

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Potensi Kekeringan dan Strategi Mitigasi di Kabupaten Bone

Rahma Musyawarah^{1*}, Mat Rasul¹, Rahmawati Nurkarima²

¹*Pendidikan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Makassar, Makassar 90221, Indonesia*

²*Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Halu Oleo,
Kendari 93132, Indonesia*

**E-mail: rahma.musyawarah@unm.ac.id*

Abstrak

Bencana kekeringan merupakan salah satu ancaman lingkungan yang dapat memberikan dampak signifikan terhadap kondisi sosial, ekonomi, ketersediaan air, dan keberlanjutan sektor pertanian. Kabupaten Bone sebagai salah satu wilayah agraris di Sulawesi Selatan memiliki kerentanan terhadap kekeringan yang perlu dikaji secara spasial sebagai dasar dalam menentukan strategi mitigasi yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi wilayah terdampak bencana kekeringan di Kabupaten Bone serta merumuskan strategi mitigasi yang dapat diterapkan berdasarkan kondisi dan karakteristik wilayah. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan analisis spasial melalui metode *Weighted Overlay* menggunakan ArcGIS 10.8. Parameter yang digunakan meliputi jenis tanah, kemiringan lereng, penggunaan lahan, curah hujan, kepadatan vegetasi, dan suhu permukaan. Selanjutnya, analisis SWOT digunakan untuk menentukan strategi mitigasi berdasarkan faktor internal dan eksternal yang memengaruhi upaya penanggulangan kekeringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah Kabupaten Bone didominasi oleh klasifikasi berpotensi kekeringan dengan persentase sebesar 81,85%, sedangkan wilayah tidak berpotensi sebesar 13,05% dan wilayah sangat berpotensi sebesar 5,13%. Berdasarkan hasil analisis SWOT, strategi mitigasi yang direkomendasikan berada pada strategi WO (*Weakness-Opportunities*), yang diarahkan pada pengurangan kelemahan dengan memanfaatkan peluang yang tersedia. Strategi tersebut meliputi pembentukan forum atau desa tangguh kekeringan, penyuluhan dan pelatihan mitigasi bencana, pengembangan sistem peringatan dini berbasis BMKG dan aplikasi sederhana, gotong royong dalam konservasi air dengan memanfaatkan kearifan lokal, serta integrasi upaya mitigasi kekeringan ke dalam RPJM Desa. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah yang lebih adaptif terhadap ancaman kekeringan di Kabupaten Bone.

Kata Kunci: Bencana; Kabupaten Bone; kekeringan; mitigasi; sistem informasi geografis

PENDAHULUAN

Kekeringan adalah salah satu jenis bencana hidrometeorologi yang menimbulkan kekurangan pasokan air, sehingga berpengaruh langsung terhadap hasil pertanian, ketahanan pangan, serta tingkat kesejahteraan masyarakat di daerah tropis seperti Indonesia (Kuswanto *et al.*, 2021). Secara umum, kekeringan di Indonesia disebabkan oleh pengaruh fenomena ENSO (El Niño) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) (Floridi *et al.*, 2025). Selain itu, perubahan iklim global yang ditandai dengan peningkatan suhu, tingginya laju evapotranspirasi, serta kondisi geomorfologi wilayah turut memperpanjang dan memperkuat terjadinya kekeringan (Amaluddin *et al.*, 2021; Krisnawan *et al.*, 2025). Faktor antropogenik seperti deforestasi, perubahan penggunaan lahan, pengelolaan sumber daya air yang kurang optimal, dan keterbatasan infrastruktur penyimpanan air juga berperan besar dalam memperburuk tingkat kerentanan wilayah terhadap kekeringan (Milko, 2025; Rahman, dkk., 2025).

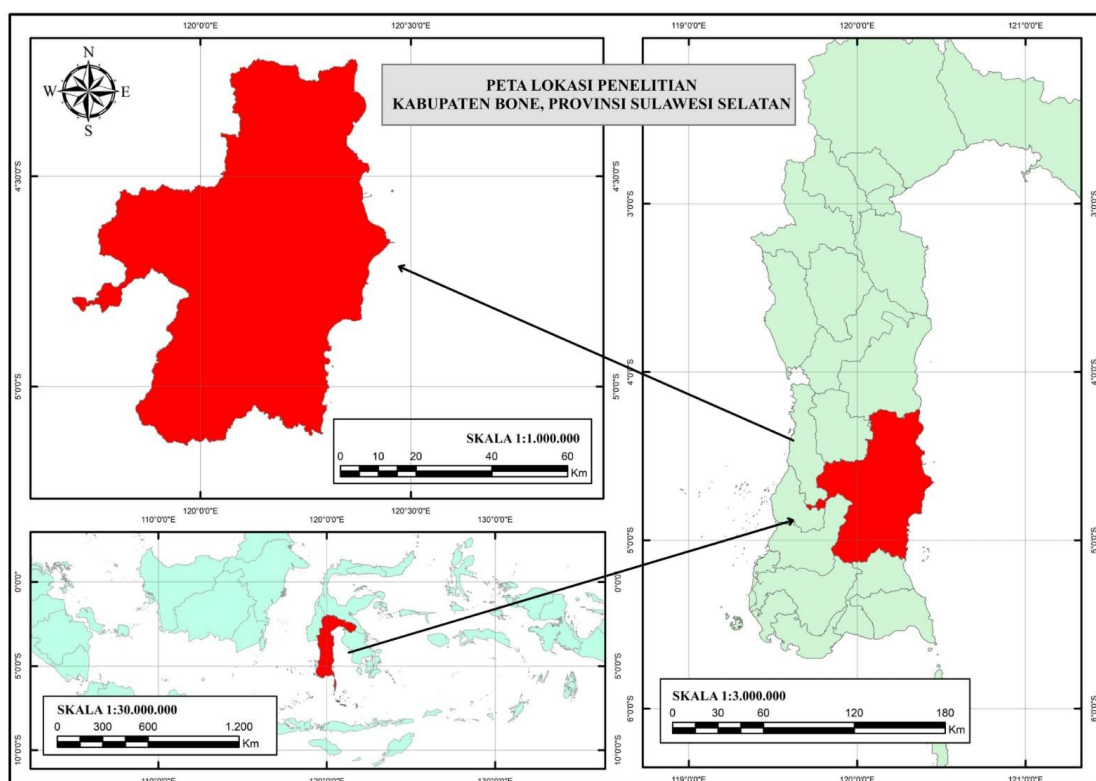
Data dari BNPB (2025) menunjukkan bahwa pada bulan Agustus 2025 tercatat sebanyak 15 kejadian bencana kekeringan di wilayah Indonesia. Selanjutnya, berdasarkan perbandingan jumlah kejadian bencana hidrometeorologi antara bulan Agustus 2024 dan Agustus 2025, jumlah bencana kekeringan tetap berada pada angka 15 kali kejadian. Kekeringan memberikan dampak yang signifikan dan multidimensional terhadap aspek lingkungan, ekonomi, serta sosial masyarakat. Fenomena ini menimbulkan tekanan serius terhadap vegetasi dan satwa liar, mengganggu keseimbangan proses ekosistem, serta mengancam keberlanjutan keanekaragaman hayati. Dalam konteks ekonomi, kekeringan berpotensi melemahkan kinerja sektor-sektor yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap air, seperti pertanian, pembangkit listrik tenaga air, dan transportasi sungai. Laporan OECD *Global Drought Outlook* menyatakan bahwa biaya dan kerugian akibat kekeringan secara global terus meningkat setiap tahun sekitar 3–7,5%, dengan tingkat kerugian rata-rata pada tahun 2025 tercatat setidaknya dua kali lebih besar dibandingkan tahun 2000; bahkan, proyeksi OECD memperkirakan bahwa pada tahun 2035, biaya yang ditimbulkan oleh kekeringan akan meningkat sekitar 35% lebih tinggi dibandingkan kondisi tahun 2025 apabila tidak diambil langkah adaptasi yang memadai (OECD, 2025). Pada wilayah yang perekonomiannya bergantung pada sektor pertanian, kelangkaan air akibat kekeringan dapat menurunkan kinerja makroekonomi secara signifikan dan memberikan dampak paling besar terhadap kelompok masyarakat dengan tingkat kerentanan sosial ekonomi yang tinggi. Menurut Otoritas Jasa Keuangan (OJK), potensi kerugian ekonomi yang disebabkan oleh dampak perubahan iklim, termasuk kekeringan, pada sektor pertanian di Indonesia sepanjang tahun 2024 mencapai sekitar Rp19,94 triliun (Al Ishaqi, 2025). Selain dampak ekonomi, kekeringan yang parah juga mengancam ketahanan pangan dan keberlanjutan sumber daya air yang menjadi landasan bagi kesejahteraan sosial serta stabilitas ekonomi. Studi menunjukkan bahwa selama periode kekeringan, debit aliran air (*water discharge*) di beberapa desa di Indonesia menurun sekitar 30–50 % dari tingkat normal (Yusriadi & Cahaya, 2020). Lebih jauh, dampak kekeringan sering kali melintasi batas teritorial suatu negara, berkontribusi terhadap meningkatnya arus migrasi dan berpotensi memperburuk konflik antarwilayah. Sebagai respon terhadap berkurangnya akses air, pola migrasi cenderung ke sungai dan pusat-pusat kota (Ceola *et al.*, 2023).

