

UPAYA PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP PADA KAWASAN RAWAN BENCANA PROVINSI BALI

A.A. Gde Sutrisna Wijaya Putra¹⁾, Ni Luh Putu Mahendra Dewi^{1*)}, Shinta Enggar
Maharani¹⁾, Wahyudi Arimbawa²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mahasaraswati Denpasar, Bali

²⁾ Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia,
Bali

Email koresponden: niluhputumahendradewi@unmas.ac.id

ABSTRAK

Tekanan dan permasalahan lingkungan hidup di Provinsi Bali dari waktu ke waktu semakin kompleks bahkan meluas. Pertumbuhan penduduk yang relatif tinggi menjadi salah satu penyebab terjadinya tekanan dan permasalahan lingkungan. Pertumbuhan penduduk Bali rata-rata 1,01% per tahun pada periode tahun 2010-2020, sedangkan pada tahun 2021 pertumbuhan penduduk Bali sebesar 1,4%. Pertumbuhan penduduk tertinggi telah terjadi di Kabupaten Buleleng mencapai (2,51%) dan Kabupaten Karangasem sebesar 2,29%, sedangkan untuk Kota Denpasar dan Kabupaten Badung terjadi penurunan pertumbuhan penduduk dengan persentase -0,81% untuk Kota Denpasar dan 0,09% terjadi di Kabupaten Badung dikarenakan adanya dampak Covid-19 yang mendorong terjadinya migrasi penduduk dari wilayah perkotaan ke pedesaan sehingga terjadi penurunan pertumbuhan penduduk yang sangat signifikan. Meskipun pertumbuhan penduduk di Provinsi Bali mengalami penurunan dibanding sepuluh tahun sebelumnya, namun pengelolaan lingkungan hidup tetap harus diupayakan oleh Pemerintah bersama-sama dengan masyarakat. Namun disadari bahwa upaya pengelolaan lingkungan hidup secara "business as usual" tidak akan mampu mengimbangi laju kerusakan lingkungan hidup.

Kata Kunci: Pengelolaan, Bencana, Banjir, Bali

ABSTRACT

Environmental pressures and problems in Bali Province from time to time are increasingly complex and widespread. Relatively high population growth is one of the causes. Bali's population growth averaged 1.01% per year in the 2010-2020 period, while in 2021 Bali's population growth was 1.4%, where the highest population growth occurred in Buleleng Regency (2.51%) and Karangasem Regency reached 2.29%, while for Denpasar City and Badung Regency there was a decrease in population growth, namely -0.81% for Denpasar City and 0.09% for Badung Regency due to the impact of Covid19 which encouraged population migration from urban to rural areas. Although population growth in Bali Province has decreased compared to the previous ten years, environmental management must still be pursued by the Government together with the community, but it is realized that environmental management efforts as "business as usual" will not be able to keep up with the rate of environmental degradation.

Keywords: Management, Disaster, Flood, Bali

1. PENDAHULUAN

Pulau Bali, sebagai destinasi wisata internasional yang telah lama diakui, menghadapi tantangan signifikan dalam pengelolaan risiko bencana alam yang kompleks. Dengan visi “*Nangun Sat Kertih Loka Bali*” sebuah pendekatan pembangunan terpadu yang bertujuan melestarikan kesucian dan harmoni alam beserta isinya provinsi ini berupaya mengatasi kerentanan yang disebabkan oleh posisi geografisnya di kawasan *Ring of Fire*. Kondisi ini menjadikan Bali rentan terhadap gempa bumi, tsunami, dan aktivitas vulkanik, sementara karakteristik topografi seperti perbukitan, dataran rendah pesisir, serta tingkat curah hujan tinggi memicu ancaman banjir, longsor, dan kekeringan. Wilayah seperti kawasan sekitar Gunung Agung, pesisir selatan, serta daerah aliran sungai yang terdegradasi sering kali menghadapi dampak bencana serius, mencakup ancaman terhadap keselamatan masyarakat, kerusakan infrastruktur, serta terganggunya sektor utama ekonomi, yakni pariwisata dan pertanian.

