolah aman bencana di wilayah rawan bencana dengan karakteristik serupa.

Kata Kunci: *Inquiry*; Literasi Kebencanaan; Model Pembelajaran; dan SRTB

ABSTRACT

INQUIRY-BASED DISASTER MITIGATION LEARNING MODEL IN IMPROVING DISASTER LITERACY AND SMART RISK-TAKING BEHAVIOR IN PHYSICS SUBJECT

By:
Antomi Saregar
NPM 2133031003

Indonesia as a disaster-prone country requires the integration of disaster literacy in the education system. However, current approaches still tend to be theoretical and do not accommodate practical applications in disaster mitigation, especially in physics learning. The development of learning models accompanied by learning media and learning tools based on disaster mitigation needs to be carried out. This study aims to develop and evaluate the inquiry-based PINTAR-Bencana pedaste learning model to improve disaster literacy and smart risk-taking behavior (SRTB) of high school students in physics lessons. This research uses Borg and Gall's research and development (R&D) method, which involves several main stages, namely preliminary studies, model development, expert validation, limited trials, and field trials. Validation was conducted by experts to test the feasibility of the model, while quasi-experimental design was used to test its effectiveness. Data analysis used Two-Way ANOVA to see the effect of learning model and gender on disaster literacy and SRTB. The results showed that the PINTAR-Bencana model has high validity, practicality and effectiveness. Two-Way ANOVA results show that the learning model has a significant effect on disaster literacy ($F = 34.00$, $\text{Sig.} = 0.00$) and SRTB ($F = 5.93$, $\text{Sig.} = 0.01$). Gender has a significant influence on disaster literacy ($F = 12.71$, $\text{Sig.} = 0.00$), where female learners show higher mitigation awareness than males. However, gender had no direct effect on SRTB ($F = 0.35$, $\text{Sig.} = 0.55$), although the interaction between gender and learning model showed a significant effect ($F = 4.80$, $\text{Sig.} = 0.03$). This finding confirms that pedaste's inquiry-based disaster education in physics learning can improve students' disaster preparedness and decision-making skills. The PINTAR-Bencana learning model can be used as a reference in developing teaching tools or as a basis for formulating disaster-safe school programs in disaster-prone areas with similar characteristics.

Keywords: Inquiry; Disaster Literacy; Learning Model; and SRTB

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan taufik dan hidayah-Nya sehingga disertasi dengan judul **“Model Pembelajaran Mitigasi Kebencanaan Berbasis Inquiry dalam Meningkatkan Literasi Kebencanaan dan Smart Risk-Taking Behavior pada Mata Pelajaran Fisika”** dapat penulis selesaikan dengan baik. Penelitian ini merupakan bagian dari upaya akademik dalam mengembangkan model pembelajaran yang bertujuan untuk meningkatkan literasi kebencanaan dan perilaku pengambilan risiko yang cerdas (*smart risk-taking behavior*) di kalangan siswa. Model pembelajaran berbasis *inquiry* ini diharapkan mampu menjadi alternatif strategi pembelajaran yang tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kebencanaan dalam fisika, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan pengambilan keputusan yang bijaksana dalam menghadapi potensi bencana. Disertasi ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan, doa, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., Rektor Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
4. Prof. Hasan Hariri, MBA., Ph.D., Koordinator Program Studi Doktor Pendidikan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
5. Prof. Dr. Sunyono, M.Si., sebagai Promotor yang dengan sabar dan penuh dedikasi telah memberikan arahan, kritik, dan saran yang membangun sepanjang proses penelitian dan penulisan disertasi.
6. Dr. I Wayan Distrik, M.Si., Kopromotor I yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan disertasi.
7. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Kopromotor II yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan disertasi.
8. Dr. Viyanti, M.Pd., sebagai pembahas dan penguji 1 yang telah memberikan masukan, saran, dan perbaikan dalam penulisan disertasi ini.

9. Dr. Dina Maulina, M.Si., sebagai pembahas dan penguji 2 yang telah memberikan masukan, saran, dan perbaikan serta penyempurnaan dalam penulisan disertasi ini.
10. Prof. Dr. Parmin, M.Pd., sebagai penguji eksternal yang telah memberikan masukan, saran, dan perbaikan serta penyempurnaan dalam penulisan disertasi ini.
11. Bapak dan Ibu teman seperjuangan di Program Studi Doktor Pendidikan angkatan 2021 yang telah banyak memberikan kesempatan untuk berbagi dan berdiskusi.
12. Semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dan dukungannya.

Terakhir, Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam disertasi ini, baik dalam aspek konseptual, metodologi, maupun analisis yang disajikan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan, khususnya dalam bidang mitigasi kebencanaan dan penguatan kompetensi siswa dalam menghadapi situasi darurat. Semoga disertasi ini dapat menjadi bagian dari kontribusi akademik yang bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan pendidikan di Indonesia.

Bandar Lampung, 7 Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN TERTUTUP	v
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN TERBUKA	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	viii
PERSEMBERAHAN	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	10
C. Ruang Lingkup	11
D. Rumusan Masalah.....	11
E. Tujuan Penelitian.....	12
F. Manfaat Penelitian.....	13
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	14
H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan.....	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	17
A. Teori Pembelajaran Berorientasi	17
1. Definisi dan konsep belajar literasi kebencanaan.....	17
2. Teori-teori pendukung pembelajaran berorientasi literasi kebencanaan	20
a. Teori Belajar Konstruktivisme	20
b. Teori Kognitif Sosial	22
c. Teori Belajar Pengalaman (<i>Experiential Learning</i>)	24
d. Teori Pembelajaran Transformasional	26
e. Teori Terapan Inkuiiri Pedaste Berorientasi Sadar Literasi Kebencanaan dan <i>Smart Risk-Taking Behavior</i>	28
f. Teori Pembelajaran Berorientasi <i>Smart Risk-Taking Behavior</i>	30
1) Definisi dan konsep belajar <i>Smart Risk-Taking Behavior</i>	30
2) Teori-teori yang menopang konsep <i>Smart Risk-Taking Behavior</i> berorientasi sadar bencana	31
B. Bencana Alam dan Mitigasi Bencana	34
C. Penelitian Relevan	36
D. Kerangka Berpikir Pengembangan Model Pembelajaran	38
1. Kerangka berpikir pengembangan model pembelajaran	39
a. Prototipe Alfa Model Pembelajaran Mitigasi Bencana – <i>Inquiry Pedaste</i> dan <i>SPAB Programme Framework</i>	40

b. Prototipe Beta: Model PINTAR-Bencana	43
E. Hipotesis Penelitian	47
BAB III METODE PENELITIAN.....	48
A. Prosedur Penelitian	48
1. Tahap I: Studi Pendahuluan.....	49
2. Tahap II: Pengembangan Desain Model dan Uji Coba Terbatas	51
a. Rancangan Model Pembelajaran	51
b. Rancangan Perangkat Pembelajaran.....	51
c. Validasi Ahli	52
d. Uji Coba.....	52
3. Tahapan III: Pengujian/Implementasi Model	53
B. Lokasi, Populasi dan Sampel Penelitian.....	53
1. Lokasi penelitian.....	53
2. Populasi dan sampel penelitian.....	54
C. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel.....	54
1. Variabel penelitian	54
D. Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data.....	56
1. Instrumen penelitian	56
a. Lembar Observasi.....	56
b. Angket	56
c. Pedoman Wawancara	57
1) Uji Validitas Instrumen Penelitian.....	57
2. Teknik pengumpulan data	58
a. Observasi dan Pemberian Angket	58
b. Wawancara	59
E. Teknik Analisis Data	59
1. Analisis Deskriptif.....	59
a. Analisis Data Keterlaksanaan dan Kemenarikan Model	59
b. Analisis Data Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran dan Data Aktivitas Siswa.....	59
2. Uji Prasyarat Analisis Data.....	60
1) Uji Normalitas	60
2) Uji Homogenitas.....	60
3. Uji Hipotesis	61
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	65
A. Hasil Penelitian	65
1. Karakteristik model pembelajaran PINTAR-Bencana	65
a. Kelogisan Teoretis.....	66
b. Keefektifan Tujuan	69
c. Sintak Model Pembelajaran.....	71
1) Pemaparan (<i>Presentation</i>)	71
2) Investigasi (<i>Investigation</i>)	72
3) Navigasi (<i>Navigation</i>)	73
4) Transformasi (<i>Transformation</i>)	74
5) Artikulasi (<i>Articulation</i>)	76

6) Respons (<i>Response</i>)	77
d. Lingkungan Belajar yang Dibutuhkan untuk Mencapai Tujuan	78
2. Hasil Validasi/Penilaian Ahli	78
a. Penilaian Ahli Terhadap Model Pembelajaran dan Perangkat Pembelajaran	79
1) Penilaian Ahli Terhadap Model	79
2) Penilaian Ahli Terhadap Modul.....	83
3) Penilaian Ahli Terhadap Modul Ajar Fisika.....	86
B. Hasil Tahap Implementasi (Pengujian) Model Pembelajaran	
PINTAR-Bencana	87
1. Deskripsi pelaksanaan pembelajaran di kelas eksperimen	89
2. Kepraktisan Model Pembelajaran PINTAR-Bencana	92
3. Keefektifan Model Pembelajaran PINTAR-Bencana.....	100
a. Uji Prasyarat Analisis ANOVA.....	106
1) Uji Normalitas	106
2) Homogenitas	106
b. Uji ANOVA.....	106
c. Effect Size	109
C. Pembahasan.....	110
1. Model Pembelajaran PINTAR-Bencana	110
2. Validitas Model Pembelajaran PINTAR-Bencana dan Perangkatnya.....	114
a. Validitas Model Pembelajaran PINTAR-Bencana	114
b. Validitas Perangkat Pembelajaran PINTAR-Bencana	117
3. Kepraktisan Model Pembelajaran PINTAR-Bencana	119
4. Keefektifan Model Pembelajaran PINTAR-Bencana.....	121
5. Kelebihan dan Keterbatasan Model Pembelajaran PINTAR-Bencana	128
6. Temuan Penelitian	130
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	132
A. Simpulan.....	132
B. Implikasi	135
C. Saran	136
DAFTAR PUSTAKA	138

DAFTAR TABEL

Daftar Tabel	Halaman
Tabel 2.1. Literasi Sains dan Isu Sosiosaintifik Adaptasi dari PISA.....	34
Tabel 2.2. Penelitian yang Relevan	37
Tabel 2.3. Konsep Kerangka Prototipe Beta Model Mitigasi Kebencanaan - Berbasis <i>Inquiry Pedaste SPAB Programme Framework</i>	44
Tabel 3.1. Desain Penelitian Tahap Pengujian dan Implementasi.....	53
Tabel 3.2. Pedoman Konversi Kelayakan Produk	58
Tabel 3.3. Desain Faktorial.....	61
Tabel 3.4. Kriteria <i>Effect Size</i>	64
Tabel 4.1. Penilaian Ahli Terhadap Validitas Isi Model PINTAR-Bencana.....	79
Tabel 4.2. Penilaian Ahli Terhadap Validitas Konstruk Model PINTAR-Bencana	80
Tabel 4.3. Saran Perbaikan Berdasarkan Validasi ahli terhadap isi dan Konstruk Model Pembelajaran PINTAR-Bencana.....	82
Tabel 4.4. Sintak Model Pembelajaran PINTAR-Bencana	83
Tabel 4.5. Penilaian Ahli Materi.....	85
Tabel 4.6. Penilaian Ahli Media	85
Tabel 4.7. Aktivitas Guru dan siswa	89
Tabel 4.8. Rekapitulasi Hasil Pengamatan (Observer) Terhadap Keterlaksanaan - Model PINTAR-Bencana.....	93
Tabel 4.9. Hasil rekapitulasi hasil pengamatan (siswa dan guru) - terhadap keterlaksanaan Model PINTAR-Bencana	96
Tabel 4.10. Hasil <i>Pretest</i> Kemampuan Literasi Kebencanaan	100
Tabel 4.11. Hasil <i>Pretest</i> Kemampuan <i>Smart Risk-Taking Behavior</i>	101
Tabel 4.12. Hasil Post Kemampuan Literasi Kebencanaan.....	102
Tabel 4.13. Hasil Post Kemampuan <i>Smart Risk-Taking Behavior</i>	103
Tabel 4.14. Hasil Uji Normalitas	104
Tabel 4.15. Hasil Uji Homogenitas	106
Tabel 4.16. Hasil Uji <i>Two-Way</i> ANOVA Literasi Kebencanaan	107
Tabel 4.17. Hasil Uji <i>Two-Way</i> ANOVA SRTB	107
Tabel 4.18. Hasil Nilai <i>Effect Size</i>	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Model Literasi Kebencanaan Empat Tingkat	18
Gambar 2.2. Kerangka Berpikir Pengembangan Model Mitigasi Kebencanaan – Berbasis <i>Inquiry Pedaste</i> dan SPAB <i>Programme Framework</i>	39
Gambar 2.3. Kerangka Hipotetik Prototipe Alpha Model Mitigasi Kebencanaan – Berbasis <i>Inquiry Pedaste</i> dan SPAB <i>Programme Framework</i>	41
Gambar 2.4. Kerangka Hipotetik Prototipe Beta: Model PINTAR-Bencana.....	45
Gambar 2.5. Model PINTAR-Bencana	47
Gambar 3.1. Model Pengembangan.....	49
Gambar 4.1. Guru Sedang Memimpin Diskusi untuk Merancang Simulasi tentang Perambatan Gelombang Seismik dan Dampaknya	97
Gambar 4.2. Siswa sedang melakukan simulasi saat terjadi gempa dengan mengaitkannya pada gelombang.....	98
Gambar 4.3. Guru Sedang Memimpin Diskusi Proyek	99
Gambar 4.4. Siswa Sedang Mempresentasikan Hasil Proyek.	99
Gambar 4.5. Nilai Rata-Rata Indikator Literasi Kebencanaan.....	104
Gambar 4.6. Nilai Rata-Rata Indikator SRTB	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Lembar Validasi Isi Model Pembelajaran PINTAR-Bencana	152
Lampiran 2. Lembar Validasi Konstruk Model Pembelajaran PINTAR-Bencana ...	159
Lampiran 3. Hasil Lembar Validasi Isi Model Pembelajaran PINTAR-Bencana.....	163
Lampiran 4. Hasil Lembar Validasi Konstruk Model Pembelajaran PINTAR-Bencana	175
Lampiran 5. Kesimpulan Nilai Validator Konstruk dan Isi Model Pembelajaran PINTAR-Bencana	190
Lampiran 6. Buku Model Pembelajaran.....	196
Lampiran 7. Kisi-kisi Angket Respons Guru	197
Lampiran 8. Kisi-kisi Angket Respons Siswa	204
Lampiran 9. Kisi-kisi Angket Observer.....	215
Lampiran 10. Hasil Uji Kepraktisan Model Berdasarkan Guru dan Observer.....	222
Lampiran 11. Hasil Uji Kepraktisan Model Berdasarkan Penilaian Siswa	224
Lampiran 12. Kisi-kisi Literasi Kebencanaan	225
Lampiran 13. Kisi-kisi <i>Smart Risk-Taking Behavior</i>	235
Lampiran 14. Hasil <i>Pretest</i> Literasi Kebencanaan	238
Lampiran 15. Hasil <i>Post-test</i> Literasi Kebencanaan.....	240
Lampiran 16. Hasil <i>Pretest</i> SRTB	242
Lampiran 17. Hasil <i>Post-test</i> SRTB	245
Lampiran 18. Hasil Uji <i>Two-Way ANOVA</i>	248
Lampiran 19. Hasil Perhitungan <i>Effect Size</i>	250
Lampiran 20. Instrumen Modul Ajar.....	251
Lampiran 21. Modul Ajar	255
Lampiran 22. Bahan Ajar Berbasis Mitigasi Bencana.....	291
Lampiran 23. Foto-foto Penelitian.....	292
Lampiran 24. Surat Izin Penelitian	294
Lampiran 25. Surat Balasan Izin Penelitian	295

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan merupakan pilar utama dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) (Dalampira & Nastis, 2020; Monteiro et al., 2023), khususnya pada tujuan keempat, memastikan pendidikan yang berkualitas, inklusif, dan mendorong kesempatan belajar sepanjang hayat (Elmassah et al., 2021). Selain itu, pendidikan berperan strategis dalam mendukung tujuan ke-13 SDGs (penanganan perubahan iklim dan pengurangan risiko bencana) yang menuntut penguatan kapasitas adaptif masyarakat terhadap berbagai tekanan lingkungan. Pembelajaran kebencanaan menjadi semakin mendesak untuk diintegrasikan dalam sistem pendidikan (Senanayake et al., 2023). Hal ini penting karena Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki risiko bencana yang sangat tinggi, mulai dari tsunami, gempa bumi, hingga erupsi gunung api, yang mengancam tidak hanya infrastruktur tetapi juga keselamatan jiwa.

Pengembangan sistem pembelajaran yang sistematis, efektif, dan berkelanjutan perlu dilakukan untuk membantu guru membangun pengalaman belajar bagi siswa (Lakoriha et al., 2018; Silaban, 2021) serta mendukung tercapainya tujuan SDGs (Kioupi & Voulvouli, 2019). Model pembelajaran harus disesuaikan dengan karakteristik siswa, materi, dan kondisi lingkungan belajar, karena model memiliki peran penting dalam mengarahkan teknis pelaksanaan pembelajaran (Fatimah & Kartikasari, 2018).

Model pembelajaran berperan penting dalam membentuk pemahaman yang mendalam serta keterampilan yang relevan bagi siswa (Marzano et al., 2002). Model pembelajaran *inquiry* menjadi salah satu yang banyak digunakan, *inquiry-based learning* yang dikembangkan oleh Pedaste melibatkan siswa secara aktif dalam penyelidikan dan penemuan, siswa memulai dari mengidentifikasi masalah, melakukan investigasi, hingga menarik simpulan (Pedaste, et al., 2015). Proses ini

mendorong siswa untuk lebih mandiri dalam mencari solusi, dengan fokus pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman mendalam terhadap suatu konsep (Mäeots & Pedaste, 2014; Pedaste & Sarapuu, 2014). Meskipun teori *inquiry* menawarkan banyak manfaat, terutama dalam membangun kemampuan berpikir kritis, *Inquiry Pedaste* cenderung berfokus pada eksplorasi masalah dan refleksi, yang dapat menghambat tindakan langsung yang dibutuhkan dalam situasi darurat kebencanaan (Mäeots & Pedaste, 2014).

Teori-teori belajar juga berperan dalam pengembangan sistem pembelajaran yang sistematis, efisien, efektif, dan bermakna. Teori konstruktivisme menegaskan bahwa pengetahuan dibangun melalui interaksi sosial dan pengalaman, mendorong siswa untuk aktif terlibat dalam proses pembelajaran (Fernando & Marikar, 2017; Thomas et al., 2014). Sementara itu, teori kognitif sosial menyoroti pengaruh lingkungan sosial dan pengamatan dalam pembelajaran, siswa belajar dari pengalaman pribadi dan interaksi dengan orang lain (Tennyson & Rasch, 1988). Teori *experiential learning* membantu siswa mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam dan menyoroti pengalaman langsung dalam pembelajaran (Bergsteiner et al., 2010). Selain itu, teori transformasional berfokus pada perubahan pandangan dan kesadaran individu, yang sangat relevan dalam konteks pembelajaran yang melibatkan isu-isu sosial dan kemanusiaan (Griffith & Ballard, 2016).

Pembelajaran akan efektif dan bermakna bilamana teori-teori pembelajaran diintegrasikan dengan kondisi sekitar (Leicht et al., 2018). Dalam konteks kebencanaan global, perbedaan tingkat korban jiwa antarnegara menunjukkan bahwa besarnya dampak bencana tidak semata ditentukan oleh kekuatan bahaaya alam, tetapi sangat dipengaruhi oleh kesiapsiagaan masyarakat, sistem peringatan dini, serta kualitas pendidikan kebencanaan. Negara-negara seperti Jepang, yang secara geologis sama-sama berada pada wilayah rawan gempa dan tsunami, relatif mampu menekan jumlah korban jiwa melalui sistem mitigasi yang matang, pendidikan kebencanaan yang terintegrasi sejak usia dini, serta latihan kesiapsiagaan yang berkelanjutan (Fujioka, 2016; UNDRR, 2019). Sebaliknya, di banyak negara berkembang termasuk Indonesia, bencana alam masih sering

menimbulkan korban jiwa yang besar, yang menunjukkan adanya kesenjangan antara tingkat risiko alam dan kapasitas kesiapsiagaan masyarakat (BNPB, 2020).

Secara geografis, Indonesia merupakan negara kepulauan, hal ini rentan dengan timbulnya bencana alam (Findayani, 2018). Daerah pesisir/pinggir pantai merupakan salah satu daerah rawan terdampak bencana alam seperti gempa tektonik (Antomi, 2020; Haerudin et al., 2019; Helmi et al., 2020; Wattimanela & Latupeirissa, 2020), maupun gempa vulkanik (Kundu et al., 2012; Mutaqin et al., 2019; Walter et al., 2007), yang tidak jarang berujung pada timbulnya gelombang tsunami (Chambers et al., 2006; Hamzah et al., 2000; Morgan et al., 2006; Parwanto & Oyama, 2014). Tidak hanya di daerah pesisir, akhir-akhir ini bencana terjadi di beberapa belahan dunia (Ritchie & Roser, 2019). *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED, 2015), mengkategorikan peristiwa alam sebagai bencana, ketika sudah memenuhi sedikitnya dua atau lebih dari empat kategori berikut : (1) korban meninggal sepuluh orang atau lebih; (2) korban terluka ratusan orang; (3) diumumkan sebagai keadaan darurat; dan (4) bantuan internasional diperbolehkan masuk.

The United Nations (2018) memprediksi pada tahun 2050, 68% populasi dunia terkonsentrasi di tempat-tempat berisiko tinggi terdampak bencana, seperti kota metropolitan, yang juga sangat berisiko timbul banyak korban jiwa jika tidak diantisipasi dengan baik, untuk itu wilayah dengan populasi yang lebih kecil sekalipun tetap harus diantisipasi risiko terdampak bencananya, terutama daerah pemukiman sekitar pantai, sekitar gunung berapi, daerah rawan banjir, daerah rawan longsor, dan daerah rawan bencana faktor alam lainnya. Perusakan lingkungan, penambangan tanpa memperhatikan dampaknya, serta pembangunan perumahan secara masif berkontribusi terhadap meningkatnya kemungkinan manusia terpapar bencana, karena faktor manusia ataupun faktor alam, menyebabkan peningkatan korban pasca terjadinya bencana (Pepe et al., 2006). Untuk menekan risiko dan potensi kerugian yang ditimbulkan oleh bencana terhadap manusia, diperlukan penguasaan pengetahuan dan pemahaman yang memadai, disertai kesiapsiagaan serta keterampilan dalam upaya pencegahan, pendekslan, dan antisipasi dini terhadap berbagai jenis bencana, terutama pada

wilayah yang memiliki tingkat kerawanan bencana alam yang tinggi (Maryani, 2010).

Pendidikan kebencanaan menjadi kebutuhan karena masih terbatasnya pemahaman masyarakat dalam mengenali serta merespons gejala dan fenomena alam yang muncul sebelum terjadinya bencana, khususnya tsunami dan gempa bumi (Mantasia & Jaya, 2016; Nurhayati & Muhajir, 2019) dan memahami apa yang harus dilakukan saat bencana itu mengancam jiwanya (Andriani et al., 2021). Kemampuan untuk merespons secara cepat dan tepat adalah keterampilan yang sangat krusial sementara pendekatan *inquiry Pedaste* yang telah dijelaskan di atas, mungkin tidak sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan ini karena orientasinya pada penalaran dan investigasi jangka panjang (Schwartz & Bransford, 2009). Mengatasi kelemahan ini, perlu adanya integrasi *inquiry*, teori belajar, dan teori mitigasi bencana (Kusonwattana et al., 2022). Pendekatan *inquiry* menyediakan struktur sintak pembelajaran aktif, sedangkan teori belajar, seperti konstruktivisme, kognitif sosial, dan pembelajaran pengalaman, memberikan dasar pedagogis agar siswa dapat membangun makna melalui interaksi sosial, pengamatan, dan pengalaman langsung (Kaufman, 1996). Teori mitigasi bencana menekankan kesiapsiagaan, pemahaman tentang sistem peringatan dini atau *early warning system*, dan tindakan tanggap darurat (Bañeres et al., 2020). Hal ini penting untuk memastikan bahwa siswa harus memiliki pengetahuan teoretis tentang fenomena bencana dan mampu bertindak cepat dalam situasi yang berisiko tinggi (Atmojo et al., 2023). Mitigasi bencana mengajarkan siswa untuk mengidentifikasi ancaman, menilai risiko, dan merespons secara efektif guna meminimalisir dampak dari bencana (Abraham et al., 2024). Oleh karena itu, penerapan teori mitigasi dapat mempersiapkan siswa menghadapi risiko bencana dengan lebih baik. Pelibatan pendekatan ini, memunculkan kebutuhan akan model pembelajaran yang lebih holistik dan praktis, yang tidak hanya fokus pada aspek investigatif dan pemahaman konseptual seperti dalam *inquiry Pedaste*, tetapi juga mencakup aspek-aspek praktis dari mitigasi bencana.

Pendidikan kebencanaan dikembangkan dengan asumsi bahwa orientasi mitigasi bencana saat ini tidak lagi terbatas pada penanganan pascabencana, melainkan lebih menekankan pada aspek kesiapsiagaan sebelum bencana terjadi.

Oleh karena itu, pendidikan mitigasi bencana yang diberikan kepada masyarakat, baik melalui jalur formal maupun nonformal, bertujuan untuk meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana. Salah satu strategi utama dalam memperkuat kesiapsiagaan masyarakat adalah melalui peningkatan kemampuan literasi kebencanaan (Sözcü, 2020; Sözcü & Aydinözü, 2019; Yusuf et al., 2021). Literasi dalam konteks ini mengacu pada tingkat kepekaan individu dalam mengolah informasi ilmiah secara kritis untuk memecahkan masalah serta menghasilkan produk ilmiah yang bermanfaat (Suryaningrum et al., 2021). Literasi bencana menjadi upaya penyadaran masyarakat dalam menghadapi suatu bencana tentulah sangat penting dimiliki oleh masyarakat. Hal tersebut dilakukan dalam rangka memitigasi suatu bencana. Literasi kebencanaan terdiri atas dimensi-dimensi seperti pengetahuan, sikap dan perilaku tentang bencana alam (Sözcü, 2020; Türker & Sözcü, 2021). Sebagai contoh, masyarakat yang tidak memiliki akses atau pemahaman terhadap sumber informasi kebencanaan cenderung mengalami kesulitan dalam mengenali jenis bencana yang berpotensi terjadi di wilayahnya, serta tidak mengetahui langkah-langkah yang tepat untuk menghadapi dan menanggulangi bencana tersebut (Marlyono et al., 2016).

