

KERENTANAN PANGAN DAN PENGHIDUPAN MASYARAKAT LOKAL KARENA PAPARAN PERUBAHAN IKLIM DI KABUPATEN BONE BOLANGO DAN BOLAANG MONGONDOW SELATAN

Vulnerability Of Food And Local Communities Livelihood Regarding The Exposure To Climate Change In Bone Bolango And South Bolaang Mongondow Regency

Dewa Oka Suparwata^{1*}, Meity M. Mokoginta², Moh. Muchlis Djibrani¹, Mohamad Ervandi², Arthur Gani Koto³, Nurdin⁴, Rival Rahman⁴, Echan Adam⁵, Agustinus Moonti⁵, Fatmawati⁶, dan Lucio Marcel Gomes⁷

¹ Program Studi Agribisnis, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo
Jl. Prof. Mansoer Pateda, Telaga Biru, Gorontalo, 96181

² Program Studi Magister Manajemen Sumber Daya Hayati, Universitas Muhammadiyah Gorontalo
Jl. Prof. Mansoer Pateda, Telaga Biru, Gorontalo, 96181

³ Program Studi Geografi, Fakultas Sains dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Gorontalo
Jl. Prof. Mansoer Pateda, Telaga Biru, Gorontalo, 96181

⁴ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo
Jl. Prof. Dr. Ir. Ing. B.J. Habibi, Bone Bolango, Gorontalo, 96119

⁵ Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo
Jl. Prof. Dr. Ir. Ing. B.J. Habibi, Bone Bolango, Gorontalo, 96119

⁶ Jurusan Pertanian, Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan) Gowa
Jl. Malino Km.7, Romanglompoo, Gowa-Sulawesi Selatan, 92171

⁷ Jurusan Agronomia, Fakultas Pertanian, Universitas Nasional Timor Leste
Avenida Cidade de Lisboa, Dili, Timor Leste, 1110

ABSTRAK

Variabilitas dan perubahan iklim mengakibatkan terjadinya kesenjangan pola penghidupan masyarakat khususnya dalam memproteksi ketersediaan pangan, kesehatan, jejaring sosial, dan bencana alam. Ada banyak hal yang telah direkomendasikan untuk masyarakat lokal, namun memahami pola kehidupannya sebagai bagian dari mitigasi dan adaptasi perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini untuk mengukur kerentanan penghidupan masyarakat lokal karena paparan perubahan iklim di kawasan Teluk Tomini. Penelitian menggunakan pendekatan survei yang dilaksanakan pada Agustus - Oktober 2024 di Bone Bolango Provinsi Gorontalo dan Bolaang Mongondow Selatan Provinsi Sulawesi Utara. Sampel penelitian berjumlah 200 orang petani pada klaster komoditi pangan utama (padi dan jagung). Data penelitian dianalisis dengan analisis *Livelihood Vulnerability Index-Intergovernmental Panel on Climate Change* (LVI-IPCC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa: kerentanan penghidupan di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan lebih rentan dibandingkan dengan Kabupaten Bone Bolango, dengan nilai indeks LVI 0,343 (rentan) berbanding 0,294 (cukup rentan), yang ditunjukkan dari tingginya nilai indeks sub-komponen bencana alam dan keragaman iklim, kesehatan, pangan, dan sosio-demografi. Demikian juga LVI-IPCC memiliki kerentanan lebih tinggi dengan nilai indeks 0,026 berbanding -0,006 pada eksposur dan kapasitas adaptif; dan indeks ketahanan pangan Kabupaten Bone Bolango lebih tahan dibandingkan dengan Bolaang Mongondow Selatan. Meningkatnya eksposur terkait variabilitas iklim dan bencana alam yang dibarengi dengan menurunnya kapasitas adaptif masyarakat berdampak pada kerentanan pola penghidupan di Bolaang Mongondow Selatan yang terpengaruh paparan perubahan iklim. Temuan ini mengimplikasikan bahwa penguatan kapasitas adaptif sangat penting dalam mengurangi kerentanan penghidupan akibat peningkatan eksposur, olehnya pola penghidupan masyarakat lokal perlu terintegrasi strategis dalam mitigasi dan adaptasi perubahan iklim setiap daerah di kawasan Teluk Tomini.

Kata kunci: Kerentanan Penghidupan, Ketahanan Pangan, Perubahan Iklim, LVI**ABSTRACT**

Variability and climate change have caused a gap in people's livelihood patterns, especially in protecting the availability of food, health, social networks, and natural disasters. There are many things that have been recommended for the locals, but understanding their life patterns as part of mitigation and adaptation needs to be done. The purpose of this study is to measure the vulnerability of local community livelihoods due to exposure to climate change in the Tomini Bay area. The research uses a survey approach carried out in August to October 2024 in two regencies, namely Bone Bolango Gorontalo Province and South Bolaang Mongondow North Sulawesi Province. The research sample consisted of 200 farmers in the main food commodity cluster, rice and corn. Research data was analyzed with Livelihood Vulnerability Index-Intergovernmental Panel on Climate Change (LVI-IPCC) analysis. The research results show that: (1) the vulnerability of livelihood in Bolaang Mongondow Selatan Regency is more vulnerable compared to Bone Bolango Regency, with an LVI index value of 0.343 (vulnerable) compared to 0.294 (quite vulnerable), this is demonstrated by the high sub-component index values for natural disasters and climate diversity, health, food security and socio-demographics. Similarly, LVI-IPCC has a higher vulnerability index value of 0.026 compared to -0.006 for exposure and adaptive capacity; and (2) the food security index of Bone Bolango Regency (80.24) is more resistant compared to Bolaang Mongondow Selatan (71.81). Increasing exposure related to climate variability and natural disasters along with a decrease in the adaptive capacity of the community has an impact on the vulnerability of livelihood patterns in Bolaang Mongondow Selatan which is affected by exposure to climate change. This finding implies that strengthening adaptive capacity is salient in reducing livelihood vulnerability due to increased exposure, therefore local community livelihood patterns need to be strategically integrated in climate change mitigation and adaptation in each area in the Tomini Bay area.