Kabupaten Bone sebagai wilayah administratif di Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap kekeringan, mengingat karakteristik iklimnya yang bervariasi secara spasial antarkecamatan dan ketergantungannya yang besar pada sektor pertanian. Berdasarkan data BPS (2023), jumlah penduduk Kabupaten Bone mencapai sekitar 817.000 jiwa, dengan sektor pertanian menyumbang hampir 48% terhadap PDRB daerah, sehingga gangguan akibat kekeringan akan berdampak luas terhadap ekonomi dan ketahanan pangan masyarakat. Data BMKG (2025) menunjukkan bahwa wilayah Bone mengalami fluktuasi curah hujan signifikan dan periode hari tanpa hujan yang panjang selama musim kemarau, terutama di bagian tengah dan utara kabupaten, yang berpotensi menyebabkan kekeringan meteorologis. Laporan dari media yang merujuk pada data BPBD Kabupaten Bone, hingga Oktober 2024, 24 dari 27 kecamatan di Kabupaten Bone telah memasuki status

bahaya tinggi kekeringan (RRI, 2025). Potensi luasan kekeringan mencapai 459.842 ha, menempatkan Bone pada peringkat tiga di antara kabupaten terdampak di Sulawesi Selatan (Wasi, 2024). Berdasarkan uraian kondisi tersebut, diperlukan kajian spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan metode *Weighted Overlay*. Teknik *Weighted Overlay* dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah salah satu *tools* yang populer dan sering digunakan dalam berbagai kajian seperti air tanah, lokasi kesesuaian, banjir, termasuk juga efektif digunakan untuk memetakan kerentanan kekeringan karena mampu mengintegrasikan berbagai parameter spasial seperti curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, dan topografi secara kuantitatif sehingga menghasilkan peta risiko yang akurat dan mendukung perumusan strategi mitigasi berbasis wilayah (Hasrin & Rasul, 2024; Septiani, dkk., 2024; Rasul, dkk., 2024; Rasul *et al.*, 2025). Meskipun telah terdapat sejumlah studi yang memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) di berbagai daerah, penelitian terpadu yang menerapkan metode *Weighted Overlay* untuk memetakan potensi kekeringan sekaligus merumuskan strategi mitigasi pada skala Kabupaten Bone masih sangat terbatas. Peta potensi kekeringan yang dihasilkan melalui pendekatan ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah dan masyarakat dalam merancang strategi mitigasi kekeringan yang berbasis data.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan yang secara astronomis terletak pada posisi $04^{\circ}13' - 05^{\circ}06'$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}42' - 120^{\circ}30'$ Bujur Timur. Kabupaten Bone berjarak 174 km dari Kota Makassar dan memiliki luas wilayah 4.4559 km^2 serta berbatasan langsung dengan beberapa kabupaten seperti Kabupaten wajo, Soppeng, Barru, Pangkep, Maros, Gowa dan Sinjai (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian.

Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif jenis deskriptif dengan analisis spasial yakni *Weighted Overlay* dalam memetakan potensi kekeringan dengan menggunakan beberapa parameter

yang meliputi curah hujan, penggunaan lahan, kelerengan, jenis tanah, suhu permukaan, kerapatan vegetasi dan jarak terhadap sungai (Fattah & Widyasamratri, 2024). Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yang diperoleh dari beberapa sumber yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sumber Data Penelitian

Data	Tahun	Jenis Data	Sumber Peta
Batas Administrasi	2024	Sekunder	BIG
Kemiringan Lereng	2024	Sekunder	DEMNAS BIG
Curah Hujan	2023	Sekunder	CHRPS
Jenis Tanah	2024	Sekunder	FAO Soil Map
Penggunaan Lahan	2024	Sekunder	BIG
Suhu Permukaan	2024	Sekunder	USGS
Kerapatan Vegetasi	2024	Sekunder	USGS