Literasi kebencanaan perlu diintegrasikan secara erat dengan *smart risk-taking behavior* (SRTB), yaitu kemampuan individu untuk mengambil keputusan yang bijak dan terukur dalam situasi penuh ketidakpastian. Literasi tanpa didukung oleh kemampuan pengambilan risiko yang tepat akan menghasilkan tindakan yang pasif atau bahkan kontra-produktif. Sebaliknya, keberanian mengambil risiko tanpa landasan pengetahuan yang memadai berpotensi menimbulkan kerugian atau membahayakan diri sendiri (Yore, 2012; Sobkow et al., 2017). SRTB merujuk pada kemampuan individu untuk mengambil keputusan yang rasional, terukur, dan adaptif dalam menghadapi situasi berisiko tinggi dan penuh ketidakpastian. Berbeda dengan keberanian impulsif, SRTB menekankan pada keberanian yang berbasis pengetahuan, kesadaran risiko, dan pengendalian emosi (Sobkow et al., 2017). SRTB bukan hanya soal keberanian bertindak, tetapi juga mencakup keterampilan menilai situasi berisiko, mengenali sinyal bahaya, mengelola emosi dalam tekanan, serta memilih respons yang paling adaptif. Pengambilan keputusan

yang cerdas dalam konteks bencana dapat menjadi pembeda antara keselamatan dan bahaya. Wachinger et al. (2012) menekankan bahwa meskipun seseorang memiliki literasi tinggi terhadap bencana, tanpa kematangan dalam risk appraisal dan behavioral response, informasi tersebut tidak akan berujung pada tindakan mitigatif yang nyata. SRTB menjadi krusial karena tidak semua situasi darurat dapat dihadapi hanya dengan pemahaman teoretis; diperlukan kecakapan dalam menilai kondisi, memproyeksikan dampak, dan memilih tindakan yang paling aman dan efektif.

Urgensi penguatan literasi kebencanaan dan SRTB ini selaras dengan mandat Undang-undang No. 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, kegiatan pengurangan risiko bencana harus terintegrasi ke dalam program pembangunan, termasuk di dalamnya sektor pendidikan. Pembelajaran menjadi salah satu faktor penentu dalam kegiatan pengurangan risiko bencana. Selain pengurangan risiko bencana, perilaku (*behavior*) dalam menyikapi situasi pra dan pasca bencana pun perlu dimiliki. Pembuatan keputusan (*risk-taking*) dalam menyikapi bencana akan membantu mengurangi kepanikan ketika terjadi bencana. *Risk-taking behavior* adalah bagaimana individu berperilaku dalam situasi berisiko, di mana situasi ini mengandung tingkat ketidakpastian tinggi dan kemungkinan kerugian. *Smart risk-taking behavior* perlu dikembangkan agar individu mampu menilai, memilih, dan merespons risiko secara bijak. Integrasi konsep literasi kebencanaan dan SRTB ke dalam pembelajaran umum, khususnya melalui pendekatan yang kontekstual dan partisipatif, sangat penting agar siswa tidak hanya memahami risiko secara teoretis, tetapi juga memiliki kesiapan bertindak secara tepat dalam menghadapi bencana yang nyata.

Data lapangan dari 12 sekolah di Kabupaten Lampung Selatan, yang merupakan daerah berpotensi terdampak bencana alam, menunjukkan bahwa siswa dan guru memiliki tingkat pengetahuan kebencanaan yang dapat dikategorikan tinggi tentang pengetahuan terhadap kebencanaan dengan persentase masing-masing sebesar 80% dan 100% dari total responden. Rencana kesiapsiagaan masih rendah di mana persentase dari siswa sebesar 20% dan guru di angka 0%, yang paling mengkhawatirkan adalah rendahnya pemahaman terhadap sistem peringatan dini; seluruh responden, baik siswa maupun guru, menunjukkan tingkat

pemahaman sebesar 0%. Selain itu, mobilitas sumber daya siswa dan guru mengenai kebencanaan juga masih tergolong rendah dengan persentase masing-masing sebesar 20% dan 0%. Berdasarkan data lapangan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pemahaman akan kesiapsiagaan bencana dan sistem peringatan dini masih rendah dan terdapat kesenjangan antara pemahaman teoretis dan keterampilan praktis dalam menghadapi bencana. Kesenjangan ini menjadi semakin krusial jika dikaitkan dengan kondisi nyata yang terjadi di Provinsi Lampung. Tsunami Selat Sunda pada tahun 2018, misalnya, menghantam wilayah pesisir Lampung dan Banten, menewaskan lebih dari 426 orang dan menyebabkan kerusakan parah di Kabupaten Lampung Selatan sebagai wilayah terdampak terparah (Riantini et al., 2021). Situasi ini menunjukkan bahwa masyarakat, termasuk komunitas sekolah, hidup dalam risiko yang nyata dan membutuhkan kesiapan lebih dari sekadar pengetahuan umum.

Pembelajaran tentang kebencanaan di Indonesia telah mulai diperkenalkan sejak jenjang SMP, dengan fokus utama pada pengenalan gejala-gejala alam dan kondisi geografis yang berpotensi menimbulkan bencana (Juhadi et al., 2021; Kariadi et al., 2020). Selanjutnya materi kebencanaan diperlakukan kembali di tingkat SMA tepatnya pada mata pelajaran geografi. Bahkan pemerintah melalui Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) memiliki program satuan pendidikan aman bencana (SPAB), fokus program ini adalah memberikan edukasi selama waktu tertentu berkaitan pengetahuan mitigasi bencana di sekolah yang rawan terdampak bencana (Haikal et al., 2021; Syamsuddin et al., 2020). Sebenarnya materi kebencanaan ini dapat juga diintegrasikan pada mata pelajaran sains khususnya fisika. Integrasi antara konsep fisika seperti getaran dan gelombang dengan fenomena gempa dan tsunami terbukti dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi sekaligus membentuk kesadaran akan risiko bencana (Maulana, A., et al., 2024; Sudrajad dan Napitupulu, 2022). Namun demikian, kajian di lapangan menunjukkan bahwa pendekatan ini masih jarang dilakukan secara sistematis, dan materi fisika masih diajarkan secara terpisah dari konteks kebencanaan (Amri, A., et al., 2017).

Tantangan besar muncul dalam merancang model manajemen mitigasi bencana yang tepat, terutama ketika perbedaan karakteristik dan kesiapsiagaan

belum sepenuhnya diperhatikan. Beberapa bencana alam dapat memberikan dampak yang sangat merugikan seperti gempa bumi Haiti tahun 2010 adalah salah satu bencana paling dahsyat dalam 15 tahun terakhir dan menyebabkan lebih dari 230.000 korban; penyebab utama kematian karena gempa menerjang pemukiman ibukota yang padat penduduk, serta diperparah konstruksi bangunan kebanyakan tidak mampu menahan gempa bermagnitudo tinggi, berakibat banyaknya penduduk tertimpa reruntuhan pemukiman (Kim, 2010). Upaya meminimalisir dampak dari terjadinya bencana secara langsung memunculkan gagasan terkait pendidikan kebencanaan. Lebih lanjut perlunya gagasan pendidikan kebencanaan, dengan maksud agar didesain model pembelajaran kebencanaan yang tepat sebagai upaya mitigasi bencana sejak dibangku sekolah dan bagaimana implementasinya di lapangan (Saregar et al., 2022; Saregar et al., 2024; Saregar et al., 2025).

Penelitian menunjukkan bahwa pengaruh perbedaan gender terhadap literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* tidak dapat diabaikan (Sampurno et al., 2015a). Penelitian menunjukkan bahwa perempuan dan laki-laki sering memiliki persepsi risiko dan pendekatan berbeda dalam menghadapi bencana 33(Shahat et al., 2020). Secara umum, perempuan cenderung lebih berhati-hati dan memperhatikan aspek keselamatan dalam situasi berisiko, sementara laki-laki lebih cenderung mengambil risiko yang lebih besar dalam pengambilan keputusan, meskipun potensi kerugiannya lebih tinggi (Dohmen et al., 2011), dalam konteks literasi kebencanaan, perempuan sering menunjukkan tingkat kesadaran yang lebih tinggi terhadap pentingnya mitigasi bencana karena peran siswa yang sering terhubung dengan tanggung jawab rumah tangga dan komunitas (Hemachandra et al., 2020). Keterbatasan akses informasi dan pelatihan yang dihadapi perempuan di beberapa wilayah dapat menghambat efektivitas literasi kebencanaan siswa (Moreno & Shaw, 2018). Sebaliknya, laki-laki sering diasosiasikan dengan peran pemimpin dalam situasi darurat, yang memengaruhi kepercayaan diri siswa dalam mengambil keputusan cepat, meskipun terkadang kurang didukung oleh pemahaman yang mendalam tentang risiko (Tchan et al., 2018). Hal ini menunjukkan perbedaan karakter siswa laki-laki dan perempuan dalam merespons risiko masih belum disoroti dalam proses pembelajaran. Padahal, kesiapan siswa dalam menghadapi bencana bisa sangat dipengaruhi oleh perbedaan tersebut.

Karena itu, dibutuhkan model pembelajaran yang dapat meningkatkan literasi kebencanaan dan meningkatkan kemampuan SRTB dan sesuai dengan karakter masing-masing, dengan begitu, baik siswa laki-laki maupun perempuan memiliki peluang yang sama untuk berperan aktif dalam upaya mitigasi dan respons terhadap bencana. Oleh karena itu, penting untuk merancang model pembelajaran yang sensitif gender, yang tidak hanya meningkatkan literasi kebencanaan secara menyeluruh tetapi juga membangun kemampuan smart *risk-taking behavior* yang efektif di kalangan siswa laki-laki maupun perempuan, sehingga keduanya dapat berkontribusi secara optimal dalam mitigasi dan respons terhadap bencana.

Kerangka mewujudkan pembelajaran mitigasi kebencanaan tersebut, dalam pelaksanaan kegiatan hendaknya model pembelajaran yang dipilih mampu melibatkan siswa aktif dalam pembelajaran, baik secara fisik, mental maupun sosial. Strategi pembelajaran tersebut dapat diintegrasikan dengan pembelajaran *inquiry*. Pembelajaran berbasis *inquiry* mampu mendorong peserta didik untuk merefleksikan dan menyadari pengetahuan serta pengalaman yang diperoleh selama proses pembelajaran berlangsung (Siagian & Nurfitriyanti, 2015). Model pembelajaran *inquiry*, sebagaimana dikemukakan oleh Pedaste et al. (2015) menempatkan proses berpikir kritis dan analitis sebagai inti kegiatan belajar, di mana peserta didik diarahkan untuk secara aktif menelusuri, menemukan, dan merumuskan jawaban atas permasalahan yang diajukan. Proses berpikir dalam pembelajaran *inquiry* umumnya difasilitasi melalui interaksi dialogis berupa tanya jawab antara guru dan siswa, yang berfungsi sebagai sarana untuk menggali pemahaman, menguji gagasan, serta memperdalam penalaran siswa terhadap konsep yang dipelajari (Winanto & Makahube, 2016). Perspektif konstruktivistik mengungkapkan pengetahuan tidak dipandang sebagai realitas yang bersifat objektif dan statis, melainkan sebagai hasil konstruksi individu berdasarkan pengalaman, struktur kognitif, serta sistem keyakinan yang dimilikinya (Asri, 2012). Sementara ini banyak yang telah mengembangkan model pembelajaran mengenai kesadaran bencana (Ayubi et al., 2019; Mantasia & Jaya, 2016; Utaminingsih et al., 2016; Yetizon & Tusa'diah, 2020). Namun, belum ada pengembangan model pembelajaran mitigasi bencana yang dipadukan dengan *inquiry* untuk meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior*.

Sebagian besar masih berfokus pada pemberian informasi dan belum melibatkan siswa dalam proses berpikir ilmiah yang mengarahkan siswa untuk menyelidiki penyebab bencana dan mempertimbangkan langkah-langkah mitigasinya. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* ditinjau dari perspektif gender.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan teori-teori yang relevan, kajian literatur, dan temuan awal dari survei pendahuluan terhadap siswa, dapat diidentifikasi sejumlah permasalahan pokok yang melandasi pentingnya penelitian ini, yaitu:

1. Pembelajaran kebencanaan di sekolah belum sepenuhnya mengintegrasikan aspek literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior*.
2. Materi fisika seperti getaran dan gelombang yang relevan dengan topik bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami masih diajarkan secara terpisah dari konteks kebencanaan.
3. Model pembelajaran yang dikembangkan sebelumnya belum banyak yang memadukan pendekatan *inquiry* dengan konteks mitigasi bencana secara praktis dan aplikatif.
4. Perbedaan gender dalam merespons risiko bencana, baik dalam aspek literasi maupun *smart risk-taking behavior*, belum menjadi perhatian dalam pengembangan model pembelajaran yang sensitif terhadap perbedaan karakter siswa.
5. Masih rendahnya kesiapsiagaan siswa dan guru dalam menghadapi bencana berdasarkan data lapangan, khususnya pada aspek rencana kesiapsiagaan, pemahaman sistem peringatan dini, dan mobilitas sumber daya kebencanaan.
6. Belum adanya model pembelajaran yang secara khusus dikembangkan untuk mengintegrasikan pendekatan *inquiry*, literasi kebencanaan, dan SRTB dalam konteks pembelajaran sains khususnya fisika.

C. Ruang Lingkup

Agar penelitian ini lebih terfokus dan dapat dilaksanakan secara sistematis, maka ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada aspek-aspek berikut:

1. Model pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini mengadopsi pendekatan *inquiry* berbasis model *Pedaste*, *inquiry Pedaste* secara sistematis memfasilitasi proses pembelajaran aktif dan konstruktif melalui lima tahapan utama, yakni *orientation*, *conceptualization*, *investigation*, *conclusion*, dan *discussion*. Model pembelajaran ini dirancang untuk mendorong siswa membangun pemahaman konseptual secara mandiri melalui eksplorasi, refleksi, dan diskusi berbasis pengalaman nyata.
2. Materi yang disajikan terbatas pada materi fisika kelas XI SMA, yaitu getaran dan gelombang yang berkaitan dengan fenomena gempa bumi dan tsunami.
3. Fokus pengukuran hasil pembelajaran dibatasi pada dua variabel, yakni literasi kebencanaan (mencakup pengetahuan, sikap dan tindakan) dan *smart risk-taking behavior* (mencakup kemampuan mengambil keputusan secara rasional dan kondisi berisiko).
4. Penelitian ini mempertimbangkan aspek gender sebagai variabel pendukung, untuk melihat perbedaan respons antara siswa laki-laki dan perempuan dalam pembelajaran mitigasi kebencanaan.
5. Penelitian ini tidak mengevaluasi capaian kognitif akademik fisika secara komprehensif, tetapi lebih menekankan pada penguatan sikap, kesiapsiagaan, dan pengambilan keputusan dalam konteks kebencanaan.
6. Lingkup implementasi model dibatasi pada kelas XI SMA yang berada di wilayah dengan potensi bencana alam dalam hal ini SMAN 1 dan SMAN 2 Kalianda.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan kajian latar belakang dan peluang kebaruan yang teridentifikasi, penelitian ini difokuskan pada perumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-*

- taking behavior* pada mata pelajaran Fisika Siswa SMA ditinjau dari perspektif gender?
2. Bagaimana kelayakan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* pada mata pelajaran Fisika Siswa SMA ditinjau dari perspektif gender? Kelayakan tersebut dapat ditinjau dari jawaban atas pertanyaan-pertanyaan berikut:
 - a. Bagaimana model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam tingkat validitas isi dan validitas konstruk dari model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* yang dikembangkan berdasar penilaian validator?
 - b. Bagaimana model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam kepraktisan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* yang dikembangkan ditinjau dari tingkat keterlaksanaan tahapan model, sistem sosial, prinsip reaksi dan respons siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran?
 - c. Bagaimana keefektifan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam meningkatkan literasi kebencanaan siswa?
 - d. Bagaimana keefektifan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam meningkatkan *smart risk-taking behavior* siswa?
 - e. Bagaimana interaksi model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* ditinjau dari perspektif gender terhadap literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* siswa?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* yang memiliki validitas, kepraktisan, dan keefektifan yang tinggi dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* pada mata pelajaran Fisika Siswa SMA.

Tujuan khususnya adalah untuk:

1. Mendeskripsikan karakteristik model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* pada mata pelajaran Fisika siswa SMA.
2. Mendeskripsikan kelayakan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* pada mata pelajaran Fisika siswa SMA ditinjau dari:
 - a. Tingkat validitas isi dan validitas konstruk dari model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* yang dikembangkan berdasar penilaian validator.
 - b. Kepraktisan pelaksanaan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* pada mata pelajaran Fisika siswa SMA berdasarkan tingkat keterlaksanaan dan kemenarikan pembelajaran (respons siswa) dengan menggunakan model yang dikembangkan.
 - c. Keefektifan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam meningkatkan literasi kebencanaan siswa.
 - d. Keefektifan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam meningkatkan *smart risk-taking behavior*.
 - e. Interaksi model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* ditinjau dari perspektif gender terhadap literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* siswa.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diklasifikasikan ke dalam dua aspek, yaitu manfaat teoretis dan manfaat praktis, yang penjelasannya diuraikan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan konseptual dalam pengembangan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste*, khususnya dalam upaya meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior*. Selain itu, hasil penelitian ini juga berpotensi menjadi studi penerapan yang dapat dikembangkan dan diadaptasi pada konteks serta ruang lingkup pembelajaran lainnya.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi pengembang konsep: Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap penguatan landasan konseptual, prosedural, dan pengembangan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* yang berorientasi pada peningkatan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior*.
- b. Bagi pengembang kurikulum: Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengalaman praktis, khususnya bagi guru, dalam mengembangkan dan menerapkan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste*, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi pembelajaran yang terintegrasi dengan penguatan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior*.
- c. Bagi siswa: penerapan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dapat dijadikan sebagai sarana untuk melibatkan aktivitas siswa secara optimal dalam mengkonstruksi pengetahuan serta sebagai wahana dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* siswa.
- d. Bagi sekolah dan dinas pendidikan hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar bagi pengembangan, pengimplementasian, dan diseminasi model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior*.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

1. Model pembelajaran yang dikembangkan merupakan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* yang dirancang secara sistematis untuk meningkatkan literasi kebencanaan (dengan indikator pengetahuan, rencana kesiapsiagaan dan tanggap darurat, sistem peringatan dini dan mobilitas sumber daya (BNPB, 2020)) dan *smart risk-taking behavior* (dengan indikator kepercayaan diri, dukungan sosial dan manajemen risiko dan pengambilan keputusan (UNESCO, 2007)). Model ini memadukan sintak *inquiry* dengan prinsip-prinsip kesiapsiagaan bencana yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran.
2. Model pembelajaran yang dikembangkan diterapkan pada mata pelajaran fisika kelas XI SMA khususnya materi getaran dan gelombang.

3. Produk yang dihasilkan dirancang untuk mendukung implementasi model pembelajaran yang dikembangkan, berupa buku model pembelajaran yang terintegrasi dengan modul ajar serta bahan ajar untuk siswa.
4. Model pembelajaran dirancang dengan pendekatan inovatif, yakni dengan menggabungkan pembelajaran fisika dan mitigasi kebencanaan dalam satu kesatuan yang utuh, sehingga siswa tidak hanya memahami konsep ilmiah tetapi juga mampu menerapkannya dalam konteks nyata kebencanaan. Bersifat kontekstual, dengan memanfaatkan pengalaman nyata siswa di daerah rawan bencana sebagai bagian integral dari proses belajar,
5. Model pembelajaran bersifat transformatif yaitu membentuk cara pandang baru siswa terhadap risiko, mengembangkan kesadaran kritis dan mendorong pengambilan keputusan yang bijak dalam situasi berisiko.
6. Model pembelajaran bersifat adaptif, mempertimbangkan konteks lokal kebencanaan di wilayah tempat siswa tinggal.

H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Masalah-masalah yang terkait dengan penelitian ini sangat luas dan telah diuraikan sebelumnya. Oleh karena itu, masalah yang muncul kemudian dibatasi secara teoretis agar penelitian dapat dilakukan lebih terfokus dan mendalam. Selain unsur teoretis tersebut, batasan masalah ini juga didasarkan pada unsur subjektif peneliti, yaitu keterbatasan mereka dengan waktu dan biaya. Setelah mempertimbangkan dua elemen tersebut, penelitian ini kemudian berfokus pada beberapa hal berikut.

1. Pembelajaran tentang kebencanaan di Indonesia hanya sebatas konsep dan tidak ada praktik cara mitigasi kebencanaan;
2. Daerah yang berpotensi terdampak bencana alam di daerah Lampung, khususnya Lampung Selatan yang belum mengimplementasikan program mitigasi bencana;
3. Pada tingkat SMA, di mana pembelajaran tentang kebencanaan tidak dibahas lagi padahal konsep bencana alam dapat diintegrasikan pada pembelajaran fisika salah satu contoh pada mata pelajaran getaran dan gelombang;

4. Guru belum mendesain langkah-langkah pembelajaran berbasis konsep bencana alam seperti gempa bumi berpotensi tsunami dapat diintegrasikan pada pembelajaran fisika salah satu contoh pada mata pelajaran getaran dan gelombang.

Rendahnya kesiapsiagaan akan dampak bencana alam telah menggugah kesadaran perlunya penelitian dan pengembangan model untuk meningkatkan pengetahuan terkait literasi kebencanaan. Pembelajaran tentang bencana hanya sebatas konsep dan tidak ada praktik cara mitigasi kebencanaan. Pada daerah yang berpotensi terdampak bencana alam di daerah Lampung belum mengimplementasikan program mitigasi bencana. Pada program IPA di tingkat SMA pembelajaran tentang kebencanaan tidak dibahas lagi padahal konsep bencana alam dapat diintegrasikan pada pembelajaran fisika salah satu contoh pada mata pelajaran getaran dan gelombang dan melihat dampaknya terhadap literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* siswa. Model yang akan dikembangkan menggunakan metode pengembangan Plomp. *Output* hasil pengembangan di antaranya ialah: 1) Langkah-langkah model pembelajaran mitigasi bencana gempa bumi berpotensi tsunami berbasis *inquiry* dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif; 2) Media konkret materi getaran dan gelombang terintegrasi konsep mitigasi bencana gempa bumi berpotensi tsunami; dan 3) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

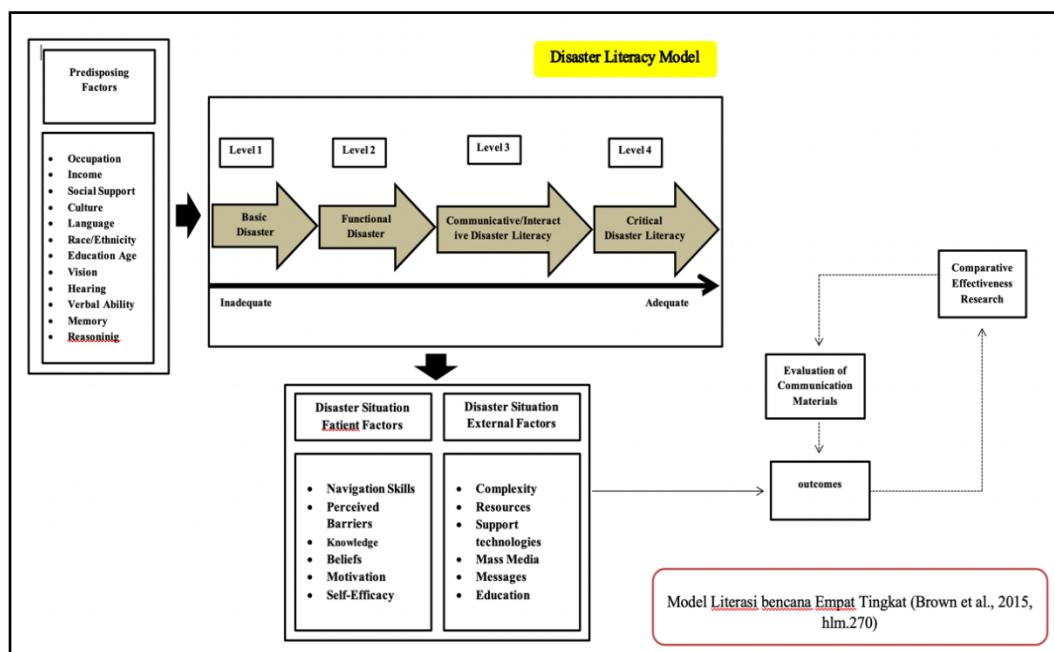
A. Teori Pembelajaran Berorientasi Literasi Kebencanaan

1) Definisi dan konsep belajar Literasi Kebencanaan

Konsep literasi sejak tahun 1950-an berkembang menjadi deskripsi fungsional setelah konferensi tahunan UNESCO tahun 1978. Pada akhir 1980-an, definisi literasi diperluas sejalan dengan tuntutan globalisasi, teknologi, dan media pemrosesan informasi lainnya. Tahun 1987 dalam *Toronto Seminar on Literacy in Industrialized Countries* literasi didefinisikan lebih dari sekadar mampu membaca, menulis, dan berhitung (Street, 2006). Memiliki kemampuan melek literasi dalam hal ini literasi bencana, memungkinkan seseorang memperluas pengetahuan, dan potensi untuk mencapai tujuan yang lebih besar, dan akhirnya kemanfaatannya dapat dirasakan masyarakat luas (ALEA, 2015; Knobel & Lankshear, 2007). Betapa tingkat literasi masyarakat secara kuantitatif perlu ditingkatkan agar mampu mengevaluasi informasi dan angka publik tentang bahaya alam dan masalah sebagai akibat yang mungkin ditimbulkannya (Connor, 2011). Literasi bencana alam, serta penyediaan instrumen penilaian untuk mengukur tingkat literasi tersebut, menjadi langkah penting dalam mendukung efektivitas upaya mitigasi.