Keywords: Livelihood, Vulnerability, Food Security, Climate Change, LVI

@ 2025 Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa
 Halaman Jurnal, <https://ejournal.polbangtan-gowa.ac.id/index.php/J-Agr-Sosekpenyuluhan/article/view/632>
 Received 7 September 2025
 Accepted 28 December 2025
 Published Online 31 December 2025
 * Email Korespondensi: suparwata_do@umgo.ac.id

PENDAHULUAN

Terdapat tiga indikator strategis pada kawasan terrestrial Teluk Tomini, yakni (1) kawasan dengan keanekaragaman sumberdaya alam yang melimpah baik daratan dan lautan; (2) kawasan dengan potensi pengembangan pertanian yang menjanjikan dan berkelanjutan, serta (3) sebagai kawasan penyangga Ibu Kota Negara (IKN) Republik Indonesia utamanya pada penyediaan pangan. Kawasan ini dilintasi garis ekuator terbentang pada 3 provinsi (Sulawesi utara, Gorontalo dan Sulawesi Tengah). Wilayah Teluk Tomini didominasi oleh iklim tropis dengan panjang hari hampir sama tiap tahun yang dapat memengaruhi unsur-unsur iklim lainnya (Falah, Permana, dan Dewantara, 2023). Di samping sangat strategis untuk pengembangan pertanian, namun memiliki kecenderungan mengalami kerentanan karena dipengaruhi perubahan iklim utamanya pada pertanian pangan (Nurdin, 2018; Satria et al., 2022). Seperti meningkatnya frekuensi dan keparahan kekeringan (Rusmayadi, Salawati, dan Suparwata, 2023), bencana banjir, badai angin, kelembaban tinggi, erosi, longsor dan lainnya yang diakibatkan oleh perubahan iklim. Ketidakstabilan pada kondisi iklim dapat menimbulkan dampak negatif terhadap eksistensi pertanian. Hal ini akan berdampak pada kerentanan masyarakat petani terhadap pola penghidupan di kawasan Teluk Tomini. Terganggunya pola pencaharian masyarakat dapat menurunkan tingkat pendapatan (Aldi, Nurhayati, dan Putri, 2021; Azzi dan Komarudin, 2021), yang berkorelasi pada minimnya kesejahteraan masyarakat petani. Masyarakat dapat melakukan penyesuaian diri terhadap perubahan-perubahan iklim tersebut. Antisipasi diperlukan untuk menghindari dari kerentanan rumah tangga terhadap kesehatan,

jejaring sosial, bencana alam, dan utamanya pada pemenuhan pangan keluarga. Hal ini untuk menumbuhkan indeks ketahanan pangan yang kuat, resiliensi terhadap gangguan maupun paparan perubahan iklim.

Nilai Indeks Ketahanan Pangan (IKP) yang ditunjukkan pada kabupaten/kota di kawasan Teluk Tomini masih mencapai >75,68. Namun dinamika yang ditunjukkan berfluktuasi apalagi di dua lokasi Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo dan Bolaang Mongondow Selatan Provinsi Sulawesi Utara. Data perkembangan IKP dari aspek ketersediaan pangan mengalami penurunan >1% pada tahun 2022 dan meningkat hanya 0,59% pada tahun 2023. Pada tahun 2022, IKP Kabupaten Bone Bolango mencapai 78,84 terjadi penurunan di tahun 2023 mencapai 78,27, sedangkan IKP Bolaang Mongondow Selatan tahun 2022 mencapai 67,75 mengalami peningkatan di tahun 2023 mencapai 72,88. Sayangnya selang tahun 2021-2023 ini terjadi penurunan pada indikator ketersediaan, keterjangkauan, dan pemanfaatan pangan, yang mengindikasikan kerentanan pangan perlu diperhatikan dan dipertimbangkan untuk resistensi masyarakat (Badan Pangan Nasional, 2022, 2023, 2024). Indikator IKP di kawasan Teluk Tomini harus menjadi perhatian khusus dan perlu tindakan preventif dan adaptif spesifik lokasi. Apalagi terkait kesehatan masyarakat dan pangan. Paparan cemaran bahan pangan dapat meningkat karena dipengaruhi kondisi iklim yang turut mendukung pertumbuhan dan perkembangbiakan patogen, seperti *Aspergillus*. Hal ini dapat mengganggu keamanan produk pertanian khususnya padi dan jagung serta pola penghidupan utamanya dari komponen kesehatan masyarakat (Ajmal *et al.*, 2022; Jallow *et al.*, 2021; Moretti, Pascale, dan Logrieco, 2019).

Terganggunya penghidupan ini berakibat pada kemampuan meresiliensi pangan di masyarakat menjadi rendah (Béné *et al.*, 2023; Lubis *et al.*, 2023; Maliati dan Chalid, 2021; Wardhana dan Ramayuda, 2023). Apalagi kawasan Teluk Tomini ini yang menunjukkan laju pertumbuhan penduduk rata-rata 1,29% per tahunnya (BPS 2023a, 2023b, 2023c). Tentu ini akan menjadi pemicu terjadi kerentanan pangan masyarakat. Secara berkelanjutan, bila tidak dilakukan pendampingan dan pengukuran terhadap penghidupan masyarakat maka akan menimbulkan kerawanan sistem mata pencaharian di kawasan ini, baik terhadap pangan, sosial-ekonomi, kesehatan, budaya, dan ancaman bencana alam.

Kerentanan penghidupan rumah tangga masyarakat dapat diidentifikasi dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan *Livelihood Vulnerability Index* (LVI). Paparan yang lama karena perubahan iklim dapat mengganggu sistem penghidupan petani di wilayah Teluk Tomini. Variabilitas tidak menentu dan fluktuasi ekstrem dapat berdampak fatal pada pola penghidupan masyarakat sebagai petani. Gagal panen, produksi yang rendah, munculnya ledakan hama-penyakit, kerusakan lahan akibat erosi, perluasan lahan kritis dapat terjadi karena paparan perubahan iklim dan juga diperkuat dengan pola perilaku petani. Memahami secara lebih holistik dilakukan dengan pendekatan *Livelihood Vulnerability Index-Intergovernmental Panel on Climate Change* (LVI-IPCC), untuk memetakannya bagian mana wilayah rentan karena paparan perubahan iklim tersebut. Dalam hal ini upaya adaptasi dan mitigasi diperlukan untuk menghindari perluasan dampak paparan. Oleh karena itu untuk memetakan kerentanan penghidupan masyarakat petani maka penelitian ini bertujuan untuk mengukur kerentanan penghidupan masyarakat lokal karena paparan perubahan iklim di kawasan Teluk Tomini dengan skema indeks LVI, utamanya pada klaster Bone Bolango Provinsi Gorontalo dan Bolaang Mongondow Selatan Provinsi Sulawesi Utara. Penelitian ini berimplikasi pada kemampuan masyarakat dalam meningkatkan kapasitas adaptasi, sensitifitas dan eksposur.