Parameter tersebut kemudian diolah menggunakan software ArcGIS. Citra yang digunakan sebagai data pembuatan peta suhu permukaan dan peta kerapatan vegetasi ialah Citra Landsat 8 pada perekaman 21 Februari 2024. Pada peta kerapatan vegetasi digunakan persamaan dalam menghitung nilai NDVI ditunjukkan sebagai berikut (Permatasari, dkk., 2021):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Indeks vegetasi berbasis NDVI pada persamaan diatas hanya memiliki nilai yang berkisar antara -1 (non-vegetasi) hingga 1 (vegetasi), setelah perhitungan nilai NDVI dilakukan reklasifikasi nilai NDVI yang ditunjukkan pada Tabel 2 (Permatasari, dkk., 2021). Citra landsat 8 juga digunakan sebagai data dalam pembuatan peta suhu permukaan, permukaan tanah didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata suatu permukaan yang digambarkan dengan cakupan suatu piksel dengan tipe permukaan berbeda, panjang gelombang inframerah termal sangat memengaruhi besar nilai LST (Sagita, dkk., 2022). Perhitungan LST dapat dilakukan dengan persamaan berikut (Sagita, dkk., 2022):

$$LST = \left(\frac{BT}{1 + \left(0.00115 * \frac{BT}{1.4388} \right) * \ln(\epsilon)} \right) \quad (2)$$

Selain parameter kerapatan vegetasi dan suhu permukaan, pada penentuan daerah rawan kekeringan juga diperlukan parameter lain guna menguatkan pendugaan yang dilakukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini juga menggunakan parameter curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan penggunaan lahan untuk dilakukan metode *Weighted Overlay* bersama dengan parameter suhu permukaan dan kerapatan vegetasi (Tabel 2).

Tabel 2. Parameter, Skor dan Bobot

Kerapatan Vegetasi (NDVI)				
No	Klasifikasi	Nilai NDVI	Skor	Bobot
1.	Vegetasi Sangat Tinggi	0,35 – 1	1	20
2.	Vegetasi Tinggi	0,25 – 0,35	2	
3.	Vegetasi Sedang	0,15 – 0,25	3	
4.	Vegetasi Sangat Rendah	0,03 – 0,15	4	
5.	Vegetasi Tidak Ada	-0,8 – 0,03	5	
Suhu Permukaan (LST)				
No	Suhu Permukaan	Klasifikasi	Skor	Bobot
1.	<20 °C	Sangat Rendah	1	12
2.	20 – 25 °C	Rendah	2	
3.	25 – 30 °C	Sedang	3	
4.	30 - 35 °C	Tinggi	4	
5.	> 35 °C	Sangat Tinggi	5	
Curah Hujan				
No	Tingkat Curah Hujan	Klasifikasi	Skor	Bobot
1.	>3000 mm/tahun	Sangat Tinggi	1	30
2.	2500 – 3000 mm/tahun	Tinggi	2	
3.	2000 – 2500 mm/tahun	Sedang	3	
4.	1500 – 2000 mm/tahun	Rendah	4	
5.	<1500 mm/tahun	Sangat Rendah	5	
Kemiringan Lereng				
No.	Tingkat Kemiringan Lereng	Klasifikasi	Skor	Bobot
1.	0-8 %	Datar	1	8
2.	8-15 %	Landai	2	
3.	15-25 %	Agak Curam	3	
4.	25-45 %	Curam	4	
5.	>45%	Sangat Curam	5	
Jenis Tanah				
No.	Jenis Tanah	Klasifikasi	Skor	Bobot
1.	Humic Andosol (Th)	Sangat Rendah	1	18
2.	Eutric Fluvisols (Je)	Rendah	2	
3.	Orcthic Luvisols (Lo)	Sedang	3	
4.	Pellic Vertisols (Vp)	Tinggi	4	
5.	Lithosols (L)	Sangat Tinggi	5	
Penggunaan Lahan				
No.	Penggunaan Lahan	Klasifikasi	Skor	Bobot
1.	Sungai	Sangat Rendah	1	12
2.	Hutan	Rendah	2	
3.	Semak Belukar	Sedang	3	
4.	Sawah, Tegalan, Perkebunan	Tinggi	4	
5.	Pemukiman	Sangat Tinggi	5	

Sumber: Hasil Modifikasi Penulis, 2024 (Permatasari ,dkk., 2021; Sagita, dkk., 2022; Simanjuntak, dkk., 2022; Farah dkk., 2024; Fattah & Widyasamratri, 2024)

Selanjutnya untuk menentukan strategi mitigasi bencana kekeringan di Kabupaten Bone, menggunakan analisis SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*). Analisis SWOT digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis berbagai faktor internal dan eksternal yang memengaruhi objek penelitian. Berikut langkah-langkahnya secara sistematis:

1. Identifikasi faktor internal dan eksternal. Langkah awal adalah mengumpulkan data melalui observasi, wawancara, atau studi pustaka untuk mengidentifikasi:
 - a) Faktor internal, meliputi kekuatan dan kelemahan (misalnya: sumber daya manusia, dana, fasilitas, sistem manajemen).
 - b) Faktor eksternal, meliputi peluang dan ancaman (misalnya: kondisi sosial, kebijakan pemerintah, dukungan masyarakat, tren lingkungan).
2. Penentuan bobot (*weight*). Setiap faktor yang telah diidentifikasi diberi bobot dengan nilai antara 0,0 – 1,0, dengan ketentuan:
 - a) Bobot menunjukkan tingkat kepentingan atau pengaruh faktor tersebut terhadap keberhasilan objek yang diteliti.
 - b) Semakin besar pengaruhnya, semakin besar bobotnya.
 - c) Jumlah seluruh bobot (baik internal maupun eksternal) harus = 1,00.
3. Pemberian skor (*rating/score*). Setiap faktor kemudian diberi skor (*rating*) antara 1–4, dengan makna:
Untuk faktor internal (*Strength & Weakness*):
4 = sangat kuat
3 = kuat
2 = lemah
1 = sangat lemah
Untuk faktor eksternal (*Opportunity & Threat*):
4 = respons sangat baik terhadap peluang / ancaman dapat diatasi sangat baik
3 = respons baik
2 = respons kurang baik
1 = respons sangat lemah
4. Menghitung nilai tertimbang (*weighted score*). Nilai tertimbang diperoleh dengan mengalikan bobot × skor untuk setiap faktor.
5. Interpretasi hasil analisis bobot dan skor. Hasil penjumlahan skor menunjukkan posisi relatif objek penelitian:
 - a) Jika skor total > 2,50, maka posisi kuat dan berpotensi berkembang.
 - b) Jika skor total < 2,50, maka posisi lemah dan perlu strategi perbaikan.
6. Penyusunan matriks SWOT untuk merumuskan strategi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kerapatan Vegetasi