Literasi bencana alam terdiri atas dimensi-dimensi seperti pengetahuan, sikap, dan perilaku tentang bencana alam. Dimensi pertama literasi bencana alam yang memiliki struktur tiga dimensi adalah dimensi pengetahuan (Sözcü & Aydinözü, 2019). Pengetahuan yang dimiliki pada dimensi pertama menunjukkan tingkat fundamental. Pengetahuan yang kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari tetapi tidak digunakan dalam memecahkan masalah atau berkontribusi pada kehidupan kita, nilainya kecil. Menginternalisasikan pengetahuan yang dimiliki sebagai sikap merupakan dimensi kedua. Dimensi ketiga melingkupi transformasi

pengetahuan yang diinternalisasi dan diadopsi menjadi perilaku; ini mengacu pada kebijakan bencana alam tingkat lanjut (Sözcü, 2020). Mitigasi bencana dapat didefinisikan sebagai tindakan yang diambil sebelumnya untuk mengurangi dampak bencana dan mencakup tindakan struktural seperti konstruksi bangunan yang lebih aman dan tindakan non-struktural seperti pendidikan, pelatihan, dan transfer teknologi. Mitigasi bencana mengacu pada tindakan pencegahan yang diambil sebelum keadaan darurat atau bencana terjadi untuk menghilangkan atau mengurangi dampak dan risiko bahaya. Akan bermanfaat jika menggunakan kegiatan pendidikan dalam rangka mendukung upaya pengurangan dampak bencana, kesiapsiagaan bencana, dan penciptaan masyarakat yang memiliki literasi bencana yang tinggi (Sampurno et al., 2015b). Paradigma literasi bencana, menurut (Brown et al., 2014a), menggabungkan 4 tingkat keaksaraan yang memungkinkan orang untuk menggunakan kontrol yang lebih besar dan akuntabilitas pribadi, serta pengetahuan yang ditingkatkan dari elemen yang memengaruhi upaya mereka, seperti konteks di mana mereka berada. Model literasi bencana 4 tingkat dapat dilihat dalam Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Model literasi kebencanaan empat tingkat

Model literasi bencana empat tingkat yang dikembangkan oleh Brown et al. (2015) menggambarkan perkembangan literasi dari pemahaman dasar hingga

kemampuan kritis dan reflektif. Model ini memandang literasi kebencanaan sebagai spektrum kemampuan yang secara bertahap meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran individu terhadap risiko serta tanggap bencana (Liu et al., 2018). Tingkat pertama, literasi kebencanaan dasar, menekankan pemahaman jenis-jenis bencana dan prinsip keselamatan umum. Tingkat fungsional ditandai dengan pemanfaatan informasi secara praktis, misalnya memahami simbol keselamatan, berpartisipasi dalam penyelamatan, atau mempelajari teknik evakuasi. Selanjutnya, literasi komunikatif-interaktif memungkinkan individu tidak hanya menerima informasi, tetapi juga mendiskusikan, memperdebatkan, dan menyampaikan kembali informasi kepada orang lain dalam konteks sosial. Pada tingkat tertinggi, literasi kritis, individu mampu mengevaluasi secara mendalam setiap informasi yang diterima, memahami dimensi sosial-budaya dari bencana, serta mengambil keputusan strategis dalam situasi darurat. Literasi pada level ini tidak hanya mencakup kesiapsiagaan pribadi, tetapi juga mendorong keterlibatan dalam mitigasi dan advokasi kebencanaan di tingkat komunitas. Perjalanan menuju literasi kritis ini sangat dipengaruhi oleh faktor predisposisi seperti latar belakang sosial ekonomi, pendidikan, usia, budaya, kemampuan berpikir logis, hingga akses terhadap informasi. Di samping itu, faktor situasional baik internal maupun eksternal juga memainkan peran penting. Faktor internal meliputi efikasi diri, motivasi, hambatan kognitif, dan pengetahuan awal, sedangkan faktor eksternal mencakup kompleksitas bencana, dukungan teknologi, peran media massa, dan efektivitas materi edukasi yang diberikan.

Teori literasi kebencanaan berperan penting sebagai landasan konseptual dalam penelitian ini, khususnya untuk merumuskan indikator pengukuran literasi siswa dan merancang aktivitas pembelajaran yang mendorong kemampuan memahami risiko, menyampaikan informasi secara efektif, serta mengambil keputusan secara reflektif. Model pembelajaran yang dikembangkan menekankan keterlibatan aktif siswa dalam menganalisis situasi kebencanaan, memecahkan masalah, dan merancang solusi mitigasi berbasis pengalaman. Melalui pendekatan berbasis pengalaman langsung, pemahaman terhadap karakteristik bencana dapat diperkuat, sekaligus membentuk sikap tanggap dan perilaku adaptif dalam menghadapi situasi darurat.

2) Teori-Teori Pendukung Pembelajaran Berorientasi Literasi Kebencanaan

a. Teori Belajar Konstruktivisme

Teori ini mengungkap bahwa pengetahuan diperoleh melalui pembelajar berdasarkan interaksi siswa terhadap lingkungan dan pengalaman siswa sendiri (Maslow, 1968a). Dalam konteks literasi bencana alam, pendekatan konstruktivis dapat mendorong siswa untuk mengintegrasikan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya, memahami konsep bencana alam, dan memperoleh kemampuan yang diperlukan untuk menangani situasi tertentu secara efektif (Aflalo & Price, 2015; Dwivedi, 2016). Teori Konstruktivisme menyediakan landasan yang kuat untuk mengembangkan kurikulum yang mendukung pembelajaran yang berarti dan berdampak. Menurut prinsip konstruktivisme, pengetahuan siswa dibangun melalui interaksi yang aktif dengan lingkungan, bukan hanya diterima pasif dari pengajar (Biruny & Salsabila, 2021; Maslow, 1968a). Hal ini sangat relevan dalam konteks literasi bencana alam, di mana pemahaman yang mendalam tentang bencana dan kemampuan untuk merespons secara efektif bergantung dengan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna.

Penerapan teori konstruktivisme dalam pendidikan literasi bencana alam menuntut kurikulum yang menggalakkan pembelajaran berbasis inkuiri, yaitu metode pendidikan yang melibatkan siswa sebagai subjek aktif dalam mengeksplorasi peristiwa bencana, mengajukan pertanyaan, serta melalui refleksi kritis dan pengalaman langsung, meningkatkan pemahaman. Ini memfasilitasi keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran, meningkatkan pemahaman mereka tentang bencana alam dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa (Brown et al., 2014b; Sampurno et al., 2015b). Kurikulum seperti ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep ilmiah yang mendasari bencana alam, tetapi juga memberi kemampuan untuk menavigasi, merencanakan, dan merespons situasi bencana dengan cara yang efektif dan bertanggung jawab.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pendekatan konstruktivis dalam pendidikan menekankan pendekatan analitis siswa dalam bertanya dan pemecahan masalah (Altun & Yücel-Toy, 2015; Koptseva, 2020; Scott, 2011). Hal ini selaras dengan gagasan bahwa pendekatan konstruktivis dalam pendidikan bencana dapat meningkatkan kesadaran siswa tentang risiko bencana, memperkuat kesiapsiagaan

siswa, dan mendorong pengambilan tindakan proaktif siswa dengan menghadirkan pengalaman pembelajaran meniru situasi bencana nyata seperti simulasi, latihan darurat, dan proyek berbasis komunitas dapat sangat efektif dalam memfasilitasi pembelajaran yang autentik dan berkesinambungan.

Pembahasan yang kritis dan kreatif tentang konstruktivisme dalam literasi bencana alam juga harus mengakui potensi tantangan. Misalnya, seberapa efektifkah pendekatan konstruktivistik dalam situasi di mana siswa memiliki pengalaman langsung yang terbatas dengan bencana alam? Dalam hal ini, teknologi digital dan media bantu dapat memainkan peran krusial, menyediakan simulasi virtual dan skenario berbasis realitas yang memperkaya pengalaman belajar siswa (Elmira et al., 2022) dan meningkatkan pemahaman mereka tentang dinamika bencana alam. Upaya meningkatkan keunikan dalam pendidikan literasi bencana alam berbasis konstruktivisme, guru berupaya mengeksplorasi pendekatan inovatif yang memperkaya pengalaman pembelajaran siswa. Misalnya, integrasi alat digital yang memungkinkan simulasi bencana interaktif, permainan berbasis peran, dan proyek kolaboratif dapat membantu dalam memvisualisasikan konsep-konsep kompleks dan mendorong partisipasi aktif siswa. Selain itu, keterlibatan komunitas dan proyek berbasis layanan dapat memperdalam pemahaman siswa tentang dampak sosial-ekonomi dari bencana alam dan pentingnya tanggung jawab sosial dan keberlanjutan lingkungan.

Penerapan Teori Konstruktivisme dalam pengembangan kurikulum literasi bencana alam memungkinkan penciptaan lingkungan pembelajaran yang dinamis dan responsif, yang tidak hanya menumbuhkan pemahaman mendalam tentang bencana alam tetapi juga memperkuat kesiapsiagaan dan ketanggungan siswa terhadap situasi bencana. Sejalan dengan itu, proses pembelajaran dirancang untuk dimulai dengan pemaparan terhadap situasi bencana yang dekat dengan kehidupan siswa, sehingga mereka dapat mengaitkan materi yang dipelajari dengan realitas yang mereka alami. Selanjutnya, siswa dilibatkan dalam proses investigasi dan penggalian konsep ilmiah secara aktif, mendorong munculnya pertanyaan kritis dan pemahaman mendalam. Setelah memperoleh pemahaman, mereka diarahkan untuk menavigasi langkah atau strategi dalam merespons bencana. Siswa diajak untuk

merefleksikan dan menyampaikan kembali hasil pembelajaran kepada orang lain, untuk memperkuat makna dan pemahaman yang telah dibangun.

b. Teori Kognitif Sosial

Teori ini menyoroti tentang imitasi, observasi, dan pemodelan dalam pembelajaran (Bandura, 1977; Bandura & Jones, 1962; Bandura & Walters, 1963). Melalui observasi perilaku, sikap, dan hasil dari orang lain, pembelajar dapat meningkatkan kemampuan dan tingkah laku yang diperlukan untuk menghadapi bencana alam. Pendekatan ini relevan dalam pengembangan program literasi bencana alam yang memanfaatkan studi kasus, simulasi, dan latihan evakuasi. Penerapan Teori Kognitif Sosial yang dikembangkan oleh Albert Bandura, literasi bencana alam dapat diperkaya dengan pemahaman mendalam tentang bagaimana individu belajar dari lingkungan mereka, khususnya melalui observasi, imitasi, dan pemodelan. Teori ini, yang menekankan peran kognisi, perilaku, dan konteks sosial dalam proses belajar, memberikan wawasan penting tentang bagaimana individu dapat memperoleh dan menyesuaikan perilaku yang diperlukan dalam menghadapi bencana alam (Lesilolo, 2018). Dalam konteks literasi bencana alam, Teori Kognitif Sosial memfasilitasi pemahaman tentang bagaimana pengetahuan dan keterampilan terkait bencana ditransfer dan diadaptasi dalam masyarakat, mengingat pentingnya memahami dan menerapkan informasi yang akurat dalam situasi bencana. Pendidikan kebencanaan, jika merujuk teori Bandura, harus melampaui penyampaian informasi untuk memasukkan model perilaku adaptif yang dapat diamati dan direplikasi oleh pembelajar.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pembelajaran sosial dan observasional memainkan peran kritis dalam edukasi bencana. Studi oleh Pfefferbaum et al. (2018) menekankan pentingnya komunikasi efektif dan pemodelan perilaku yang dapat menginspirasi tindakan individu dan komunitas yang tepat dalam menghadapi bencana. Pemodelan positif oleh tokoh otoritas atau individu yang dianggap kompeten dapat meningkatkan motivasi dan efikasi diri individu dalam mengambil tindakan proaktif terhadap mitigasi bencana. Menerapkan teori ini dalam pembelajaran literasi bencana alam membutuhkan pendekatan kreatif yang memanfaatkan media, teknologi, dan sumber daya komunitas untuk menyajikan contoh perilaku adaptif. Misalnya, simulasi bencana

dan latihan evakuasi yang menampilkan individu atau kelompok yang menunjukkan respons yang tepat terhadap bencana dapat meningkatkan pembelajaran melalui observasi. Guru dapat memanfaatkan cerita, studi kasus, dan kesaksian dari pengalaman nyata untuk menunjukkan penerapan pengetahuan bencana secara efektif, yang pada gilirannya berpotensi dapat meningkatkan pemahaman dan kesiapsiagaan siswa menghadapi bencana. Kritik terhadap penerapan teori ini dalam literasi bencana alam mungkin menyoroti batasan dalam mengatasi kompleksitas emosi dan respons psikologis terhadap bencana. Guru perlu mengintegrasikan model yang memperhatikan kecemasan, ketakutan, dan respons emosional lainnya yang memengaruhi cara individu memproses serta menerapkan pembelajaran observasional terkait risiko dampak bencana (Sudarsono & Wibowo, 2017).

Peningkatan keunikan dalam pendidikan literasi bencana berbasis Teori Kognitif Sosial dapat dicapai dengan merancang materi pembelajaran yang tidak hanya informatif tetapi juga menarik dan resonan secara emosional. Ini dapat mencakup penggunaan narasi yang menarik, penggabungan unsur-unsur gamifikasi, dan pemanfaatan teknologi VR (*Virtual Reality*) untuk menciptakan simulasi yang imersif dan interaktif, memungkinkan pembelajar untuk mengalami dan mengeksplorasi berbagai skenario bencana dalam lingkungan yang aman dan terkontrol.

Penerapan Teori Kognitif Sosial dalam literasi bencana alam memberikan kerangka kerja yang kuat untuk mengembangkan program pendidikan yang tidak hanya memberikan informasi tetapi juga mendorong pembelajaran aktif dan partisipatif, memperkuat efikasi diri individu, dan mendorong adopsi perilaku yang efektif dalam menghadapi risiko dampak bencana. Teori belajar sosial menjelaskan bahwa seseorang bisa belajar dengan cara mengamati, berinteraksi, dan meniru perilaku yang dianggap tepat. Pada proses pembelajaran kebencanaan, hal ini tampak saat siswa mendengarkan cerita, berbagi pengalaman, dan berdiskusi tentang peristiwa yang pernah terjadi. Melalui kegiatan semacam ini, pembelajaran tidak hanya berlangsung secara kognitif, tetapi juga sosial di mana siswa menyerap nilai, sikap, dan strategi bertindak dari orang lain di sekitarnya. Kolaborasi dalam kelompok, pertukaran ide, dan proses pemecahan masalah secara bersama-sama

memperkuat kemampuan untuk merespons risiko secara adaptif dan terarah. Interaksi yang terbangun di ruang kelas menjadi medium utama dalam membentuk pemahaman kolektif, sekaligus menumbuhkan empati dan kesiapsiagaan. Oleh karena itu, teori belajar sosial menjadi fondasi penting dalam merancang pembelajaran berbasis kebencanaan yang menekankan interaksi sosial, kerja sama, dan pembentukan perilaku tanggap melalui keterlibatan aktif siswa.

c. Teori Belajar Pengalaman (*Experiential Learning*)

David Kolb merumuskan teori pembelajaran ini dengan menekankan bahwa proses belajar berlangsung melalui suatu siklus yang berkesinambungan, dimulai dari keterlibatan langsung dalam pengalaman nyata, dilanjutkan dengan refleksi terhadap pengalaman tersebut, kemudian pembentukan konsep secara abstrak, dan diakhiri dengan penerapan konsep melalui aktivitas eksperimen secara aktif. Literasi kebencanaan dapat ditingkatkan dengan merancang pendidikan yang memasukkan pengalaman praktis melalui simulasi, latihan darurat, dan kegiatan lapangan, sehingga siswa dapat mengalami dan memproses informasi secara praktis dan bermakna.

Teori belajar pengalaman, yang dikembangkan oleh David Kolb, menekankan pada proses pengetahuan yang dibentuk melalui pengalaman. Pembelajaran efektif dalam teori belajar pengalaman adalah proses pengetahuan yang diciptakan melalui transformasi pengalaman (Kolb, 2014). Konteks literasi bencana alam, pendekatan ini memungkinkan pembelajar untuk terlibat langsung dengan konten yang diajarkan, memberikan siswa kesempatan memahami dan menggunakan ide dalam situasi kehidupan nyata, sehingga meningkatkan kesiapan dan kemampuan siswa untuk merespons secara efektif dalam situasi darurat.

Penelitian terkini mendukung penggunaan Teori Belajar Pengalaman dalam konteks pendidikan bencana alam. Menurut studi yang dilakukan oleh Fitransyah & Supardi (2022) dan Setiono et al. (2021), pendekatan belajar berbasis pengalaman meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep bencana, memperkuat kesiapan mereka, dan memfasilitasi pembelajaran yang berdampak dan berkelanjutan. Melalui simulasi, latihan, dan proyek berbasis komunitas, siswa

dapat mengalami secara langsung situasi bencana yang realistik dan mengembangkan keterampilan praktis dan pengambilan keputusan yang tepat.

Penerapan teori belajar pengalaman pada literasi bencana alam dianggap perlu dalam merancang kegiatan pembelajaran yang menciptakan kesadaran dan melibatkan pembelajar dalam pengalaman belajar yang reflektif. Pendekatan ini menuntut guru untuk mengintegrasikan kegiatan yang mencerminkan situasi bencana nyata, memungkinkan pembelajar untuk mengaplikasikan teori dalam praktik, menganalisis tindakan mereka, dan belajar dari pengalaman tersebut. Tantangan dalam mengimplementasikan Teori Belajar Pengalaman dalam literasi bencana alam mencakup memastikan bahwa pengalaman tersebut aman, etis, dan menawarkan pembelajaran yang bermakna tanpa menimbulkan trauma atau ketakutan. Pendekatan yang kreatif dan sensitif diperlukan untuk merancang pengalaman belajar yang meniru aspek-aspek penting dari situasi bencana tanpa menimbulkan risiko bagi pembelajar.

Pengembangan unik dalam Teori ini dapat menggunakan teknologi imersif, seperti *virtual reality* atau (VR) dan *augmented reality* atau (AR) untuk menggambarkan simulasi bencana yang realistik dan interaktif, yang memungkinkan pembelajar untuk terlibat secara mendalam dalam skenario tanpa risiko nyata. Teknologi ini menawarkan pembelajaran pengalaman yang kaya dan menantang (Hariyono, 2023), siswa dapat meningkatkan pemahaman mereka tentang dinamika bencana dan pengambilan keputusan strategis dalam konteks yang dikendalikan dan aman. Eksplorasi dan elaborasi dalam pembelajaran berbasis pengalaman memerlukan pemikiran kritis, refleksi, dan adaptasi konstan terhadap metode pengajaran. Guru harus terus mengevaluasi dan menyempurnakan model pembelajaran untuk memastikan bahwa pengalaman yang disediakan mendidik dan memotivasi pembelajar untuk bertindak serta berkontribusi terhadap masyarakat yang lebih tangguh terhadap bencana. Secara keseluruhan, teori belajar pengalaman menawarkan kerangka kerja yang berharga untuk memperdalam literasi bencana alam, mendorong pembelajaran aktif, dan memastikan bahwa pembelajar tidak hanya mendapatkan pengetahuan tetapi juga mampu menerapkannya dalam cara yang berarti dan efektif.

d. Teori Pembelajaran Transformasional

Teori ini berfokus pada proses di mana pengalaman yang menantang memicu perubahan atau transformasi dalam pandangan dunia seseorang (Chirico et al., 2022). Konteks literasi bencana alam, ini bisa melibatkan menyajikan siswa dengan skenario yang memaksa mereka untuk mempertimbangkan dan merenungkan kesiapan mereka sendiri dan respons terhadap bencana, mendorong perubahan sikap atau perilaku. Teori pembelajaran transformasional, yang pertama kali diuraikan oleh Jack Mezirow pada tahun 1978 untuk mengubah pemahaman melalui pengalaman belajar yang mendalam, dalam konteks literasi bencana alam, teori ini menawarkan perspektif berharga tentang bagaimana pendidikan dapat merangsang perubahan mendasar dalam cara individu memahami, menanggapi, dan merespons bencana (Hardika et al., 2020). Teori ini menyarankan bahwa pembelajaran efektif terjadi ketika individu mengalami transformasi dalam kerangka referensi mereka, yang melibatkan perubahan dalam asumsi dan perspektif mereka.

Pendekatan transformasional dalam pendidikan bencana alam memungkinkan dapat memfasilitasi perubahan yang lebih luas dalam kesadaran komunitas dan kesiapan individu untuk bencana. Pembelajaran transformasional dalam konteks ini dapat membantu siswa mengembangkan pemahaman yang lebih kritis tentang risiko bencana, mengevaluasi model mitigasi, dan mengadopsi perilaku yang lebih berkelanjutan dan proaktif dalam menghadapi bencana. Upaya merancang pengalaman belajar yang transformasional, guru harus menekankan pada penciptaan skenario yang memicu refleksi kritis, diskusi kolaboratif, dan penilaian diri (Čolić et al., 2023; Mezirow, 1998) yang melibatkan pengondisian situasi yang memaksa siswa untuk mempertanyakan pemahaman mereka sebelumnya tentang bencana alam, dan memungkinkan mereka untuk membangun pemahaman baru dan lebih kompleks. Misalnya, melalui penggunaan studi kasus dunia nyata, diskusi terbimbing, dan simulasi, siswa dapat dihadapkan pada kontradiksi dan dilema yang memaksa mereka untuk mempertimbangkan nilai-nilai, kepercayaan, dan asumsi mereka. Pembelajaran transformasional diimplementasikan ke dalam literasi bencana alam menimbulkan tantangan. Bagaimana upaya guru dalam mengelola ketidakpastian, ketidaknyamanan

emosional, dan resistensi yang mungkin timbul ketika siswa dihadapkan pada perspektif yang menantang atau mengubah paradigma (Francis-Cracknell et al., 2023; Price et al., 2021). Oleh karena itu, sangat penting untuk menciptakan lingkungan belajar yang mendukung, di mana siswa merasa aman untuk menjelajahi, mempertanyakan, dan mengambil risiko dalam pemikiran siswa.

Peningkatan keterlibatan dan keunikan dalam pembelajaran transformasional dapat dicapai melalui penerapan metodologi inovatif yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa. Hal ini bisa mencakup integrasi teknologi seperti realitas virtual untuk mensimulasikan situasi bencana, atau metode naratif yang memanfaatkan *storytelling* untuk mengeksplorasi berbagai perspektif dan solusi dalam menghadapi bencana. Pembelajaran transformasional dalam literasi bencana alam harus merangkul multidisiplinaritas, mengintegrasikan wawasan dari ilmu pengetahuan, etika, psikologi, dan studi sosial untuk memfasilitasi pemahaman siswa. Melalui pendekatan ini, individu tidak hanya dilengkapi dengan pengetahuan dan keterampilan untuk menavigasi bencana alam tetapi juga termotivasi untuk berkontribusi pada masyarakat yang lebih tangguh dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, pembelajaran transformasional dalam literasi bencana alam menjanjikan pendekatan yang mendalam dan berdampak, mendorong siswa tidak hanya untuk memperoleh pengetahuan tetapi juga untuk mengalami perubahan paradigmatis yang mempersiapkan mereka untuk menjadi agen perubahan proaktif dalam menghadapi bencana alam. Teori ini menawarkan kerangka kerja untuk merancang pendidikan literasi bencana alam yang tidak hanya memberikan pengetahuan tetapi juga mengembangkan keterampilan penting, sikap, dan perilaku yang memungkinkan individu untuk bertindak secara efektif dan efisien dalam situasi bencana. Implementasi pendekatan-pendekatan ini dalam pengembangan kurikulum dapat memastikan bahwa siswa tidak hanya mendapatkan informasi tentang bencana alam tetapi juga belajar bagaimana menerapkan pengetahuan tersebut dalam praktik.

e. Teori Terapan Inkuiiri Pedaste Berorientasi Sadar Literasi Kebencanaan dan *Smart risk-taking behavior*

Inquiry-based learning merupakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa (Gholam, 2019; Kidman & Casinader, 2017; Oberle, 2020). Gagasan untuk mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses penyelidikan atau pemecahan masalah secara kolaboratif berawal dari pemikiran (Dewey, 1938) yang percaya bahwa lingkungan belajar harus menyediakan kesempatan kepada siswa untuk memecahkan masalah dengan cara kolaboratif. Pembelajaran berbasis *inquiry* banyak direkomendasikan dalam kurikulum pendidikan di seluruh dunia (Haigh, 2011).

Pembelajaran berbasis *inquiry* diyakini efektif meningkatkan kapasitas siswa dalam melakukan penyelidikan. Pembelajaran *inquiry* yang menekankan pada studi kasus diyakini efektif dalam meningkatkan pemahaman mendalam siswa terkait bencana (Gouramanis & Morales, 2021; Pedaste et al., 2015). Pembelajaran yang dilakukan menggunakan pendekatan studi kasus dan *project based learning*. Siswa didorong untuk mengajukan pertanyaan, menyelidiki permasalahan, membuat rencana pemecahan masalah, melakukan penelitian, memprediksi hasil, dan memberikan kesimpulan. Konten pembelajaran tersebut merujuk pada kerangka konseptual Sendai *Framework for disaster risk reduction*. Pembelajaran bencana menggunakan model *inquiry* diyakini lebih efektif meningkatkan kapasitas siswa. (Klopfer et al., 2018) menyebutkan bahwa pembelajaran yang paling baik adalah dengan cara melakukan (*learning by doing*). Beberapa hasil penelitian juga telah menyebutkan bahwa siswa memiliki tingkat retensi mencapai 75% apabila mereka belajar sambil berinteraksi (melihat, mendengar, dan melakukan/praktik).

Model pembelajaran *inquiry* termasuk model yang direkomendasikan oleh UNESCO dalam pendidikan bencana. UNESCO menyebutkan bahwa *inquiry* dapat meningkatkan pemahaman siswa dalam hal pengurangan risiko bencana. Model pendidikan bencana berbasis *inquiry* diyakini sangat tepat dan efektif diterapkan di perguruan tinggi. Pembelajaran berbasis *inquiry* terkait dengan teori konstruktivisme, yang menunjukkan bahwa pengetahuan diperoleh melalui keterlibatan aktif. *Inquiry* dapat dianggap sebagai upaya menerjemahkan teori konstruktivisme ke dalam praktik (Justice et al., 2007).

Tujuan utama *inquiry* oleh Pedaste et al. (2015) ialah menyediakan desainer instruksional bagi guru dengan kerangka pembelajaran berbasis *inquiry* yang disintesis dari perspektif siswa yang dapat digunakan untuk memastikan proses pembelajaran berbasis *inquiry* yang efektif. Penelitian lain di masa lalu, siklus *inquiry* alternatif telah diperkenalkan yang berisi sejumlah istilah berbeda yang tidak masuk akal untuk menggambarkan berbagai kegiatan *inquiry*. Hal ini mempersulit perancang dan guru pemula untuk memahami fase dan proses inti dari pembelajaran berbasis *inquiry*. Tanpa informasi ini, upaya pertama mereka untuk mencapai pembelajaran berbasis *inquiry* yang efektif bagi siswa dapat menyebabkan kegagalan. Oleh karena itu, melalui penelitian SLR dilakukan untuk mengidentifikasi dan meringkas fitur inti dari proses pembelajaran berbasis *inquiry* dan untuk mensintesis kerangka kerja yang menggabungkan kekuatan kerangka pembelajaran berbasis *inquiry* yang ada. Penggunaan kerangka baru yang disarikan dari literature review menjadi kunci sukses dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis *inquiry* secara efektif.