Pertumbuhan populasi, konversi lahan yang intensif, serta tekanan pembangunan yang kurang memperhatikan aspek keberlanjutan, semakin meningkatkan kerentanan tersebut, terutama di tengah perubahan iklim yang memperbesar frekuensi dan intensitas bencana. Dengan demikian, pengelolaan lingkungan hidup di kawasan rawan bencana Bali bukan sekadar kebutuhan mendesak, melainkan juga kesempatan untuk memperkuat ketangguhan ekologis dan sosial masyarakatnya. Pendekatan integratif yang memadukan mitigasi struktural, seperti pembangunan infrastruktur pengendali banjir dan reboisasi, dengan mitigasi non-struktural, seperti regulasi tata ruang berbasis risiko, pemberdayaan masyarakat dalam edukasi kebencanaan, serta revitalisasi kearifan lokal, menjadi kunci dalam menciptakan Bali yang hijau, harmonis, dan berkelanjutan.

Konsep *Tri Hita Karana*, yang mengedepankan harmoni antara manusia, alam, dan nilai spiritual, menawarkan landasan strategis untuk menyusun program mitigasi dan adaptasi berbasis budaya. Di samping itu, sinergi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, sektor swasta, akademisi, lembaga adat, dan masyarakat, merupakan elemen penting untuk menghasilkan kebijakan yang terintegrasi dan aksi nyata di lapangan. Melalui kajian mendalam terhadap inovasi dan tantangan dalam pengelolaan lingkungan di Bali, artikel ini berupaya memberikan rekomendasi strategis demi memperkuat ketahanan wilayah, mengurangi risiko bencana, serta memastikan keberlanjutan Bali sebagai destinasi pariwisata global yang berdaya saing tinggi.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan pengumpulan data jumlah kejadian dan korban bencana per kabupaten/kota di Provinsi Bali serta dikaitkan dengan berbagai upaya pengelolaan lingkungan hidup pada kawasan rawan bencana.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana mendefinisikan rawan bencana sebagai kondisi atau karakteristik geologis, biologis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan teknologi yang, pada waktu tertentu, memengaruhi kemampuan untuk mencegah, meredam, serta mencapai kesiapan dan respons terhadap

dampak buruk bencana. Kawasan rawan bencana, sebagaimana diatur dalam undang-undang tersebut, adalah wilayah yang berpotensi menjadi lokasi terjadinya bencana, termasuk banjir, angin kencang, tanah longsor, abrasi, gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung berapi.

Bencana dapat dikategorikan ke dalam dua jenis utama, yakni bencana alam dan bencana non-alam. Bencana alam meliputi fenomena geologis seperti gempa bumi, tsunami, gerakan tanah, dan aktivitas vulkanik; fenomena biologis seperti epidemi dan wabah penyakit; serta kondisi hidrometeorologis, termasuk banjir, kekeringan, tanah longsor, dan angin topan. Tidak hanya disebabkan oleh kejadian fisik alam, dampak bencana alam sering kali diperburuk oleh kerentanan sosial, perilaku, dan kurangnya kesiapan masyarakat (Wisner et al., 2012). Sementara itu, bencana non-alam mencakup peristiwa yang disebabkan oleh aktivitas manusia atau faktor biologis, seperti kegagalan teknologi, pencemaran lingkungan, kecelakaan industri, dan wabah penyakit (Setiadi et al., 2019).

Secara geografis, Provinsi Bali memiliki potensi besar terhadap terjadinya berbagai bencana alam, seperti banjir, tanah longsor, gempa bumi, tsunami, abrasi pantai, gelombang pasang, dan angin kencang, yang diperparah oleh dampak perubahan iklim global seperti kenaikan muka air laut dan cuaca ekstrem. Berdasarkan data tahun 2021, beberapa kabupaten/kota di Bali mencatat berbagai jenis bencana yang terjadi, dengan dominasi bencana tanah longsor. Selain itu, bencana lain yang tercatat meliputi kebakaran gedung permukiman (113 kasus di Denpasar), pohon tumbang (249 kasus di Karangasem), abrasi pantai, kebakaran hutan dan lahan, cuaca ekstrem (hujan deras/angin kencang), gelombang ekstrem dan abrasi, serta kejadian lainnya seperti jalan jebol, saluran irigasi rusak, bangunan roboh, dan rumah tersambar petir. Data kejadian bencana ini ditampilkan dalam tabel dan grafik yang menggambarkan perbandingan kejadian bencana dari tahun 2017 hingga 2021. Kejadian bencana ini seperti tertera pada Tabel 1 serta perbandingan kejadian bencana dari tahun 2017-2021 seperti tertera pada Gambar 2.