Gambar 2 di bawah menunjukkan sebaran vegetasi di Kabupaten Bone didominasi oleh vegetasi dengan kerapatan tinggi dengan persentase sebesar 66,74%. Selain itu, vegetasi dengan kerapatan sedang sebesar 19,54% (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan bahwa vegetasi di Kabupaten Bone cenderung memiliki kerapatan yang mendukung ketersediaan air. Vegetasi dengan kategori sangat rendah hanya berkisar 4,38% sedangkan vegetasi tidak ada hanya 2,09% yang dominan tersebar di sebelah Timur Kabupaten Bone atau di wilayah pesisir. Kerapatan vegetasi yang tinggi ini dipengaruhi oleh masih luasnya kawasan hutan, semak belukar, serta lahan pertanian produktif di wilayah Bone, yang menyebabkan nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) berada pada kategori tinggi. NDVI merefleksikan tingkat kehijauan vegetasi yang memiliki hubungan linear dengan kerapatan daun, di mana semakin rapat dan hijau vegetasi, semakin tinggi pula nilai NDVI yang dihasilkan (Kunzer *et al.*, 2011; Rahmat *et al.*, 2018; Musyawah & Malik, 2024).

Tabel 3. Kerapatan Vegetasi Kabupaten Bone

No	Klasifikasi	Luas (ha)	Presentase (%)
1.	Vegetasi Tidak Ada	9543,179783	2,09%
2.	Vegetasi Sangat Rendah	20046,05953	4,38%
3.	Vegetasi Rendah	33213,23558	7,26%
4.	Vegetasi Sedang	89404,82721	19,54%
5.	Vegetasi Tinggi	305410,6883	66,74%
	Total Keseluruhan	457617,9904	100,00%

Sumber: Data Sekunder, diolah (2024)

Tingginya kerapatan vegetasi di Kabupaten Bone memiliki peranan penting dalam mencegah bencana kekeringan. Hal ini dikarenakan fungsi dari vegetasi sebagai penyangga alami terhadap kekeringan melalui kemampuan vegetasi dalam mengurangi penguapan langsung dari permukaan tanah, menahan air hujan melalui proses intersepsi tajuk, serta memperlambat limpasan permukaan sehingga meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. Proses infiltrasi tersebut disebabkan oleh perakaran tanaman dan serasah yang dihasilkan pada sebuah pohon, efek dari akar dan serasah tersebut dapat berkontribusi positif dalam meningkatkan makroporositas tanah yang juga sejalan pada peningkatan laju infiltrasi (Sittadewi, 2021). Lebih lanjut, akar tanaman yang aktif maupun telah, juga akan membentuk ruang kosong dapat diisi oleh air infiltrasi (Sittadewi, 2021). Proses infiltrasi dan kekeringan memiliki keterkaitan yang sangat erat, karena berkat proses inilah air tanah dapat terisi.

2. Suhu Permukaan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, menunjukkan bahwa suhu permukaan Kabupaten Bone didominasi oleh suhu yang berkisar antara 30 - 35 °C dengan luas mencapai 169073,3 ha atau 38,32% dari total luasan yang tersebar di sebelah Utara, Timur Laut, Barat dan Barat Daya. Kemudian, suhu dengan 25 – 30 °C memiliki luasan 30,37% yang memiliki simbologi kuning tersebar merata di Kabupaten Bone. Sedangkan sebelah Timur dan ujung wilayah Barat dan Barat Daya yang di tandai dengan simbologi hijau muda memiliki suhu yang berkisar 20 – 25 °C memiliki luasan dengan persentase 11,37% (Tabel 4). Hal ini mengindikasikan bahwa suhu permukaan di Kabupaten Bone mayoritas tinggi dan sedang.

Tabel 4. Suhu Permukaan Kabupaten Bone

No.	Klasifikasi	Luas (ha)	Presentase (%)
1.	<20 °C	0,061622	0,00%
2.	20 – 25 °C	50155,2	11,37%
3.	25 – 30 °C	134020,8	30,37%
4.	30 - 35 °C	169073,3	38,32%
5.	> 35 °C	87979,56	19,94%
	Total Keseluruhan	441228,9	100,00%

Sumber: Data Sekunder, diolah (2024)

Kondisi suhu permukaan tersebut mengindikasikan intensitas radiasi matahari yang relatif tinggi, yang secara umum berpotensi meningkatkan laju evapotranspirasi dan menurunkan kelembapan tanah apabila tidak diimbangi dengan ketersediaan air yang memadai. Oleh karena itu, daerah dengan suhu permukaan yang tinggi memiliki kecenderungan besar terhadap bencana kekeringan.

3. Curah Hujan

Pada peta curah hujan menunjukkan bahwa curah hujan di Kabupaten Bone didominasi oleh curah hujan 2.000 – 2.500 mm yang tersebar di sebelah Selatan, Barat Daya, Barat, Barat Laut, dan Utara yang disimbolkan dengan warna biru (Gambar 2). Wilayah dengan intensitas tersebut memiliki luasan yang

mencapai 83,09% (Tabel 5). Sedangkan intensitas 1.500-2.000 mm hanya memiliki luasan 16,91% yang tersebar di Tenggara, Timur dan Timur Laut Kabupaten Bone.

Tabel 5. Curah Hujan Kabupaten Bone

No	Curah Hujan (mm)	Luas (ha)	Presentase (%)
1.	1500 – 2000	77394,03953	16,91%
2.	2000 - 2500	380333,1097	83,09%
Total Keseluruhan		457727,1492	100,00%

Sumber: Data Sekunder, diolah (2024)

Tingginya curah hujan tahunan yang mencapai 2.000–2.500 mm di sebagian besar wilayah Bone berperan signifikan dalam menjaga ketersediaan air tanah dan kelembapan permukaan, sehingga dampak peningkatan suhu terhadap potensi kekeringan dapat diminimalisasi. Hal ini juga didukung oleh kajian yang dilakukan oleh Maneno, dkk., (2023), yang menyatakan bahwa intensitas curah hujan tahunan yang tinggi pada suatu wilayah dapat cenderung memiliki ketahanan hidrologis yang lebih baik terhadap ancaman kekeringan meteorologis maupun kekeringan ekologis. Secara alamiah, saat air hujan turun, sebagian kecil air tertahan oleh daun dan batang pohon. Sementara sebagian besarnya mencapai tanah dan terbagi menjadi dua yakni air permukaan dan air yang meresap ke tanah (Sittadewi, 2021). Keduanya bergerak akibat gaya gravitasi. Air permukaan bergerak ke daerah lebih rendah seperti sungai, danau atau laut. Sedangkan air yang meresap ke dalam tanah bergerak melalui proses infiltrasi yang pada akhirnya tersimpan dalam akuifer menjadi air tanah (Irawan, dkk., 2024; Musa & Mallombasi, 2025). Keduanya memiliki peran yang penting dalam menentukan ketersediaan air suatu daerah. Apabila keduanya berkurang akibat intensitas curah hujan menurun dan penggunaan air meningkat, maka potensi terjadinya bencana kekeringan juga akan meningkat. Lebih lanjut, curah hujan yang tinggi berperan penting dalam mendukung aktivitas fotosintesis tanaman melalui peningkatan kelembapan tanah, sehingga tanaman dapat menyerap air dan nutrisi secara optimal yang kemudian menghasilkan peningkatan nilai NDVI pada citra satelit (Garai *et al.*, 2022; Meshesha *et al.*, 2024). Kondisi ini menjadi faktor sangat penting dalam memitigasi bencana kekeringan sehingga dapat mencegah penurunan produktivitas lahan yang sangat bergantung pada ketersediaan air dan kelembapan permukaan (Angel, dkk., 2025).