Kerangka pembelajaran berbasis *inquiry* yang diusulkan Pedaste terdiri dari lima fase umum dan sembilan subfase untuk pembelajaran berbasis *inquiry*. Fase *inquiry* ini dan proses terkait dapat diatur dalam jalur berbeda yang dapat diikuti saat merancang situasi pembelajaran tertentu. Versi dasar dimulai dari fase Konseptualisasi, di mana siswa memiliki pilihan untuk beralih ke fase Investigasi melalui pembuatan pertanyaan atau hipotesis. Serangkaian pertanyaan diperlukan untuk membuat rencana dan memulai dengan eksplorasi, sementara pendekatan berbasis hipotesis memandu siswa ke eksperimen yang lebih terstruktur dalam fase Investigasi. Selain itu, siklus *inquiry* tertentu dapat diadaptasi dengan menempatkan penekanan yang berbeda pada fase diskusi. Kasus yang paling sederhana, siswa hanya dapat mempresentasikan kesimpulan berbasis *inquiry* mereka kepada orang lain, sedangkan dalam proses yang lebih canggih, komunikasi dan refleksi dapat menjadi proses penting yang dilakukan di setiap fase *inquiry* umum serta di akhir siklus pembelajaran. Misalnya, siswa, sendiri atau dalam kelompok teman sebaya, dapat mendiskusikan proses pembelajaran dan hasil fase Konseptualisasi sebelum beralih ke investigasi. Model pembelajaran ini akan menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam melakukan analisis risiko bencana, pembelajaran pengalaman

langsung diyakini dapat meningkatkan pemahaman siswa mengenai bahaya. Indikator Literasi Kebencanaan menurut BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) di Indonesia adalah pengetahuan (*knowledge*), rencana kesiapsiagaan dan tanggap darurat (*emergency preparedness and response plans*), sistem peringatan dini (*early warning systems*) dan mobilitas sumber daya (*resource mobilization*) (BNPB, 2020).

f. Teori Pembelajaran Berorientasi *Smart Risk-Taking Behavior*

1) Definisi dan konsep belajar *Smart Risk-Taking Behavior*

Perilaku seseorang didefinisikan sebagai reaksi atau tanggapan mereka terhadap rangsangan atau stimulus dari luar. Risiko adalah ketika tingkat kerugian lebih besar daripada keuntungan (Ramadhani, 2021). SRTB dalam pendidikan didefinisikan sebagai proses kognitif. Proses ini terdiri dari memikirkan masalah secara menyeluruh, menarik kesimpulan dari masalah, mengemukakan hipotesis, menyusun kembali hipotesis, dan berbicara dengan rekan kelompok untuk menemukan cara untuk menyelesaikan masalah (Bal-Incebacak et al., 2019). Neihart (2010) membagi perilaku pengambilan risiko menjadi kategori intelektual, sosial, emosional, fisik, dan sentimental. Menurut Beghetto (2009), pengambilan risiko intelektual adalah "bentuk tambahan dari pengambilan risiko" tidak seperti pengambilan risiko fisik atau sosial yang berkaitan dengan tindakan nyata atau interaksi antarindividu, pengambilan risiko intelektual menuntut keberanian siswa untuk menyampaikan ide, mengajukan pertanyaan, mengemukakan hipotesis, atau memberikan solusi yang belum tentu diterima oleh orang lain. Risiko dalam konteks ini terletak pada kemungkinan gagal secara kognitif atau emosional, seperti takut salah, ditertawakan, atau dikritik.

Clifford (1988) dan Clifford et al. (2014) telah mempelajari perilaku pengambilan risiko intelektual dalam konteks pendidikan yang menyatakan bahwa lingkungan pendidikan membuat siswa mengambil lebih banyak risiko dalam kegiatan pendidikan. Demikian pula, Allmond et al. (2016) dan Sharma (2015) menyatakan bahwa perilaku pengambilan risiko intelektual adalah keterampilan abad ke-21 dan menekankan pentingnya mendukung siswa dalam melakukannya. Selain itu, Radloff et al. (2019) menemukan bahwa keuntungan dari pengambilan

risiko termasuk peningkatan partisipasi siswa dalam pembelajaran sains, peningkatan kepercayaan guru terhadap pengajaran sains, dan peningkatan hubungan kolaboratif guru.

Tidak ada korelasi yang signifikan antara perilaku pengambilan risiko intelektual dan tingkat kecemasan ujian, menurut penelitian yang dilakukan di sekolah menengah (Bal-Incebacak et al., 2019). Beghetto (2009) menyatakan bahwa perilaku pengambilan risiko intelektual merupakan "bentuk tambahan dari pengambilan risiko". Ada beberapa faktor yang memengaruhi perilaku ini, termasuk ketertarikan atau minat pada sains (*interest in science/IS*), kemanjuran diri kreatif (*creative self-efficacy/CSE*), dan pandangan tentang kontribusi guru (Sunyono & Meristin, 2022). Mengutip dari Dewett (2006) bahwa terdapat beberapa yang menjadi poin dalam penilaian risk-taking *behavior* yaitu *willingness to take risks, creativity, autonomy, encouragement, risk propensity*. Indikator SRTB menurut LIPI-UNESCO/ISDR adalah kepercayaan diri, dukungan sosial, management risiko dan pengambilan keputusan (UNESCO, 2007).

2) Teori-Teori yang Menopang Konsep *Smart Risk-Taking Behavior* Berorientasi Sadar Bencana

Kemauan untuk bertindak meskipun tidak mengetahui secara pasti apa konsekuensinya disebut sebagai perilaku pengambilan risiko. Seseorang dianggap mengambil risiko ketika ia memutuskan untuk bertindak tanpa jaminan hasil yang jelas, terutama saat alternatif lain belum diketahui secara pasti (Çakır & Yaman, 2016). Sikap ini menjadi penting ketika siswa dihadapkan pada situasi belajar yang menuntut keberanian untuk mengeksplorasi, mencoba hal baru, dan menghadapi kemungkinan kegagalan.

Beberapa ahli membagi perilaku pengambilan risiko ke dalam beragam bentuk. Neihart (1999) mengelompokkan jenisnya ke dalam aspek intelektual, sosial, emosional, fisik, dan sentimental. Sementara itu, Akdağ et al. (2017) memfokuskan klasifikasinya pada lima bidang, yaitu lalu lintas, seksualitas, penggunaan zat terlarang, olahraga ekstrem, serta aktivitas akademik. Kategori terakhir ini, yaitu risiko intelektual, memiliki relevansi yang tinggi dalam konteks

pendidikan karena mencerminkan keberanian siswa dalam menghadapi tantangan belajar.

Beghetto (2009) menjelaskan bahwa pengambilan risiko intelektual adalah bentuk spesifik yang berkaitan erat dengan pendidikan, dan sangat dipengaruhi oleh minat terhadap sains, keyakinan akan kemampuan kreatif, serta persepsi siswa terhadap kontribusi guru. Lingkungan belajar yang supportif memungkinkan siswa merasa aman untuk mencoba, salah, dan mencoba kembali. Clifford (1991) menekankan pentingnya kondisi seperti ini agar proses pembelajaran yang bermakna.

Kebutuhan akan kemampuan ini semakin mendesak seiring dengan tuntutan abad ke-21. Siswa tidak hanya dituntut untuk menguasai materi, tetapi juga harus berani mengambil keputusan, memunculkan ide baru, dan mengembangkan cara berpikir yang fleksibel. Allmond et al. (2016) menegaskan bahwa pengambilan risiko intelektual merupakan keterampilan penting yang perlu dikembangkan sebagai bagian dari kompetensi abad ini.

Beberapa manfaat telah tercatat, seperti meningkatnya partisipasi siswa dalam pembelajaran sains, bertambahnya rasa percaya diri guru saat mengajar, dan terjalinnya kerja sama yang lebih baik antara siswa dan guru (Radloff et al., 2019). Hasil studi oleh Bal-Incebacak et al. (2019) bahkan menunjukkan bahwa kecemasan menghadapi ujian tidak terlalu berpengaruh terhadap keputusan siswa untuk mengambil risiko secara intelektual.

Siswa dengan prestasi akademik tinggi umumnya memiliki kecenderungan lebih besar untuk berani menghadapi tantangan kognitif. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Meyer et al. (1997) dan Tay et al. (2009), yang menghubungkan keberhasilan akademik dengan kesiapan untuk mengambil risiko intelektual. Faktor lain seperti motivasi belajar, minat terhadap bidang studi tertentu, dan efikasi diri turut membentuk sikap tersebut (Beghetto, 2009; Akdağ et al., 2017).

Perubahan dalam perilaku tentu tidak terjadi begitu saja. Ma dan Bateson (1999) menunjukkan bahwa intervensi yang dirancang dengan tepat dapat memengaruhi perilaku individu, termasuk keberanian dalam mengambil risiko. Dukungan terhadap pandangan ini juga datang dari Hong (2010), yang

menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran inovatif terbukti efektif dalam mendorong keterlibatan aktif siswa dan keberhasilan belajar yang lebih baik.

Isu sosiosaintifik merupakan isu yang muncul dari pertentangan antara perspektif sosial dan perspektif ilmiah dalam memahami dan menjelaskan fenomena sosial (Mendoza, 2017; Somsen, 2022). Sosiosaintifik merupakan gabungan dari kata "sosial" dan "saintifik", yang menunjukkan bahwa isu ini mencakup aspek sosial dan aspek ilmiah. Isu sosiosaintifik muncul karena adanya perbedaan pendekatan antara perspektif sosial dan perspektif ilmiah dalam memahami fenomena sosial. Perspektif sosial cenderung lebih menekankan pengaruh faktor sosial dan kultural dalam memahami fenomena sosial, sedangkan perspektif ilmiah cenderung lebih menekankan pengaruh faktor alamiah dan obyektif dalam memahami fenomena sosial. Isu sosiosaintifik sering muncul dalam bidang-bidang seperti sosiologi, antropologi, dan psikologi, dan bahkan sains di mana peneliti harus mempertimbangkan aspek sosial dan aspek ilmiah dalam memahami fenomena yang diteliti. Isu ini juga sering muncul dalam debat publik tentang masalah-masalah sosial, di mana ada pertentangan antara pandangan yang menekankan faktor sosial dan pandangan yang menekankan faktor ilmiah dalam memahami masalah tersebut.

Isu sosiosaintifik khusus (*special socioscientific issue*) dalam pembelajaran IPA/sains erat kaitannya dengan literasi kebencanaan. Kemampuan untuk merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, menafsirkan data dan bukti secara ilmiah, menjelaskan fenomena bencana alam dan dampaknya pada masyarakat dengan menggunakan pengetahuan sains (fakta, konsep, prosedur, dan epistemik) adalah literasi sains kebencanaan (Afriana et al., 2016; Sulistiyowati et al., 2018). Literasi sains kebencanaan mencakup kemampuan untuk berpikir kritis, melek teknologi, sensitif terhadap lingkungan sekitar, dan menggunakan apa yang dibaca. Untuk memiliki perilaku berani mengambil risiko, seseorang harus tahu tentang kategori pengambilan risiko intelektual, sosial, emosional, fisik, dan sentimental. Pengambilan keputusan merupakan komponen penting dalam pengembangan literasi ilmiah siswa, dan merupakan komponen penting dalam membantu siswa membuat solusi untuk masalah sehari-hari (Pambudi et al., 2018).

Tabel 2.1. Literasi sains dan isu sosiosaintifik adaptasi dari PISA

No (1)	Konten (2)	Isu Sosiosaintifik (3)
1	Kesehatan Penyakit	dan Pemeliharaan masyarakat, kecelakaan, nutrisi, pengendalian penyakit, pilihan makanan, masyarakat masyarakat, epidemi, dan penyebaran penyakit infeksi.
2	Sumber daya alam	Konsumsi pribadi terhadap materi dan energi, pemeliharaan populasi manusia, kualitas hidup, keamanan, produksi dan distribusi makanan, pasokan energi, sistem alam yang terbarukan dan tidak-terbarukan, pertumbuhan populasi, dan penggunaan secara berkelanjutan spesies-spesies.
3	Kualitas lingkungan	Tindakan ramah lingkungan, penggunaan dan pembuangan bahan dan peralatan, persebaran populasi, pembuangan sampah, dampak lingkungan, keanekaragaman hayati, keberlanjutan ekologis, pengendalian polusi, serta produksi dan hilangnya tanah/biomassa.
4	Mitigasi	Penilaian risiko atas pilihan gaya hidup, perubahan yang cepat (misalnya: gempa bumi, cuaca buruk), perubahan lambat dan progresif (misalnya: erosi pantai, sedimentasi), perubahan iklim, dan dampak dari komunikasi modern.
5	Sains dan Teknologi	Hobi, teknologi pribadi, musik dan kegiatan olahraga, material baru, peralatan dan proses, modifikasi genetik, teknologi kesehatan, transportasi, kepunahan spesies, eksplorasi ruang angkasa, serta asal usul dan struktur alam semesta.

Tabel 2.1 menunjukkan bagaimana literasi sains berkaitan dengan berbagai isu nyata di masyarakat. Setiap topik sains, seperti kesehatan, lingkungan, atau teknologi, dihubungkan dengan masalah sosial yang relevan, misalnya penyebaran penyakit, pencemaran, atau perubahan iklim. Tujuannya adalah agar siswa bisa memahami sains dalam konteks kehidupan sehari-hari dan mampu mengambil keputusan yang lebih bijak.

B. Bencana Alam dan Mitigasi Bencana

Kondisi geografis, demografis, sosiologis, serta latar historis yang dimiliki Indonesia menjadikan wilayah ini memiliki tingkat kerawanan bencana yang tinggi, baik bencana alam, non-alam, maupun sosial (Wardyaningrum, 2014). Berbagai peristiwa kebencanaan, seperti gempa bumi yang terjadi di sejumlah wilayah

Indonesia, baik yang disertai tsunami maupun tidak menunjukkan bahwa bencana alam merupakan ancaman nyata dan berkelanjutan bagi kehidupan masyarakat Indonesia (Agung, 2019). Risiko bencana dipahami sebagai potensi terjadinya suatu peristiwa yang diperkirakan akan muncul dan memerlukan pengelolaan yang tepat agar dampaknya dapat diminimalkan. Gambaran mengenai risiko bencana di Indonesia telah dipetakan secara sistematis oleh BNPB atau Badan Nasional Penanggulangan Bencana melalui publikasi RBI atau Risiko Bencana Indonesia, yang memuat kajian risiko berbagai jenis bencana di seluruh wilayah Indonesia. Seiring dengan perkembangan ilmu kebencanaan, kajian terkait bencana terus mengalami kemajuan. Catatan kejadian bencana dari tahun ke tahun tidak hanya berfungsi sebagai dokumentasi historis, tetapi juga menunjukkan besarnya dampak kerugian yang ditimbulkan terhadap keberlangsungan hidup manusia.

Berdasar histori kebencanaan, suatu peristiwa bencana dapat terjadi berulang pada wilayah yang sama, meskipun dengan tingkat kerugian, intensitas, frekuensi, dan pola distribusi yang berbeda. Salah satu contohnya adalah letusan Gunung Merapi di Daerah Istimewa Yogyakarta, yang sejak tahun 1600 hingga 2010 tercatat telah mengalami lebih dari 80 kali erupsi (Kiswiranti & Kirbani, 2013). Contoh lain ditunjukkan oleh bencana banjir di DKI Jakarta, yang secara historis tercatat terjadi pada tahun 1621, 1654, 1918, 1942, 1976, 1996, dan awal tahun 2002 (Nugroho, 2002). Demikian pula dengan kejadian gempa bumi di Palu, Sulawesi Tengah, berkekuatan 7,4 SR pada 28 September 2018, yang bukan merupakan peristiwa tunggal. Sejarah kebencanaan mencatat bahwa wilayah Sulawesi Tengah setidaknya telah mengalami tujuh kali gempa bumi bermagnitudo besar pada tahun 1927, 1938, 1996, 1998, 2005, 2008, dan 2012 (Sarapang et al., 2019). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa kejadian tsunami dapat dipicu oleh berbagai faktor, antara lain gempa bumi dan longsoran dasar laut. Tsunami Palu diperkirakan terjadi akibat adanya longsoran dasar laut yang berfungsi sebagai sumber energi utama pemicu tsunami (Priadi et al., 2019). Sementara itu, tsunami yang terjadi di Banten diduga disebabkan oleh longsoran dasar laut yang dipicu oleh erupsi Gunung Anak Krakatau (Fauzi et al., 2020).

Fenomena tsunami yang dipicu oleh longsoran dasar laut, baik akibat gempa bumi seperti yang terjadi di Palu maupun aktivitas vulkanik seperti erupsi Gunung

Anak Krakatau di Banten, merupakan karakteristik bencana yang relatif baru dalam konteks kebencanaan di Indonesia. Ketidaklaziman mekanisme pemicu ini menimbulkan kebingungan di kalangan pihak-pihak terkait dan pemangku kepentingan dalam penanggulangan bencana, sehingga peristiwa tersebut menjadi catatan penting dalam sejarah kebencanaan nasional. Secara historis, berbagai kejadian bencana yang tercatat telah menyebabkan kerugian yang sangat besar, mulai dari kerusakan materi hingga hilangnya korban jiwa.

Berbagai peristiwa bencana yang tercatat secara historis telah menimbulkan kerugian yang sangat besar, baik dalam bentuk kerusakan materi maupun hilangnya korban jiwa. Situasi tersebut memberikan pelajaran penting bagi masyarakat untuk mengubah paradigma dari pendekatan reaktif menjadi pendekatan preventif dalam menghadapi bencana, yang dikenal sebagai PRB atau Pengurangan Risiko Bencana. Tujuan utama Pengurangan Risiko Bencana (PRB) adalah menekan potensi kerugian akibat bencana melalui peningkatan kapasitas masyarakat, pengurangan tingkat paparan, serta penguatan ketahanan masyarakat yang diwujudkan dalam bentuk kesiapsiagaan, respons darurat, dan proses pemulihan pascabencana (Aitsi & Murray, 2015). Penanggulangan bencana juga merupakan bentuk tanggung jawab negara dalam melindungi warganya sebagai bagian dari upaya menjamin keamanan insani setiap individu (Indrajit, 2020). Keamanan insani sebagai hak dasar warga negara merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari keamanan nasional, yang diwujudkan melalui kewajiban negara untuk melindungi masyarakat dari berbagai ancaman risiko bencana, baik yang berdampak secara fisik maupun psikologis (Darmono, 2010). Oleh karena itu, kesiapsiagaan terhadap bencana menjadi kebutuhan mendesak yang harus dibangun dengan mempertimbangkan pengalaman dan catatan historis kejadian bencana di masa lalu, sebagai dasar antisipasi penanggulangan bencana di Indonesia.

C. Penelitian Relevan

Beberapa penelitian relevan berkaitan dengan variabel penelitian dapat dilihat dalam Tabel 2.2 berikut,

Tabel 2.2. Penelitian yang relevan

Judul (1)	Hasil (2)	Jurnal (3)
<i>Strengthening Disaster Literacy as An Effort to Reduce the Risk of Disaster in D.I. Yogyakarta Society</i> (Triyanto et al., 2021)	Optimalisasi gerakan literasi sekolah yang diarahkan pada kesadaran literasi bencana. Model dan pola pelaksanaan gerakan literasi sekolah meliputi tiga tahapan, yaitu: pembiasaan, pengembangan, dan kegiatan pembelajaran	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science
<i>Examining natural disaster literacy levels of pre-service geography teachers</i> (Türker & Sözcü, 2021).	Peningakatan level Literasi Kebencanaan terdiri dari tiga aspek yakni Pengetahuan, Sikap dan Prilaku. Menyarankan agar pembelajaran berkaitan kebencanaan bisa dimasukkan disemua jenjang pendidikan	Journal of Pedagogical Research
<i>Natural Disaster Literacy Curriculum Proposal</i> (Sözcü, 2020)	Dikembangkannya kurikulum literasi kebencanaan dalam pembelajaran telah dikembangkan di Turki. Kurikulum ini telah mengakomodir tiga dimensi literasi kebencanaan yakni pengetahuan, sikap dan perilaku	Afet ve Risk Dergisi
Pengembangan model pembelajaran kesadaran bencana di sekolah dasar (Ayubi et al., 2019)	Telah dikembangkan desain model pembelajaran kesadaran bencana dan struktur pembelajaran yang merupakan penerapan pendekatan saintifik pada kesadaran bencana	J. Pijar MIPA
<i>An investigation of disaster education in elementary and secondary schools: evidence from China</i> (Zhu & Zhang, 2017)	kebutuhan pendidikan kebencanaan dimasukkan ke dalam kurikulum suatu hal yang mendesak, dan merancang buku teks khusus untuk pendidikan kebencanaan. Pendidikan bencana berbasis sekolah memiliki efek terbatas pada siswa untuk meningkatkan kesadaran dan kemampuan pencegahan bencana	Natural Hazards, Springer
Model Pembelajaran Kebencanaan Berbasis Virtual sebagai Upaya Mitigasi dan Proses Adaptasi Terhadap Bencana Alam di SMP (Mantasia & Jaya, 2016).	Pengembangan perangkat lunak berupa model pembelajaran kebencanaan berbasis virtual ini dilaksanakan dengan pendekatan <i>engineering</i> sudah di validasi	Jurnal Penelitian Pendidikan

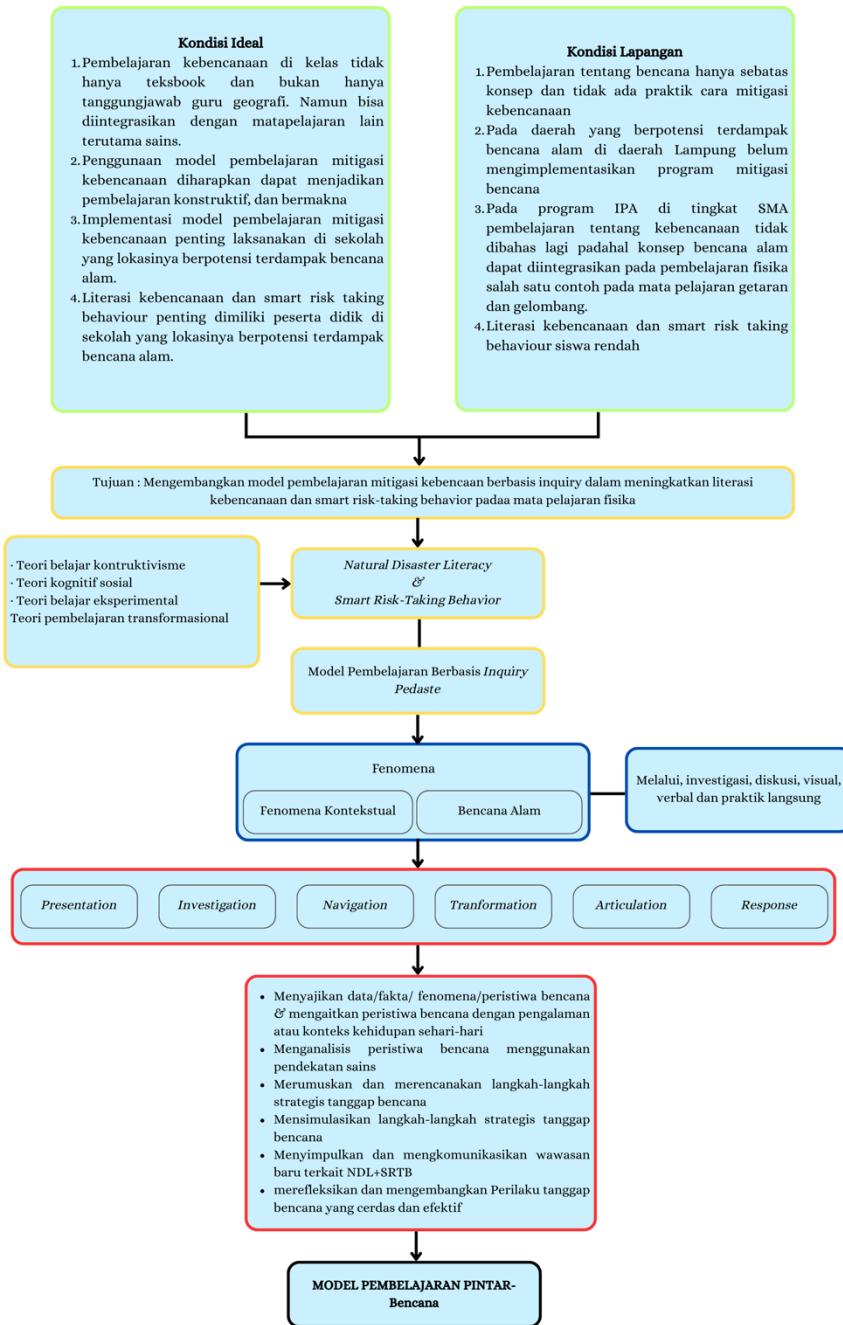
Lanjutan **Tabel 2.2.** Penelitian yang relevan

Judul (1)	Hasil (2)	Jurnal (3)
<i>The role of education on disaster preparedness: Case study of 2012 Indian Ocean earthquakes on Thailand's Andaman coast</i> (Muttarak & Pothisiri, 2013)	Pendidikan formal dapat meningkatkan kesiapsiagaan bencana dan mengurangi kerentanan terhadap bahaya alam	<i>Education and Differential Vulnerability to Natural Disasters</i>

Sementara ini banyak yang telah mengembangkan model pembelajaran mengenai kesadaran bencana (Ayubi et al., 2019; Mantasia & Jaya, 2016; Utaminingsih et al., 2016; Yetizon & Tusa'diah, 2020). Namun, belum pernah ada pengembangan model pembelajaran mitigasi bencana yang dipadukan dengan *inquiry* untuk meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior*. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry* dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior*

D. Kerangka Berpikir Pengembangan Model Pembelajaran

Berdasarkan kajian teori, *literatur review* hingga analisis kebutuhan, maka penelitian dan pengembangan model pembelajaran sebagai upaya untuk menyelesaikan problematika yang telah diuraikan menjadi penting untuk dilakukan. Pengembangan model pembelajaran ini mengacu pada kerangka teori, alur penelitian, serta kaidah-kaidah ilmiah yang sudah ditentukan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kerangka berpikir pengembangan model mitigasi kebencanaan – berbasis *inquiry Pedaste* dan *SPAB programme framework*