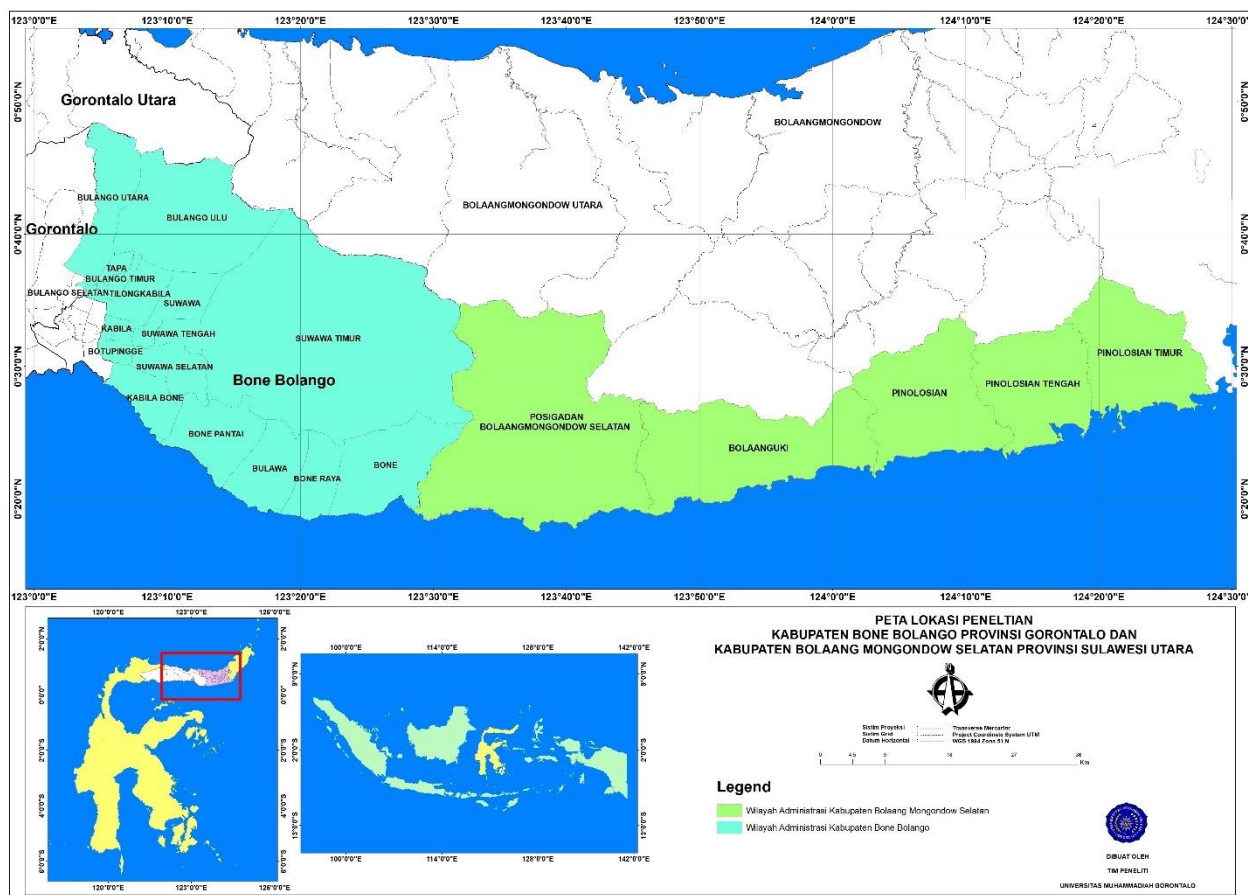
MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di kawasan Teluk Tomini di dua Kabupaten yakni Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo, dan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan Provinsi Sulawesi Utara (Gambar 1). Riset dilakukan di Bulan Agustus-Oktober 2024, dengan menggunakan pendekatan survei. Untuk membandingkan tingkat LVI dua Kabupaten ini menggunakan 200 sampel masyarakat petani. Penentuan sampel menggunakan metode *non-probability sampling*, karena jumlah populasi petani jagung dan padi tidak diketahui. Dasar pertimbangan sampel dengan kriteria bahwa petani telah memiliki pengalaman bertani lebih dari 10 tahun dan berpotensi terdampak risiko kerentanan akibat perubahan iklim, banjir maupun kekeringan. Oleh karena itu, peneliti menerapkan *quota sampling* sebesar 100 sampel di Kabupaten Bone Bolango dan 100 sampel di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, dan diambil secara acak hingga kuota terpenuhi. Sampel ini merupakan masyarakat lokal pesisir Teluk Tomini yang berprofesi sebagai petani pangan utamanya pada 2 komoditi pangan utama yakni padi dan jagung. Data dikumpulkan melalui

Diterbitkan oleh,

Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa

observasi, survei juga *interview* responden. Data dianalisis dengan model LVI-IPCC, yang merujuk terhadap ketahanan mata pencaharian karena mengalami paparan perubahan iklim dan kemampuannya bertahan atau meningkatkan kesejahteraan dan menjalankan fungsi-fungsi sosial. Dalam analisis LVI-IPCC menggunakan 7 komponen utama yang kemudian dikategorikan menjadi 3 indikator pengaruh, yakni: (1) Eksposur meliputi indikator bencana alam & keragaman iklim; (2) Sensitivitas meliputi kesehatan, pangan, air; dan (3) kapasitas adaptif terdiri dari sosio-demografi, jejaring sosial, strategi mata pencaharian.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Untuk mengukur atau menilai tingkat LVI menggunakan prosedur yang dikemukakan oleh (Hahn, Reiderer, dan Foster, 2009; Marseva, Putri, dan Ismail, 2016), berikut beberapa persamaan dan langkahnya: Persamaan pertama;

$$Index_{sd} = \frac{Sd - S_{min}}{S_{max} - S_{min}}$$

di mana: $Index_{sd}$ = Indeks bagian-elemen; Sd = *Value* bagian-elemen; S_{min} = *Value* terkecil; dan S_{max} = *Value* terbesar

Persamaan ke-dua;

$$Md = \frac{\sum_{i=1}^n Index_{sdi}}{n}$$

di mana: Md = *Value* elemen utama; $Index_{Sd}$ = Indeks sub-elemen; dan n = total sub-elemen

Persamaan ke-tiga;

$$LVId = \frac{\sum_{i=1}^7 wmi \cdot Mdi}{\sum_{i=1}^7 wmi}$$

di mana: $LVId$ = LVI kelompok; wmi = pembobotan sub-komponen; Mdi = *Value* elemen utama

Diterbitkan oleh,

Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa

Persamaan ke-empat;

$$LVId = \frac{WSDP^{SDPd} + WLS^{LSd} + WH^{Hd} + WSN^{SNd} + WF^{Fd} + WW^{Wd} + WNDC^{NDCVd}}{WSDP + WLS + WH + WSN + WF + WW + WNDC}$$

di mana: SDP = Profil Sosio-Demografi; SN = Jejaring Sosial; LS = Strategi Penghidupan; NDV = Bencana Alam & Variabilitas Iklim; H = Kesehatan; F = Pangan; dan W = Air

Interpretasi tingkat kerentanan LVI masyarakat akibat paparan perubahan iklim berada pada interval 0 artinya sangat tak rentan hingga skala 0,5 artinya sangat rentan (Hahn et al. 2009). Hasil dari pengukuran LVI selanjutnya diklasifikasikan pada 3 kategori utama yakni eksposur, sensitivitas dan kapasitas adaptif. Hal ini untuk mengukur nilai LVI-IPCC di kawasan Teluk Tomini.