4. Kemiringan Lereng

Berdasarkan peta kemiringan lereng, diperoleh informasi bahwa Kabupaten Bone memiliki kemiringan lereng yang datar dan landai. Hal ini dibuktikan dengan tingginya persentase kemiringan lereng 0 – 8% dan 8 -15% yakni sebesar 80,14% dan 16,32%. Walaupun terdapat 0,01% wilayah Kabupaten Bone yang memiliki kemiringan >45% atau sangat curam. Begitu pula dengan kemiringan 25 – 45% dan 15 – 25% yang masing-masing hanya 0,17% dan 3,36% dari total luasan (Tabel 6). Wilayah dengan tingkat kemiringan lereng curam hingga sangat curam tersebar di sebelah Barat dan Barat Daya. Selain itu, juga tersebar di beberapa kecamatan seperti Kecamatan Ponre, Ulaweng, Bengo, Patimpeng, dan Kecamatan Mare.

Tabel 6. Kemiringan Lereng Kabupaten Bone

No.	Tingkat Kemiringan Lereng	Luas (ha)	Presentase (%)
1.	0-8 %	366883,8	80,14%
2.	8-15 %	74731,02	16,32%
3.	15-25 %	15389,32	3,36%
4.	25-45 %	793,0009	0,17%
5.	>45%	23,45695	0,01%
Total Keseluruhan		457820,6	100,00%

Sumber: Data Sekunder, diolah (2024)

Dominasi lereng yang landai pada Kabupaten Bone memungkinkan air hujan meresap lebih banyak ke dalam tanah dan mengurangi limpasan permukaan (*run-off*), sehingga meningkatkan ketersediaan air tanah (Renaldi, dkk., 2023). Kondisi ini membuat wilayah Bone memiliki daya simpan air yang baik, sehingga risiko kekeringan relatif lebih rendah dibanding daerah dengan lereng curam.

5. Jenis Tanah

Gambar 6 di atas menunjukkan bahwa jenis tanah Lo atau *Orthic Luvisols* adalah tanah yang paling dominan ditemukan dengan persentase tertinggi yakni 56,77% atau sekitar 260.537,056677 ha (Tabel 7). Selain itu, juga ditemukan tanah dengan jenis *Pellic Vertisols* (Vp) sekitar 26,42% dari total luasan. Kedua jenis tanah tersebut tersebar di beberapa kecamatan seperti Tonra, Kajuara, Patimpeng, Bontocani, Ajangale (ditandai dengan simbologi warna orens). Untuk jenis tanah Vp tersebar di Kecamatan Bengo, Ulaweng, Lamuru dan kecamatan lainnya.

Tabel 7. Jenis Tanah Kabupaten Bone

No	Jenis Tanah	Luas (ha)	Presentase (%)
1.	Lithosols (l)	9.233,936591	2,01%
2	Eutric Fluvisols (Je)	64.012,231079	13,95%
3	Orthic Luvisols (Lo)	260.537,056677	56,77%
4	Humic Andosols (Th)	3.910,78257	0,85%
5.	Pellic Vertisols (Vp)	121.335,741444	26,42%
Total Keseluruhan		459.029,748361	100,00%

Sumber: Data Sekunder, diolah (2024)

Jenis tanah *Orthic Luvisols* yang memiliki horizon liat di lapisan bawah berperan penting dalam menyimpan kelembapan tanah karena kapasitas tukar kation (KTK) dan kemampuan menahan airnya relatif tinggi. Kondisi ini membuat wilayah Bone memiliki daya simpan air yang baik daripada tanah yang bertekstur kasar. Selanjutnya, *Luvisols* memiliki kapasitas air tersedia (*available water capacity*) tinggi, sehingga mampu mempertahankan kelembapan lebih lama dan mendukung pertumbuhan vegetasi selama periode kering (Bolotov *et al.*, 2019; Vopravil *et al.*, 2020)