1. Kerangka berpikir pengembangan model pembelajaran

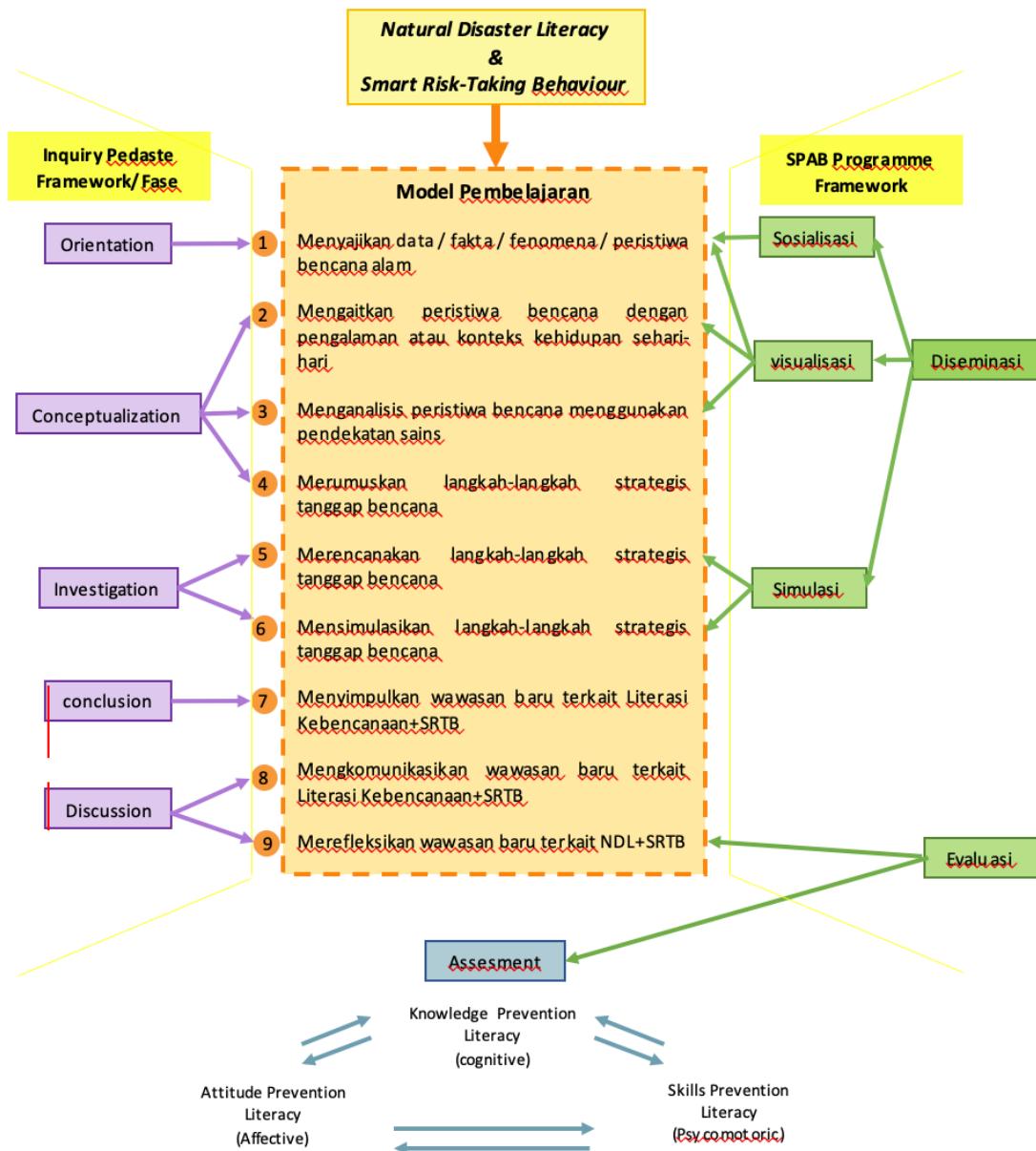
Berdasarkan kajian teori, *literatur review* hingga analisis kebutuhan, maka penelitian dan pengembangan model pembelajaran sebagai upaya untuk

menyelesaikan problematika yang telah diuraikan menjadi penting untuk dilakukan. Pengembangan model pembelajaran ini mengacu pada kerangka teori, alur penelitian, serta kaidah-kaidah ilmiah yang sudah ditentukan sebagai berikut:

a. Prototipe alfa model pembelajaran mitigasi bencana – *Inquiry Pedaste* dan *SPAB programme framework*

Proses peninjauan menghasilkan daftar 5 fase utama dan 9 sub fase dari *inquiry Pedaste*, kerangka program Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) terdiri dari 2 fase utama dan 5 sub fase (Gambar 2.3). Mempertimbangkan bahwa siklus yang menampilkan terlalu banyak fase dari *inquiry* umum lainnya selain *inquiry Pedaste* dapat berdampak buruk pada pembelajaran siswa dalam lingkungan pembelajaran berbasis *inquiry*, oleh karena itu, diskusi juga berfokus pada penggabungan istilah untuk mencapai jumlah fase yang optimal. Detail dari proses penentuan kerangka hipotetik fase model pembelajaran mitigasi kebencanaan yang akan dikembangkan dihasilkan dari penggabungan antara fase *inquiry Pedaste* dengan fase program SPAB akan dijelaskan lebih spesifik pada bagian berikutnya.

Penggabungan fase *inquiry Pedaste* dengan program SPAB menghasilkan 9 sub fase hasil pengembangan, yang kemudian dikenal dengan model pembelajaran mitigasi kebencanaan. Beberapa artikel juga menjelaskan proses perantara, 'pengamatan' sederhana. Secara keseluruhan, semua kegiatan ini termasuk dalam istilah 'orientasi' dan 'sosialisasi', karena tujuannya adalah untuk membuat pelajar memulai dengan topik baru untuk diselidiki. Seseorang harus menjelajahi atau mengamati suatu fenomena agar tertarik padanya, membaca beberapa teori untuk mengetahui pertanyaan berorientasi ilmiah yang terkait dengan fenomena kebencanaan, dan melibatkan dirinya dengan masalah tersebut melalui titik jangkar yang menantang. Dengan demikian, diputuskan bahwa tahapan model pembelajaran mitigasi kebencanaan pertama hasil penggabungan antara kedua *framework* yang disusun adalah 'Orientasi-Sosialisasi': (1) Menyajikan data / fakta / fenomena / peristiwa bencana alam.



Gambar 2.3 Kerangka Hipotetik Prototipe Alpha Model Mitigasi Kebencanaan – Berbasis *Inquiry Pedaste* dan *SPAB Programme Framework*

Tahapan ke-2 berikutnya hasil penggabungan antara kedua *framework* yang disusun dari ‘*conceptualization-visualisasi*’ terbagi menjadi tiga tahapan hasil penggabungan yaitu: (2) Mengaitkan peristiwa bencana dengan pengalaman atau konteks kehidupan sehari-hari, (3) Menganalisis peristiwa bencana menggunakan pendekatan sains, (4) Merumuskan langkah-langkah strategis tanggap bencana.

Tahapan ke-3 kegiatan ini digabungkan dalam kegiatan penyelidikan yang disebut Perencanaan. Dalam analisis selanjutnya, Perencanaan dianggap sebagai

sub-proses dalam fase Investigasi dalam *inquiry Pedaste*, setelah Orientasi dan Konseptualisasi. Tahap Investigasi dicirikan melalui istilah-istilah berikut: 'menyelidiki', 'mengamati', 'mengamati', 'mengumpulkan bukti', 'melakukan pengamatan', 'mengeksplorasi', 'eksplorasi', 'pengamatan awal'. Dipahami bahwa investigasi agak lebih sistematis dan berdasarkan rencana, hasil penggabungan antara kedua *framework* yang disusun dari 'Investigation-simulasi' terbagi menjadi dua tahapan hasil penggabungan yaitu: (5) Merencanakan langkah-langkah strategis tanggap bencana, (6) Mensimulasikan langkah-langkah strategis tanggap bencana.

Tahapan ke-4 selanjutnya proses yang dilakukan setelah analisis data sederhana dijelaskan melalui beberapa istilah yang menunjukkan kegiatan tindak lanjut untuk membantu menarik kesimpulan: mengorganisasikan data, mensintesis, menghasilkan sintesis, interpretasi data, 'mengintegrasikan informasi yang berbeda untuk menjawab pertanyaan pendorong, model, siswa merumuskan penjelasan dari bukti. Dalam beberapa kasus, beberapa proses tambahan yang mendukung sampai pada kesimpulan diperkenalkan: penyempurnaan, perbaikan teori, konstruksi, penalaran dengan model, dan pemecahan masalah. Proses kesimpulan dan diskusi terkadang tumpang tindih. Terkadang kesimpulan mengikuti diskusi atau komunikasi (istilah yang sering digunakan dalam deskripsi diskusi), tetapi paling sering, kesimpulan didasarkan pada investigasi dan analisis dan kemudian dikomunikasikan kepada orang lain. Oleh karena itu, masih mungkin untuk menekankan kedua fase ini sebagai pembelajaran berbasis *inquiry* yang terpisah. Dalam uraian ini, 'kesimpulan' adalah istilah yang berulang, dan digunakan dalam kerangka pembelajaran berbasis *inquiry Pedaste* dan SPAB framework sebagai fase tersendiri. Hasil penggabungan antara kedua *framework* yang disusun dari 'conclusion' terbagi menjadi satu tahapan saja yaitu: (7) Menyimpulkan wawasan baru terkait Literasi Kebencanaan dan SRTB.

Fase ke-5 Diskusi dapat dilihat sebagai fase akhir yang terpisah dari siklus *inquiry Pedaste*. Namun, bisa juga dilihat sebagai fase yang dilakukan secara paralel dengan kesimpulan atau semua fase lainnya di mana informasi yang dikumpulkan dalam fase perlu didiskusikan. Diskusi di antara siswa selama berlakunya *inquiry* menjadi lebih jelas ketika kegiatan *inquiry* pada tugas

memerlukan kerja sama. Evaluasi dapat dianggap sebagai proses yang berkaitan dengan kesimpulan atau refleksi (Leijen et al., 2012). Oleh karena itu, evaluasi pembelajaran berbasis *inquiry* diposisikan sebagai proses yang berada di antara fase kesimpulan dan diskusi (khususnya, antara fase kesimpulan dan sub fase refleksi). Salah satu perbedaan antara komunikasi dan refleksi sebagai sub fase diskusi menyangkut objek yang dikomunikasikan atau didiskusikan. Komunikasi mungkin akan lebih terkait dengan eksperimen atau hasil eksplorasi, sedangkan refleksi lebih sering menyangkut proses yang terlibat. Namun, kegiatan yang berhubungan dengan refleksi terkadang juga termasuk 'memprediksi hasil eksperimen baru', 'prediksi', dan 'keputusan'. Dengan demikian, masuk akal untuk mempertahankan komunikasi dan refleksi sebagai sub-fase dari fase Diskusi dalam *inquiry Pedaste* kedalam tahapan model yang dikembangkan. Dalam hal ini, Komunikasi adalah proses diskusi antara pembelajar dengan teman sebaya atau gurunya dan Refleksi dianggap sebagai diskusi batin pembelajar. Hasil penggabungan antara kedua *framework* yang disusun dari 'Discussion-Evaluasi' terbagi menjadi dua tahapan saja yaitu: (8) Mengkomunikasikan wawasan baru terkait Literasi Kebencanaan dan SRTB, (9) Merefleksikan wawasan baru terkait Literasi Kebencanaan dan SRTB.

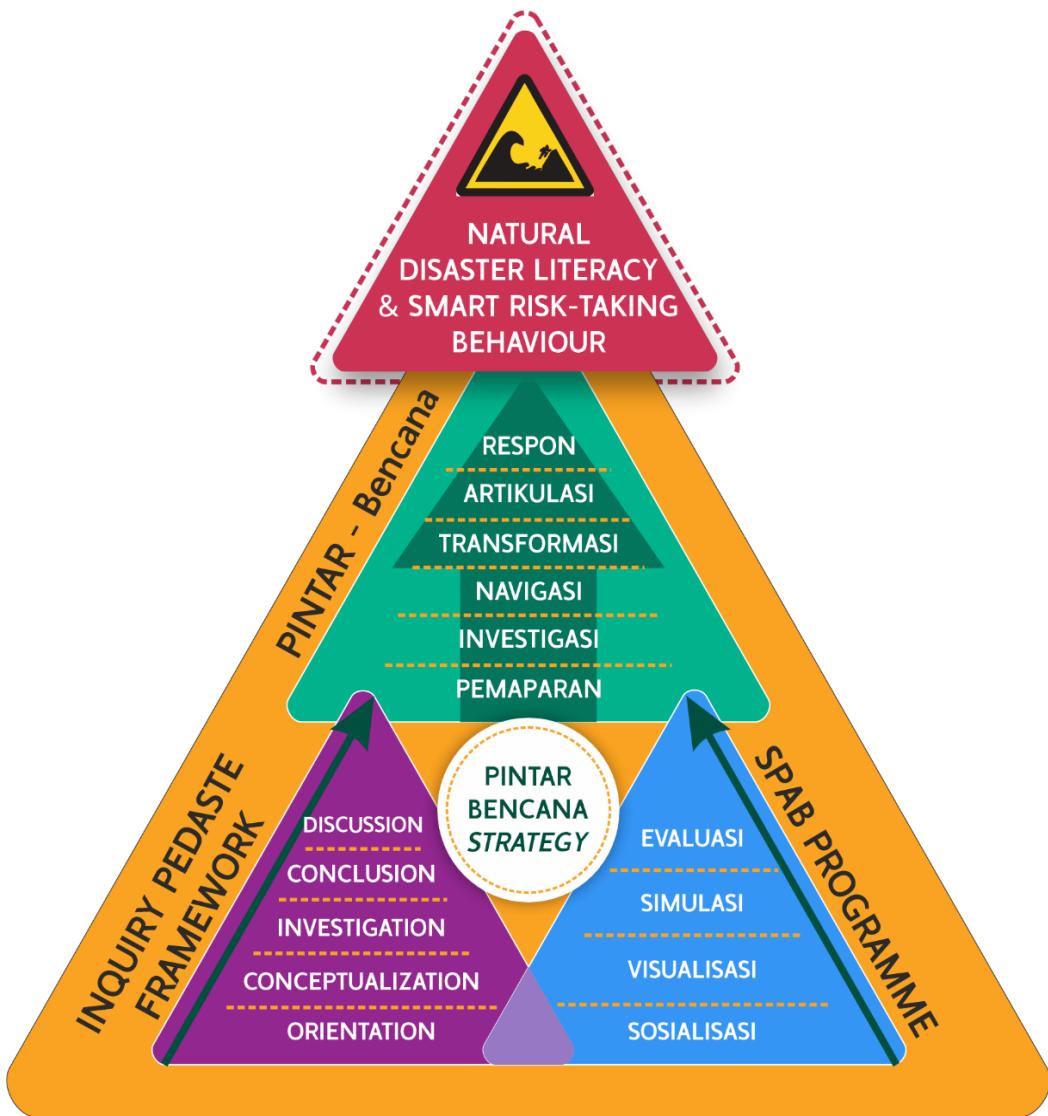
b. Prototipe Beta: Model PINTAR-Bencana

Penggabungan fase *inquiry Pedaste* dengan program SPAB menghasilkan 9 sub fase hasil pengembangan, yang kemudian dikenal dengan model pembelajaran mitigasi kebencanaan. Berikutnya dari 9 sub fase tahapan model yang dikembangkan tersebut dikelompokkan lagi kedalam fase umum yang saling terkait, dalam hal ini diusulkan dari 9 sub fase menjadi 6 fase utama yaitu: 1) Pemaparan, 2) Investigasi, 3) Navigasi, 4) Tranformasi, 5) Artikulasi, dan 6) Respons. Berikut konsep kerangka transformasi prototipe Beta model mitigasi kebencanaan – berbasis *inquiry Pedaste* dan SPAB programme framework dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Konsep kerangka prototipe Beta model mitigasi kebencanaan – berbasis *Inquiry Pedaste* dan SPAB *programme framework*

Nomor (1)	Sub Fase Model Pembelajaran (2)	Istilah Sederhana (3)	Istilah akhir (4)	Istilah Bahasa Inggris (5)
1 & 2	Menyajikan data/fakta/ fenomena/peristiwa bencana & mengaitkan peristiwa bencana dengan pengalaman atau konteks kehidupan sehari-hari	Pemaparan Kontekstual	Pesentasi/ Pemaparan	Presentation
3	Menganalisis peristiwa bencana menggunakan pendekatan sains	Analisis Sains	Investigasi	Investigation
4 & 5	Merumuskan & merencanakan langkah-langkah tanggap bencana	strategis Rencana Mitigasi	Navigasi	Navigation
6	Mensimulasikan langkah strategis bencana	langkah- tanggap	Simulasi Tanggap	Transformasi
7, & 8	Menyimpulkan, mengkomunikasikan baru terkait Kebencanaan+SRTB	& wawasan Literasi	Komunikasi	Artikulasi
9	merefleksikan dan mengembangkan Perilaku tanggap bencana yang cerdas dan efektif	Refleksi Tindakan Cepat	Respons	Response

Pendidikan kebencanaan menjadi penting di era kontemporer, khususnya di daerah rawan bencana. PINTAR-Bencana hadir sebagai model yang inovatif dan relevan, memadukan konsep pendidikan kebencanaan dengan pendekatan *inquiry* dan program SPAB (Satuan Pendidikan Aman Bencana) untuk menciptakan pengalaman belajar yang mendalam bagi siswa. Berikut bagan yang menunjukkan lahirnya model pembelajaran mitigasi bencana berbasis *inquiry*-SPAB dapat dilihat pada Gambar 2.4.



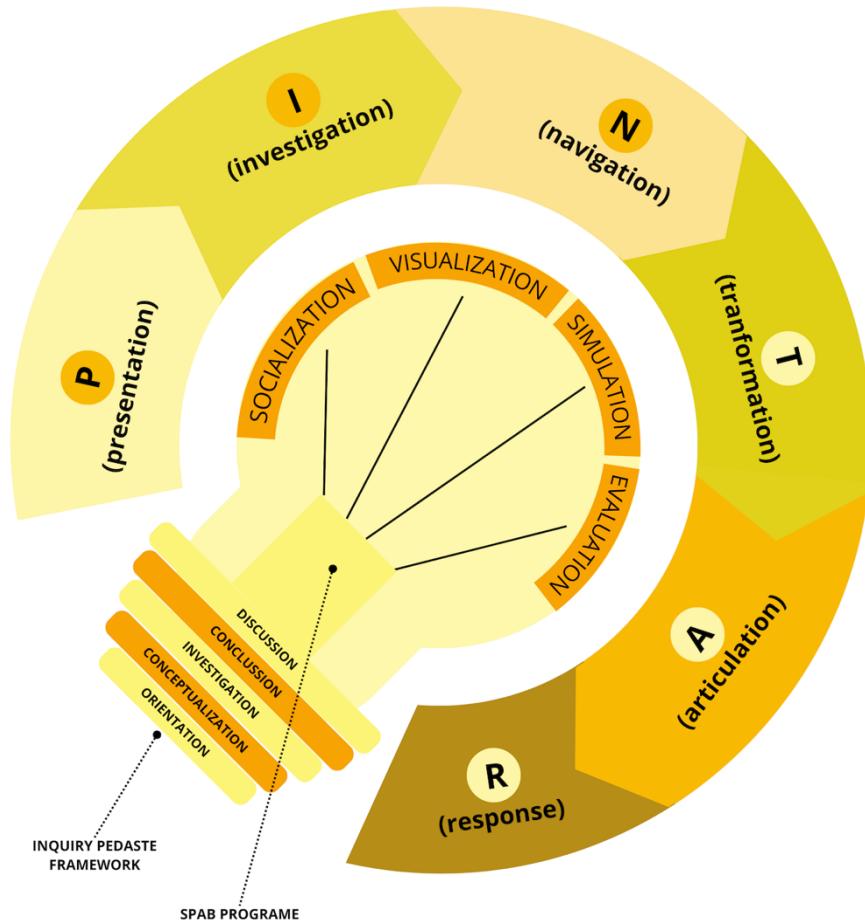
Gambar 2.4 Kerangka Hipotetik Prototipe Beta: Model PINTAR-Bencana

Definisi Operasional Model PINTAR-Bencana:

- Presentasi/Pemaparan: Pemaparan informasi dan konteks bencana pada tahap awal adalah penting untuk membangun dasar pengetahuan siswa. Dengan mengaitkan peristiwa bencana dengan konteks kehidupan sehari-hari, siswa dapat memahami relevansi dan urgensi pembelajaran kebencanaan.
- Investigasi: Investigasi memanfaatkan pendekatan sains sebagai instrumen utama dalam memahami fenomena bencana. Melalui investigasi, siswa mampu mendalami konsep-konsep ilmiah yang mendasari peristiwa bencana dan merumuskan pertanyaan kritis.

- c. Navigasi: Navigasi fokus pada perumusan dan perencanaan tindakan. Siswa diajarkan untuk berpikir strategis dan merencanakan langkah-langkah yang dapat meminimalkan dampak bencana.
- d. Transformasi: Pada tahap ini, siswa mensimulasikan tindakan-tindakan tersebut dalam konteks nyata atau virtual. Simulasi memungkinkan siswa untuk memahami implikasi dari pilihan-pilihan yang mereka buat dalam menangani bencana.
- e. Artikulasi: Artikulasi memfasilitasi siswa untuk mengartikulasikan apa yang telah mereka pelajari. Dengan menyimpulkan, mengkomunikasikan, dan merefleksikan, siswa mendapatkan wawasan baru mengenai pentingnya *Natural disaster literacy* dan SRTB dalam mitigasi bencana.
- f. Respons: Tahap terakhir ini mendorong siswa untuk beraksi. Melalui pendidikan kebencanaan yang telah mereka terima, siswa diharapkan dapat merespons situasi bencana dengan cara yang cerdas dan efektif.

PINTAR-Bencana bukan hanya sekedar model pembelajaran, melainkan sebuah revolusi dalam mendidik generasi muda untuk menjadi lebih siap dan tanggap terhadap bencana. Konsep "PINTAR" dalam model ini tidak hanya mengacu pada pengetahuan teoretis, tetapi juga pada kemampuan untuk mengambil tindakan yang tepat dalam situasi krisis. Berikut fase-fase dari model pembelajaran PINTAR-Bencana dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Model PINTAR-Bencana

E. Hipotesis Penelitian

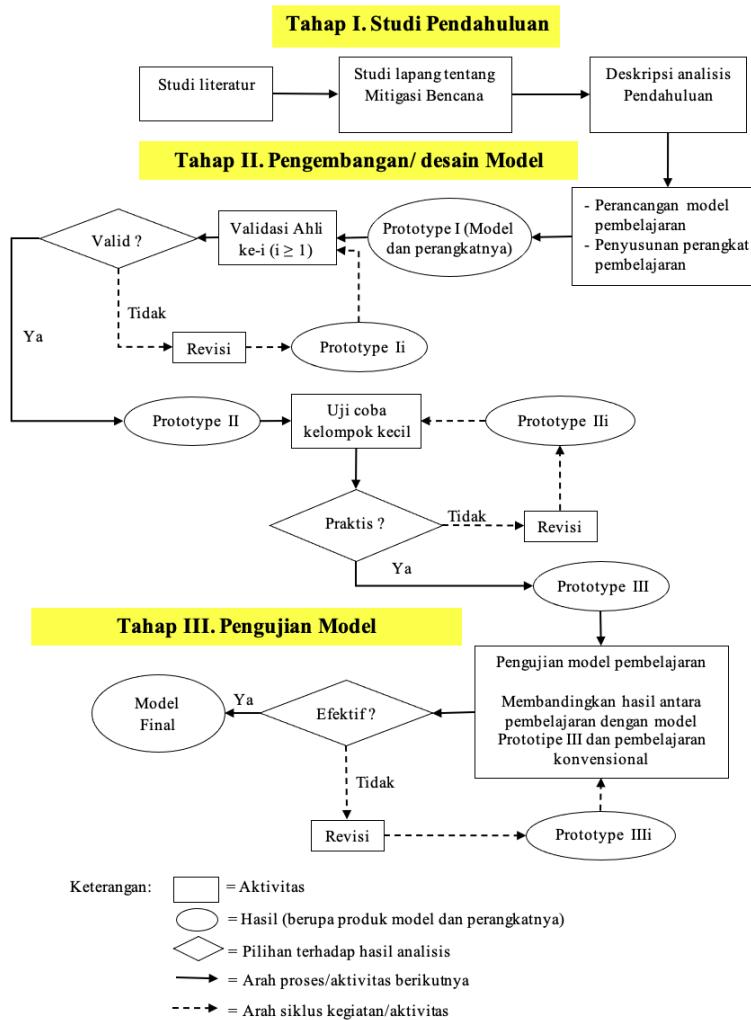
Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah hipotesis untuk pertanyaan penelitian pada rumusan masalah 2d dan 2e. Jika model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* telah berhasil dikembangkan untuk meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking* siswa mata pelajaran Fisika SMA, maka hipotesis untuk pertanyaan penelitian tersebut sebagai berikut:

- 1) Model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* lebih efektif dalam meningkatkan literasi kebencanaan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.
- 2) Model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* lebih efektif dalam meningkatkan *smart risk-taking behavior* dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Prosedur Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan R&D (*Research and Development*). Prosedur penelitian pada studi ini mengadaptasi model pengembangan (Gall et al., 2003), terdiri atas aktivitas berulang mulai dari mendesain model hingga implementasi. Produk yang dihasilkan berupa model pembelajaran kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dengan kriteria tertentu. Sesuai kebutuhan dalam penelitian ini bagan alur penelitian pengembangan mengadopsi Sunyono (2014), dengan 3 tahapan, yakni: 1) studi pendahuluan; 2) perancangan/desain model; dan 3) pengujian model. Bagan alur penelitian pengembangan yang digambarkan sebagai berikut (lihat Gambar 3.1):



Gambar 3.1 Model Pengembangan (Sunyono, 2014)

Pengembangan model pembelajaran kebencanaan, perangkat pembelajaran, dan instrumen dilakukan secara bersamaan. Kegiatan setiap fase model pengembangan dijabarkan secara berturut sebagaimana diuraikan berikut:

1. Tahap I: Studi Pendahuluan

Kegiatan penelitian pada tahap I dilakukan untuk mendapatkan data terkait program mitigasi bencana gempa dan tsunami baik persepsi guru dan siswa melalui pengamatan lapangan dan penyebaran kuesioner, dengan sekolah target yang dipilih adalah sekolah yang berpotensi terdampak bencana. Aspek pengetahuan, rencana kesiapsiagaan dan tanggap darurat, dan sistem peringatan dini merupakan parameter yang dievaluasi. Selanjutnya, dilakukan identifikasi masalah, analisis kebutuhan dan studi literatur, yaitu melakukan kajian tentang teori-teori belajar,

disertai review artikel hasil penelitian yang berkaitan dengan fokus penelitian. Teori-teori belajar yang digunakan tentu yang sesuai dengan karakteristik dari model pembelajaran kebencanaan. Selanjutnya peneliti juga melakukan kajian teori tentang literasi kebencanaan, dan *smart risk taking-behavior*, serta mencari keterkaitan antara keduanya. Adapun yang dibahas pada kajian teori kedua variabel terikat tersebut antara lain tentang pengertian, komponen-komponen dan indikator. Selain tentang teori, peneliti juga mengkaji hubungan antar kedua variabel terikat tersebut. Teori-teori dan kajian riset pendahuluan tersebut dijadikan landasan peneliti dalam menyusun *draft* model pembelajaran kebencanaan di sekolah untuk meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* siswa.

