



Pengembangan Model *Climate Smart School* Berbasis Ketangguhan Sekolah (*School Resilience*) untuk Memperkuat Kapasitas Adaptasi terhadap Perubahan Iklim dan Risiko Bencana

Lalu Muhammad Alfian*, Moh. Taquiuddin, M.A. Muazar Habibi

Program Studi Magister Mitigasi Bencana, Pascasarjana Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Kata Kunci

kapasitas adaptasi; ketangguhan sekolah; Climate Smart School; pengurangan risiko bencana; pendekatan seluruh sekolah

Abstrak

Sekolah di wilayah rawan bencana memerlukan pendekatan terpadu untuk menghadapi perubahan iklim dan bahaya geofisika. Penelitian ini bertujuan mengembangkan, memvalidasi, dan mengevaluasi efektivitas awal model Climate Smart School berbasis Ketangguhan Sekolah (CSS-SR Adaptif) dalam meningkatkan kapasitas adaptasi warga sekolah. Penelitian menggunakan desain Research and Development dengan prosedur ADDIE modifikasi dan strategi sequential exploratory mixed methods. Analisis kebutuhan melibatkan delapan informan, sedangkan uji efektivitas melibatkan 60 warga sekolah, terdiri atas 42 siswa dan 18 guru/staf, serta validator ahli dan praktisi. Hasil analisis menunjukkan belum adanya program iklim formal, kapasitas adaptasi yang belum sistematis, dan sarana kesiapsiagaan yang belum diperbarui, meskipun modal sosial sekolah tergolong relatif kuat. Model yang dikembangkan mencakup lima dimensi dan sebelas komponen. Model dinilai sangat valid oleh ahli materi (86,67%) dan ahli media (88,33%), serta sangat praktis oleh praktisi (87,78%) dan pengguna (85,56%). Uji Wilcoxon menunjukkan peningkatan signifikan pada seluruh instrumen ($p < 0,001$; $r = 0,749-0,870$). Model menunjukkan efektivitas awal, tetapi temuan perlu ditafsirkan dengan mempertimbangkan efek plafon dan ketiadaan kelompok pembandingan. Temuan ini mendukung penerapan pendekatan seluruh sekolah kontekstual, terstruktur, dan berkelanjutan pada wilayah berisiko.

Keywords

adaptive capacity; Climate Smart School; disaster risk reduction; school resilience; whole-school approach

Abstract

Schools in disaster-prone areas require an integrated approach to address climate change and geophysical hazards. This study aimed to develop, validate, and assess the initial effectiveness of the Adaptive Climate Smart School–School Resilience model (CSS-SR) in strengthening the school community's adaptive capacity. A Research and Development design was applied using a modified ADDIE procedure and a sequential exploratory mixed-methods strategy. The needs assessment involved eight informants, while the effectiveness test included 60 school members, comprising 42 students and 18 teachers/staff, together with expert and practitioner validators. Findings revealed the absence of a formal climate program, unsystematic adaptive-capacity practices, and outdated preparedness facilities, despite strong school social capital. The developed context-sensitive model comprised five dimensions and eleven operational components. It was rated highly valid by the content expert (86.67%) and media experts (88.33%), and highly practical by practitioners (87.78%) and users (85.56%). Wilcoxon tests indicated significant short-term improvements across all instruments ($p < 0.001$; $r = 0.749-0.870$). The model demonstrated initial effectiveness; however, the findings should be interpreted cautiously because of ceiling effects and the absence of a comparison group.

*Corresponding Author : **Lalu Muhammad Alfian**, Program Studi Magister Mitigasi Bencana,
Pascasarjana Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat;
Email: alfian.lombok@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.29303/jseh.v12i2.1059>

History Artikel: Received: 17 Juni 2026 | Accepted: 30 Juni 2026

PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah memperparah frekuensi dan intensitas bahaya hidrometeorologi di seluruh dunia, secara fundamental mengubah lanskap risiko yang harus dihadapi berbagai institusi, termasuk sekolah (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023). World Meteorological Organization (2024) mengonfirmasi bahwa tahun 2023 merupakan tahun terpanas dalam sejarah pencatatan, temuan yang konsisten dengan bukti yang lebih luas bahwa bencana terkait iklim kini menyumbang sebagian besar kejadian bencana secara global (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2022). Anak-anak secara tidak proporsional terdampak oleh kejadian semacam ini, baik secara langsung maupun melalui gangguan terhadap sekolah dan rutinitas sehari-hari (Kousky, 2016), yang memperkuat urgensi untuk menanamkan kapasitas adaptasi di lingkungan sekolah itu sendiri, bukan hanya memandangnya sebagai persoalan tingkat rumah tangga atau komunitas.

Sekolah menempati posisi strategis dalam lanskap ini. Sebagai institusi, sekolah sekaligus rentan terhadap dampak iklim dan bencana, sekaligus berperan penting dalam membentuk kapasitas adaptasi generasi mendatang (Selby & Kagawa, 2012). Pendidikan pengurangan risiko bencana (PRB) yang disampaikan melalui sekolah secara luas dipandang sebagai mekanisme yang efisien untuk menjangkau seluruh komunitas, bukan hanya siswa, karena anak-anak kerap menjadi penghubung transfer pengetahuan antara sekolah dan rumah (Shaw et al., 2011). Hal ini dilengkapi oleh bukti paralel bahwa program pendidikan perubahan iklim yang terstruktur dapat secara terukur mengubah pengetahuan siswa dan orientasi pro-lingkungan (Anderson, 2020). Pendekatan seluruh komponen sekolah (whole-school approach), yang melibatkan tata kelola, kurikulum, lingkungan fisik, dan komunitas sekolah secara bersamaan, terbukti berasosiasi dengan perubahan budaya institusional yang lebih bertahan lama dibandingkan intervensi yang hanya berbasis kelas (Henderson & Tilbury, 2004).

Meskipun urgensi ini semakin diakui, penelitian yang mengintegrasikan adaptasi perubahan iklim dan pengurangan risiko bencana dalam satu model Implementasi tingkat sekolah yang tervalidasi masih terbatas, khususnya dalam konteks Indonesia. Pendidikan pengurangan risiko bencana di sekolah-sekolah Indonesia kerap didokumentasikan sebagai terfragmentasi dan bergantung pada kegiatan pelatihan yang terisolasi, bukan perubahan institusional yang sistemik (Amri et al., 2017). Penelitian paralel mengenai Climate Smart School (Gibb, 2016) dan Ketangguhan Sekolah (Masten, 2014; Ungar, 2012) umumnya berjalan pada jalur

yang terpisah, dengan masih terbatasnya penelitian yang secara eksplisit menghubungkan praktik Climate Smart School, teori Ketangguhan Sekolah, dan konstruk kapasitas adaptasi dalam satu model yang Implementatif dan teruji di lapangan. Penelitian ini secara langsung menjawab kesenjangan tersebut.