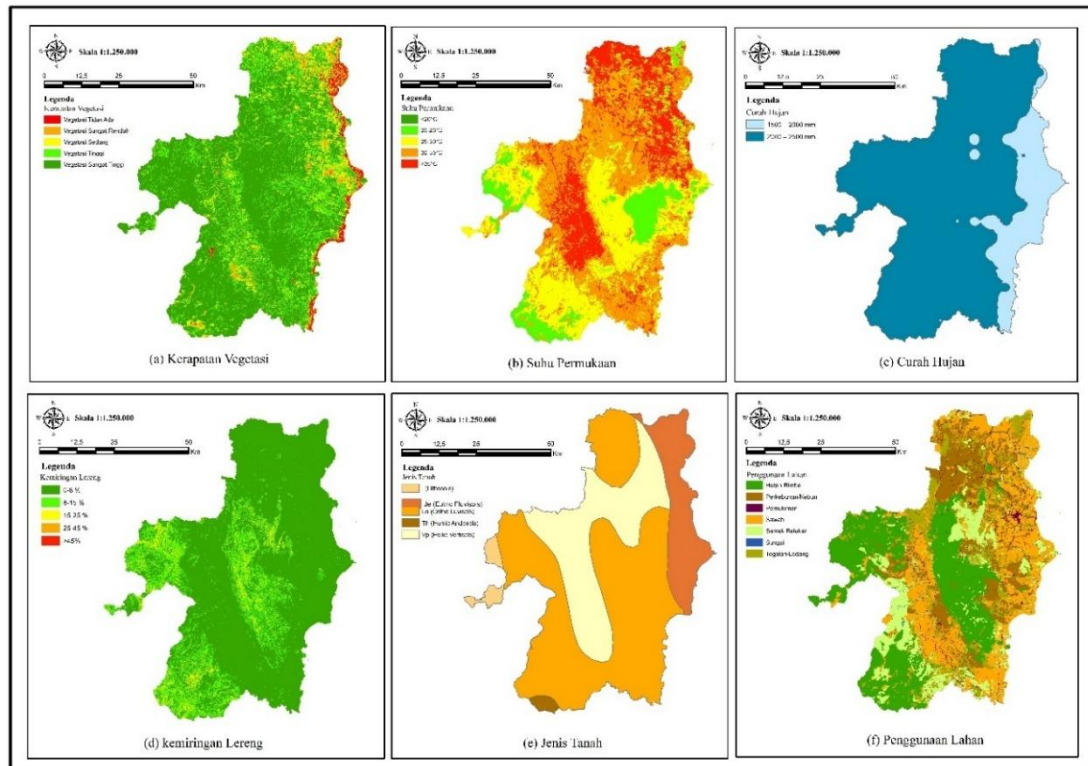
6. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di Kabupaten Bone didominasi oleh hutan, yakni sebesar 29,57%, Sedangkan untuk tegalan memiliki luasan sebesar 13,31%. Penggunaan lahan yang paling mempengaruhi ketersediaan air pada suatu wilayah adalah pemukiman. Wilayah pemukiman pada peta ditandai dengan simbologi yang berwarna ungu. Wilayah tersebut terkonsentrasi di Kecamatan Tanete Riattang yang merupakan ibu kota Kabupaten Bone. Sedangkan penggunaan lahan yang mendukung ketersediaan air adalah sungai yang pada peta disimbolkan berwarna biru. Luasan penggunaan lahan di Kabupaten Bone juga disajikan pada Tabel 8. Perbedaan penggunaan lahan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap potensi kekeringan dikarenakan setiap jenis lahan memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menyerap, menyimpan, dan melepaskan air (Kiptiah, dkk., 2021). Misalnya saja lahan yang didominasi oleh tutupan lahan berupa vegetasi seperti hutan. Faktor tersebut erat kaitannya dengan infiltrasi, sistem perakaran pada pohon dapat menjadi saluran alami yang mempermudah air hujan meresap ke pori-pori tanah (Hao *et al.*, 2020). Semakin kompleks dan luas akar pohon, semakin besar pula kapasitas tanah untuk menampung dan menyimpan air. Sebaliknya, penggunaan lahan berupa pemukiman atau kawasan terbangun lainnya dapat meningkatkan limpasan air permukaan (*run-noff*) dan menurunkan kemampuan tanah menyimpan air. Permukaan kedap air seperti beton dan aspal mempercepat aliran air ke saluran drainase, sehingga tanah kehilangan kemampuan untuk mempertahankan kelembapannya dalam jangka panjang (Farida & Aryuni, 2020).

Tabel 8. Penggunaan Lahan Kabupaten Bone

No	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Presentase (%)
1.	Hutan	130.747,8	29,57
2.	Perkebunan/Kebun	73.876,3	16,71
3.	Permukiman	9.243,083	2,09
4.	Sawah	104.328,4	23,59
5.	Semak Belukar	62.159,47	14,06
6.	Sungai	2.971,445	0,67
7.	Tegalan/Ladang	58.862,2	13,31
Total Keseluruhan		442.188,8	100,00

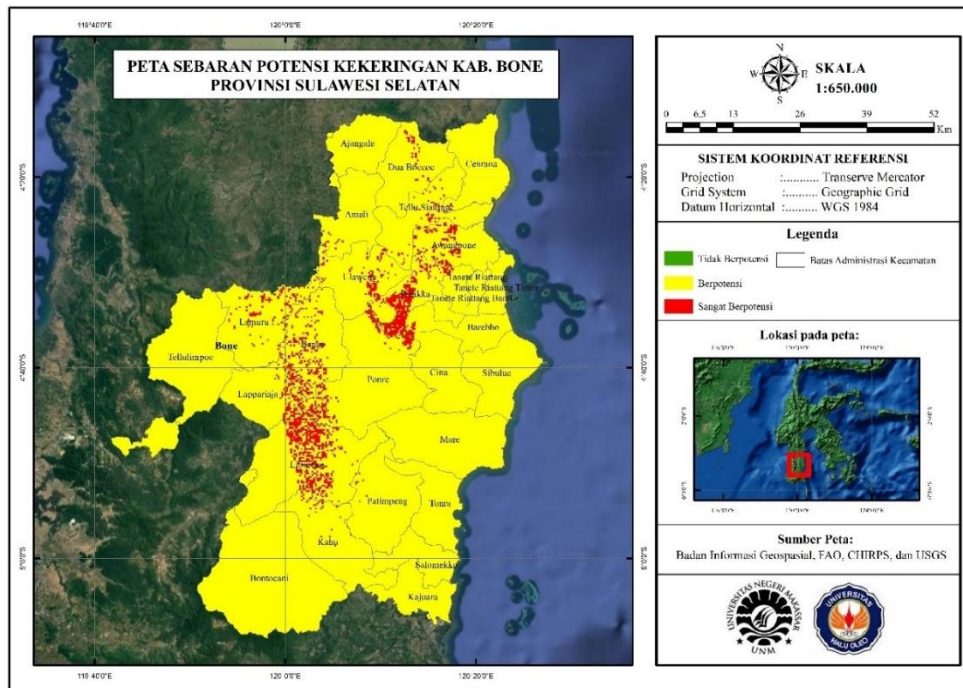
Sumber: Data Sekunder, diolah (2024)



Gambar 2. Peta Parameter Pendugaan Potensi Kekeringan Kabupaten Bone.

7. Sebaran Daerah Rawan Kekeringan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *weighted overlay* pada *software* ArcGIS 10.8, dengan menggunakan parameter kerapatan vegetasi, suhu permukaan, curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah dan penggunaan lahan. Berikut adalah sebaran daerah rawan kekeringan di Kabupaten Bone:



Gambar 3. Peta Sebaran Potensi Bencana Kekeringan Kabupaten Bone.