Temuan awal penelitian yang berkaitan dengan pendidikan kebencanaan yang telah dilakukan di sekolah sekitar pesisir pantai kabupaten Lampung Selatan. Pemilihan tempat prapenelitian dengan alasan sekolah memenuhi kriteria rawan bencana gempa yang berpotensi tsunami. Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan, diperoleh bahwa pemahaman guru dan siswa akan kesiapsiagaan bencana masih rendah, serta belum pernah dilakukan pengayaan materi mata pelajaran fisika berorientasi pembelajaran kebencanaan.

Langkah selanjutnya yaitu menganalisis kondisi lapangan yang terkait dengan kondisi kurikulum, siswa, dan guru. Berdasarkan hasil observasi diperoleh bahwa kurikulum yang diterapkan ialah K-13. Salah satu target yang ingin dicapai melalui K-13 adalah pembelajaran yang diberikan kepada peserta didik harus membekalkan kemampuan pemecahan masalah dan kontekstual sesuai kondisi isu lingkungan sekitar siswa. Namun pada pelaksanaannya, pembelajaran masih konvensional dengan mengandalkan apa adanya buku ajar yang tersedia di sekolah. Dampaknya membuat siswa hanya memperoleh pengetahuan dan keterampilan sesuai yang dipelajari dikelas. Dalam menyusun *draft* model pembelajaran kebencanaan, temuan dari kajian pendahuluan dimanfaatkan sebagai dasar pertimbangan guna meningkatkan kemampuan literasi kebencanaan, dan *smart risk-taking behavior* siswa.

Temuan kajian pendahuluan tersebut, mengindikasikan perlunya dilakukan pengembangan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste*

sebagai upaya memfasilitasi siswa dalam meningkatkan kemampuan literasi kebencanaan, dan *smart risk-taking behavior*.

2. Tahapan II: Pengembangan desain model dan uji coba terbatas

Kegiatan yang akan dilaksanakan pada tahap ini mencakup perancangan desain model pembelajaran kebencanaan dan pelaksanaan uji coba. Berdasarkan hasil kajian pendahuluan, disusunlah suatu model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* sebagai upaya memfasilitasi siswa dalam meningkatkan kemampuan literasi kebencanaan, dan *smart risk-taking behavior* siswa. Rancangan yang dikembangkan mencakup: a) perancangan model pembelajaran; b) perancangan perangkat pembelajaran; c) validasi ahli; d) uji coba yang penyusunannya direkomendasikan dilakukan secara sistematis dan berurutan.

a. Rancangan model pembelajaran

Perancangan *draft* model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* setidaknya memuat komponen-komponen pembelajaran yakni tahapan-tahapan model pembelajaran lengkap dengan aktivitas guru dan siswa, sistem pendukung, serta dampak instruksional dan dampak pengiring. Landasan teoretis yang mendasari *draft* model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* yaitu di antaranya teori belajar kognitivisme, teori kognitif sosial, teori belajar pengalaman (*experiential learning*), teori pembelajaran transformasional, teori terapan inkuiri pedaste berorientasi sadar literasi kebencanaan, dan teori pembelajaran berorientasi *smart risk-taking behavior*.

b. Rancangan perangkat pembelajaran

Perancangan perangkat pembelajaran dilaksanakan setelah perancangan langkah-langkah dan petunjuk pelaksanaan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* selesai disusun. Tahapan perancangan perangkat pembelajaran meliputi: a) penataan materi sesuai dengan karakteristik konten pembelajaran, cakupan serta kedalaman materi, dan alokasi waktu; b) penetapan indikator ketercapaian pelaksanaan pembelajaran meliputi indikator pencapaian model pembelajaran, indikator literasi kebencanaan, dan indikator

smart risk-taking behavior; c) penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP); d) perancangan media pembelajaran yaitu modul, media visual, dan LKPD.

c. Validasi ahli

Produk pengembangan model (*draft I*), dilakukan validasi sebelum digunakan pada tahap implementasi. Validasi difokuskan pada konten (isi) oleh 5 orang ahli (Cohen and Swerdlik, 2010). Hasil validasi ahli berupa saran-saran yang membangun, menjadi acuan dalam merevisi produk model pembelajaran yang dikembangkan. Adapun hasil uji validasi konten (*draft I*), sekurang-kurangnya 5 orang validator menyatakan valid atau layak. Berikutnya dilakukan analisis terhadap hasil penilaian validator: a) apabila produk dinyatakan valid tanpa perbaikan (*draft II*), maka dilanjutkan ke tahap uji coba; b) apabila produk dinilai valid atau layak dengan perbaikan, maka dilakukan penyempurnaan hingga layak digunakan pada tahap uji coba, kemudian kembali kepada validator untuk memperoleh masukan atau persetujuan; c) apabila produk tidak valid atau belum memenuhi kelayakan, maka dilakukan perbaikan menyeluruh terhadap produk model dan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Produk hasil perbaikanselanjutnya dikirim kembali ke validator untuk dilakukan penilaian ulang (*draft II*), sehingga memungkinkan berlangsungnya kembali siklus evaluasi ahli dari awal.

d. Uji coba

Tahap uji coba dapat dilakukan setelah produk model (*draft II*) memenuhi kriteria valid atau layak. Pelaksanaan uji coba dilakukan melibatkan dua kelas eksperimen (kelas X.5 SMAN 1 Kalianda dan XI.12 SMAN 2 Kalianda), siswa kelas XI semester ganjil 2023/2024. Uji coba dilakukan dengan tujuan melihat secara empiris kepraktisan *draft* model pembelajaran, yang meliputi keterlaksanaan menggunakan angket, serta kemenarikan dan aktivitas siswa selama proses pembelajaran yang dinilai melalui instrumen observasi oleh pengamat. Tahapan uji coba 1 dan 2 terus dilakukan sesuai Gambar 3.1 pada materi getaran dan gelombang, sampai hasil uji coba *draft II* dievaluasi dan direvisi hingga layak

digunakan memenuhi syarat kepraktisan disebut *draft III* atau *draft III*, yang siap untuk diimplementasikan pada tahap implementasi model.

3. Tahapan III: Pengujian/ Implementasi model

Kegiatan yang akan dilakukan pada tahap III adalah uji coba model serta perangkatnya (*draft III*) yang telah dikembangkan berdasarkan sampel kelas XI semester Ganjil 2023 SMAN 1 dan SMAN 2 Kalianda. Tahapan ini berfokus untuk menilai efektifitas model pembelajaran yang telah dikembangkan melalui desain pengujian seperti Tabel 3.1 berikut

Tabel 3.1. Desain Penelitian Tahap Pengujian dan Implementasi

Grup (1)	Subjek (2)	Pretest (3)	Treatment (4)	Post-test (5)
Eksperimen 1	T1	O1	X1	O2
Kontrol 1	T2	O1	C	O2
Eksperimen 2	T1	O1	X1	O2
Kontrol 2	T2	O1	C	O2

Keterangan:

T1 = Kelas eksperimen dengan model pembelajaran PINTAR-Bencana

T2 = Kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional

O1 dan O2 = *Pretest* dan *post-test* untuk mengukur literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* sebelum dan sesudah pembelajaran

X = Pelaksanaan pembelajaran menggunakan model PINTAR-Bencana

C = Pelaksanaan pembelajaran dengan pembelajaran konvensional

B. Lokasi, Populasi, dan Sampel Penelitian

1. Lokasi penelitian

Studi ini dilaksanakan di dua lembaga pendidikan yang memenuhi kriteria pengambilan sampel sesuai studi pendahuluan lapangan dan literatur review, yaitu SMAN 1 Kalianda dan SMAN 2 Kalianda, di mana kedua sekolah tersebut secara geografis berada dekat dengan bibir pantai dan berpotensi terdampak bencana tsunami.

2. Populasi dan sampel penelitian

Studi ini menerapkan teknik *cluster random sampling*, yang melibatkan seleksi sampel berdasarkan kelompok (kelas) secara acak, bukan secara individu. Populasi yang menjadi fokus dalam studi ini mencakup seluruh siswa kelas XI SMAN 1 Kalianda (sebanyak 10 kelas) dan SMAN 2 Kalianda (sebanyak 12 kelas) Tahun pelajaran 2023/2024. Dua kelas dari tiap sekolah dipilih secara acak untuk dijadikan sampel penelitian (XI.5. Dan XI.6 SMAN 1 Kalianda dan XI.11 dan XI.12 SMAN 2 Kalianda). Jumlah keseluruhan sampel adalah 140 siswa. Setiap kelas yang terpilih kemudian menerima perlakuan yang berbeda. Kelas pertama mengikuti pembelajaran dengan model PINTAR-Bencana (XI.5 SMAN 1 Kalianda dan XI.12 SMAN 2 Kalianda), sedangkan kelas kedua menggunakan metode pembelajaran konvensional (XI.6 SMAN 1 Kalianda dan XI.11 SMAN 2 Kalianda).

C. Variabel Penelitian dan Definisi *Inquiry Pedaste*

1. Variabel penelitian

Variabel yang dikaji dalam penelitian ini mencakup keterlaksanaan, kemenarikan, dan keefektifan model pembelajaran PINTAR-Bencana berbasis *inquiry Pedaste*, literasi kebencanaan, dan *smart risk-taking behavior* fisika siswa materi getaran dan gelombang. Berdasarkan rumusan variabel-variabel penelitian di atas, sebagai acuan dalam proses pengambilan data, diperlukan pendefinisian secara operasional sebagai berikut:

- a. Keterlaksanaan model pembelajaran PINTAR-Bencana merupakan indikator kualitas model pembelajaran yang ditinjau dari penerapannya dalam kegiatan pembelajaran dikelas, yang selanjutnya disebut sebagai tingkat keterlaksanaan. Instrumen yang digunakan adalah lembar pengamatan (observasi) dengan empat kriteria penilaian, yaitu skor 1 (sangat rendah), skor 2 (rendah), skor 3 (tinggi), skor 4 (sangat tinggi). Unsur yang dinilai meliputi; keterlaksanaan langkah-langkah pembelajaran, sistem sosial dan prinsip reaksi.
- b. Kemenarikan model pembelajaran PINTAR-Bencana merupakan indikator mutu yang ditinjau dari respons siswa terhadap komponen dan kegiatan pembelajaran yang mencakup strategi mengajar guru, cara siswa belajar, pemanfaatan LKPD, dan penggunaan media. Pengukuran kemenarikan

- dilakukan menggunakan angket respons siswa yang menggali aspek kesukaan atau ketidaksukaan, persetujuan atau penolakan, serta pandangan siswa setelah mengikuti proses pembelajaran.
- c. Keefektifan model pembelajaran PINTAR-Bencana menunjukkan tingkat mutu model pembelajaran yang ditinjau dari keberhasilan pencapaian tujuan pembelajaran, khususnya dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior*. Tingkat efektifitas dalam mengelola proses pembelajaran, aktivitas peserta didik, serta capaian literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* yang terbentuk. Capaian literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* dianalisis menggunakan uji perbedaan rata-rata berdasarkan hasil *pretest* dan *post-test*.
 - d. Literasi Kebencanaan, dimaksud adalah literasi bencana gempa yang berdampak tsunami, terdiri dari dimensi-dimensi seperti pengetahuan, sikap dan perilaku tentang bencana gempa yang berdampak tsunami. Dimensi pertama literasi bencana alam yang memiliki struktur tiga dimensi adalah dimensi pengetahuan (Sözcü & Aydinözü, 2019). Pengetahuan yang dimiliki pada dimensi pertama menunjukkan tingkat fundamental. Dimensi kedua, pengetahuan yang dimiliki sebagai sikap. Dimensi ketiga adalah transformasi pengetahuan yang diinternalisasi dan diadopsi menjadi perilaku. Literasi kebencanaan dapat diukur dengan angket mitigasi bencana.
 - e. *Smart risk-taking behavior* (Perilaku pengambilan risiko) merupakan bentuk khusus dari pengambilan risiko yang berkaitan dengan pendidikan (Akdağ et al., 2017). Beghetto (2009) mengemukakan bahwa pengambilan risiko intelektual dipandang sebagai pengembangan lanjutan dari perilaku mengambil risiko, yang dipengaruhi oleh ketertarikan terhadap sains (*Interest in Science/IS*), keyakinan diri kreatif (*Creative Self-Efficacy/CSE*), serta persepsi siswa terhadap kontribusi guru (Beghetto, 2009). Lingkungan belajar yang kondusif berperan dalam mendorong siswa untuk berani mengambil risiko yang lebih besar dalam aktivitas pembelajaran (Clifford, 1991). Pengambilan risiko intelektual juga dipandang sebagai salah satu keterampilan abad ke-21, sehingga diperlukan dukungan yang sistematis agar siswa mampu menginternalisasi perilaku tersebut (Allmond et al., 2016). Penerapan

pengambilan risiko memberikan dampak positif, antara lain meningkatnya partisipasi siswa dalam pembelajaran sains, bertambahnya rasa percaya diri guru dalam mengajar sains, serta terbangunnya hubungan kolaboratif antara guru dan siswa (Radloff et al., 2019). Perilaku individu dapat mengalami perubahan melalui intervensi yang terencana (Ma & Bateson, 1999). Sejalan dengan hal tersebut, Hong (2010) menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran yang inovatif mampu membantu siswa mengikuti proses pembelajaran secara lebih efektif. Oleh karena itu, smart risk-taking behavior dapat diukur menggunakan instrumen angket.

D. Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

1. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi untuk memanipulasi proses pembelajaran terkait model pembelajaran yang dikembangkan, yang mencakup lembar observasi untuk menilai pelaksanaan model yang dikembangkan serta aktivitas siswa; instrumen juga berfungsi untuk mengevaluasi hasil dari pelaksanaan pembelajaran meliputi; angket literasi kebencanaan, angket SRTB, dan pedoman wawancara. Angket literasi kebencanaan dan SRTB diadaptasi dari Badan Penanggulangan Bencana.

a. Lembar Observasi

Lembar observasi yang disusun mencakup instrumen untuk mengamati pelaksanaan model pembelajaran yang dikembangkan, aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung, serta kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran, yang diadaptasi dari instrumen Sunyono (2014).

b. Angket

Angket ini dirancang untuk menggali respons siswa terhadap implementasi model pembelajaran PINTAR-Bencana yang dikembangkan. Angket disusun berdasarkan skala Likert, sehingga siswa dapat memberikan penilaian terhadap pengalaman belajar yang mereka alami melalui pilihan tingkat persetujuan atau ketertarikan, mulai dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju, atau dari sangat

tidak menarik hingga sangat menarik, sesuai dengan indikator yang dinilai. Setiap pernyataan dalam angket memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengungkapkan persepsi mereka terhadap efektivitas dan daya tarik model pembelajaran. Jawaban siswa diberikan dalam bentuk *checklist* pada kolom yang sudah disediakan, sehingga memudahkan analisis data secara kuantitatif. Skala Likert dipilih karena mampu memberikan gambaran yang lebih terstruktur mengenai kecenderungan sikap siswa terhadap model pembelajaran yang diterapkan. Angket ini juga mengukur keterlaksanaan pembelajaran, yaitu sejauh mana model pembelajaran diterapkan sesuai dengan rencana dan bagaimana siswa meresponsnya dalam proses belajar. Penggunaan skala Likert dalam penelitian ini memberikan keunggulan dalam mengkuantifikasi data kualitatif, sehingga memungkinkan analisis statistik lebih akurat dalam mengevaluasi efektivitas implementasi model pembelajaran PINTAR-Bencana.

c. Pedoman Wawancara

Pedoman wawancara yang akan dikembangkan menggunakan bentuk wawancara semi-terstruktur. Instrumen ini diadaptasi dan disesuaikan dari pedoman wawancara yang dikembangkan oleh Sunyono (2014), yang memuat sejumlah pertanyaan untuk menggali penjelasan siswa terkait alasan pemilihan jawaban pada tes literasi kebencanaan.

1) Uji Validitas Instrumen Penelitian

Suatu instrumen dinyatakan valid apabila instrumen tersebut mampu mengukur aspek yang memang menjadi sasaran pengukuran (Sugiyono, 2017). Apabila data yang diperoleh melalui suatu instrumen benar, maka instrumen tersebut dapat dikategorikan valid karena mampu merepresentasikan kondisi yang sebenarnya secara akurat (Arikunto, 2021). Instrumen yang diuji tingkat validitasnya pada penelitian ini mencakup *draft* model pembelajaran yang dikembangkan beserta perangkat pendukungnya, yaitu RPP, LKPD, dan lembar observasi. Proses validasi dilakukan oleh sekurang-kurangnya lima orang pakar yang memiliki keahlian sesuai dengan bidang kajian penelitian. Penentuan validitas instrumen dianalisis menggunakan kriteria Lawshe (Cohen & Swerdlik, 2010).

Analisis data instrumen didasarkan pada hasil telaah yang dilakukan oleh para ahli terhadap berbagai komponen model perangkat pendukung yang dikembangkan. Aspek penilaian utama untuk penilaian model pembelajaran yang divalidasi meliputi 1) landasan teori, 2) sintak, 3) sistem sosial, 4) prinsip reaksi, 5) sistem pendukung, dan 6) dampak pengiring dan intruksional. Kelayakan model pembelajaran dan perangkat pendukungnya dilihat berdasarkan hasil analisis terhadap penilaian para validator. Mengadopsi dari Koyan (2007), rumus persentase yang digunakan untuk menganalisis kelayakan model dan perangkat pendukung pembelajaran adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{\sum x_1} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase kelayakan produk

$\sum x$ = jumlah keseluruhan jawaban responden

$\sum x_1$ = jumlah keseluruhan skor ideal dalam satu item.

Interpretasi terhadap hasil tersebut disajikan dalam tabel 3.2 berikut,

Tabel 3.2 Pedoman konversi kelayakan produk

No (1)	Rentang Skor (%) (2)	Kategori (3)
1	90 < Skor < 100	Sangat Layak
2	75 < Skor < 90	Layak
3	65 < Skor < 75	Cukup Layak
4	55 < Skor < 65	Tidak Layak
5	90 < Skor < 55	Sangat Tidak Layak

Sedangkan, instrumen untuk literasi kebencanaan dan SRTB diadaptasi dari BNSP. Instrumen literasi kebencanaan dan SRTB berupa kuesioner atau angket.

2. Teknik Pengumpulan Data

a. Observasi dan Pemberian angket

Observasi dilakukan oleh pengamat yang telah memperoleh pelatihan sehingga mampu menggunakan lembar observasi secara tepat dan konsisten. Kegiatan observasi dilakukan dengan memanfaatkan instrumen yang telah disusun,

meliputi lembar observasi pelaksanaan model pembelajaran yang dikembangkan, aktivitas siswa selama implementasi pembelajaran, lembar observasi kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran. Prosedur pengisian lembar observasi dilakukan dengan memberikan tanda *checklist* pada kolom yang tersedia.

Pemberian angket dilaksanakan pada setiap diakhir implementasi model pembelajaran yang dikembangkan. Angket yang akan disusun berupa pertanyaan=pernyataan yang akan dijawab siswa dengan memberikan tanda *checklist* pada kolom yang tersedia. Teknis mengisi angket dilakukan dengan cara yang sama, yaitu memberikan tanda *checklist* pada kolom yang tersedia.

b. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk melengkapi data tentang tes literasi kebencanaan siswa. Kegiatan wawancara dilakukan terhadap 4 orang siswa yang dipilih secara acak dari jumlah keseluruhan siswa yang menjadi sampel penerapan model pembelajaran yang dikembangkan.

E. Teknik Analisis Data

Analisis data meliputi analisis deskriptif dari data kualitatif dan analisis inferensial dari data kualitatif.

1. Analisis deskriptif

a. Analisis data keterlaksanaan dan kemenarikan model

Analisis data kuantitatif terkait keterlaksanaan dan kemenarikan model pembelajaran, yang ditinjau melalui RPP, dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif dengan merujuk pada hasil observasi terhadap pelaksanaan model pembelajaran yang dirancang serta tanggapan atau ketertarikan siswa.

b. Analisis data kemampuan guru mengelola pembelajaran dan data aktivitas siswa

Analisis inferensial diterapkan terhadap data berupa nilai rata-rata literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* siswa yang diperoleh melalui penerapan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste*. Sebelum analisis utama dilakukan, data diuji prasyarat terlebih dahulu untuk

memastikan validitas hasil. Uji prasyarat meliputi uji normalitas untuk mengetahui kesesuaian distribusi data pada setiap kelompok, serta uji homogenitas untuk memastikan kesamaan varians antar kelompok. Hasil dari uji prasyarat ini akan menentukan apakah analisis data dilanjutkan dengan menggunakan uji statistik parametrik atau non-parametrik. Jika asumsi normalitas dan homogenitas terpenuhi, maka analisis dilakukan dengan *Two-Way ANOVA*. Uji ini bertujuan untuk menguji efek utama dari faktor kelas (eksperimen dan kontrol) serta gender (laki-laki dan perempuan) terhadap literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* siswa. Selain itu, ANOVA juga digunakan untuk menguji efek interaksi antara kelas dan gender terhadap kedua variabel dependen tersebut (Hake, 2002).

2. Uji Prasyarat Analisis Data

Sebelum melakukan analisis data, terlebih dahulu dilakukan pengujian prasyarat analisis data, yaitu uji normalitas dan homogenitas guna mengetahui apakah data yang diperoleh terdistribusi normal dan homogen. Berikut cara pengujian prasyarat analisis data:

1) Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menguji apakah data hasil tes berdistribusi normal. Pengujian dilakukan menggunakan uji statistik parametrik *one-sample kolmogorov-smirnov test* menggunakan bantuan program komputer SPSS 25.

Hipotesis

H_0 = data terdistribusi secara normal

H_1 = data tidak terdistribusi secara normal

Pedoman pengambilan keputusan

Nilai Asymp.Sig < 0,05 maka H_0 ditolak

Nilai Asymp.Sig > 0,05 maka H_0 diterima

2) Uji Homogenitas

Uji Homogenitas digunakan untuk mengetahui bahwa dua atau lebih kelompok dari sampel yang digunakan memiliki variasi yang sama. Uji Homogenitas pada penelitian ini menggunakan uji *homogeneity of variances* dengan program SPSS 25.00 dengan taraf signifikansi 5% atau

0,05. Syarat *statistic multivariat* anova akan terpenuhi jika distribusi homogen dengan ketentuan sebagai berikut:

Nilai Asymp.Sig < 0,05 maka H_0 ditolak

Nilai Asymp.Sig > 0,05 maka H_0 diterima

3. Uji Hipotesis

Uji hipotesis yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan uji *Two-Way ANOVA (Analysis of Variance)* dengan bantuan program komputer SPSS 25. Uji *Two-Way ANOVA* adalah uji statistik yang digunakan untuk menguji pengaruh dua variabel independen (faktor) terhadap satu variabel dependen, baik secara individu (efek utama) maupun kombinasi keduanya (efek interaksi). Uji ini membantu menentukan apakah faktor-faktor tersebut memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel dependen dan apakah kombinasi kedua faktor memberikan efek yang berbeda dibandingkan pengaruh masing-masing faktor secara terpisah (Sarwono, 2013). Adapun desain faktorial yang digunakan pada penelitian ini adalah 2x2. Berikut adalah desain faktorial 2x2 yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Desain Faktorial

		Model	
		Model Eksperimen menggunakan Model pembelajaran PINTAR-Bencana (A ₁)	Model Kontrol menggunakan Model pembelajaran konvensional (A ₂)
Gender	Laki-laki (B ₁)	A ₁ B ₁	A ₂ B ₁
	Perempuan (B ₂)	A ₁ B ₂	A ₂ B ₂

Keterangan :

A₁B₁ : Kelompok siswa yang diberi model pembelajaran eksperimen (Model Pembelajaran PINTAR-Bencana) terhadap gender laki-laki

A₂B₁ : Kelompok siswa yang diberi model pembelajaran kontrol (Model Pembelajaran Konvensional) terhadap gender laki-laki

A₁B₂ : Kelompok siswa yang diberi model pembelajaran eksperimen (Model Pembelajaran PINTAR-Bencana) terhadap gender perempuan

A₂B₂ : Kelompok siswa yang diberi model pembelajaran kontrol (Model Pembelajaran Konvensional) terhadap gender perempuan

Pedoman pengambilan keputusan sebagai berikut.