Kontribusi penelitian ini terletak secara spesifik pada integrasi tersebut. Alih-alih memperlakukan praktik Climate Smart School, teori Ketangguhan Sekolah, dan pendidikan pengurangan risiko bencana sebagai kajian yang berjalan paralel namun terpisah, penelitian ini memposisikan Climate Smart School sebagai bentuk intervensi konkret, Ketangguhan Sekolah sebagai basis konseptualnya, kapasitas adaptasi sebagai outcome yang terukur, dan pendekatan seluruh komponen sekolah sebagai strategi Implementasi yang mengikat elemen-elemen tersebut dalam satu model yang teruji secara empiris. Posisi integratif ini menjawab seruan dalam literatur pendidikan keberlanjutan yang lebih luas untuk keterkaitan konseptual yang lebih jelas antara teori ketangguhan dan praktik operasional sekolah (Henderson & Tilbury, 2004), sekaligus memperluas literatur tersebut ke konteks sekolah menengah pertama Islam terpadu di Indonesia yang menghadapi paparan ganda risiko hidrometeorologi dan seismik-tsunami, konteks yang masih relatif terbatas mendapat perhatian empiris.

Ketangguhan Sekolah (School Resilience) merujuk pada kapasitas sekolah untuk mempertahankan fungsi inti, beradaptasi, dan bahkan bertransformasi dalam merespons gangguan, mengacu pada teori ketangguhan sosial-ekologis (Ungar, 2018; Gallopín, 2006). Dalam kerangka ini, kapasitas adaptasi menjadi outcome utama yang terukur: kemampuan individu maupun institusi untuk menyesuaikan perilaku, pengetahuan, dan praktik dalam merespons perubahan lingkungan yang aktual maupun yang diantisipasi (Engle, 2011; Smit & Wandel, 2006). Inisiatif Climate Smart School mengoperasionalkan hubungan ini dengan memposisikan sekolah sebagai sekaligus ruang pembelajaran iklim dan lokus aksi iklim institusional, yang umumnya mencakup tata kelola, kurikulum, lingkungan fisik, kemitraan komunitas, dan kesiapsiagaan bencana (Gibb, 2016; OECD, 2021). Modal sosial, termasuk dukungan kepemimpinan dan kekompakan komunitas, berulang kali diidentifikasi sebagai prasyarat bagi keberhasilan adopsi pendekatan seluruh institusi semacam ini (Fullan, 2007; Cutter et al., 2010).

Urgensi integrasi ini sangat terasa di Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Kota dengan 449.259 jiwa penduduk ini terletak di dekat pertemuan lempeng tektonik Indo-Australia dan Eurasia, serta dikelilingi oleh beberapa sistem sesar

aktif, termasuk sumber rangkaian gempa bumi Lombok 2018 (magnitudo 7,0 dan 6,9). Rencana kontingensi tsunami yang disusun oleh badan penanggulangan bencana daerah dan nasional memodelkan skenario gempa Megathrust Sumba bermagnitudo 8,5 yang menghasilkan tsunami setinggi lima meter dalam 43 menit setelah gempa pemicu, dengan estimasi 108.478 penduduk terdampak langsung (BPBD Kota Mataram & BNPB-IDRIP, 2023). Kombinasi paparan hidrometeorologi dan seismik-tsunami ini menempatkan seluruh sekolah di kota tersebut, termasuk lokasi penelitian ini, dalam zona yang memerlukan kesiapsiagaan institusional yang tinggi.

Di lokasi penelitian, sebuah sekolah menengah pertama Islam terpadu di Kota Mataram, analisis kebutuhan awal menunjukkan belum tersedianya program Climate Smart School formal, kegiatan kesiapsiagaan evakuasi terakhir dilaksanakan pada tahun 2022 (sebelum kohort siswa saat ini masuk sekolah), serta kapasitas adaptasi yang masih bersifat teoretis dan belum diterjemahkan ke dalam praktik yang sistematis. Kombinasi antara risiko lokal yang akut dan kesiapan institusional yang terbatas ini mendorong penelitian ini, yang bertujuan untuk: (1) menganalisis kebutuhan pengembangan Climate Smart School berbasis Ketangguhan Sekolah; (2) mendesain model Implementasi yang sesuai; (3) menguji validitas dan kepraktisan model; serta (4) mengevaluasi efektivitas awal model dalam memperkuat kapasitas adaptasi warga sekolah.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain Research and Development (R&D) untuk mengembangkan, memvalidasi, dan mengevaluasi efektivitas awal Model Climate Smart School berbasis Ketangguhan Sekolah atau CSS-SR Adaptif. Desain R&D dipilih karena memungkinkan pengembangan produk pendidikan dilakukan secara sistematis melalui proses analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, evaluasi, dan penyempurnaan produk berdasarkan bukti empiris (Plomp & Nieveen, 2013).

Prosedur pengembangan mengadaptasi model ADDIE yang mencakup tahap Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate (Branch, 2009; Molenda, 2015). Modifikasi dilakukan terutama pada penamaan setiap tahap agar lebih kontekstual dan mudah dipahami oleh praktisi sekolah, tanpa mengubah urutan dan fungsi utama prosedur ADDIE. Strategi sequential exploratory mixed methods digunakan untuk mengintegrasikan data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif yang diperoleh pada tahap analisis kebutuhan digunakan

sebagai dasar perancangan model, sedangkan data kuantitatif digunakan untuk menilai validitas, kepraktisan, reliabilitas instrumen, dan efektivitas awal model (Creswell & Creswell, 2018).

Pada tahap implementasi, efektivitas awal model dievaluasi menggunakan rancangan satu kelompok pre-test–post-test. Rancangan tersebut digunakan untuk membandingkan kapasitas adaptasi dan pengetahuan peserta sebelum dan sesudah mengikuti intervensi. Karena penelitian tidak melibatkan kelompok pembanding, hasil pengujian ditempatkan sebagai bukti efektivitas awal dan tidak digunakan untuk menyimpulkan hubungan kausal secara definitif.

Prosedur Pengembangan

Pengembangan Model CSS-SR Adaptif dilakukan melalui lima tahap ADDIE yang telah dimodifikasi sebagai berikut.