Gambar 3 di atas menunjukkan bahwa kekeringan di Kabupaten Bone mayoritas berada pada klasifikasi berpotensi. Persentase klasifikasi berpotensi terhadap kekeringan adalah sebesar 81,85%. Klasifikasi tidak berpotensi berada pada angka 13,05%, dari total luasan dan klasifikasi sangat berpotensi sebesar 5,13%. Sebaran daerah sangat berpotensi terhadap kekeringan tersebar di beberapa titik seperti pada Kecamatan Palakka, Lappariaja, Libureng, Ulaweng, Bengo, Awangpone, Lamuru, Tellu Siattinge, dan kecamatan lainnya yang ditandai dengan simbologi warna merah. Daerah dengan klasifikasi berpotensi terhadap kekeringan tersebar di kecamatan Bontocani, Kahu, Salomekko, Kajuara yang ditandai dengan simbologi berwarna kuning. Sedangkan daerah dengan klasifikasi tidak berpotensi tersebar di kecamatan yang disimbolkan berwarna hijau seperti Kecamatan Tonra, Sibulue, Mare, Tellulimpoe, Cina, Sibulue, Barebbo. Luasan kerawanan tersebut disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Klasifikasi Kerawanan Bencana Kekeringan Kabupaten Bone

No.	Kelas Kerawanan	Luas (ha)	Presentase (%)
1.	Tidak Berpotensi	53164,44	13,05
2.	Berpotensi	333378,84	81,85
3.	Sangat Berpotensi	20900,48	5,13
Total Keseluruhan		407443,76	100.00%

Sumber: Data Primer,, diolah (2024)

8. Strategi Mitigasi Berdasarkan Analisis SWOT

Tabel 10. IFAS (Internal Factors Analysis Summary)

Kode	Faktor Internal	Bobot	Rating (1-4)	Skor (Bobot x Rating)
Strength (Kekuatan)				
S1	Sumber air (mata air, sungai, embung, pompa)	0.1071	4	0.4286
S2	Program pertanian berkelanjutan (bibit, pupuk, alsintan)	0.0714	3	0.2143
S3	Pemetaan zona rawan oleh dinas	0.0714	4	0.2857
S4	Perbaikan/pembangunan irigasi tersier	0.0714	3	0.2143
S5	Program mandiri benih	0.0357	3	0.1071
S6	Pengaturan pola tanam	0.0357	3	0.1071
Weakness (Kelemahan)				
W1	Tidak ada lembaga mitigasi kekeringan	0.0714	1	0.0714
W2	Kurangnya penyuluhan/pelatihan mitigasi	0.0714	1	0.0714
W3	Kurangnya semangat royong/partisipasi komunitas	0.0357	2	0.0714
W4	Tidak ada kearifan lokal konservasi air	0.0357	2	0.0714
W5	Minimnya Akses informasi cuaca minim	0.0714	1	0.0714
W6	Kurangnya kesadaran masyarakat terkait upaya konservasi	0.0714	1	0.0714
W7	Tidak ada sistem manajemen risiko air terpadu	0.0714	1	0.0714
W8	Tidak ada sistem peringatan dini di desa	0.0714	1	0.0714
W9	Infrastruktur air dan irigasi tidak merata	0.0714	2	0.1429
W10	Sistem distribusi air terganggu/rusak	0.0357	2	0.0714
Total IFAS		1		2.1429

Sumber: Data Primer, diolah (2024)

Tabel 11. EFAS (External Factors Analysis Summary)

Kode	Faktor Eksternal	Bobot	Rating (1-4)	Skor (Bobot x Rating)
Opportunity (Peluang)				
O1	Dukungan pemerintah (embung, pompa, irigasi, benih)	0.20	4	0.80
O2	Ketersediaan data riwayat zona rawan	0.10	3	0.30
O3	Potensi teknologi konservasi air	0.10	3	0.30
O4	Potensi kemitraan (PT/NGO)	0.05	3	0.15
O5	Peluang pemberdayaan komunitas desa	0.05	3	0.15
Threat (Ancaman)				
T1	Perubahan iklim	0.15	4	0.60
T2	Ketergantungan pada sumber air permukaan yang berkurang saat kemarau	0.10	4	0.40
T3	Risiko gagal panen akibat kekeringan	0.10	4	0.40
T4	Kerusakan sistem distribusi air semakin parah	0.10	3	0.30
T5	Konflik pemanfaatan air antarsektor	0.05	2	0.10
Total EFAS		1		3.50

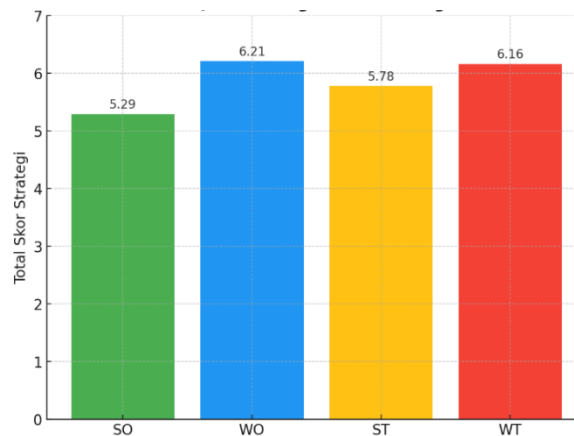
Sumber: Data Primer, diolah (2024)

Tabel 12. Perhitungan Skor Strategi (QSPM Sederhana)

Strategi	Skor Total	Komponen Internal	Komponen Eksternal
SO (Memanfaatkan kekuatan untuk meraih peluang)	5.293	2.643	2.650
WO (Memanfaatkan peluang untuk mengatasi kelemahan)	6.214	3.464	2.750
ST (Memanfaatkan kekuatan untuk mengurangi ancaman)	5.779	2.679	3.100
WT (Mengurangi kelemahan dan menghindari ancaman)	6.164	3.214	2.950

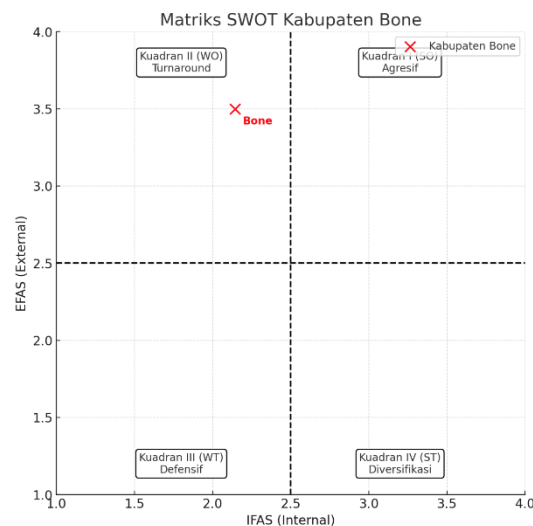
Sumber: Data Primer, diolah (2024)

Hasil Analisis QSPM Strategi SWOT Kekeringan Kabupaten Bone:



Gambar 4. Grafik QSPM (Hasil Analisis Data, 2024).

Perbandingan skor total tiap strategi, yaitu WO (6.21), WT (6.16), ST (5.78), SO (5.29). Hasil tersebut berarti strategi WO merupakan strategi terbaik dan WT hampir sama kuat.



Gambar 5. Matrix SWOT (Hasil Analisis Data, 2024).