Persamaan ke-lima;

$$LVI - IPCCd = (ed - ad) * sd$$

di mana: LVI-IPCCd = kerentanan penghidupan dalam kerangka IPCC; Ed = total skor eksposur; Ad = total skor kapasitas adaptif; dan Sd = total skor sensitivitas

Penjabaran atas hasil analisis LVI-IPCC apabila nilai pengukuran mendekati 1 berarti semakin rentan, dan apabila nilai pengukuran mendekati -1 berarti tidak terlalu rentan terhadap paparan iklim di kawasan Teluk Tomini. Pengukuran LVI-IPCC mendekati 1 berarti diupayakan penanganan yang serius terhadap masyarakat yang terpapar perubahan iklim dari 7 indikator utama kerentanan penghidupan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerentanan Penghidupan Masyarakat Lokal di Teluk Tomini

Indeks kerentanan penghidupan (LVI) ialah pendekatan analitis dalam mengukur kerentanan, yang memanfaatkan sejumlah indikator guna menilai tingkat paparan masyarakat pada elemen eksposur, kepekaan, dan kemampuan adaptasinya akibat dampak dari iklim (Chau et al., 2023; Hahn et al., 2009). Penelitian ini menggunakan tujuh komponen utama dalam mengukur tingkat kerentanan rumah tangga terhadap perubahan iklim yang kemudian dikelompokkan kedalam tiga kategori yakni Eksposur, Sensitivitas dan Kapasitas Adaptif. Hasil tingkat kerentanan yang diukur dengan metode LVI. Hasil perhitungan nilai LVI pada setiap sub komponen dan elemen utama dengan menstandarisasikan pada setiap sub elemen wilayah yang dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah sub komponen untuk menghasilkan nilai komponen utama. Kajian kerentanan disajikan dalam penelitian ini merupakan perbandingan pada dua Kabupaten di Teluk Tomini, yaitu Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dan Kabupaten Bone Bolango. Berdasarkan hasil analisis LVI menunjukkan perbedaan cukup signifikan dalam indeks kerentanan penghidupan antara Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dan Kabupaten Bone Bolango, terutama pada beberapa komponen utama (Lihat Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis LVI

Komponen Utama	Sub-Komponen	Index Sub-Komponen		Nilai Komponen dan Kriteria	
		Bolaang Mongondow Selatan	Bone Bolango	Bolaang Mongondow Selatan	Bone Bolango
Bencana alam & keragaman iklim	Rerata kejadian banjir	0,37	0,12	0,320 (Rentan)	0,219 (Cukup rentan)
	Presentase RT yang mengalami kerusakan aset fisik akibat banjir	0,07	0,08		
	Rerata RT mengalami kekeringan	0,37	0,20		
	Rerata RT mengalami terluka & kematian dalam cuaca buruk	0,03	0,05		
Kesehatan	Rerata penerimaan pelayanan dan sarana prasarana kesehatan	0,81	0,84	0,411 (Sangat rentan)	0,456 (Sangat rentan)
	% RT anggotanya terkena penyakit kronis	0,06	0,15		

Diterbitkan oleh,

Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa

	% RT anggotanya tidak bekerja disebabkan sakit	0,03	0,11		
Pangan	% RT mendapatkan bahan pangan di lahan sendiri	0,29	0,25		
	RT yang sebagian besar makanan diperoleh dari berburu atau memancing	0,33	0,11	0,422 (Sangat rentan)	0,342 (Rentan)
	% RT tidak menjual dalam mendapatkan pangan lain	0,91	0,69		
Air	% RT menggunakan pengairan alami	0,66	0,60	0,139 (Kurang rentan)	0,197 (Kurang rentan)
	% RT menjumpai permasalahan air	0,05	0,05		
	% RT tidak melakukan stok air	0,43	0,49		
Sosio-demografi	% kepala RT tidak bersekolah	0,49	0,37	0,406 (Sangat rentan)	0,332 (Rentan)
	Rerata rasio beban tanggungan	0,66	0,42		
	% RT anggotanya membutuhkan penanganan khusus	0,22	0,05		
Jejaring Sosial	RT memperoleh bantuan pemerintah	0,26	0,45	0,168 (Kurang rentan)	0,265 (Cukup rentan)
	RT memperoleh pertolongan melalui tetangga & saudara	0,15	0,08		
Strategi mata pencaharian	% RT dan anggota keluarga bekerja di luar masyarakat	0,16	0,09	0,150 (Kurang rentan)	0,113 (Kurang rentan)
	% RT pendapatannya bertumpu dari pertanian	0,46	0,34		
	% RT mata penghidupannya di luar pertanian	0,41	0,65		
Nilai <i>Livelihood Vulnerability Index</i> (LVI) tiap Kabupaten				0,343 (Rentan)	0,294 (Cukup Rentan)

Sumber: Data olahan LVI, 2024

Hasil analisis LVI pada komponen kerentanan menunjukkan perbedaan nilai indeks yang terdapat pada beberapa indikator penyusun komponen utama (Tabel 1). Nilai LVI Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan sebesar 0,343 (kategori rentan), sedangkan Bone Bolango sebesar 0,294 (kategori cukup rentan). Secara empiris indeks LVI di Kabupaten Bone Bolango lebih rendah dibandingkan Bolaang Mongondow Selatan, yang berkorelasi pada kerentanan penghidupan masyarakat di dua Kabupaten tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa paparan perubahan iklim lebih dirasakan oleh masyarakat di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, sehingga sistem penghidupannya lebih rentan. Secara lebih rinci dapat dijabarkan berikut:

Bencana Alam dan Variabilitas Iklim

Hasil penelitian (Tabel 1), menunjukkan bahwa Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan memiliki skor lebih tinggi (0,320/rentan) dibandingkan dengan Bone Bolango (0,219/cukup rentan). Interpretasi perbandingan mengindikasikan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan memiliki rata-rata nilai rentan lebih tinggi dari tiga sub-komponen penyusun utama yakni rata-rata kejadian banjir (0,37), kerusakan aset fisik akibat banjir (0,07), dan paparan musim kekeringan (0,37), sedangkan Kabupaten Bone Bolango rata-rata nilai indeks yang tinggi hanya pada dampak kematian atau terluka akibat cuaca yang buruk (0,05). Hal ini memberikan gambaran bahwa kerentanan bencana alam dan variabilitas iklim lebih rentan di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan.

Kesehatan

Pada komponen kesehatan di dua Kabupaten (Tabel 1), menunjukkan indeks yang sangat rentan, nilai indeks LVI di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan sebesar 0,411 (sangat rentan) dan Bone Bolango sebesar 0,456 (sangat rentan). Dari aspek kesehatan mengindikasikan adanya kerentanan masyarakat yang didukung dari hasil indeks tiap sub-komponen dari pelayanan kesehatan (0,81 ; 0,84), bagian dari keluarganya menderita penyakit kronis (0,06 ; 0,15), dan keluarganya tidak dapat bekerja disebabkan terserang penyakit (0,03 ; 0,11). Namun, di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan menunjukkan

Diterbitkan oleh,

Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa

kerentanan lebih rendah dari aspek anggota keluarga yang sakit kronis (0,06) dan rumah tangga yang anggota keluarganya tidak bekerja karena menderita sakit (0,03), sedangkan untuk pelayanan kesehatan memiliki nilai relatif sama. Hal ini mengindikasikan pada indikator kesehatan meskipun nilai komponen relatif sama berada pada kriteria sangat rentan, namun Kabupaten Bone Bolango memiliki kerentanan lebih tinggi dibandingkan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan.