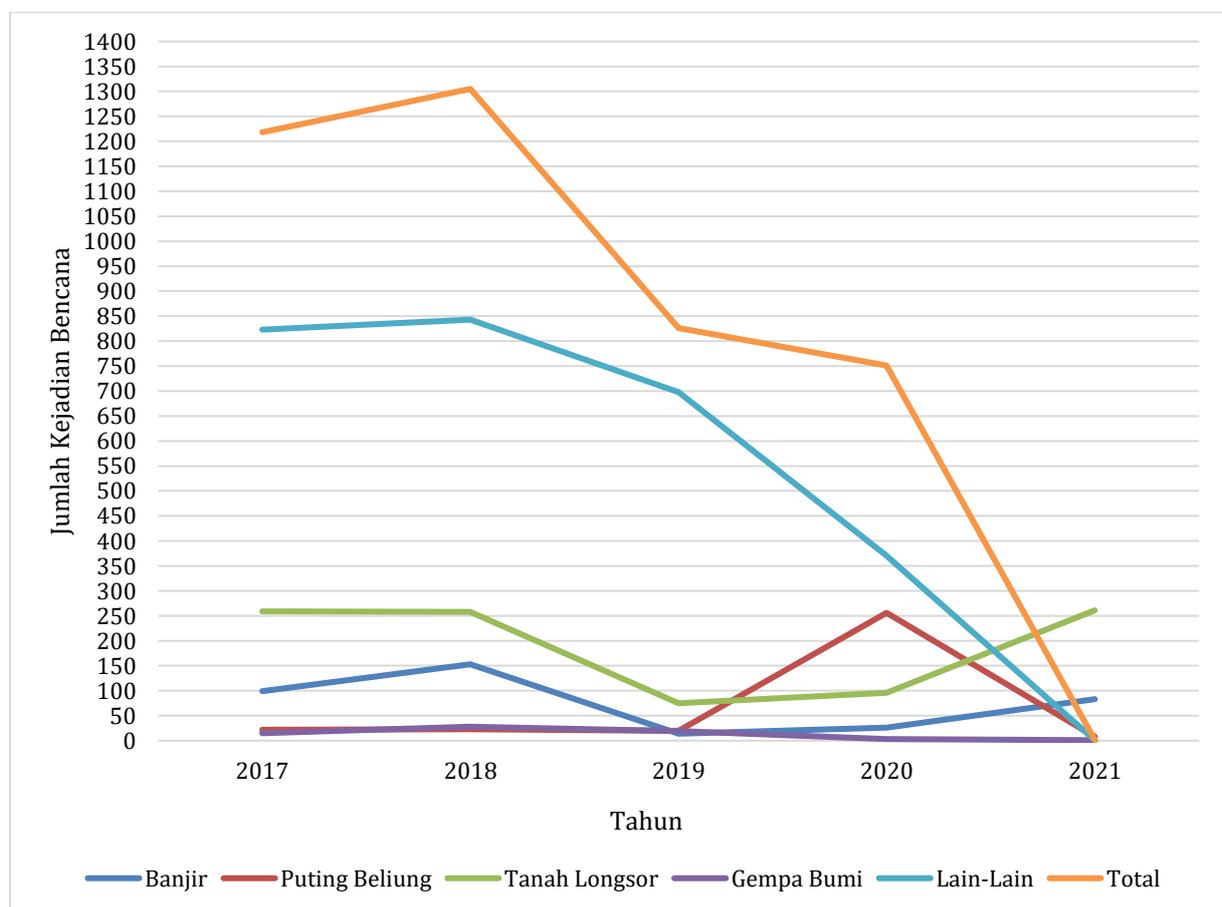


Gambar 1. Penanggulangan Bencana

Tabel 1. Kejadian Bencana Provinsi Bali tahun 2021

No	Kabupaten/ Kota	Banjir	Puting Beliung	Tanah Longsor	Gempa Bumi	Lain- Lain	Total
1	Badung	13	8	66	-	42	129
2	Bangli	5	-	26	-	27	58
3	Buleleng	5	-	41	-	114	160
4	Denpasar	37	-	2	-	200	239
5	Gianyar	-	-	21	-	227	248
6	Jembrana	9	-	10	-	71	90
7	Karangasem	8	-	85	1	290	384
8	Klungkung	3	-	4	-	2	9
9	Tabanan	3	-	6	-	49	58
JUMLAH		83	8	261	1	1.022	1.375