Nilai Asymp.Sig < 0,05 maka H_0 ditolak

Nilai Asymp.Sig > 0,05 maka H_0 diterima

Adapun hipotesis statistik dalam penelitian ini yaitu:

a. Implementasi model terhadap literasi kebencanaan siswa

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: Tidak ada pengaruh signifikan dari penggunaan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* terhadap literasi kebencanaan

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$: Ada pengaruh signifikan dari penggunaan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* terhadap literasi kebencanaan

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: Tidak ada pengaruh signifikan dilihat dari gender terhadap literasi kebencanaan

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$: Ada pengaruh signifikan dilihat dari gender terhadap literasi kebencanaan

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: Tidak ada interaksi antara model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dan gender terhadap literasi kebencanaan

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$: Ada interaksi antara model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dan gender terhadap literasi kebencanaan

b. Implementasi model terhadap *smart risk-taking behavior* siswa

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: Tidak ada pengaruh signifikan dari penggunaan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* terhadap *smart risk-taking behavior*

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$: Ada pengaruh signifikan dari penggunaan model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* terhadap *smart risk-taking behavior*

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: Tidak ada pengaruh signifikan dilihat dari gender terhadap *smart risk-taking behavior*

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$: Ada pengaruh signifikan dilihat dari gender terhadap *smart risk-taking behavior*

Hp.3 → $H_0: \mu_1 = \mu_2$: Tidak ada interaksi antara model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dan gender terhadap *smart risk-taking behavior*

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$: Ada interaksi antara model pembelajaran mitigasi kebencanaan berbasis *inquiry Pedaste* dan gender terhadap *smart risk-taking behavior*

Kefektifan model PINTAR-Bencana, diuji dengan *effect size* (Arista et al., 2014; Erpina et al., 2014; Nigsih, 2012) yang merupakan ukuran mengenai besarnya efek suatu variabel pada variabel lain. Variabel yang sering terkait biasanya variabel independen dan variabel dependen. *Effect size* dapat dihitung dengan formulasi Cohen (1998) dan kemudian dijabarkan lebih rinci oleh Hake (2002).

$$d = \frac{m_A - m_B}{[(s_{d_A}^2 + s_{d_B}^2)/2]^{1/2}}$$

Keterangan:

d = *effect size*

m_A = nilai rata-rata gain kelas eksperimen

m_B = nilai rata-rata gain kelas kontrol

s_{d_A} = standar deviasi kelas eksperimen

s_{d_B} = standar deviasi kelas kontrol

Kemampuan literasi bencana dan *smart risk-taking behavior* dikelompokkan menjadi lima kategori yaitu: tinggi, sedang dan rendah. Untuk menginterpretasikan hasil tes kemampuan berpikir tingkat tinggi, maka data skor yang diperoleh dikonversikan ke dalam tiga kategori sesuai rumus konversi yang diadaptasi oleh Cohen (1998). Kriteria besar kecilnya *effect size* dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kriteria *effect size*

Effect Size	Kategori
$d < 0,2$	Kecil
$0,2 < d < 0,8$	Sedang
$d > 0,8$	Tinggi

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang model pembelajaran PINTAR-Bencana memiliki 6 fase pembelajaran yaitu *Presentation*, *Investigation*, *Navigation*, *Transformation*, *Articulation*, dan *Response* dan dapat disimpulkan sebagai berikut:

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, berikut beberapa poin kesimpulan:

1. Model pembelajaran mitigasi kebencanaan yang dikembangkan, yaitu model pembelajaran PINTAR-Bencana disusun berdasarkan teori belajar seperti, teori belajar konstruktivisme, teori kognitif sosial, teori belajar pengalaman, teori pembelajaran transformasional dan teori terapan *inquiry Pedaste*. Berdasarkan landasan teori model pembelajaran PINTAR-Bencana memiliki karakteristik:
 - (1) Model pembelajaran PINTAR-Bencana menggabungkan pendekatan *inquiry based learning* dari Pedaste dengan konteks kebencanaan secara langsung, sehingga pembelajaran menjadi aplikatif.
 - (2) Model pembelajaran PINTAR-Bencana bertujuan untuk meningkatkan literasi kebencanaan dan meningkatkan *smart risk-taking behavior* pada siswa SMA, khususnya dalam mata pelajaran Fisika.
 - (3) Model pembelajaran PINTAR-Bencana dirancang secara cerdas dan sistematis, dengan sintak *inquiry Pedaste* yang disesuaikan dengan kebutuhan kognitif, afektif, dan kontekstual siswa. Kecerdasannya tercermin dari dorongan eksplorasi aktif dan refleksi kritis, sementara sistematisnya terlihat dari keterkaitan antar fase pembelajaran yang membangun pemahaman mendalam secara terstruktur dan aplikatif.

- (4) Model pembelajaran PINTAR-Bencana memiliki karakteristik adaptif, model ini dapat diterapkan diberbagai kondisi geografis dan sosial-budaya, karena mendorong integrasi konteks lokal dalam pembelajaran, termasuk karakteristik wilayah rawan bencana yang relevan dengan kehidupan siswa.
- (5) Mempunyai karakter transformatif, yang tidak hanya mentransmisikan pengetahuan kognitif, tetapi juga menumbuhkan kesadaran siswa terhadap risiko bencana melalui pengalaman belajar reflektif dan interaktif, sehingga mendorong perubahan sikap yang berorientasi pada kesiapsiagaan dan tindakan preventif.
2. Kelayakan model pembelajaran PINTAR-Bencana dinilai melalui tiga aspek utama, yaitu validitas, kepraktisan, dan keefektifan, dengan mempertimbangkan pula interaksi antara jenis kelamin siswa dan respons terhadap model yang disimpulkan pada point-point berikut:
- a. Model ini telah divalidasi oleh para ahli dan dinyatakan layak untuk diterapkan dalam pembelajaran. Model PINTAR-Bencana divalidasi oleh lima ahli dengan hasil sangat baik, memperoleh rata-rata 87,1% untuk validitas isi dan 91,53% untuk validitas konstruk, keduanya dalam kategori Sangat Valid (SV). Validitas isi menunjukkan bahwa model PINTAR-Bencana memenuhi kriteria teori yang kuat dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran di daerah rawan bencana. Dari segi efektivitas, model ini terbukti meningkatkan literasi kebencanaan dan SRTB siswa dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Meskipun terdapat beberapa tantangan pada tahap implementasi awal, model ini memberikan hasil positif dalam menghubungkan konsep fisika dengan aplikasi nyata dalam situasi bencana. Model pembelajaran PINTAR-Bencana mampu menghasilkan.
 - b. Model PINTAR-Bencana menunjukkan kepraktisan yang sangat baik. dibuktikan melalui respons positif siswa dan guru serta hasil observasi langsung selama uji coba. Rata-rata keterlaksanaan sintak pembelajaran mencapai 84,67% dari siswa dan 92,50% dari guru, dengan sistem sosial (91,00% siswa; 96,67% guru), prinsip reaksi (91,00% siswa; 87,00%

guru), dan sistem pendukung (93,00% siswa; 96,67% guru) yang mendukung proses belajar secara optimal. Guru mampu melaksanakan seluruh tahapan model mulai dari *Presentation, Investigation, Navigation, Transformation, Articulation*, hingga *Response* secara sistematis dan sesuai rancangan. Setiap tahapan menunjukkan keterlaksanaan yang tinggi, yang ditandai dengan keterlibatan aktif siswa, baik dalam kegiatan kelompok, eksperimen simulasi, hingga diskusi dan refleksi. Selain itu, sistem sosial dalam kelas seperti kerja sama antar siswa, interaksi dengan guru, serta atmosfer kelas yang mendukung berjalan efektif. Prinsip reaksi guru dalam merespons kebutuhan belajar siswa juga dinilai adaptif, mendukung proses pembelajaran secara fleksibel dan sesuai dengan dinamika kelas.

- c. Model pembelajaran PINTAR-Bencana terbukti efektif dalam meningkatkan literasi kebencanaan siswa SMA. Data menunjukkan bahwa setelah penerapan model ini, terjadi peningkatan skor literasi kebencanaan pada kelompok eksperimen secara signifikan dibanding kelompok kontrol. Model ini memungkinkan siswa untuk memahami konsep-konsep kebencanaan melalui pendekatan ilmiah yang aplikatif, seperti penggunaan simulasi, eksperimen, dan diskusi kontekstual yang relevan dengan kehidupan nyata di wilayah rawan bencana.
- d. Model pembelajaran PINTAR-Bencana juga secara signifikan mampu meningkatkan *smart risk-taking behavior* siswa. Berdasarkan data kuantitatif dan refleksi siswa, model ini mendorong siswa untuk tidak hanya memahami risiko bencana, tetapi juga mengembangkan kemampuan mengambil keputusan secara bijak dan rasional dalam kondisi darurat. Hal ini didukung oleh sintak model yang mengarahkan siswa untuk mengkaji risiko, mengevaluasi pilihan tindakan, serta mengembangkan keberanian bertindak berdasarkan pengetahuan dan kesadaran sosial.
- e. Model pembelajaran PINTAR-Bencana terbukti efektif dalam meningkatkan literasi kebencanaan dan perilaku pengambilan risiko yang cerdas (*smart risk-taking behavior*) siswa, dengan mempertimbangkan

perspektif gender. Literasi kebencanaan yang mencakup pemahaman konsep fisika dan kesadaran mitigasi meningkat secara signifikan, terutama pada siswa perempuan yang cenderung lebih reflektif dan strategis dalam merancang solusi kebencanaan. Di sisi lain, *smart risk-taking behavior* yang menekankan pada kemampuan mengambil keputusan cepat dan tepat dalam situasi darurat berkembang lebih menonjol pada siswa laki-laki, terutama melalui aktivitas simulasi. Meskipun gender secara individu tidak selalu berpengaruh secara langsung terhadap *smart risk-taking behavior*, interaksi antara pendekatan pembelajaran dan karakteristik gender memberikan dampak nyata terhadap efektivitas pembelajaran.

B. Implikasi

1. Model pembelajaran PINTAR-Bencana dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran fisika dengan topik-topik lainnya, terutama pada materi getaran dan gelombang yang mempunyai hubungan dengan mitigasi kebencanaan.
2. Model pembelajaran PINTAR-Bencana memberikan gambaran bahwa pembelajaran berbasis *inquiry* dapat diintegrasikan dengan fenomena kebencanaan, memungkinkan siswa untuk tidak hanya memahami teori fisika tetapi juga mengaitkannya dengan situasi nyata yang membutuhkan pengetahuan mitigasi
3. Model pembelajaran PINTAR-Bencana menunjukkan bahwa siswa tidak hanya dituntut untuk mencapai hasil belajar (*output*) semata, tetapi juga untuk memahami nilai-nilai kebencanaan, seperti kesadaran lingkungan, empati terhadap korban, dan kesiapsiagaan dalam menghadapi risiko.
4. Model pembelajaran PINTAR-Bencana mampu melatih siswa untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis siswa, terutama dalam mengidentifikasi risiko bencana, menganalisis penyebabnya, dan merumuskan strategi mitigasi yang efektif.
5. Model pembelajaran PINTAR-Bencana melatih siswa untuk mengambil keputusan cerdas dalam situasi darurat, dengan mananamkan perilaku

pengambilan risiko yang cerdas (*smart risk-taking behavior*) dan kemampuan untuk bertindak cepat berdasarkan data dan pemahaman ilmiah.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan validasi model PINTAR-Bencana, berikut beberapa rekomendasi yang dapat diberikan untuk guru, siswa, sekolah, dan lembaga pendidikan:

1. Bagi Guru:

- a. Guru disarankan untuk mengimplementasikan model ini dalam pengajaran fisika, terutama terkait materi kebencanaan, karena terbukti dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami literasi kebencanaan dan *smart risk-taking behavior* siswa.
- b. Guru perlu mengikuti pelatihan untuk menguasai konsep model pembelajaran berbasis *inquiry*, serta memahami bagaimana mengintegrasikan prinsip mitigasi bencana ke dalam pembelajaran sehari-hari.
- c. Guru dapat menggunakan lembar observasi keterlaksanaan yang telah dirancang untuk menilai penerapan model ini di kelas dan untuk mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki.

2. Bagi Siswa:

- a. Siswa perlu berperan aktif dalam setiap tahap pembelajaran model ini untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman yang lebih mendalam mengenai bencana alam dan mitigasinya.
- b. Diskusi kelompok menjadi bagian penting dari pembelajaran ini, sehingga siswa diharapkan terlibat secara aktif untuk saling berbagi dan mengembangkan pemahaman siswa.
- c. Siswa disarankan untuk melakukan refleksi secara mandiri terhadap pembelajaran yang telah dilakukan guna mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki.

3. Bagi Sekolah:

- a. Sekolah disarankan untuk memasukkan model PINTAR-Bencana ke dalam kurikulum fisika untuk meningkatkan kualitas pendidikan di daerah yang rawan bencana.
- b. Sekolah perlu menyediakan pelatihan bagi para guru agar siswa dapat memahami dan mengimplementasikan model pembelajaran ini secara efektif.
- c. Sekolah disarankan untuk melakukan evaluasi berkala terhadap efektivitas penerapan model ini guna meningkatkan keberhasilannya di kelas.

4. Penelitian selanjutnya:

- a. Penelitian lebih lanjut menggunakan model pembelajaran PINTAR-Bencana dapat diterapkan untuk Materi Lain dalam Pembelajaran Fisika. Penelitian lebih lanjut dapat mengeksplorasi penerapan model PINTAR-Bencana pada topik fisika lain, seperti energi, fluida, atau dinamika rotasi, yang juga memiliki relevansi dengan fenomena kebencanaan.
- b. Penelitian lebih lanjut menggunakan model pembelajaran PINTAR-Bencana dapat diterapkan untuk evaluasi efektivitas model pada berbagai konteks geografis di daerah dengan risiko bencana berbeda, seperti daerah rawan banjir, longsor, atau letusan gunung berapi, untuk menilai fleksibilitas dan adaptabilitasnya.
- c. Penelitian lebih lanjut dapat menguji efektivitas model pintar-bencana pada jenjang pendidikan berbeda, seperti sekolah dasar atau perguruan tinggi, untuk mengevaluasi tingkat kompleksitas dan adaptasi yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, K., Abo-Zahhad, M., & Abdelwahab, M. (2024). Natural disaster damage analysis using lightweight spatial feature aggregated deep learning model. *Earth Science Informatics*, 17(4), 3149–3161. <https://doi.org/10.1007/s12145-024-01325-3>
- Adams, W. K., Reid, S., Lemaster, R., McKagan, S. B., Perkins, K. K., Dubson, M., & Wieman, Carl. E. (2008). A study of educational simulations: Part 1 - Engagement and learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 19(3), 397–419.
- Aflalo, A., & Price, A. R. (Translator). (2015). *The failed assassination of psychoanalysis: The rise and fall of cognitivism* (1st ed.). Routledge.
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender implementation project-based learning integrated STEM to improve scientific literacy based on gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212.
- Agung, D. (2019). Bencana alam, militer, dan pertahanan Negara. *WIRA: Media Informasi Kementerian Pertahanan*, 3(5), 5–11.
- Aitsi-Selmi, A., & Murray, V. (2015). The sendai framework: Disaster risk reduction through a health lens. *Bulletin of the World Health Organization*, 93(6), 362.
- Akdağ, E., Köksal, M., & Ertekin, P. (2017). Üstün yetenekli ortaokul öğrencilerinin fen öğrenmede zihinsel risk alma davranışlarının sınıf düzeyi ve cinsiyet değişkenleri açısından incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 16–25. <https://doi.org/10.30803/adusobed.321024>
- ALEA. (2015). Literacy in 21st century Australia: ALEA literacy declaration. In *Australian Literacy Educators Association*.
- Allmond, S., Hillman, J., Huntly, K., Makar, K., & O'Brien, M. (2016). Assessing children's progress in taking intellectual risks in a mathematical inquiry classroom with a positive learning approach. *Mathematics Education Research Group of Australasia*.
- Altun, S., & Yücel-Toy, B. (2015). The methods of teaching course based on constructivist learning approach: An action research. *Journal of Education and Training Studies*, 3(6), Article 6. <https://doi.org/10.11114/jets.v3i6.1047>
- Andriani, A., R. Beny, W. K., Wakhudin, W., Pamungkas, G., & Martiani, I. (2021). Kesiapsiagaan masyarakat pantai dalam upaya menghadapi bencana alam (studi kasus kearifan lokal di wilayah Indonesia). *Prosiding Seminar Nasional LPPM UMP*, 3(0), 348–359.

- Anisa, V. M., & Astriani, D. (2022). Implementation of PhET simulation with discovery learning model to improve understanding of dynamic electricity concepts. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(3), 292–301. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i3.3438>
- Antomi, Y. (2020). Characteristics of tectonic earthquake Sumatera. *International Remote Sensing Applied Journal*, 1(1), 1–6.
- Amri, A., Bird, D. K., Ronan, K., Haynes, K., and Towers, B.: Disaster risk reduction education in Indonesia: challenges and recommendations for scaling up, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 17(1), 595–612, <https://doi.org/10.5194/nhess-17-595-2017>, 2017.
- Amri, A., Lassa, J. A., Tebe, Y., Hanifa, N. R., Kumar, J., & Sagala, S. (2022). Pathways to Disaster Risk Reduction Education integration in schools: Insights from SPAB evaluation in Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 73, 102860. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.102860>
- Arikunto, S. (2021). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan* (R. Damayanti, Ed.; 3rd ed.). PT. Bumi Aksara.
- Asri, B. (2012). *Belajar dan Pembelajaran*. Rineka Cipta.
- Atmojo, S. E., Rahmawati, R. D., & Anggriani, M. D. (2023). The impact of sets education on disaster education on student mitigation skills and resilience. *Nurture*, 17(3), 240–252. <https://doi.org/10.55951/nurture.v17i3.313>
- Attard, C., Berger, N., & Mackenzie, E. (2021). The Positive Influence of Inquiry-Based Learning Teacher Professional Learning and Industry Partnerships on Student Engagement With STEM. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.693221>
- Ayubi, S., Kosim, Gunada, I. W., & Handayani, E. P. (2019). Pengembangan model pembelajaran kesadaran bencana di sekolah dasar. *J. Pijar MIPA*, 14(2), 68–73.
- Bal-Incebacak, B., Yaman, S., & Sarışan-Tungaç, A. (2019). The relation between intellectual risk-taking regarding science classes and test anxiety inventory of secondary school. *South African Journal of Education*, 39(1). <https://doi.org/10.15700/SAJE.V39N1A1670>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A., & Jones, M. R. (1962). *Social Learning Through Imitation*. In M. R. Jones (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation, 1962* (pp. 211–274). Univer. Nebraska Press.
- Bandura, A., & Walters, R. H. (1963). *Social learning and personality development*. New York.
- Bañeres, D., Rodríguez, M. E., Guerrero-Roldán, A. E., & Karadeniz, A. (2020). An early warning system to detect at-risk students in online higher education. *Applied Sciences*, 10(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/app10134427>
- Beghetto, R. A. (2009). Correlates of intellectual risk taking in elementary school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 210–223. <https://doi.org/10.1002/TEA.20270>

- Beghetto, R. A. (2009). Correlates of intellectual risk taking in elementary school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 210–223. <https://doi.org/10.1002/tea.20270>
- Bergsteiner, Avery, Gayle C, & Neumann, Ruth. (2010). Kolb's experiential learning model: Critique from a modelling perspective. *Studies in Continuing Education*, 32(1), 29–46. <https://doi.org/10.1080/01580370903534355>
- Biruny, D. H., & Salsabila, I. (2021). The application of a humanistic approach to health care and education. *AMCA Journal of Community Development*, 1(1), 9–12. <https://doi.org/10.51773/AJCD.V1I1.22>
- BNPB. (2020). *Rencana Nasional Penanggulangan Bencana 2020-2024*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Bransford, J., National Research Council (U.S.), & National Research Council (U.S.) (Eds.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (Expanded ed). National Academy Press.
- Brown, L. M., Haun, J. N., & Peterson, L. (2014a). A proposed disaster literacy model. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 8(3), 267–275. <https://doi.org/10.1017/dmp.2014.43>
- Brown, L. M., Haun, J. N., & Peterson, L. (2014b). A proposed disaster literacy model. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 8(3), 267–275. <https://doi.org/10.1017/dmp.2014.43>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Scotter, P. V., Westbrook, A., & Lances, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs. https://www.researchgate.net/publication/281412517_The_BSCS_5E_instructional_model_Origins_and_effectiveness
- Cai, S., Liu, C., Wang, T., Liu, E., & Liang, J.-C. (2021). Effects of learning physics using Augmented Reality on students' self-efficacy and conceptions of learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 235–251. <https://doi.org/10.1111/bjet.13020>
- Çakır, E., & Yaman, S. (2015). Ortaokul öğrencilerinin zihinsel risk alma becerileri ve üst bilişsel farkındalıkları ile akademik başarıları arasındaki ilişki [The relationship between secondary school students' mental risk taking skills and metacognitive awareness and academic achievement]. *Gazi Journal of Educational Sciences*, 1(2), 163–178.
- Chambers, A. J., Campion, M. J., Courtenay, B. G., Crozier, J. A., & New, C. H. (2006). Operation Sumatra Assist: Surgery for survivors of the tsunami disaster in Indonesia. *ANZ Journal of Surgery*, 76(1–2), 39–42. <https://doi.org/10.1111/J.1445-2197.2006.03644.X>
- Chirico, A., Pizzolante, M., Kitson, A., Gianotti, E., Riecke, B. E., & Gaggioli, A. (2022). Defining transformative experiences: A conceptual analysis. *Frontiers in Psychology*, 13, 790300. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.790300>
- Clifford, M. M. (1988). Failure Tolerance and academic risk-taking in ten- to twelve-year-old students. *British Journal of Educational Psychology*, 58(1), 15–27. <https://doi.org/10.1111/J.2044-8279.1988.TB00875.X>

- Clifford, M. M. (1991). Risk taking: Theoretical, empirical, and educational considerations. *Educational Psychologist*, 26(3–4), 263–297. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653135>
- Clifford, M. M., Lan, W. Y., Chou, F. C., & Qi, Y. (2014). Academic risk-taking. <Http://Dx.Doi.Org/10.1080/00220973.1989.10806514>, 57(4), 321–338. <https://doi.org/10.1080/00220973.1989.10806514>
- Čolić, R., Rodić, D. M., & Fokdal, J. (2023). To what extent can collaborative platforms in urban planning education enhance transformative learning outside of academia? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(7), 1507–1523. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-06-2022-0184>
- Cohen, J. (1998). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (Second Edition). NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Cohen, R. J., & Swerdlik, M. E. (2010). *Psychological Testing and Assessment: An Introduction to Tests and Measurement*. McGraw-Hill Higher Education.
- Connor, C. B. (2011). A Quantitative literacy view of natural disasters and nuclear facilities. *Numeracy*, 4(2), 2. <http://dx.doi.org/10.5038/1936-4660.4.2.2>
- CRED. (2015). *The human cost of natural disasters a global perspective*.
- Dalampira, E.-S., & Nastis, S. A. (2020). Back to the future: Simplifying Sustainable Development Goals based on three pillars of sustainability. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*, 6(3), 226–240. <https://doi.org/10.1504/IJSAMI.2020.112089>
- Derouen, J. (2020). Reflective Listening Visualization: Enhancing Interdisciplinary Disaster Research through the Use of Visualization Techniques. *Climate Change: Towards a Sustainable Future*, 41(7), 1093–1103. <https://doi.org/10.1111/risa.13464>
- Dewett, T. (2006). Exploring the role of risk in employee creativity. *Journal of Creative Behavior*, 40(1), 27–49.
- Dewey, J. (1938). *Education and experience*. Collier Book.
- Dohmen, T., Falk, A., Huffman, D., Sunde, U., Schupp, J., & Wagner, G. G. (2011). Individual risk attitudes: Measurement, determinants, and behavioral consequences. *Journal of the European Economic Association*, 9(3), 522–550. <https://doi.org/10.1111/j.1542-4774.2011.01015.x>
- Dwivedi, A. V. (2016). Cognitivism in The SAGE encyclopedia of online education. In *The SAGE Encyclopedia of Online Education*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781483318332>
- Elmassah, S., Biltagy, M., & Gamal, D. (2021). Framing the role of higher education in sustainable development: A case study analysis. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(2), 320–355. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2020-0164>
- Elmira, O., Rauan, B., Dinara, B., & Etemi, B. P. (2022). The effect of augmented reality technology on the performance of university students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 17(19), Article 19. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i19.32179>
- Etkina, E. (2010). Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2), 020110. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>

- Fatimah, F., & Kartikasari, R. D. (2018). Strategi belajar dan pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan bahasa. *Pena Literasi*, 1(2), 108. <https://doi.org/10.24853/pl.1.2.108-113>
- Fauzi, A., Hunainah, H., & Humaedi, H. (2020). Menyimak fenomena tsunami Selat Sunda. *JURNAL GEOGRAFI Geografi dan Pengajarannya*, 18(1), 43–62. <https://doi.org/10.26740/JGGP.V18N1.P43-62>
- Fernando, S. Y. J. N., & Marikar, F. M. M. T. (2017). Constructivist teaching/learning theory and participatory teaching methods. *Journal of Curriculum and Teaching*, 6(1), 110–122.
- Findayani, A. (2018). Kesiap siagaan masyarakat dalam penanggulangan banjir di Kota Semarang. *Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 12(1), 102–114.
- Fitransyah, M. D., & Supardi, Z. A. I. (2022). Application of SETS (Science, Environment, Technology and Society) learning to improve students' understanding of tsunami disasters on mechanical waves material. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 11(2), 11–16.
- Francis-Cracknell, A., Truong, M., & Adams, K. (2023). ‘Maybe what I do know is wrong...’: Reframing educator roles and professional development for teaching Indigenous health. *Nursing Inquiry*, 30(2), e12531. <https://doi.org/10.1111/nin.12531>
- Freire, P. (1970). *Pedagogy of the Oppressed*. Herder and Herder.
- Fujioka, T. (2016). Disaster Prevention Education in the Japanese School Curricula in Recent Years: Current Status and Future Challenges. In K. Shiwaku, A. Sakurai, & R. Shaw (Eds.), *Disaster Resilience of Education Systems: Experiences from Japan* (pp. 39–52). Springer Japan. https://doi.org/10.1007/978-4-431-55982-5_4
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2003). *Educational Research An Introduction*. Pearson Education.
- Gholam, A. (2019). Inquiry-Based Learning: Student teachers' challenges and perceptions. *Journal of Inquiry and Action in Education*, 10(2), 112–133.
- Gouramanis, C., & MoralesRamirez, C. A. (2021). Deep understanding of natural hazards based on the Sendai framework for disaster risk reduction in a higher education geography module in Singapore. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 30(1), 4–23. <https://doi.org/10.1080/10382046.2020.1751391>
- Griffith, L. F., & Ballard, M. B. (2016). Transformational learning theory and transformative teaching: A creative strategy for understanding the helping relationship. *Journal of Creativity in Mental Health*, 11(2). <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15401383.2016.1164643>
- Haerudin, N., Haerudin, N., Rustadi, R., Fitriawan, H., Siska, D., & Farid, M. (2019). Earthquake disaster mitigation mapping by modeling of land layer and site effect zone in The Kota Baru of South Lampung. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 8(1), 53–67. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v8i1.3705>
- Haigh, M. (2011). Invitational education: Theory, research and practice. *Journal of Geography in Higher Education*, 35(2), 299–309. <https://doi.org/10.1080/03098265.2011.554115>