Pangan

Pada aspek kebutuhan akan pangan (Tabel 1), menunjukkan kerentanan lebih tinggi terdapat di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dengan nilai indeks 0,422 (sangat rentan), sedangkan Kabupaten Bone Bolango mempunyai *value* indeks LVI yakni 0,342 (rentan). Hal senada juga dilaporkan oleh Hunt dan Watkiss (2011); Suroso *et al.* (2011), bahwa pada komponen pangan juga kesehatan pada di beberapa kabupaten/kota khususnya bagian pesisir di Indonesia memiliki tingkat kerentanan yang tinggi. Terdapat kecenderungan rumah tangga yang tidak menjual hasil panen pangan untuk membeli pangan lain di Bolaang Mongondow Selatan (0,91) lebih tinggi dibandingkan dengan Bone Bolango (0,69). Ketergantungan pangan dengan persentase rumah tangga di Bolaang Mongondow Selatan Provinsi Sulawesi Utara yang mendapatkan makanan dari lahan sendiri sebesar 0,29, lebih tinggi dari Bone Bolango yang sebesar 0,25. Hal ini mengindikasikan diperlukan upaya lebih optimal untuk Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dalam upaya pemenuhan pangan untuk keluarga agar terhindar dari kerentanan bahan pangan. Seperti halnya meningkatkan indeks pertanaman komoditi pangan utama (jagung dan padi), memanfaatkan irigasi teknis, proteksi usahatani dengan penerapan sistem usahatani konservasi (SUK), pertanian organik, penerapan *Good Agricultural Practices* (GAP), dukungan kebijakan, dan sistem terpadu pangan berkelanjutan. Upaya adaptasi diperlukan karena wilayah ini didominasi oleh rawan kejadian bencana alam.

Air

Pada komponen kerentanan terhadap ketersediaan air (Tabel 1), menunjukkan indeks yang kurang rentan di dua Kabupaten, yang menggambarkan indeks air dalam kondisi yang aman. Pada komponen Air, pada dua lokasi penelitian penggunaan air alami masih mendominasi, lebih dari 60% responden masih menggunakan air alami (sumur dan sungai) untuk kebutuhan rumah tangga. Pada komponen air memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi dikarenakan penggunaan sumber air alami dapat terpapar polutan dari bencana atau iklim sehingga memiliki kualitas air yang rendah (Rudiarto dan Pamungkas, 2020). Hal serupa juga pada beberapa wilayah, air memiliki sensitivitas yang tinggi karena penggunaan air alami, namun demikian tidak terdapat konflik yang terjadi karena pemenuhan kebutuhan air di masyarakat (Likinaw, Alemayehu, dan Bewket, 2024).

Sosio-Demografi

Pada indikator sosio-demografi (Tabel 1), menunjukkan nilai indeks Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan sebesar 0,406 (sangat rentan) lebih tinggi dibandingkan dengan Kabupaten Bone Bolango sebesar 0,332 (rentan). Hal ini didukung oleh beberapa sub-komponen di Bolaang Mongondow Selatan bernilai lebih tinggi dari pada Bone Bolango, baik pada kepala keluarga yang tak bersekolah, rerata dependency ratio atau beban tanggungan dan keluarganya membutuhkan perawatan khusus. Hal ini mengindikasikan terdapat tantangan yang berbeda terkait demografis setiap wilayah.

Jejaring Sosial

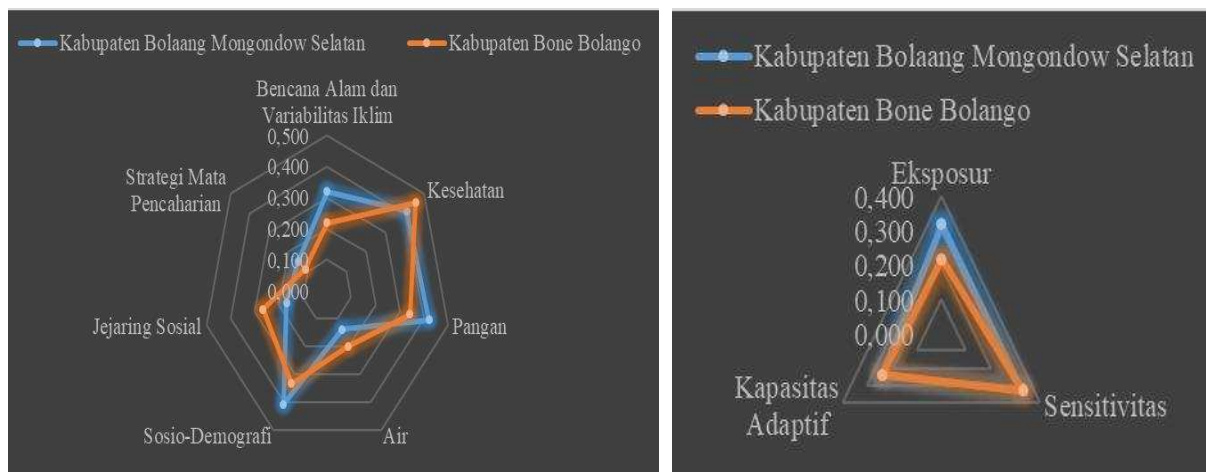
Hasil pengukuran LVI pada komponen jejaring sosial (Tabel 1), menggambarkan perbedaan nyata. Masyarakat di Kabupaten Bone Bolango memiliki nilai kerentanan lebih tinggi sebesar 0,265 (cukup rentan) dari pada Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan sebesar 0,168 (kurang rentan). Hal ini diindikasikan dari indikator pengharapan bantuan pemerintah lebih tinggi di Bone Bolango dibandingkan dengan Bolaang Mongondow Selatan. Namun persentase rumah tangga yang meminta bantuan dari tetangga atau saudara lebih tinggi di Bolaang Mongondow Selatan dibandingkan Bone Bolango. Hasil ini memberikan gambaran bahwa ketergantungan pada jaringan sosial lokal di Bolaang Mongondow Selatan lebih tinggi dari kabupaten Bone Bolango. Artinya kehidupan masyarakat ini masih mengalami ketergantungan dan membutuhkan solidaritas sosial dari tetangga serta kerabat dalam kehidupan bermasyarakat.