Sumber: Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Bali Tahun 2021



Gambar 2. Perbandingan Jumlah Bencana di Provinsi Bali Tahun 2017-2021

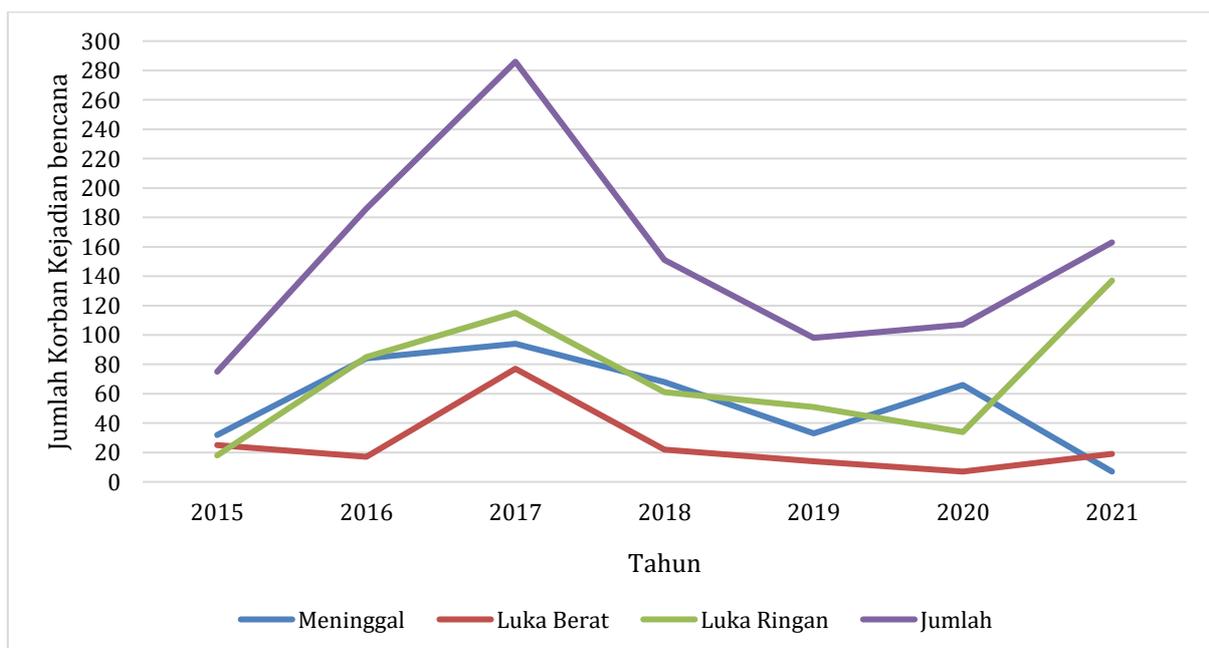
Selain kejadian bencana, korban bencana pada saat kejadian tersebut juga dihitung untuk dapat mengetahui kerugian yang ditimbulkan akibat dari bencana tersebut. Berikut merupakan jumlah korban kejadian bencana di tahun 2021. Berdasarkan data korban bencana diatas, pada tahun 2021 korban bencana keseluruhan berjumlah 163 orang. Jumlah ini meningkat dari tahun 2019 hingga 2021. Korban bencana terbanyak hanya

mengalami luka ringan yang berada di Karangasem. Hal ini juga sejalan dengan kejadian bencana lainnya di Karangasem. Jumlah Korban Kejadian Bencana di Provinsi Bali dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Korban Kejadian Bencana di Provinsi Bali

Kabupaten/Kota	Meninggal	Luka Berat	Luka Ringan	Jumlah
1 Badung	-	-	-	-
2 Bangli	1	2	6	9
3 Buleleng	-	1	3	4
4 Denpasar	-	-	3	3
5 Gianyar	3	2	3	8
6 Jembrana	-	-	1	1
7 Karangasem	3	14	121	138
8 Klungkung	-	-	-	-
9 Tabanan	-	-	-	-