Tahap pertama adalah Amati (Analyze). Tahap ini bertujuan mengidentifikasi kondisi awal, kebutuhan, potensi, dan hambatan sekolah dalam menghadapi perubahan iklim dan risiko bencana. Data dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur, observasi langsung, dan telaah dokumen sekolah. Analisis kebutuhan mencakup keberadaan program terkait perubahan iklim, kapasitas adaptasi warga sekolah, kondisi sarana kesiapsiagaan, dukungan kelembagaan, modal sosial, serta hambatan implementasi program.

Tahap kedua adalah Atur Rancang (Design). Hasil analisis kebutuhan diterjemahkan menjadi rancangan konseptual Model CSS-SR Adaptif. Pada tahap ini dirumuskan tujuan model, struktur lima dimensi, sebelas komponen produk, sasaran pengguna, materi pelatihan, perangkat evaluasi, dan rencana tindak lanjut. Lima dimensi model meliputi tata kelola, kurikulum dan pembelajaran, lingkungan fisik, komunitas dan kemitraan, serta kesiapsiagaan bencana.

Tahap ketiga adalah Arahkan dan Kembangkan (Develop). Rancangan konseptual dikembangkan menjadi perangkat model yang mencakup pedoman implementasi, modul pelatihan guru dan staf, modul pelatihan siswa, lembar kerja, instrumen evaluasi, instrumen validasi, dan rencana tindak lanjut. Produk awal selanjutnya divalidasi oleh ahli materi, ahli media atau desain pembelajaran, dan praktisi sekolah. Masukan validator digunakan untuk memperbaiki ketepatan substansi, kejelasan petunjuk, sistematika penyajian, desain media, keterbacaan, durasi pelatihan, dan kelayakan implementasi.

Tahap keempat adalah Aplikasikan (Implement). Model yang telah direvisi diterapkan kepada guru, staf, dan siswa melalui kegiatan pelatihan. Modul untuk guru dan staf serta modul

untuk siswa disampaikan dalam sesi yang masing-masing berdurasi 60 menit. Pengukuran pre-test dilakukan sebelum pelatihan, sedangkan post-test dilaksanakan setelah intervensi untuk menilai perubahan kapasitas adaptasi dan pengetahuan peserta.

Tahap kelima adalah Asesmen dan Aksi Lanjut (Evaluate). Evaluasi dilakukan terhadap validitas, kepraktisan, reliabilitas instrumen, dan efektivitas awal model. Hasil evaluasi digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan, keterbatasan, serta bagian model yang memerlukan penyempurnaan. Pada tahap ini juga disusun rencana tindak lanjut agar implementasi model tidak berhenti pada kegiatan pelatihan, tetapi dapat diintegrasikan ke dalam program dan rutinitas sekolah.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2025 di sebuah sekolah menengah pertama Islam terpadu di Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Lokasi penelitian dipilih karena berada pada wilayah yang menghadapi paparan risiko hidrometeorologi serta risiko gempa bumi dan tsunami. Selain itu, hasil identifikasi awal menunjukkan bahwa sekolah belum memiliki program Climate Smart School yang terstruktur dan belum melaksanakan pembaruan kegiatan kesiapsiagaan secara berkala.

Partisipan dan Validator

Partisipan penelitian dibedakan menjadi informan analisis kebutuhan, peserta uji efektivitas, dan validator model. Analisis kebutuhan melibatkan delapan informan, terdiri atas empat guru atau staf dan empat siswa. Informan dipilih karena memiliki pengalaman dan pengetahuan yang relevan mengenai kegiatan pembelajaran, program lingkungan, kesiapsiagaan bencana, serta kondisi kelembagaan sekolah.

Uji efektivitas melibatkan 60 warga sekolah, terdiri atas 42 siswa kelas VII–VIII dan 18 guru atau staf. Seluruh warga sekolah yang termasuk dalam populasi sasaran penelitian di lokasi tersebut dilibatkan dalam pengujian. Dengan demikian, jumlah peserta uji efektivitas tidak diperoleh melalui penarikan sampel dari populasi yang lebih besar, tetapi mencakup keseluruhan populasi sasaran yang tersedia.

Validasi model melibatkan tujuh validator independen, yang terdiri atas satu ahli materi, tiga ahli media atau desain pembelajaran, dan tiga praktisi sekolah. Ahli materi menilai ketepatan konsep, relevansi substansi, kesesuaian materi dengan tujuan model, dan keterkaitan antara perubahan iklim, ketangguhan sekolah, kapasitas adaptasi, serta pengurangan risiko bencana. Ahli media atau desain

pembelajaran menilai sistematika penyajian, keterbacaan, konsistensi format, desain visual, kejelasan petunjuk, dan kelayakan perangkat pembelajaran. Praktisi sekolah menilai kemudahan penggunaan, kesesuaian model dengan kondisi operasional sekolah, kebutuhan sumber daya, durasi pelaksanaan, dan kemungkinan penerapan program secara berkelanjutan.

Tabel 1. Partisipan Penelitian dan Validator

Kategori	Jumlah (n)	Peran dalam penelitian
Informan guru/staf	4	Analisis kebutuhan
Informan siswa	4	Analisis kebutuhan
Siswa kelas VII–VIII	42	Uji efektivitas
Guru/staf	18	Uji efektivitas
Ahli materi	1	Validasi substansi dan konsep model
Ahli media/desain pembelajaran	3	Validasi media dan desain pembelajaran
Praktisi sekolah	3	Penilaian kepraktisan dan keterlaksanaan model
Total validator	7	Validasi dan penilaian kepraktisan model

Kepraktisan model dinilai melalui dua sumber. Pertama, penilaian dilakukan oleh tiga praktisi sekolah pada tahap validasi. Kedua, uji kepraktisan terpisah dilakukan kepada pengguna sekolah setelah mereka mempelajari atau menggunakan perangkat model. Penilaian tersebut diarahkan pada kejelasan petunjuk, kemudahan penggunaan, kesesuaian materi, kecukupan waktu, dan kemungkinan penerapan model dengan sumber daya sekolah yang tersedia.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian meliputi pedoman wawancara semi-terstruktur, angket kapasitas adaptasi, tes pengetahuan, rubrik validasi ahli, dan angket kepraktisan. Observasi langsung dan telaah dokumen digunakan sebagai sumber data tambahan untuk memverifikasi informasi yang diperoleh melalui wawancara.