Strategi Mata Pencarian

Hasil LVI pada strategi mata pencarian kedua Kabupaten (Tabel 1), menunjukkan indeks yang kurang rentan, nilai LVI sebesar 0,150 berbanding 0,113. Namun meskipun memiliki kriteria yang sama-sama kurang rentan terdapat dua indikator sub-komponen di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan Diterbitkan oleh,

nilainya lebih tinggi yakni pada persentase rumah tangga yang bekerja ke luar (0,16), dan rumah tangga yang pendapatannya bergantung pada pertanian (0,46). Berbanding dengan nilai LVI di Kabupaten Bone Bolango yang tinggi hanya pada indikator persentase rumah tangga yang mata pencahariannya selain pertanian. Dibutuhkan pola penghidupan yang mendukung masyarakat lokal untuk dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari dan meningkatkan pendapatannya. Banyaknya masyarakat yang bekerja ke luar Kabupaten mengindikasikan kekurangan lapangan pekerjaan, sehingga dibutuhkan dukungan pemerintah untuk dapat andil meningkatkan kesejahteraan dan hidup layak masyarakat.

Selanjutnya, pengelompokan komponen-komponen dalam penelitian ini dilakukan ke dalam tiga kategori utama, yaitu eksposur, sensitivitas, serta kapasitas adaptif. Ketiga kategori tersebut divisualisasikan dalam diagram laba-laba (Gambar 2). Hal ini untuk memetakan tingkat kerentanan setiap komponen utama di lokasi penelitian, dan memudahkan memahami kondisi faktual masyarakat di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dan Kabupaten Bone Bolango.



Gambar 2. Diagram Spider Indeks LVI (Kiri) dan Model LVI-IPCC (Kanan)

Hasil analisis (Gambar 2-kiri), menunjukkan adanya kontribusi tingkat kerentanan yang berbeda pada kedua lokasi penelitian. Sosio-demografi berkontribusi paling tinggi terhadap kerentanan di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dengan nilai indeks sebesar 0,406, sedangkan di Kabupaten Bone Bolango, komponen kesehatan menunjukkan kerentanan tertinggi dengan nilai indeks mencapai 0,456. Temuan ini mengindikasikan adanya variasi faktor dominan yang mempengaruhi kerentanan antar wilayah. Misalnya pada kondisi sosio-demografi yang dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi sosial-ekonomi lokal, pendidikan rumah tangga, penghidupan ke luar desa, kompleksitas akulturasi budaya, solidaritas sosial dan struktur komunitas yang ada di kedua Kabupaten tersebut. Demikian halnya pada aspek kesehatan yang disebabkan oleh pelayanan kesehatan yang diterima relatif sulit namun tetap bisa menerimanya. Maka, diperlukan layanan kesehatan yang sigap, cepat, dan tepat untuk masyarakat utamanya pada masyarakat kecil di pedesaan.

Hasil perhitungan LVI selanjutnya diintegrasikan ke dalam model LVI-IPCC (Gambar 2-kanan), dan data pada Tabel 2, menunjukkan bahwa komponen sensitivitas memiliki kontribusi terbesar terhadap kerentanan di Kabupaten Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dan Bone Bolango, dengan nilai rata-rata masing-masing sebesar 0,324 dan 0,331. Namun, di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan memiliki nilai eksposur paling tinggi sebesar 0,320 berbanding 0,219 di Kabupaten Bone Bolango yang dikontribusikan oleh elemen bencana alam & keragaman iklim. Berdasarkan hasil analisis menggunakan model LVI-IPCC, diperoleh nilai indeks kerentanan untuk Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan sebesar 0,026 dan Kabupaten Bone Bolango sebesar -0,006. Kedua kabupaten tersebut termasuk dalam kategori tidak rentan menurut skala indeks kerentanan model LVI-IPCC, yang berkisar -1 (tak rentan) sampai +1 (sangat rentan) (Hahn et al., 2009). Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun terdapat perbedaan kontribusi komponen sensitivitas, tingkat kerentanan keseluruhan di kedua kabupaten masih berada pada tingkat yang rendah, yang berkaitan dengan karakteristik adaptif dan *resources* lokal di setiap wilayah.

Table 2. Hasil Perhitungan Model Indeks LVI-IPCC

Diterbitkan oleh,

Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa

Kategori Kerentanan	Komponen Penyusun	Nilai Indeks Tiap Kabupaten	
		Bolaang Mongondow Selatan	Bone Bolango
Eksposur	Bencana alam dan variabilitas iklim	0,320	0,219
Kapasitas Adaptif	Sosial demografi, jejaring sosial, strategi mata pencaharian	0,241	0,237
Sensitivitas	Akses ke pangan, air, kesehatan	0,324	0,331
Nilai LVI-IPCC		0,026	-0,006

Sumber; Data Olahan, 2024

Bila dipertautkan pada hasil analisis (Tabel 2), bahwa Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan memiliki indeks kerentanan lebih tinggi dibandingkan dengan Kabupaten Bone Bolango, yang disumbangkan dari komponen eksposur dan kapasitas adaptif. Hasil penelitian ini telah memberi indikasi bahwa relatif rendah kapasitas adaptif di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan berkontribusi terhadap kerentanan wilayah tersebut dalam menghadapi paparan bencana alam dan variabilitas iklim. Temuan ini mengindikasikan bahwa relatif rendahnya kapasitas adaptif dan relatif tingginya sensitivitas secara signifikan meningkatkan tingkat kerentanan suatu wilayah (Huong, Yao, dan Fahad, 2019). Faktor utama yang menyebabkan tingginya kerentanan di negara-negara berkembang adalah rendahnya kapasitas adaptif, yang sering kali menjadi pendorong utama tingkat kerentanan di wilayah tersebut (Füssel, 2010). Laporan penelitian lain juga menunjukkan bahwa sistem mata pencaharian di wilayah perkotaan rentan akibat kapasitas adaptif yang rendah pada tingkat rumah tangga (Geleta et al., 2024). Selain itu, kerentanan di kota-kota kecil disebabkan oleh keterbatasan kapasitas adaptif terhadap berbagai bentuk eksposur (Handayani et al., 2017).

Indeks Ketahanan Pangan (IKP) Kabupaten Bone Bolango dan Bolaang Mongondow Selatan

Untuk mengkaji secara detail kerentanan pangan masyarakat maka dilakukan dengan menyandingkan hasil penelitian LVI dengan indeks ketahanan pangan nasional (IKP). Penyandingan ini sebagai bentuk korelasional antara kondisi ditingkat grass root dengan proyeksi nasional. Indikator yang digunakan ialah rasio konsumsi normatif terhadap ketersediaan bersih, persentase penduduk di bawah garis kemiskinan, persentase RT dengan pengeluaran pangan >65% terhadap total pengeluaran, persentase RT tanpa akses listrik, persentase RT tanpa akses air bersih, angka harapan hidup, kesehatan, pendidikan, dan persentase balita stunting (Badan Pangan Nasional, 2024). Hasil IKP nasional Kabupaten Bone Bolango dan Bolaang Mongondow Selatan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Skor Indeks Ketahanan Pangan (IKP) Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dan Bone Bolango

No	Kabupaten	Skor IKP			Prioritas Komposit	Kriteria
		2022	2023	2024		
1	Bone Bolango	78,84	78,27	80,32	6	Sangat tahan
2	Bolaang Mongondow Selatan	67,75	72,88	71,81	5	Tahan

Sumber: Data diolah dari Badan Pangan Nasional, 2022; 2023; 2024

Hasil pengamatan (Tabel 3), menunjukkan bahwa IKP Kabupaten Bone Bolango dalam 3 tahun terakhir terjadi penurunan di tahun 2023 dengan skor 78,27, namun terjadi peningkatan di tahun 2024 mencapai 80,32. Skor IKP di tahun 2024 masuk pada kategori 6 (kategori sangat tahan). IKP di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan menunjukkan peningkatan dari tahun 2022 (67,75) mencapai 72, 88 di tahun 2023, sayangnya mengalami penurunan di tahun 2024 dengan skor 71,81. Skor IKP Bolaang Mongondow Selatan masuk pada kriteria 5 (kategori tahan). Data IKP ini mengindikasikan bahwa Kabupaten Bone Bolango memiliki ketahanan lebih tinggi dibandingkan dengan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan.