Sumber: Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Bali Tahun 2021



Gambar 3. Perbandingan Jumlah Korban Bencana Tahun 2015-2021

3.1 Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup

Tekanan dan permasalahan lingkungan di Provinsi Bali dari waktu ke waktu semakin kompleks dan meluas. Pertumbuhan penduduk yang tergolong tinggi merupakan salah satu penyebabnya. Pertumbuhan penduduk Bali rata-rata 1,01% per tahun dalam periode 2010-2020, sementara tahun 2021 pertumbuhan penduduk Bali 1,4%, di mana pertumbuhan penduduk tertinggi terjadi di Kabupaten Buleleng (2,51%) dan Kabupaten Karangasem mencapai 2,29%, sedangkan untuk Kota Denpasar dan Kabupaten Badung mengalami penurunan pertumbuhan penduduk yaitu -0,81% untuk Kota Denpasar dan

0,09% untuk Kabupaten Badung akibat dampak Covid-19 yang mendorong migrasi penduduk dari daerah perkotaan ke pedesaan. Walaupun pertumbuhan penduduk di Provinsi Bali mengalami penurunan dibandingkan sepuluh tahun sebelumnya pengelolaan terhadap lingkungan harus tetap diupayakan oleh Pemerintah bersama-sama dengan masyarakat, akan tetapi disadari bahwa upaya-upaya pengelolaan lingkungan sebagai "*business as usual*" tidak akan mampu mengimbangi laju degradasi lingkungan.

Provinsi Bali melalui visi Gubernur Bali yaitu "*Nangun Sat Kertih Loka Bali*" atau Melalui Pola Pembangunan Semesta Berencana yang bermakna menjaga kesucian dan keharmonisan Alam Bali beserta isinya. Dalam mewujudkan visi tersebut terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan salah satunya adalah memperhatikan pola pembangunan yang dimana terdiri dari 3 (tiga) dimensi yang salah satunya memiliki keterkaitan dengan lingkungan yaitu terpeliharanya keseimbangan alam, karma dan kebudayaan Bali (*Genunie Bali*). Dimana dalam dimensi ini elemen Alam Bali memperhatikan 2 (dua) hal yaitu:

- a. Memelihara dan melestarikan keagungan, kesucian dan taksu Alam Bali; tempat suci, laut, danau. Sungai, sumber mata air lain, gunung, hutan, tumbuh-tumbuhan (pertanian dan perkebunan) dan lingkungan alam secara niskala dengan melaksanakan upacara/upacara.
- b. Upaya memelihara dan melestarikan alam bali dilaksanakan dengan regulasi, kebijakan, dan program untuk konversi alam; perlindungan tempat-tempat suci, laut, danau, sungai, sumber mata air lain, gunung, hutan, tumbuhan (pertanian dan perkebunan) dan lingkungan alam sehingga Alam Bali menjadi hijau, indah dan bersih.

Provinsi Bali telah menetapkan berbagai regulasi strategis sebagai upaya rehabilitasi lingkungan yang bertujuan untuk mengurangi tekanan ekologis dan mendorong keberlanjutan. Salah satu langkah penting diwujudkan melalui Peraturan Gubernur Nomor 97 Tahun 2018, yang menjadi titik awal aksi konkret dalam pengelolaan sampah, khususnya sampah plastik, guna mengurangi pencemaran lingkungan. Implementasi peraturan ini memunculkan berbagai inovasi masyarakat, seperti substitusi bahan plastik dengan material berbasis tumbuhan, yang tidak hanya mendukung lingkungan tetapi juga menciptakan peluang bagi pengembangan industri lokal.