Pedoman wawancara semi-terstruktur digunakan pada tahap analisis kebutuhan. Pertanyaan wawancara mencakup pemahaman warga sekolah mengenai perubahan iklim dan kebencanaan, pengalaman mengikuti kegiatan kesiapsiagaan, keberadaan program sekolah, kondisi sarana evakuasi, dukungan pimpinan, partisipasi warga sekolah, dan hambatan implementasi program. Identitas informan dikodekan sebagai G1–G4 untuk guru atau staf dan S1–S4 untuk siswa guna menjaga kerahasiaan partisipan.

Angket kapasitas adaptasi terdiri atas 35 butir pernyataan dengan skala Likert empat tingkat. Angket diberikan sebelum dan sesudah implementasi model kepada 60 peserta. Instrumen tersebut digunakan untuk mengukur perubahan kapasitas adaptasi warga sekolah setelah mengikuti intervensi.

Tes pengetahuan disusun dalam bentuk pre-test dan post-test paralel. Instrumen untuk guru atau staf dan instrumen untuk siswa disesuaikan dengan peran, tingkat pemahaman, dan kebutuhan masing-masing kelompok. Tes digunakan untuk mengukur perubahan pengetahuan mengenai perubahan iklim, ketangguhan sekolah, pengurangan risiko bencana, kesiapsiagaan, dan tindakan adaptif.

Rubrik validasi terdiri atas 15 butir penilaian pada setiap kategori validator dan menggunakan skala empat tingkat. Rubrik disesuaikan dengan bidang penilaian masing-masing validator, yaitu substansi untuk ahli materi, media dan desain pembelajaran untuk ahli media, serta keterlaksanaan dan kepraktisan untuk praktisi sekolah. Angket kepraktisan digunakan untuk menilai kemudahan, kejelasan, efisiensi waktu, dan kemungkinan penerapan perangkat model dalam kondisi sekolah yang sebenarnya.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan secara bertahap mengikuti prosedur pengembangan. Pada tahap analisis, data diperoleh melalui wawancara, observasi, dan telaah dokumen. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur agar peneliti memperoleh informasi yang sesuai dengan fokus penelitian sekaligus memungkinkan eksplorasi terhadap temuan yang muncul selama proses pengumpulan data.

Pada tahap pengembangan, data diperoleh melalui pengisian rubrik validasi oleh tujuh validator. Validator memberikan skor dan masukan tertulis terhadap model dan perangkat pendukung. Masukan tersebut digunakan sebagai dasar revisi produk sebelum implementasi.

Pada tahap implementasi, peserta terlebih dahulu mengerjakan pre-test, kemudian mengikuti pelatihan menggunakan modul CSS-SR Adaptif, dan selanjutnya mengerjakan post-test. Angket kapasitas adaptasi juga diberikan sebelum dan sesudah intervensi. Data kepraktisan dikumpulkan setelah pengguna mempelajari atau menggunakan perangkat model.

Teknik Analisis Data

Data kualitatif dianalisis secara tematik dengan pendekatan induktif. Analisis dilakukan melalui pengorganisasian data, pembacaan berulang, pemberian kode, pengelompokan kode ke dalam

kategori, identifikasi tema, interpretasi makna, dan penarikan kesimpulan. Keabsahan temuan diperkuat melalui triangulasi teknik dan sumber dengan membandingkan data wawancara, observasi, serta telaah dokumen (Miles et al., 2014).

Data validitas dan kepraktisan dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase skor terhadap skor maksimal. Persentase penilaian dihitung menggunakan rumus:

$$P = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Hasil penilaian dengan persentase sekurang-kurangnya 84% dikategorikan sebagai “Sangat Valid” untuk validasi ahli dan “Sangat Praktis” untuk penilaian praktisi atau pengguna. Penilaian validator juga dianalisis berdasarkan konsistensi skor lintas kategori validator dan masukan kualitatif yang diberikan.

Konsistensi internal angket kapasitas adaptasi dianalisis menggunakan koefisien Cronbach's Alpha. Nilai koefisien $\alpha \geq 0,90$ diinterpretasikan sebagai reliabilitas yang sangat tinggi, yang menunjukkan adanya konsistensi internal yang kuat di antara butir-butir instrumen (Tavakol & Dennick, 2011; Taber, 2018).

Efektivitas awal model dianalisis dengan membandingkan skor pre-test dan post-test. Sebelum pengujian perbedaan, distribusi selisih skor diperiksa menggunakan uji Shapiro-Wilk. Karena selisih skor pada ketiga instrumen tidak berdistribusi normal, analisis dilanjutkan menggunakan Wilcoxon Signed Rank Test, yaitu uji nonparametrik untuk membandingkan dua pengukuran berpasangan (Field, 2018; Pallant, 2020).

Besarnya perubahan dihitung menggunakan ukuran efek dengan rumus:

$$r = \frac{|Z|}{\sqrt{N}}$$

Keterangan: Z merupakan nilai statistik hasil uji Wilcoxon dan N merupakan jumlah pengamatan pada masing-masing pengujian. Ukuran efek diinterpretasikan sebagai kecil apabila $r \geq 0,10$, sedang apabila $r \geq 0,30$, dan besar apabila $r \geq 0,50$. Pengujian statistik menggunakan tingkat signifikansi 5% atau $p < 0,05$.

Etika Penelitian

Penelitian dilaksanakan setelah memperoleh persetujuan dari pihak sekolah. Karena peserta siswa termasuk kelompok anak di bawah umur, persetujuan orang tua atau wali (parental consent) diperoleh sebelum siswa mengikuti kegiatan penelitian. Identitas setiap informan dan peserta dijaga kerahasiaannya melalui penggunaan kode. Data individu tidak

dilaporkan secara terbuka dan hasil penelitian disajikan dalam bentuk agregat untuk mencegah identifikasi partisipan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan

Analisis tematik terhadap data wawancara, observasi, dan telaah dokumen menghasilkan lima tema. Pertama, belum tersedia program Climate Smart School formal di sekolah; konten terkait iklim hanya muncul secara insidental dalam pembelajaran agama dan sains. Kedua, kapasitas adaptasi masih parsial: guru dan staf, beberapa di antaranya memiliki pengalaman langsung Gempa Lombok 2018, memiliki kesadaran dasar yang lebih kuat dibandingkan siswa, namun melaporkan bahwa kesadaran tersebut belum diterjemahkan ke dalam praktik yang sistematis (“[pemahaman] masih teoretis, belum diaplikasikan dalam praktik sehari-hari,” Informan G3). Ketiga, sarana kesiapsiagaan belum diperbarui sejak pelatihan evakuasi tahun 2022 yang dilaksanakan bersama lembaga kemanusiaan eksternal; seluruh siswa yang terdaftar saat ini masuk setelah pelatihan tersebut dan belum pernah mengikuti simulasi. Keempat, dan mengimbangi kekurangan-kekurangan tersebut, sekolah memiliki modal sosial yang substansial: kepala sekolah (Informan G2) menggambarkan dukungan terhadap program baru sebagai tanpa syarat (“semua warga sekolah terlibat dalam setiap program sekolah... sangat mendukung”), karakterisasi yang dikuatkan secara independen oleh informan siswa (S1), yang menggambarkan partisipasi program di seluruh sekolah sebagai konsisten kompak. Kelima, informan mengidentifikasi tiga hambatan Implementasi bagi program mendatang: literasi iklim yang terbatas di kalangan staf, kesulitan mengintegrasikan konten baru ke dalam kurikulum yang sudah padat, dan ketiadaan mekanisme evaluasi untuk kegiatan kesiapsiagaan.