Diterbitkan oleh,

Hal ini didukung juga oleh hasil analisis terhadap LVI dan LVI-IPCC (Lihat Tabel 1 dan 2), yang menunjukkan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan lebih rentan dibandingkan dengan Bone Bolango pada komponen kerentanan pangan. Hal ini diduga karena ketersediaan lahan pangan utama sawah Kabupaten Bone Bolango lebih luas dibandingkan dengan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, sehingga penyediaan pangan daerah lebih tahan dibandingkan Bolaang Mongondow Selatan yang didominasi oleh kesesuaian lahan S3 (sesuai marginal) untuk tanaman padi sawah. Minimnya ketersediaan lahan pangan berkorelasi pada pasokan pangan yang harus didatangkan dari luar Kabupaten untuk dapat memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat. Dibutuhkan bentuk pola bertani organik, penerapan irigasi terpadu, menggunakan energi terbarukan, bertani konservasi untuk praktik pertanian berkelanjutan dan penyediaan pangan (Harahap, Suparwata, dan Rijal, 2023; Judijanto et al., 2024; Suparwata dan Yamin, 2024). Disamping itu juga Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan menunjukkan kerentanan lebih tinggi pada aspek bencana alam dan variabilitas iklim, ketersediaan pangan, strategi mata pencaharian dan sosio-demografi, bila dibandingkan dengan Kabupaten Bone Bolango. Namun demikian, kedua kabupaten ini masih tergolong tahan terhadap kerawanan pangan secara nasional.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Ketahanan masyarakat terhadap paparan perubahan iklim menunjukkan kestabilannya dalam menjalani kehidupan yang dipengaruhi oleh bencana alam, variabilitas iklim, ketersediaan pangan, air, kesehatan, pendukung sosio-demografi, jejaring sosial dan juga strategi mata pencahariannya. Berdasarkan pengukuran nilai LVI menunjukkan: (1) kerentanan penghidupan masyarakat lokal Kabupaten Bone Bolango menunjukkan kategori cukup rentan (0,294) dibandingkan dengan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dengan kategori rentan (0,343). Hasil ini sejalan juga dengan analisis model LVI-IPCC yang menunjukkan Kabupaten Bone Bolango lebih tahan dibandingkan Bolaang Mongondow Selatan, dengan nilai LVI-IPCC -0,006 berbanding 0,026. Hal ini karena nilai LVI-IPCC Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan lebih mendekati 1 dibandingkan dengan Bone Bolango; dan (2) pada Indeks Ketahanan Pangan (IKP) di tahun 2024 Kabupaten Bone Bolango berada pada kriteria sangat tahan (IKP = 80,32), dibandingkan dengan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan pada kriteria tahan (IKP = 71,81).

Hasil ini mengindikasikan bahwa pengaruh perubahan iklim lebih besar dirasakan oleh masyarakat di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan terutama perbedaan nilai paparan paling menonjol ditunjukkan oleh indikator eksposur pada kriteria bencana alam dan variabilitas iklim. Perbedaan kerentanan ini terjadi pada beberapa indikator terutama pada indikator bencana alam, variabilitas iklim, pangan, sosio-demografi, dan jejaring sosial. Secara pemenuhan pangan Kabupaten Bone Bolango lebih stabil dibandingkan dengan Bolaang Mongondow Selatan.

Diperlukan upaya yang adaptif setiap Kabupaten terutama pada Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan dalam pengembangan komoditi pangan utamanya tanaman padi. Meskipun ke dua wilayah ini kesesuaian padi paling besar pada kelas sesuai marginal (S3), namun Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan memiliki kerentanan lebih tinggi dibandingkan Bone Bolango. Diperlukan juga dukungan pemerintah daerah dalam upaya peningkatan akses ke bahan pangan, air bersih, kesehatan masyarakat, jejaring sosial, memperkuat skema penghidupan, dan antisipasi dini terhadap bencana alam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menghaturkan banyak terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM), Ditjen Diktiristek, Kemdiktisaintek atas dukung dana melalui Hibah Penelitian Kolaborasi Strategis (KATALIS) dengan nomor kontrak utama No. 230/E5/DT.05.00/2024 dan kontrak turunan No. 071/E5/PG.02.00/PM.BATCH.2/2024, LLDikti16, Kampus UMGo melalui LPPM atas layanan dan pendampingan kepada tim peneliti, sehingga penelitian ini dapat terlaksana untuk kemajuan pengetahuan di bidang pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajmal, M., W. Bedale, A. Akram, & J. H. Yu. 2022. Comprehensive Review of Aflatoxin Contamination, Impact on Health and Food Security, and Management Strategies in Pakistan. *Toxins (Basel)*, 14(12), 1–33. doi: 10.3390/toxins14120845.
- Aldi, D., Nurhayati, & E. I. K. Putri. 2021. The Vulnerability of Salt Farmer Houses in Donggobolo Village Due to Climate Changes. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 11(2), 298–