Selain itu, Bali juga telah merumuskan kebijakan energi ramah lingkungan melalui Peraturan Gubernur Nomor 45 Tahun 2019 tentang Bali Energi Bersih, yang memastikan pemenuhan kebutuhan energi secara mandiri, adil, berkelanjutan, dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan energi listrik. Untuk mendukung efisiensi energi dan mengurangi polusi transportasi, diterbitkan pula Peraturan Gubernur Nomor 48 Tahun 2019 tentang Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai. Peraturan-peraturan ini sejalan dengan visi Bali untuk mencapai Bali Harmoni dengan Alam, Bali Pulau Organik, serta Bali Mandiri Energi, sebagai bagian dari agenda lingkungan yang terintegrasi dan berorientasi masa depan. Selain pembuatan beberapa peraturan, Gubernur Bali telah membuat *road map* dalam hal program penghijauan di sejumlah kawasan di Provinsi Bali. Penghijauan ini

baik berupa penanaman hutan kembali, penataan taman maupun pemanfaatan lahan tidak produktif. Program kegiatan rehabilitasi tersebut dicanangkan dalam bentuk sebagai berikut:

3.2 Rehabilitasi dalam Bentuk Kegiatan Penghijauan dan Reboisasi

Provinsi Bali telah mengambil berbagai langkah strategis untuk melindungi lingkungan, yang diwujudkan melalui program penghijauan dan reboisasi. Penghijauan, menurut definisi, adalah upaya menanam pohon dan tumbuhan di lokasi yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman tersebut. Program ini umumnya dilakukan di lahan non-hutan, termasuk tanah milik masyarakat, dengan fokus pada tanaman keras seperti pohon buah-buahan, tanaman perkebunan, tanaman penguat teras, tanaman pupuk hijau, hingga rumput pakan ternak. Di sisi lain, reboisasi merupakan kegiatan penanaman kembali di kawasan hutan yang telah terdegradasi, yang bertujuan untuk mengembalikan fungsi ekologis hutan. Reboisasi berkontribusi terhadap peningkatan kualitas hidup manusia, seperti menyerap polusi udara, merehabilitasi habitat alami, memitigasi pemanasan global melalui penyerapan karbon dioksida, serta menyediakan hasil hutan yang bermanfaat, seperti kayu.

Penghijauan dan reboisasi adalah langkah penting dalam mengatasi degradasi lahan yang terus meluas, dengan tujuan utama mencegah bencana ekologis seperti banjir, tanah longsor, dan erosi, sekaligus menjaga ketersediaan air tanah serta mengurangi dampak pemanasan global. Kedua program ini juga meningkatkan laju infiltrasi air ke dalam tanah melalui perluasan tajuk pohon, sekaligus mengurangi volume aliran permukaan (*run-off*) yang dapat menyebabkan degradasi lingkungan lebih lanjut.

Dalam konteks reboisasi, kegiatan utama difokuskan pada penanaman di kawasan hutan untuk meningkatkan tutupan lahan secara optimal, sekaligus menciptakan manfaat bagi masyarakat setempat. Hal ini bertujuan menjaga keseimbangan antara fungsi ekologis hutan dan pemenuhan kebutuhan sosial-ekonomi masyarakat. Sebagai langkah konkret, Dinas Kehutanan dan Lingkungan Hidup Provinsi Bali telah menyediakan berbagai jenis pohon dalam jumlah besar total mencapai 20.000 pohon atau setara dengan 50 hektar, yang ditanam sebanyak tiga kali. Penanaman juga mencakup 10.000 bibit pohon trembesi dan mahoni di kawasan Hutan Bali Barat pada tahun 2020, yang menunjukkan komitmen daerah terhadap pelestarian lingkungan dan keberlanjutan ekosistem.

3.3 Rehabilitasi dalam Bentuk Kegiatan Fisik Lainnya oleh Instansi dan Masyarakat

Pengelolaan lingkungan melalui kegiatan fisik merupakan bagian integral dari upaya rehabilitasi yang bertujuan meningkatkan kualitas lingkungan secara berkelanjutan. Langkah-langkah rehabilitasi lingkungan wajib dilaksanakan secara konsisten oleh pemerintah dan masyarakat sebagai bentuk tanggung jawab kolektif. Beragam kegiatan fisik yang dirancang untuk menangani permasalahan lingkungan bertujuan memelihara dan melestarikan keagungan, kesucian, serta nilai spiritual alam Bali. Upaya ini meliputi pemulihan dan pengendalian pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah padat

seperti sampah dan limbah cair, rehabilitasi habitat dan ekosistem pesisir, pengamanan garis pantai dari ancaman abrasi atau erosi, serta pembangunan area resapan air.