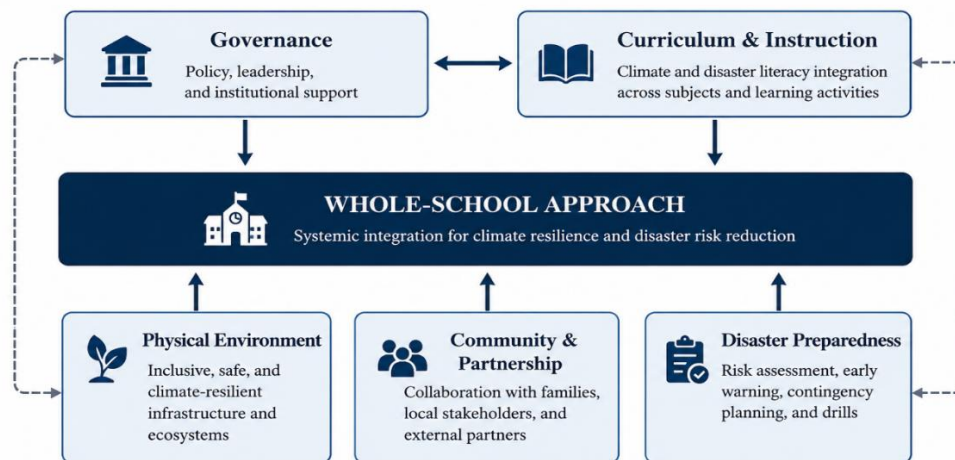
Telaah dokumen mengonfirmasi temuan wawancara tersebut: tidak satu pun dokumen program Climate Smart School formal ditemukan di sekolah sebelum penelitian ini, konsisten dengan keterangan informan bahwa kegiatan terkait iklim

dan bencana sebelumnya bersifat insidental dan belum terkodifikasi secara institusional.

Temuan ini konsisten dengan karakterisasi sebelumnya mengenai pendidikan kebencanaan berbasis sekolah di Indonesia sebagai terfragmentasi, bukan tertanam secara sistemik (Amri et al., 2017). Koeksistensi antara kesiapan dasar yang rendah dan modal sosial yang tinggi memiliki makna teoretis: modal sosial, termasuk komitmen kepemimpinan dan kekompakan komunitas, telah diidentifikasi sebagai prasyarat utama bagi keberhasilan adopsi intervensi seluruh sekolah (Fullan, 2007; Cutter et al., 2010), yang menunjukkan bahwa kendala utama sekolah bukanlah motivasi, melainkan ketiadaan jalur Implementasi yang terstruktur. Perbedaan titik awal antara guru/staf dan siswa, yang dibuktikan baik oleh data wawancara maupun selanjutnya dikonfirmasi oleh skor pre-test, mendasari keputusan desain yang disengaja untuk mengembangkan modul pelatihan yang terpisah dan sesuai peran, alih-alih satu intervensi yang seragam, untuk menjawab kebutuhan guru mengonsolidasikan pengetahuan yang ada ke dalam rencana aksi institusional sekaligus menjawab kebutuhan literasi dan kesiapsiagaan dasar siswa.

Desain Model

Tahap desain menghasilkan Model CSS-SR Adaptif, yang terdiri atas lima dimensi yang saling terkait dan dihubungkan melalui pendekatan seluruh komponen sekolah: tata kelola (kebijakan institusional dan komitmen kepemimpinan), kurikulum dan pembelajaran (integrasi konten iklim dan bencana ke dalam mata pelajaran yang ada), lingkungan fisik (infrastruktur kesiapsiagaan dan ruang hijau), komunitas dan kemitraan (pelibatan orang tua dan lembaga eksternal), dan kesiapsiagaan bencana (prosedur operasi standar, simulasi, dan jalur evakuasi) (Gambar 1). Istilah “Adaptif” dalam nama model menandakan pilihan desain yang disengaja: elemen kontekstual, termasuk integrasi nilai karakter lokal seperti amanah, kepedulian lingkungan, dan tanggung jawab, diperlakukan sebagai lapisan modular yang dapat diganti, bukan persyaratan yang tetap, sehingga logika struktural model dapat dipertahankan ketika diterapkan di sekolah dengan konteks agama atau budaya yang berbeda.



Gambar 1. Lima dimensi Model CSS-SR Adaptif, dihubungkan melalui pendekatan seluruh komponen sekolah.

Model dioperasionalkan melalui sebelas komponen produk: dokumen pedoman Implementasi; modul pelatihan guru/staf berdurasi 60 menit; modul pelatihan siswa berdurasi 60 menit; lembar kerja siswa; lembar kerja guru/staf; paket evaluasi (pre/post test dan angket kapasitas adaptasi); tiga instrumen validasi (materi, media, dan praktisi); serta rencana tindak lanjut yang terdiri atas sepuluh program konkret yang dimaksudkan untuk menanamkan model ke dalam rutinitas sekolah yang berkelanjutan, bukan berakhir setelah sesi pelatihan: Patroli Energi Kelas, Pojok Iklim Sekolah, Audit Sampah Mingguan, Taman Sekolah Tangguh Iklim, Simulasi Evakuasi Triwulanan, Tim Warga Sekolah Peduli Iklim dan Tangguh Bencana, Papan Informasi Iklim dan Bencana, Pengomposan Sampah Organik, Pemantauan Cuaca Sekolah Mingguan, dan Integrasi Tema Iklim dalam Pembelajaran.