- Haikal, D. F., Hijri, Y. S., & Kamil, M. (2021). Penanggulangan bencana melalui program sekolah pendidikan aman bencana (SPAB) di Kota Malang. *Jurnal Ilmiah Tata Sejuta*
- Hake, R. R. (2002). Relationship of individual student normalized learning gains in mechanics with gender, high-school physics, and pretest scores on Mathematics and Spatial Visualization. *Physics Education Research Conference*, 1–14.
- Hamzah, L., Puspito, N. T., & Imamura, F. (2000). Tsunami catalog and zones in Indonesia. *Journal of Natural Disaster Science*, 22(1), 25–43. <https://doi.org/10.2328/JNDS.22.25>
- Hai, N. N., Le, H. T., Thanh, H. N., & Le, V. G. (2023). Perception and behavior of high school students towards developing problem solving and creativity skills to solve physics assignments. *International Journal of Education and Practice*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.18488/61.v11i3.3479>
- Hardika, H., Eny Nur, A., Raharjo, K. M., & Dania, D. (2020). *Pembelajaran transformatif: Model pembelajaran yang memberdayakan*. Universitas Negeri Malang.
- Hariyono, H. (2023). Penggunaan teknologi augmented reality dalam pembelajaran ekonomi: Inovasi untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(11), 9040–9050.
- Helmi, M., Pholandani, Y. H., Setiyono, H., Wirasatriya, A., Atmodjo, W., Widayaratih, R., & Suryoputro, A. A. D. (2020). Integrated approach of tsunami vulnerability assessment at coastal area of Kalianda Sub-District, South Lampung District, Lampung Province, Indonesia. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(3), 1803–1808.
- Hemachandra, K., Amaratunga, D., & Haigh, R. (2020). Factors affecting the women's empowerment in disaster risk governance structure in Sri Lanka. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101779>
- Hong, Z. R. (2010). Effects of a collaborative science intervention on high achieving students' learning anxiety and attitudes toward science. *International Journal of Science Education*, 32(15), 1971–1988. <https://doi.org/10.1080/09500690903229304>
- Indrajit, R. E. (2020). Filsafat ilmu pertahanan dan konstelasinya dalam kehidupan berbangsa dan bernegara. *Jurnal Kebangsaan*, 1(1), 42–53.
- Juhadi, Hamid, N., Trihatmoko, E., Herlina, M., & Aroyandini, E. N. (2021). Developing a Model for Disaster Education to Improve Students' Disaster Mitigation Literacy. *Journal of Disaster Research*, 16(8), 1243–1256. <https://doi.org/10.20965/jdr.2021.p1243>
- Justice, C., Rice, J., Warry, W., Inglis, S., Miller, S., & Sammon, S. (2007). Inquiry in higher education: Reflections and directions on course design and teaching methods. *Innovative Higher Education*, 31(4), 201–214. <https://doi.org/10.1007/s10755-006-9021-9>
- Kariadi, D., Maryani, E., Sjamsuddin, H., & Ruhimat, M. (2020). Teaching Model for Disaster Preparedness School Based Earthquake Prone Earthquake in Lombok. *JETL (Journal of Education, Teaching and Learning)*, 5(1), 185. <https://doi.org/10.26737/jetl.v5i1.1965>

- Kidman, G. C., & Casinader, N. R. (2017). *Inquiry based teaching and learning across disciplines: Comparative theory and practice in schools*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/978-1-37-53463-7>
- Kim, H.-J. (2010). The Haiti earthquakes in 2010 and its implications in Nepal. In P. K. Singh (Ed.), *Focus* (1st ed., Vol. 5). World health Organization: Regional Office for South East Asia.
- Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2019). Education for Sustainable Development: A Systemic Framework for Connecting the SDGs to Educational Outcomes. *Sustainability*, 11(21), Article 21. <https://doi.org/10.3390/su11216104>
- Kiswiranti, D., & Kirbani, H. (2013). Analisis statistik temporal erupsi Gunung Merapi. *Jurnal Fisika*, 3(1), 37–42. <https://doi.org/10.15294/JF.V3I1.3964>
- Klopfer, E., Haas, J., Osterweil, S., & Rosenheck, L. (2018). *Resonant Games: Design Principles for Learning Games that Connect Hearts*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Knobel, M., & Lankshear, C. (2007). A new literacies sampler. In M. Knobel & C. Lankshear (Eds.), *A new literacies sampler*. Peter Lang.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (Second Edition). Pearson FT Press. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/experiential-learning-experience-as-the-source-of-learning-and-development/P200000000384/9780133892505>
- Koptseva, N. P. (2020). Constructivist pedagogy in context of modern philosophy of education. *Perspektivy nauki i obrazovania [Perspectives of Science and Education]*, 48(6), 40–54.
- Koyan, I. W. (2007). Statistika Terapan (Teknik Analisis Data Kuantitatif). *Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha*.
- Kundu, B., Legrand, D., Gahalaut, K., Gahalaut, V. K., Mahesh, P., Kamesh Raju, K. A., Catherine, J. K., Ambikapthy, A., & Chadha, R. K. (2012). The 2005 volcano-tectonic earthquake swarm in the Andaman Sea: Triggered by the 2004 great Sumatra-Andaman earthquake. *Tectonics*, 31(5), 5009. <https://doi.org/10.1029/2012TC003138>
- Kusonwattana, P., Ong, A. K. S., Prasetyo, Y. T., Mariñas, K. A., Yuduang, N., Chuenyindee, T., Thana, K., Persada, S. F., Nadlifatin, R., & Robas, K. P. E. (2022). Predicting factors affecting the intention to prepare for mitigation of man-made fire disasters in Chonburi Province, Thailand: An Integration of Structural Equation Modeling and Artificial Neural Network Hybrid Approach. *Sustainability (Switzerland)*, 14(22), 1–21.
- Lakoriha, R. P., Wowor, H. F., Elektro, T., Sam, U., & Manado, R. (2018). Pengembangan sistem pengelolahan pembelajaran daring untuk sekolah menengah kejuruan. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(4), 1–6. <https://doi.org/10.35793/JTI.13.4.2018.28106>
- Launiala, A. (2009). How much can a KAP survey tell us about people's knowledge, attitudes and practices? Some observations from medical anthropology research on malaria in pregnancy in Malawi. *Anthropology Matters*, 11(1). <https://doi.org/10.22582/am.v11i1.31>
- Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2018). Issues and trends in Education for Sustainable Development. In *UNESCO Publishing*.

- Lesilolo, H. J. (2018). Penerapan teori belajar sosial Albert Bandura dalam proses belajar mengajar di sekolah. *KENOSIS: Jurnal Kajian Teologi*, 4(2), 186–202. <https://doi.org/10.37196/kenosis.v4i2.67>
- Liu, W., Dugar, S., McCallum, I., Thapa, G., See, L., Khadka, P., Budhathoki, N., Brown, S., Mechler, R., Fritz, S., & Shakya, P. (2018). Integrated Participatory and Collaborative Risk Mapping for Enhancing Disaster Resilience. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/ijgi7020068>
- Logayah, D. S., Maryani, E., Ruhimat, M., & Wiyanarti, E. (2023). Understanding Disaster Literacy Level in Indonesia: How can students understand natural disasters? *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 15(4), 11-21. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i4.3648>
- Ma, X., & Bateson, D. J. (1999). A multivariate analysis of the relationship between attitude toward science and attitude toward the environment. *The Journal of Environmental Education*, 31(1), 27–32. <https://doi.org/10.1080/00958969909598629>
- Maeots, M., & Pedaste, M. (2014). The role of general inquiry knowledge in enhancing students' transformative inquiry processes in a web-based learning environment. *Journal of Baltic Science Education*, 13(1), 19.
- Mäeots, M., & Pedaste, M. (2014). The role of general inquiry knowledge in enhancing students' transformative inquiry processes in a web-based learning environment. *Journal of Baltic Science Education*, 13(1), 19–31. <https://doi.org/10.33225/jbse/14.13.19>
- Mantasia, & Jaya, H. (2016). Model Pembelajaran kebencanaan berbasis virtual sebagai upaya mitigasi dan proses adaptasi terhadap bencana alam di SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 19(1), 1–14.
- Marlyono, S. G., Pasya, G. K., & Nandi. (2016). Peranan literasi informasi bencana terhadap kesiapsiagaan bencana masyarakat Jawa Barat. *Gea. Jurnal Pendidikan Geografi*, 16(2), 116–123.
- Maryani, E. (2010). Model pembelajaran mitigasi bencana dalam ilmu pengetahuan sosial di sekolah menengah pertama. *Jurnal Geografi Gea*, 10(1), 42–58. <https://doi.org/10.17509/GEA.V10I1.1664>
- Marzano, R. J., Pickering, D. J., & McTighe, J. (2002). *Assessing student outcomes: Performance assessment using the dimensions of learning model* (Nachdr.). Association for Supervision and Curriculum Development.
- Maslow, A. H. (1968a). Some educational implications of the humanistic psychologies. *Harvard Educational Review*, 38(4), 685–698.
- Maslow, A. H. (1968b). *Toward a psychology of being*, 2nd ed (pp. xiii, 240). D. Van Nostrand.
- Maulana, A. T., & Andriansyah. (2024). Mitigasi bencana di Indonesia. *COMSERVA: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 3(10), 3996–4012. DOI: <https://doi.org/10.59141/comserva.v3i10.1213>.
- Meyer, D. K., Turner, J. C., & Spencer, C. A. (1997). Challenge in a mathematics classroom: Students' motivation and strategies in project-based learning. *The Elementary School Journal*, 97(5), 501–521. <https://doi.org/10.1086/461878>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed). Cambridge University Press.

- McDermott, C. M., & Stock, G. N. (1999). Organizational culture and advanced manufacturing technology implementation. *Journal of Operations Management*, 17(5), 521–533. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(99\)00008-X](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(99)00008-X)
- Mendoza, B. I. U. (2017). History of science, what is it and whatever for? *Revista Odontológica Mexicana*, 21(2), e78–e79. <https://doi.org/10.1016/J.RODMEX.2017.05.010>
- Mezirow, J. (1998). On Critical Reflection. *Adult Education Quarterly*, 48(3), 185–198. <https://doi.org/10.1177/074171369804800305>
- Monteiro, S., Ribeiro, V., & Molho, C. (2023). A 5 pillars approach to the sustainable development goals performance and reporting in Portuguese higher education institutions. Proposal for an applied framework. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 25(1), 104–123. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2023-0047>
- Moreno, J., & Shaw, D. (2018). Women's empowerment following disaster: A longitudinal study of social change. *Natural Hazards*, 92(1), 205–224. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3204-4>
- Morgan, O. W., Sribanditmongkol, P., Perera, C., Sulasmi, Y., Van Alphen, D., & Sondorp, E. (2006). Mass fatality management following the south asian tsunami disaster: Case studies in Thailand, Indonesia, and Sri Lanka. *PLOS Medicine*, 3(6), e195. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PMED.0030195>
- Mutaqin, B. W., Lavigne, F., Hadmoko, D. S., & Ngalawani, M. N. (2019). Volcanic eruption-induced tsunami in Indonesia: A Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 256(1), 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/256/1/012023>
- Muttarak, R., & Pothisiri, W. (2013). The role of education on disaster preparedness: Case study of 2012 Indian Ocean earthquakes on Thailand's Andaman Coast. *Ecology and Society*, 18(4). <https://doi.org/10.5751/ES-06101-180451>
- Neihart, M. (1999). Systematic risk-taking. *Roeper Review*, 21(4), 289–292. <https://doi.org/10.1080/02783199909553977>
- Neihart, M. (2010). Systematic risk-taking. <Http://Dx.Doi.Org/10.1080/02783199909553977>, 21(4), 289–292. <https://doi.org/10.1080/02783199909553977>
- Nugroho, S. P. (2002). Evaluasi dan analisis curah hujan sebagai faktor penyebab bencana banjir Jakarta. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 3(2), 91–97. <https://doi.org/10.29122/JSTMC.V3I2.2164>
- Nurhayati, U., & Muhajir, M. (2019). *Kontekstualisasi pendidikan kebencanaan dalam pendidikan Islam: Perspektif Al-Ghazali*. repository.uinbanten.ac.id.
- Oberle, A. (2020). Advancing students' abilities through the geo-inquiry process. *Journal of Geography*, 119(2), 43–54. <https://doi.org/10.1080/00221341.2019.1698641>
- OECD. (2019). PISA 2021 creative thinking framework: Third Draft. In *OECD*.
- Pambudi, F. S., Sunyono, S., & Diawati, C. (2018). Pengaruh isu sosiosaintifik untuk meningkatkan literasi kimia pada materi elektrolit dan non-elektrolit. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 8(2), 295–307.
- Parwanto, N. B., & Oyama, T. (2014). A statistical analysis and comparison of historical earthquake and tsunami disasters in Japan and Indonesia.

- International Journal of Disaster Risk Reduction*, 7, 122–141.
<https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2013.10.003>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/J.EDUREV.2015.02.003>
- Pedaste, M., & Sarapuu, T. (2014). Design principles for support in developing students' transformative inquiry skills in Web-based learning environments. *Interactive Learning Environments*, 22(3), 309–325. <https://doi.org/10.1080/10494820.2011.654346>
- Pepe, P. E., Rinnert, K. J., & Wigginton, J. G. (2006). Disaster medicine. *Update in Intensive Care and Emergency Medicine*, 43, 257–270. https://doi.org/10.1007/3-540-29730-8_19
- Perkins, K. K., & Wieman, C. E. (2005). The Surprising Impact of Seat Location on Student Performance. *The Physics Teacher*, 43(1), 30–33. <https://doi.org/10.1119/1.1845987>
- Priadi, R., Wijaya, A., Pasaribu, M. A., & Yulinda, R. (2019). Analysis of the Donggala-Palu tsunami characteristics based on rupture duration (Tdur) and active fault orientation using the HC-plot method. *Jurnal Geofisika*, 17(1), 16–20. <https://doi.org/10.36435/JGF.V17I1.392>
- Price, E. A. C., White, R. M., Mori, K., Longhurst, J., Baughan, P., Hayles, C. S., Gough, G., & Preist, C. (2021). Supporting the role of universities in leading individual and societal transformation through education for sustainable development. *Discover Sustainability*, 2(1), 49. <https://doi.org/10.1007/s43621-021-00058-3>
- Radhiyah, R. W., & Hariyono, E. (2022). Pemanfaatan terrarium sederhana dengan model problem based learning untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi perubahan iklim. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.28926/briliant.v7i2.959>
- Radloff, J., Capobianco, B., & Capobianco, B. (2019). Elementary teachers' positive and practical risk-taking when teaching science through engineering design. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), 4. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1208>
- Ramadhani, M. R. (2021). Pengaruh Persepsi resiko dan komunikasi mulut ke mulut pada media elektronik terhadap kepercayaan konsumen dalam pembelian produk fashion di e-commerce. *Psikoborneo: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 9(3), 616–629. <https://doi.org/10.30872/Psikoborneo.V9I3.6503>
- Rattanaporn, W., & Suikraduang, A. (2024). The Development of Inquiry-Based Learning Activities with Social Media on Natural Disasters and the Environment For Mathayomsuksa 5 Students. *Journal for Developing the Social and Community*, 11(2), 151–167.
- Riantini, M., Zakaria, W. A., Listiana, I., Ulfa, P. N., Mutolib, A., & Widayastuti, R. A. D. (2021). Impact of the Sunda Strait tsunami on fish production and

- environment in South Lampung Regency, Lampung. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 739(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/739/1/012021>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2019). *Natural disasters—our world in data*. OurWorldInData.Org. <https://ourworldindata.org/natural-disasters>
- Sampurno, P. J., Sari, Y. A., & Wijaya, A. D. (2015a). Integrating STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) and Disaster (STEM-D) education for building students' disaster literacy. *International Journal of Learning and Teaching*. <https://doi.org/10.18178/ijlt.1.1.73-76>
- Sampurno, P. J., Sari, Y. A., & Wijaya, A. D. (2015b). Integrating STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) and Disaster (STEM-D) education for building students' disaster literacy. *International Journal of Learning*, 1(1), 73–76. <https://doi.org/10.18178/IJLT.1.1.73-76>
- Sarapang, H. T., Rogi, O. H., & Hanny, P. (2019). Analisis kerentanan bencana tsunami di Kota Palu. *SPASIAL*, 6(2), 432–439. <https://doi.org/10.35793/SP.V6I2.25325>
- Saregar, A., Sunyono, Haenilah, E. Y., Hariri, H., Putra, F. G., Diani, R., Misbah, & Umam, R. (2022). Natural disaster education in school: Abibliometric analysis with a detailed future insight overview. *International Journal of Educational Methodology*, 8(4), 743–757. <https://doi.org/10.53898/josse2024420>
- Saregar, A., Putra, Sunyono, S., Distrik, I.W., Nurhanurawati, N., & Shavor, S. (2024). Teaching and Learning Optics: A Bibliometric Analysis with a Detailed Future Insight Overview. *Journal of Studies in Science and Engineering*, 4(1), 142–158. <https://doi.org/10.12973/IJEM.8.4.743>
- Saregar, A., Putra, F.G., Diani, R., Anugrah, A., Misbah, M., & Umam, R. (2025). Innovative Integrated Disaster Education in Physics Learning: An Effort to Enhance Students' Disaster Literacy Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(2), 324–336. <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i2.23959>
- Sarwono, J. (2013). *Statistik Multivariat Aplikasi Untuk Riset Skripsi*. CV. Andi Offset.
- Schwartz, D., & Bransford, J. (2009). A time for telling. *Cognition and Instruction*, 16, 475–5223. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1604_4
- Scott, S. (2011). Contemplating a constructivist stance for active learning within music education. *Arts Education Policy Review*, 112(4), 191–198. <https://doi.org/10.1080/10632913.2011.592469>
- Senanayake, A. C., Samarakkody, A., Malalgoda, C., Amaratunga, D., Haigh, R., Liyanage, C., Hamza, M., Kaklauskas, A., & Shaw, R. (2023). Towards an Inclusive Disaster Education: The State of Online Disaster Education from the Learner's Perspective. *Sustainability*, 15(14), Article 14. <https://doi.org/10.3390/su151411042>
- Setiono, P., Anggraini, D., & Hasnawati, H. (2021). Analisis kebutuhan pengembangan model pembelajaran pengetahuan mitigasi bencana gempabumi berbasis permainan tradisional Bengkulu. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.29408/geodika.v5i1.2975>

- Shahat, E., Hyun, C. T., & Yeom, C. (2020). Conceptualizing smart disaster governance: An integrative conceptual framework. *Sustainability*, 12(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/su12229536>
- Sharma, S. (2015). Promoting risk taking in mathematics classrooms: the importance of creating a safe learning environment. *The Mathematics Enthusiast*, 12(1), 290–306. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1349>
- Siagian, R. E. F., & Nurfitriyanti, M. (2015). Metode pembelajaran inquiry dan pengaruhnya terhadap hasil belajar matematika ditinjau dari kreativitas belajar. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 2(1), 35–44. <https://doi.org/10.30998/formatif.v2i1.85>
- Silaban, S. (2021). *Pengembangan program pengajaran* (J. Simarmata, Ed.). Yayasan Kita Menulis.
- Sobków, A.T, Jakub, P, & Anna, T. (2017). Cognitive and emotional factors influencing the propensity to insure oneself against disaster. [10.2166/9781780408606_119](https://doi.org/10.2166/9781780408606_119).
- Somsen, G. (2022). Afterword: Science popularization, dictatorships, and democracies. *History of Science*, 60(3), 430–435. <https://doi.org/10.1177/00732753211073422>
- Sözcü, U. (2020). Natural disaster literacy curriculum proposal Ufuk. *Afet ve Risk Dergisi*, 3(1), 89–100. <https://doi.org/10.35341/afet.717513>
- Sözcü, U., & Aydinözü, D. (2019). Öğretmen adaylarının doğal afet okuryazarlık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi [examining the natural disaster literacy levels of pre-service teachers according to some variables]. *International Journal of Geography and Geography Education*, 40(40), 79–91. <https://doi.org/10.32003/IGGEI.566164>
- Street, B. V. (2006). *Understanding and defining literacy*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Sudarsono, A., & Wibowo, S. (2017). Pemahaman menejemen bencana siswa SMP di Kabupaten Sleman. *JIPSINDO (Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Indonesia)*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.21831/jipsindo.v4i1.14834>
- Sudrajat., et al (2023). Sosialisasi Penggunaan Aplikasi InaRISK Personal Kepada Siswa Sekolah Menengah Atas Dalam Upaya Mewujudkan Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) di Kota Jayapura. *JURNAL ALTIFANI Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*. 3(3), 2023, 440-449. DOI: [10.59395/altifani.v3i3.423](https://doi.org/10.59395/altifani.v3i3.423)
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfa Beta.
- Sulistiyowati, S., Abdurrahman, A., & Jalmo, T. (2018). The effect of STEM-based worksheet on students' science literacy. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 3(1), 89–96. <https://doi.org/10.24042/TADRIS.V3I1.2141>
- Sunyono, S. (2014). *Model pembelajaran berbasis multipel representasi dalam membangun model mental dan penguasaan konsep kimia dasar mahasiswa*. Universitas Negeri Surabaya.
- Sunyono, S., & Meristin, A. (2022). Learning motivation and smart risk-taking behavior of students for prospective teacher of chemistry in online learning during the covid-19 pandemic. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 11(1), 32–41. <https://doi.org/10.23960/jppk.v11.i1.2022.04>

- Suryaningrum, I., Astuti, B., Rusilowati, A., & Khumaedi. (2021). Analisis literasi sains peserta didik pada mitigasi bencana di sekolah yang dekat dengan daerah bencana dan jauh dari daerah bencana tanah longsor di Kota Semarang. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 6(1), 124–131.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Syamsuddin, S., Alaa, S., & Ahyana, R. (2020). Penerapan pengurangan resiko bencana menuju sekolah aman bencana di Madrasah Aliyah Negeri 1 Mataram. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(2), 511-518.
- Tarihoran, E. (2019). Guru dalam pengajaran abad 21. *Sapa: Jurnal Kateketik dan Pastoral*, 4(1), Article 1.
- Tay, B., Özkan, D., & Tay, B. A. (2009). The effect of academic risk taking levels on the problem solving ability of gifted students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1099–1104. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.198>
- Tchan, F., Semmer, N. K., Vetterli, M., Hunziker, P. R., & Marsch, S. C. (2018). Predicting team-performance and leadership in emergency situations by observing standardised operational procedures: A prospective single-blind simulator-based trial—PMC. *BMJ Simulation and Technology Enhanced Learning*, 15(2), 102–107.
- Thongs, G., Collymore, J., Inniss-Springer, E. (2024). Using risk and early warning system perceptions to increase self-protective behavior in the Caribbean. *Nat Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06968-5>
- Tennyson, R., & Rasch, M. (1988). Linking cognitive learning theory to instructional prescriptions. *Instructional Science*, 17(1), 369–385.
- Thomas, A., Menon, A., Boruff, J., Rodriguez, M. A., & Ahmed, S. (2014). Applications of social constructivist learning theories in knowledge translation for healthcare professionals: A scoping review. *Implementation Science*, 9(54). <https://doi.org/10.1186/1748-5908-9-54>
- Triyanto, Agustinova, D. A., & Syamsi, K. (2021). Strengthening disaster literacy as an effort to reduce the risk of disaster in D.I. Yogyakarta society. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 884(1), 012032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/884/1/012032>
- Türker, A., & Sözcü, U. (2021). Examining natural disaster literacy levels of pre-service geography teachers. *Journal of Pedagogical Research*, 5(2), 207–221. <https://doi.org/10.33902/JPR.2021270164>
- UNDRR. (2019, May 14). *Global assessment report on disaster risk reduction 2019* | UNDRR. <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2019>
- UNESCO Office in Jakarta. (2007). *Kajian kesiapsiagaan masyarakat dalam mengantisipasi bencana gempa bumi dan tsunami di Nias Selatan*. UNESCO, Jakarta.
- Utaminingsih, D., Abdurrahman, Kadaryanto, B., & Maulina, H. (2016). Strategi pengembangan keterampilan problem solving dalam konteks membangun disaster resilience. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 6(November), 39–47.

- Wachinger, Gisela & Renn, Ortwin & Begg, Chloe & Kuhlicke, Christian. (2012). The Risk Perception Paradox-Implications for Governance and Communication of Natural Hazards. *Risk Anal*, 3(6), 1049-65. doi: 10.1111/j.1539-6924.2012.01942.x.
- Walter, T. R., Wang, R., Zimmer, M., Grosser, H., Lühr, B., & Ratdomopurbo, A. (2007). Volcanic activity influenced by tectonic earthquakes: Static and dynamic stress triggering at Mt. Merapi. *Geophysical Research Letters*, 34(5). <https://doi.org/10.1029/2006GL028710>
- Wardyaningrum, D. (2014). Perubahan komunikasi masyarakat dalam inovasi mitigasi bencana di wilayah rawan bencana Gunung Merapi. *Jurnal ASPIKOM*, 2(3), 179–197. <https://doi.org/10.24329/ASPIKOM.V2I3.69>
- Wattimanela, H. J., & Latupeirissa, S. J. (2020). Analysis of tectonic earthquake characteristics in The Province of Nusa Tenggara Barat Indonesia and Its Surroundings. *Journal of Physics: Conference Series*, 1463(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1463/1/012002>
- Winanto, A., & Makahube, D. (2016). Implementasi strategi pembelajaran inkuiiri untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar IPA Siswa Kelas 5 SD Negeri Kutowinangun 11 Kota Salatiga. *Scholaria : Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 6(2), 119–138. <https://doi.org/10.24246/j.scholaria.2016.v6.i2.p119-138>
- Yetizon, Y., & Tusa'diah, R. (2020). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis model pembelajaran discovery learning pada materi matematika berorientasi mitigasi bencana. *Jurnal Gantang*, 5(1), 69–76. <https://doi.org/10.31629/jg.v5i1.1898>
- Yore, Larry. (2012). Science Literacy for All: More than a Slogan, Logo, or Rally Flag!. 10.1007/978-94-007-3980-2_2.
- Yusuf, R., Yunus, M., Maimun, M., & Fajri, I. (2021). Environmental education: A correlational study among environmental literacy, disaster knowledge, environmental sensitivity, and clean-living behavior of post tsunami disaster in aceh communities, Indonesia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 31(1), 411–425. <https://doi.org/10.15244/PJOES/139327>
- Zhong, S., Cheng, Q., Zhang, S., Huang, C., & Wang, Z. (2021). An impact assessment of disaster education on children's flood risk perceptions in China: Policy implications for adaptation to climate extremes. *Science of The Total Environment*, 757, 143761. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143761>
- Zhu, T. T., & Zhang, Y. J. (2017). An investigation of disaster education in elementary and secondary schools: Evidence from China. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-3004-2>