Kegiatan pemulihan lingkungan juga mencakup inisiatif berbasis komunitas, seperti Pengembangan Desa Sadar Lingkungan, Gerakan Bersih Sampah Plastik, Gerakan Pembuatan Seribu Lubang Biopori, serta berbagai program fisik lainnya. Inisiatif-inisiatif ini dirancang tidak hanya untuk menangani degradasi lingkungan, tetapi juga untuk mendorong keterlibatan aktif masyarakat dalam melestarikan lingkungan hidup demi keberlanjutan ekosistem dan keseimbangan ekologis.

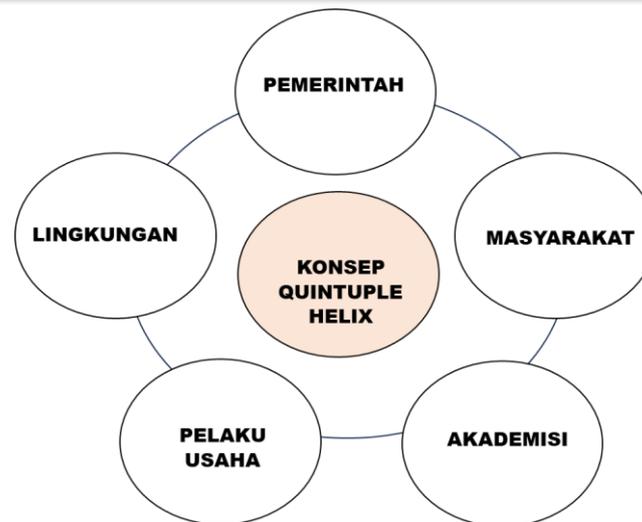
Selain program rehalibitasi yang dilakukan tersebut diatas, dalam rangka mengantisipasi dan mengurangi potensi kerugian akibat bencana alam di kawasan rawan bencana, msyarakat juga diharapkan dapat berperan aktif dalam program adaptasi dan mitigasi untuk mengurangi kerugian akibat potensi bencana alam yang terjadi, yakni:

- a. Program Desa Tangguh Bencana, dimulai dengan adanya penyadaran akan pentingnya menjaga lingkungan untuk dapat menekan potensi kebencanaan yang mungkin timbul, dilanjutkan dengan pemetaan titik rawan dan rute evakuasi serta pelatihan simulasi kebencanaan yang mungkin terjadi seperti evakuasi gempa dan tsunami dll. Desa tangguh bencana merupakan desa yang memiliki kemampuan mandiri untuk beradaptasi dan menghadapi ancaman bencana,



Gambar 4. Simulasi Kebencanaan oleh Warga di Kabupaten Badung

- b. Upaya kolaborasi lintas sektor Berbasis Konsep *Quintuple Helix* dalam rangka pengelolaan lingkungan dengan berbagi peran secara optimal. Konsep *Quintuple Helix* ini diharapkan dapat membangun kebersamaan dalam rangka mencegah timbulnya bencana yang dapat merugikan lingkungan sekitar. Contohnya upaya konservasi lingkungan seperti penanaman mangrove di pesisir pantai Tahura Ngurah Rai untuk mencegah abrasi atau reboisasi di daerah lereng (seperti Kintamani) harus digalakkan untuk mencegah longsor. Kelompok masyarakat dapat bekerja sama dengan pemerintah dan LSM dalam program penanaman dan pemeliharaan pohon pencegah bencana alam.
untuk mencegah abrasi