Struktur lima dimensi ini konsisten dengan kerangka kerja yang telah mapan untuk keberlanjutan dan aksi iklim seluruh sekolah, yang juga mencakup dimensi tata kelola, kurikulum, lingkungan, dan komunitas (Henderson & Tilbury, 2004; OECD, 2021; Gibb, 2016). Penyertaan eksplisit kesiapsiagaan bencana sebagai dimensi kelima yang setara, alih-alih memperlakukannya sebagai bagian dari dimensi lingkungan fisik sebagaimana pada beberapa kerangka keberlanjutan seluruh sekolah sebelumnya, mencerminkan profil risiko ganda iklim dan bencana yang teridentifikasi selama analisis kebutuhan, dan merepresentasikan adaptasi struktural dari model-model seluruh sekolah yang ada terhadap konteks seismik-tsunami Kota Mataram. Prosedur pengembangan itu sendiri mengikuti logika desain instruksional yang mapan (Branch, 2009; Molenda, 2015; Nieveen, 1999), dengan masukan formatif dari analisis kebutuhan yang secara langsung membentuk setiap dari sebelas komponen, konsisten dengan praktik yang direkomendasikan dalam penelitian

desain pendidikan (Plomp & Nieveen, 2013). Rencana tindak lanjut secara langsung merespons keterbatasan yang dicatat dalam penelitian pendidikan PRB Indonesia terkait, di mana kegiatan pelatihan tunggal tanpa tindak lanjut struktural menunjukkan daya tahan yang terbatas (Amri et al., 2017); dengan mendistribusikan kepemilikan kegiatan berkelanjutan ke seluruh komunitas sekolah, alih-alih memusatkannya pada satu fasilitator, model ini dimaksudkan untuk mengurangi ketergantungan pada individu tertentu dan meningkatkan kemungkinan capaian dapat dipertahankan setelah periode intervensi awal.

Validitas Model

Tabel 2 menyajikan hasil validasi di tiga kategori ahli/praktisi. Satu ahli materi menilai model 86,67% (52/60), dikategorikan Sangat Valid. Tiga ahli media dan desain pembelajaran menilai model secara independen, dengan skor masing-masing 93,33%, 81,67%, dan 90,00%, menghasilkan rata-rata 88,33% (Sangat Valid); tiga praktisi sekolah menilai konten dan desain model pada 86,67%, 88,33%, dan 88,33% (rata-rata 87,78%, Sangat Praktis).

Tabel 2. Hasil Validasi dan Kepraktisan Model

Jenis Validasi	n validator	Skor Rata-rata	Kategori
Ahli materi	1	86,67%	Sangat Valid
Ahli media /desain pembelajaran	3	88,33%	Sangat Valid
Praktisi sekolah	3	87,78%	Sangat Praktis
Uji kepraktisan	—	85,56%	Sangat Praktis

Dari sembilan validator dan tiga perspektif independen, skor secara konsisten berada pada rentang 81,67%–93,33%, seluruhnya di atas ambang batas 84% yang digunakan untuk mengklasifikasikan hasil sebagai Sangat Valid atau Sangat Praktis. Konsistensi lintas perspektif konten, desain, dan praktik lapangan ini, bukan kekuatan pada satu dimensi tunggal, menjadi dasar bukti utama bagi validitas model. Rentang yang relatif sempit antara skor validator terendah dan tertinggi cukup menonjol mengingat para validator berasal dari latar belakang profesional yang sangat berbeda, yaitu keahlian materi akademik, praktik desain instruksional, dan kepemimpinan berbasis sekolah, dan menunjukkan bahwa logika inti model, bukan sudut pandang disipliner validator tertentu, yang mendorong penilaian positif secara keseluruhan. Sejumlah kecil butir individual, terutama yang berkaitan dengan kejelasan petunjuk penggunaan dan kecukupan durasi pelatihan, memperoleh penilaian yang relatif lebih rendah dan ditindaklanjuti sebelum Implementasi dengan menambahkan tujuan pembelajaran eksplisit di awal setiap modul, revisi yang secara langsung didasarkan pada masukan validator.

Reliabilitas angket kapasitas adaptasi itu sendiri, dinilai secara independen dari proses validasi di atas, menghasilkan Cronbach's Alpha sebesar 0,9492 pada 35 butirnya ($N = 60$), dikategorikan reliabilitas sangat tinggi (Taber, 2018). Hasil ini menunjukkan konsistensi internal yang kuat di antara butir-butir yang dimaksudkan untuk mengukur konstruk yang sama, dan mendukung kelayakan angket sebagai instrumen utama uji efektivitas pada tahap berikutnya. Temuan validitas ini konsisten dengan kerangka validitas konten dan desain yang menekankan penilaian konvergen lintas kategori ahli independen sebagai kriteria utama dalam menetapkan kesiapan produk pendidikan untuk diuji di lapangan (Tessmer, 1993; Plomp & Nieveen, 2013; Nieveen, 1999).

Kepraktisan Model

Di luar validasi praktisi yang dilaporkan di atas, uji kepraktisan terpisah yang melibatkan responden sekolah tambahan menghasilkan skor 85,56%, juga dikategorikan Sangat Praktis (Tabel 2). Kepraktisan, berbeda dari validitas, berkaitan dengan apakah pengguna yang dituju dapat mengimplementasikan produk sebagaimana dirancang dalam kondisi operasional nyata, bukan apakah produk tersebut sehat secara teoretis (Nieveen, 1999); konvergensi antara validasi praktisi (87,78%) dan uji kepraktisan independen (85,56%) dengan demikian memberikan bukti komplementer bahwa kesebelas komponen model, meskipun jumlahnya banyak, dinilai dapat diimplementasikan

dalam batasan sesi pelatihan 60 menit dan sumber daya sekolah yang ada. Temuan ini konsisten dengan niat desain model untuk meminimalkan beban sumber daya tambahan, prioritas yang muncul langsung dari temuan analisis kebutuhan bahwa kesulitan integrasi kurikulum dan ketiadaan infrastruktur evaluasi merupakan hambatan utama bagi inisiatif kesiapsiagaan sebelumnya di sekolah. Pada bagian di mana kepraktisan belum mencapai skor maksimal, umpan balik kembali mengarah pada durasi pelatihan, dengan beberapa responden menyatakan bahwa 60 menit membatasi kedalaman keterlibatan yang mungkin dicapai pada dimensi kurikulum dan lingkungan fisik secara khusus; keterbatasan ini dibahas secara eksplisit pada bagian Kesimpulan.