Diterbitkan oleh,

Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa

308. doi: <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.11.2.298-308>.
- Azzi, & N. Komarudin. 2021. Analisis Kerentanan Rumah Tangga Nelayan Dalam Menghadapi Variabilitas Iklim (Kasus : Desa Muara Kecamatan Blanakan Kabupaten Subang). *Jurnal Akuatek*, 2(2), 140–47.
- Béné, C., T. R. Frankenberger, S. Nelson, M. Al. Constan, G. Collins, M. Langworthy, & K. Fox. 2023. Food System Resilience Measurement: Principles, Framework and Caveats. *Food Security*, 15(6), 1437–58. doi: 10.1007/s12571-023-01407-y.
- Badan Pangan Nasional (BPN). 2022. *Badan Pangan Nasional, Indeks Ketahanan Pangan 2022*. Jakarta: Badan Pangan Nasional.
- Badan Pangan Nasional (BPN). 2023. *Badan Pangan Nasional, Indeks Ketahanan Pangan 2023*. Jakarta: Badan Pangan Nasional.
- Badan Pangan Nasional (BPN). 2024. *Peta Ketahanan Dan Kerentanan Pangan*. Jakarta: Badan Pangan Nasional Republik Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. 2023a. *Provinsi Gorontalo Dalam Angka 2023*. Vol. 75000.2302. Gorontalo: Badan Pusat Statistik Provinsi Gorontalo.
- Badan Pusat Statistik. 2023b. *Provinsi Sulawesi Tengah Dalam Angka 2023*. Vol. 72000.2305. Palu: Badan Pusat Statistik Sulawesi Tengah.
- Badan Pusat Statistik. 2023c. *Provinsi Sulawesi Utara Dalam Angka 2023*. Vol. 71000.2305. Manado: Badan Pusat Statistik Sulawesi Utara.
- Chau, T. L., D. Q. Mai, T. H. Vo, & T. H. Dang. 2023. Assessing the Vulnerability to Drought of the Farm Households in Ninh Thuan Province, Vietnam. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1155(1), 012027.
- Falah, R., B. M. A. Permana, & B. F. Dewantara. 2023. Pola Dan Variasi Lama Penyinaran Matahari Di Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. *Bul. GAW Bariri*, 4(2), 1–8.
- Füssel, H. M. 2010. How Inequitable Is the Global Distribution of Responsibility, Capability, and Vulnerability to Climate Change: A Comprehensive Indicator-Based Assessment. *Global Environmental Change*, 20(4), 597–611. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.07.009>.
- Geleta, D. T., D. K. Dadi, W. Garedew, A. Worku, & G. Debesa. 2024. Analyzing Urban Centers' Vulnerability to Climate Change Using Livelihood Vulnerability Index and IPCC Framework Model in Southwest Ethiopia. *Journal of Agriculture, Food and Natural Resources*, 2(1). doi: <https://doi.org/10.20372/afnr.v2i1.1017>.
- Hahn, M. B., A. M. Reiderer, & S. O. Foster. 2009. The Livelihood Vulnerability Index: A Pragmatic Approach to Assessing Risks from Climate Variability and Change—A Case Study in Mozambique. *Global Environmental Change*, 19(2), 74–88. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.11.002>.
- Handayani, H., I. Rudiarto, J. Setyono, U. Chigbu, & A. Sukmawati. 2017. Vulnerability Assessment: A Comparison of Three Different City Sizes in the Coastal Area of Central Java, Indonesia. 8, 286–96. doi: <https://doi.org/10.1016/j.accre.2017.11.002>.
- Harahap, M. A. K., D. O. Suparwata, & S. Rijal. 2023. Penerapan Irigasi Terpadu Untuk Mengatasi Musim Kemarau Dalam Pertanian Padi. *Jurnal Geosains West Science*, 1(03), 151–58. doi: 10.58812/jgws.v1i03.721.
- Hunt, A., & P. Watkiss. 2011. Climate Change Impacts and Adaptation in Cities: A Review of the Literature. *Clim Chan*, 104(1), 13–49. doi: <https://doi.org/10.1007/s10584-010-9975-6>.
- Huong, N. T. L., S. Yao, & S. Fahad. 2019. Assessing Household Livelihood Vulnerability to Climate Change: The Case of Northwest Vietnam. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 15(5), 1157–75. doi: <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1460801>.
- Jallow, A., H. Xie, X. Tang, Z. Qi, and P. Li. 2021. Worldwide Aflatoxin Contamination of Agricultural Products and Foods: From Occurrence to Control. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 20(3), 2332–2381. doi: 10.1111/1541-4337.12734.
- Judijanto, L., M. Hazmi, I. Harsono, & D. O. Suparwata. 2024. Penggunaan Sumber Daya Terbarukan Dalam Bentuk Implementasi Praktik Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 3(01), 108–17. doi: 10.58812/jmws.v3i01.943.
- Likinaw, A., A. Alemayehu, & W. Bewket. 2024. Smallholder Farmers' Vulnerability to Climate Change in Northwest Ethiopia. *International Journal of Climate Change Strategies and Management, Ahead-*

- of-Print(Ahead-of-Print)*. doi: <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-03-2023-0041>.
- Lubis, R. A., Yusrizal, R. Syahriza, & M. Batubara. 2023. Food Resilience Strategy Based on Local Wisdom in Deli Serdang Regency. *Indonesian Journal of Advanced Research*, 2(8), 1053–60. doi: 10.55927/ijar.v2i8.5599.
- Maliati, N., & I. Chalid. 2021. Resiliensi Komunitas Dan Kerawanan Pangan Di Pedesaan Aceh. *Aceh Anthropological Journal*, 5(1), 51. doi: 10.29103/aaaj.v5i1.4602.
- Marseva, A. D., E. I. K. Putri, & A. Ismail. 2016. Analisis Faktor Resiliensi Rumah Tangga Petani Dalam Menghadapi Variabilitas Iklim. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indoensia*, 17(1), 15–27. doi: 10.21002/jepi.v17i1.02.
- Moretti, A., M. Pascale, & A. Logrieco. 2019. Mycotoxin Risks under a Climate Change Scenario in Europe. *Trends Food Sci. Technol.*, 84, 38–40. doi: 10.1016/j.tifs.2018.03.008.
- Nurdin. 2018. Kajian Risiko Dan Aksi Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Spesifik Ketahanan Pangan Di Kabupaten Boalemo. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 9(2), 166–82.
- Rudiarto, I., & D. Pamungkas. 2020. Spatial Exposure and Livelihood Vulnerability to Climate-Related Disasters in The North Coast of Tegal City, Indonesia. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 8(3), 34–53. doi: https://doi.org/10.14246/irspsd.8.3_34.
- Rusmayadi, G., U. Salawati, & D. O. Suparwata. 2023. Analisis Sistem Agrometeorologi Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan Saat Kemarau. *Jurnal Geosains West Science*, 1(03), 143–50. doi: 10.58812/jgws.v1i03.720.
- Satria, A., E. Anggraini, N. Nuryartono, S. Amaliah, A. Helmi, & M. Sangadjo. 2022. Pertanian, Kelautan, Dan Biosains Tropika. *Policy Brief*, 4(4), 1–9.
- Suparwata, D. O., & F. S. Yamin. 2024. Analysis of Organic Fertilizer Use in Improving Soil Quality and Agricultural Yields in Indonesia. *West Science Agro*, 2(01), 17–27.
- Suroso, D. S. A., T. W. Hadi, H. Latief, & E. Riawan. 2011. Pola Kerentanan Pesisir Indonesia Terhadap Dampak Perubahan Iklim Sebagai Basis Perencanaan Adaptasi. *Tata Loka*, 13(2), 108–18. doi: <https://doi.org/10.14710/tataloka.13.2.108-118>.
- Wardhana, A., & M. Ramayuda. 2023. Empowerment of Increasing Economic Resilience Post Covid-19 Janjang Wulung Village Community Through Creative Economic Village Planning. *CSID Journal of Infrastructure Development*, 6(1), 18–34. doi: 10.7454/jid.v6.i1.1084.