Gambar 5. Konsep *Quintuple Helix* dalam Kolaborasi pengelolaan lingkungan

- c. Penerapan budaya sadar bencana melalui pendidikan sejak dini, seperti integrasi materi kebencanaan dalam kurikulum sekolah maupun praktek-praktek sadar bencana bagi siswa sejak taman kanak-kanak, pendidikan dasar hingga pendidikan lanjutan. Selain itu budaya sadar bencana juga dapat dilakukan melalui kegiatan sosialisasi melalui banjar-banjar, kegiatan dasa wisma maupun aktivitas karang taruna berbasis pengelolaan lingkungan.
- d. Penguatan sistem peringatan dini mandiri, seperti penggunaan aplikasi *InaRISK Personal* atau pembuatan tanda peringatan sederhana di daerah rawan banjir dan longsor. *InaRISK Personal* adalah sebuah platform digital berbasis web dan aplikasi mobile yang dikembangkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) untuk meningkatkan kesadaran dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap risiko bencana. Aplikasi ini merupakan bagian dari sistem informasi kebencanaan nasional *InaRISK*, yang sebelumnya hanya tersedia untuk pemerintah dan lembaga, namun kini dikembangkan agar dapat diakses secara individu. Melalui *InaRISK Personal*, masyarakat dapat mengidentifikasi potensi risiko bencana di lokasi tempat tinggal mereka, seperti risiko banjir, gempa bumi, tsunami, tanah longsor, dan kebakaran hutan, serta memperoleh rekomendasi tindakan yang harus dilakukan untuk mengurangi risiko tersebut.
- e. Infrastruktur tahan bencana. pengelolaan sampah dan drainase yang lebih baik di tingkat rumah tangga untuk mencegah banjir, misalnya dengan gerakan "Bali Resik Sampah Plastik" yang melibatkan bank sampah desa. Selain itu, masyarakat dapat mengadopsi arsitektur tahan bencana, seperti pembangunan rumah berbahan kayu dan bambu yang lebih elastis terhadap gempa, serta menghindari pembangunan di zona sempadan sungai dan pantai. Kolaborasi dengan pemerintah dan akademisi dalam penelitian kebencanaan berbasis kearifan lokal (seperti sistem subak dalam pengelolaan air) juga penting untuk menciptakan solusi berkelanjutan. Dengan langkah-langkah ini, masyarakat Bali tidak hanya dapat mengurangi kerugian materi dan jiwa tetapi juga membangun ketahanan jangka panjang terhadap ancaman bencana alam.

4. PENUTUP

Pengelolaan lingkungan di kawasan yang rentan terhadap bencana di Provinsi Bali menjadi prioritas strategis dalam mengatasi tekanan permasalahan ekologis. Berbagai langkah telah diimplementasikan, termasuk rehabilitasi lingkungan yang diwujudkan melalui program penghijauan, reboisasi, serta pemulihan kawasan hutan maupun non-hutan oleh pemerintah. Kontribusi masyarakat turut memainkan peran penting melalui kegiatan fisik, seperti Pengembangan Desa Sadar Lingkungan, Gerakan Bersih Sampah Plastik, Pembuatan Seribu Lubang Biopori, serta inisiatif lainnya yang mendorong keterlibatan aktif masyarakat dalam pengelolaan lingkungan.

Dalam rangka mengurangi kerugian yang timbul akibat ancaman bencana, diperlukan langkah-langkah konkret berbasis pendekatan Konsep *Quintuple Helix* yang melibatkan sinergi antar-stakeholder. Pendekatan ini mencakup implementasi Program Desa Tangguh Bencana, konservasi lingkungan yang melibatkan kolaborasi lintas sektor, penguatan budaya sadar bencana melalui pendidikan dini, pengembangan sistem peringatan dini mandiri, serta pembangunan infrastruktur yang tahan bencana. Strategi integratif ini tidak hanya bertujuan untuk mengurangi dampak bencana, tetapi juga memperkuat ketahanan lingkungan dan keberlanjutan Bali sebagai destinasi pariwisata unggulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., dan Santika, S.S. 1994. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya.
- Badan Lingkungan Hidup Kabupaten. 2013. Hasil Pemantauan Kualitas Air Tahun 2013. Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Badung.
- Basur, T. A. 2004. Faktor-Faktor Lingkungan Abiotik dan Keanekaragaman Plankton sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 11(2): 11-16.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius: Yogyakarta.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Berita Negara, Jakarta.
- Peraturan Gubernur Bali No. 16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan lingkungan Hidup Provinsi Bali.
- Setiadi, N. J., Djalante, R., & Oktari, R. S. 2019. Disaster Risk Reduction in Indonesia: Progress, Challenges, and Issues. *Indonesian Journal of Disaster Risk Reduction*, 1(1), 1-10.
- Sutrisna, A.A Gde WP., Shorihatul Inayah, Zulkifli Mappasomba Aswat Harnever Imanuel Manao., Risnayanti R. Juramang. 2025. Teknik Lingkungan Dan Konservasi Ekosistem. U ME Publishing. Padang.
- Wisner, B., Gaillard, J. C., & Kelman, I. 2012. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters* (2nd ed.). Routledge.