Dari perspektif Implementasi yang lebih luas, bukti kepraktisan semacam ini sangat relevan bagi pemangku kepentingan berbasis sekolah yang mempertimbangkan adopsi model serupa, karena validitas semata tidak menjamin bahwa produk yang sehat secara teoretis dapat diberikan dengan waktu, personel, dan sumber daya yang tersedia secara lokal (Nieveen, 1999). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model lima dimensi dengan sebelas komponen dapat diberikan dalam satu sesi 60 menit per audiens sambil tetap dinilai praktis oleh praktisi ahli maupun responden sekolah tambahan, menawarkan tolok ukur yang dapat dicapai bagi sekolah dengan sumber daya serupa yang ingin mengadopsi atau mengadaptasi intervensi sebanding.

Efektivitas Model

Tabel 3 menyajikan hasil lengkap Uji Wilcoxon Signed Rank Test pada ketiga instrumen efektivitas. Pada angket kapasitas adaptasi ($N = 60$), median skor meningkat dari 73,00 (IQR = 10,25) sebelum intervensi menjadi 139,00 (IQR = 1,25) setelahnya, dari skor maksimal 140; seluruh 60 responden menunjukkan peningkatan (positive ranks = 60, negative ranks = 0, ties = 0), $Z = -6,736$, $p < 0,001$, dengan effect size besar, $r = 0,870$. Pada guru dan staf ($N = 18$), median skor meningkat dari 24,00 (IQR = 1,50) menjadi 25,00 (IQR = 0,00) dari skor maksimal 25; 13 responden meningkat, tidak ada yang menurun, dan lima tidak mengalami perubahan karena sudah mencapai skor maksimal sebelum intervensi, $Z = -3,180$, $p < 0,001$, $r = 0,749$. Pada siswa ($N = 42$), median meningkat dari 21,50 (IQR = 3,75) menjadi 25,00 (IQR = 1,00); 36 meningkat, tidak ada yang menurun, dan enam tidak mengalami perubahan, $Z = -5,232$, $p < 0,001$, $r = 0,807$. Selisih skor pre-post tidak berdistribusi normal pada ketiga instrumen (Shapiro-Wilk $W = 0,872$, $0,818$, dan $0,938$, semuanya $p < 0,05$), mengonfirmasi ketepatan penggunaan uji non-parametrik. Pada pengukuran akhir, seluruh 60 responden mencapai kategori kapasitas adaptasi

“Sangat Tinggi”.

Tabel 3. Hasil Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Metrik	Angket (N=60)	Guru/Staf (N=18)	Siswa (N=42)
Median Pre (IQR)	73,00 (10,25)	24,00 (1,50)	21,50 (3,75)
Median Post (IQR)	139,00 (1,25)	25,00 (0,00)	25,00 (1,00)
Positive / Negative / Tied ranks	60 / 0 / 0	13 / 0 / 5	36 / 0 / 6
Z	-6,736	-3,180	-5,232
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Effect size r	0,870 (besar)	0,749 (besar)	0,807 (besar)

Hasil ini menjadi bukti statistik yang konsisten mengenai peningkatan pada tiga instrumen yang dikembangkan secara independen, dengan effect size yang, berdasarkan ambang konvensional, seluruhnya diklasifikasikan besar (Field, 2018). Pola ini secara luas konsisten dengan bukti sebelumnya bahwa intervensi pendidikan iklim dan bencana berbasis sekolah yang ditargetkan dapat menghasilkan capaian jangka pendek yang terukur dalam pengetahuan dan perilaku kesiapsiagaan yang dilaporkan sendiri (Monroe et al., 2019; Rizzi et al., 2020). Hasil guru/staf, dengan effect size yang lebih kecil meski tetap besar ($r = 0,749$) dibandingkan instrumen siswa ($r = 0,807$) dan angket ($r = 0,870$), konsisten dengan temuan analisis kebutuhan bahwa guru memasuki intervensi dengan titik awal yang lebih tinggi, sebagian disebabkan oleh pengalaman langsung Gempa Lombok 2018; proporsi guru yang menunjukkan perubahan terukur yang relatif lebih kecil (13 dari 18, dengan lima sudah berada di titik plafon sebelum intervensi) mencerminkan titik awal yang sudah tinggi tersebut, bukan dampak intervensi yang berkurang.

Namun, pola yang penting secara metodologis menyertai hasil ini: distribusi pasca-intervensi yang sangat terkompresi, rentang interkuartil hanya 1,25 poin dari kemungkinan 140 pada angket, dan varians nol di antara guru/staf pada post-test, menunjukkan adanya efek plafon (ceiling effect). Pola ini membawa dua interpretasi yang saling melengkapi yang dilaporkan penelitian ini secara transparan, bukan secara selektif. Pertama, dari sudut pandang program, pergerakan universal seluruh 60 responden ke kategori kapasitas adaptasi tertinggi merupakan bukti dampak intervensi yang bermakna. Kedua, dari sudut pandang pengukuran, rentang

pasca-intervensi yang terkompresi membatasi kemampuan instrumen untuk membedakan antar-responden begitu sebagian besar telah mencapai ujung atas skala, yang berarti besaran perubahan yang sesungguhnya mungkin tidak sepenuhnya tertangkap oleh instrumen self-report yang digunakan di sini. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memadukan pengukuran self-report dengan observasi perilaku jangka panjang atau penilaian berbasis skenario untuk mengurangi keterbatasan ini, disertai penggunaan desain yang mampu memisahkan efek intervensi dari faktor eksternal seperti pembelajaran kelas yang berlangsung bersamaan, paparan media, atau kejadian bencana selama periode penelitian, yang semuanya tidak dapat disingkirkan dalam desain satu kelompok pre-post yang digunakan saat ini.

Di luar signifikansi statistik, ketiadaan total negative ranks pada ketiga instrumen, yang berarti tidak satu pun responden mengalami penurunan kapasitas terukur setelah intervensi, merupakan temuan praktis yang patut dicatat. Dipadukan dengan effect size yang konsisten besar, pola ini menunjukkan bahwa peningkatan yang teramati terdistribusi secara luas di seluruh kelompok responden, bukan terkonsentrasi pada sebagian kecil individu yang sangat responsif, pola yang relevan secara langsung bagi sekolah yang mempertimbangkan apakah satu intervensi pelatihan yang relatif singkat dapat secara masuk akal menghasilkan perbaikan yang menyeluruh di tingkat institusi, bukan hanya perbaikan yang terisolasi.

Sejalan dengan poin terakhir ini, ketiadaan kelompok pembanding membatasi kekuatan kausal dari temuan ini. Hasil penelitian ini karenanya paling tepat dicirikan sebagai menunjukkan efektivitas awal model secara statistik, bukan secara definitif menetapkan efikasi kausal, sebuah pembedaan yang memiliki implikasi langsung bagi bagaimana temuan ini sebaiknya dimaknai oleh praktisi yang mempertimbangkan adopsi model di tempat lain, dan yang dibahas lebih lanjut pada bagian berikut.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan Model *Climate Smart School* berbasis Ketangguhan Sekolah (CSS-SR Adaptif) sebagai kerangka integratif untuk memperkuat kapasitas adaptasi warga sekolah terhadap perubahan iklim dan risiko bencana. Model dikembangkan berdasarkan kebutuhan sekolah yang belum memiliki program iklim formal, praktik adaptasi yang belum terstruktur, serta sarana kesiapsiagaan yang belum diperbarui, tetapi didukung oleh modal sosial, komitmen pimpinan, dan kekompakan warga sekolah. Model CSS-SR Adaptif mencakup lima dimensi, yaitu tata kelola, kurikulum dan pembelajaran, lingkungan fisik, komunitas dan

kemitraan, serta kesiapsiagaan bencana, yang dioperasionalkan melalui sebelas komponen dan sepuluh program tindak lanjut berbasis pendekatan seluruh sekolah.

Hasil penilaian oleh tujuh validator yang terdiri atas satu ahli materi, tiga ahli media atau desain pembelajaran, dan tiga praktisi sekolah menunjukkan bahwa model memenuhi kriteria sangat valid dan sangat praktis. Implementasi model juga menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kapasitas adaptasi dan pengetahuan guru, staf, serta siswa, dengan nilai $p < 0,001$ dan ukuran efek yang besar ($r = 0,749-0,870$). Temuan tersebut menunjukkan bahwa Model CSS-SR Adaptif memiliki efektivitas awal dan berpotensi digunakan sebagai kerangka penguatan ketangguhan sekolah pada wilayah dengan risiko hidrometeorologi, gempa bumi, dan tsunami yang sebanding. Namun, hasil ini belum dapat dimaknai sebagai bukti kausal yang definitif karena penelitian menggunakan desain satu kelompok *pre-test-post-test* tanpa kelompok pembandingan, melibatkan jumlah validator yang terbatas, menggunakan durasi pelatihan yang relatif singkat, serta menunjukkan adanya efek plafon pada pengukuran pascaintervensi.

Oleh karena itu, penerapan model perlu disesuaikan dengan karakteristik sosial, budaya, kelembagaan, dan profil risiko masing-masing sekolah serta disertai pemantauan berkelanjutan terhadap pelaksanaan program tindak lanjut. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain kuasi-eksperimental dengan sekolah pembandingan, pengukuran longitudinal pada periode tiga hingga enam bulan, serta instrumen berbasis kinerja, observasi perilaku, atau skenario untuk mengurangi bias *self-report* dan efek plafon. Pengujian pada sekolah dengan karakteristik geografis dan kelembagaan yang berbeda juga diperlukan untuk menilai konsistensi efektivitas, keberlanjutan implementasi, dan tingkat keteradaptasian Model CSS-SR Adaptif dalam konteks yang lebih luas.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala sekolah, guru, staf, dan siswa di lokasi penelitian atas partisipasinya, serta kepada sembilan validator ahli materi, ahli media, dan praktisi atas telaah ahlinya. Penulis juga mengapresiasi BPBD Kota Mataram dan BNPB-IDRIP atas data perencanaan kontingensi tsunami yang tersedia untuk publik dan dirujuk dalam penelitian ini. Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, A., Bird, D. K., Ronan, K., Haynes, K., & Towers, B. (2017). Disaster risk reduction education in Indonesia: challenges and recommendations for scaling up. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17(4), 595–612.
- Anderson, A. (2020). Climate change education for mitigation and adaptation. *Journal of Education for Sustainable Development*, 14(2), 1–15.
- BPBD Kota Mataram & BNPB-IDRIP. (2023). Rencana kontingensi tsunami akibat gempabumi Megathrust Sumba. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Mataram & Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- Cutter, S. L., Burton, C. G., & Emrich, C. T. (2010). Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7(1), 1–22.
- Engle, N. L. (2011). Adaptive capacity and its assessment. *Global Environmental Change*, 21(2), 647–656.
- Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Sage Publications.
- Fullan, M. (2007). *The New Meaning of Educational Change*. Teachers College Press.
- Gallopín, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), 293–303.
- Gibb, N. (2016). *Getting climate ready: A guide for schools on climate action and the whole-school approach*. UNESCO Publishing.
- Henderson, K., & Tilbury, D. (2004). *Whole-School Approaches to Sustainability: An International Review of Sustainable School Programs*. Australian Research Institute in Education for Sustainability.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, H. Lee, & J. Romero, Eds.)*. IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Kelman, I. (2015). Climate change and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction. *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(2), 117–127.
- Kousky, C. (2016). Impacts of natural disasters on children. *The Future of Children*, 26(1), 73–92.

- Masten, A. S. (2014). *Ordinary Magic: Resilience in Development*. Guilford Press.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. Sage Publications.
- Molenda, M. (2015). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, 54(2), 40–42.
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: a systematic review. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812.
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to reach product quality. In J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds.), *Design Approaches and Tools in Education and Training* (pp. 125–135). Kluwer Academic Publishers.
- OECD. (2021). *Schools for Climate Action: Global Education Policy Perspectives*. OECD Publishing.
- Pallant, J. (2020). *SPSS Survival Manual*. McGraw-Hill Education.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.). (2013). *Educational Design Research*. Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- Rizzi, F., Marraccini, E., Galli, F., & Brunori, G. (2020). Climate change education and behavioral change: evidence from school-based interventions. *Sustainability*, 12(18), 1–18.
- Selby, D., & Kagawa, F. (2012). *Disaster Risk Reduction in School Curricula: Case Studies from Thirty Countries*. UNESCO & UNICEF.
- Shaw, R., Shiwaku, K., & Takeuchi, Y. (Eds.). (2011). *Disaster Education*. Emerald Group Publishing.
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity, and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282–292.
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when Developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55.
- Tessmer, M. (1993). *Planning and Conducting Formative Evaluations*. Routledge.
- Ungar, M. (Ed.). (2012). *The social ecology of resilience: A handbook of theory and practice*. Springer.
- Ungar, M. (2018). Systemic resilience: principles and processes for a science of change in contexts of adversity. *Ecology and Society*, 23(4), 34.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2022). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022*. UNDRR Publications.
- World Meteorological Organization. (2024). *State of the global climate 2023* (WMO-No. 1347). WMO.