Gambar 5 di atas menunjukkan bahwa posisi Kabupaten Bone berada di Kuadran II (WO/Turnaround). Hal ini berarti, strategi yang tepat adalah memanfaatkan peluang eksternal

(dukungan pemerintah, teknologi, kemitraan) untuk mengatasi kelemahan internal (tidak ada lembaga, minim penyuluhan, sistem peringatan dini, dan sebagainya).

Tabel 13. Ringkasan Strategi Utama WO (*Turnaround*)

W	O	Strategi WO	Keterangan
W1	O1 O4	Forum/Desa Tangguh Kekeringan	Membentuk lembaga/forum desa tangguh kekeringan dengan dukungan pemerintah dan mitra eksternal untuk memperkuat kelembagaan lokal.
W2	O4	Penyuluhan dan Pelatihan Mitigasi	Menyelenggarakan program penyuluhan dan pelatihan mitigasi (konservasi air, irigasi hemat air, pengelolaan embung) serta kampanye kesadaran hemat air berbasis komunitas desa dan sekolah.
W6	O5	Bencana	
W5	O2	Sistem Peringatan Dini Berbasis BMKG dan	Membangun sistem peringatan dini kekeringan (<i>early warning system</i>) berbasis data BMKG dan aplikasi sederhana
W8	O3	Aplikasi Sederhana	(SMS/WA alert) agar petani dapat mengantisipasi pola tanam.
W3	O5	Gotong Royong Konservasi Air dan Kearifan Lokal	Menggerakkan gotong royong desa untuk konservasi air (pembuatan sumur resapan, perawatan embung, perbaikan saluran irigasi) sekaligus mengembangkan kearifan lokal baru dalam pengelolaan air.
W7	O1	Integrasi mitigasi ke RPJM Desa	Mengembangkan sistem manajemen risiko air terpadu dengan prioritas desa rawan kekeringan, memanfaatkan teknologi irigasi tetes, <i>rainwater harvesting</i> , dan perbaikan distribusi air.
W9	O3		
W10			

Sumber: Data Primer, diolah (2024)

Dalam posisi WO (Kuadran II) Kabupaten Bone, strategi yang memanfaatkan peluang eksternal untuk menutupi kelemahan internal menjadi sangat relevan. Strategi kelembagaan berupa pembentukan forum/desa tangguh kekeringan dinilai efektif karena dapat memperkuat struktur sosial dan meningkatkan partisipasi masyarakat, mempercepat respon terhadap bencana, dan menumbuhkan kemandirian lokal dalam mitigasi (Fatimahsyam, 2024). Selanjutnya, strategi edukasi dan penyuluhan yang relevan untuk meningkatkan kesadaran serta kapasitas masyarakat dalam menghadapi kekeringan dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan, antara lain pemanfaatan air hujan dengan metode *Participatory Action Research* (PAR), pelatihan pengelolaan air bersih, pendidikan kebencanaan berbasis masyarakat, kegiatan simulasi interaktif bagi siswa di sekolah, serta implementasi Program Kampung Iklim (Priyanto *et al.*, 2020; Minhar & Aco, 2021; Rachman, dkk., 2023; Meidji & Jayadi, 2024; Rasidi, 2024).

Dari sisi teknologi dan informasi, pengembangan sistem peringatan dini berbasis data BMKG dan aplikasi sederhana menjadi strategi yang efektif dalam mitigasi kekeringan karena mampu menyediakan informasi cuaca dan potensi kekeringan secara cepat, akurat, dan mudah diakses oleh masyarakat. Sebagai contoh, pengembangan *Early Warning System* berbasis web dengan integrasi *Google Maps API* dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menampilkan data spasial potensi bahaya secara real time, yang terbukti meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap risiko bencana di Kabupaten Sleman (Pamungkas *et al.*, 2022). Sementara dari sisi teknis dan infrastruktur, penerapan sistem manajemen risiko air terpadu (*Integrated Water Resource Management* atau IWRM) menjadi langkah penting untuk mengoptimalkan distribusi dan konservasi air, sebagaimana dijelaskan bahwa IWRM mampu menyeimbangkan kebutuhan air di sektor pertanian, domestik, dan ekosistem melalui konservasi sumber daya air di hulu serta efisiensi distribusi di hilir (Arisanto & Prasetyo, 2020). Selain itu, studi di Desa Laikang, Kabupaten Takalar, menunjukkan bahwa teknologi irigasi hemat air seperti irigasi tetes dan pemanenan air hujan secara nyata mampu menekan penggunaan air, meningkatkan

efisiensi irigasi, dan menjaga produktivitas lahan pertanian di wilayah rawan kekeringan (Mandra, dkk., 2024). Dengan demikian, integrasi teknologi informasi untuk sistem peringatan dini dan inovasi teknis dalam pengelolaan air menjadi kunci dalam memperkuat strategi mitigasi kekeringan di Kabupaten Bone.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, hasil analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan metode *Weighted Overlay* menunjukkan bahwa wilayah Kabupaten Bone didominasi oleh klasifikasi berpotensi kekeringan sebesar 81,85% dari total luasan, sedangkan klasifikasi tidak berpotensi sebesar 13,05% dan klasifikasi sangat berpotensi sebesar 5,13%. Strategi mitigasi bencana kekeringan di Kabupaten Bone yang dirumuskan melalui analisis SWOT mengarah pada strategi WO (Weakness-Opportunities), yang meliputi pembentukan forum atau desa tangguh kekeringan, penyuluhan dan pelatihan mitigasi bencana, penerapan sistem peringatan dini berbasis BMKG dan aplikasi sederhana, gotong royong dalam konservasi air dan kearifan lokal, serta integrasi mitigasi ke dalam RPJM desa. Penelitian ini menyarankan agar hasil pemetaan potensi kekeringan di Kabupaten Bone ditindaklanjuti dengan verifikasi lapangan (*ground check*) guna memastikan akurasi data spasial, sekaligus memperbarui peta secara berkala sesuai dinamika iklim dan perubahan penggunaan lahan. Strategi mitigasi berbasis SWOT yang telah dirumuskan perlu segera diimplementasikan melalui sinergi pemerintah daerah, lembaga desa, dan masyarakat. Penelitian lanjutan juga perlu mengintegrasikan aspek sosial-ekonomi dan kapasitas adaptif masyarakat agar strategi mitigasi lebih komprehensif dan kontekstual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, terutama institusi seperti BPS Kabupaten Bone ataupun institusi penyedia data baik data spasial maupun non-spasial sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Begitupula kepada jurusan Geografi Universitas Negeri Makassar dan Universitas Halu Oleo yang telah menyediakan fasilitas sarana dan prasana sehingga peneliti terbantuan dalam proses analisis data hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Ishaqi, A.M., 2025. *Dampak Perubahan Iklim, OJK: Pertanian RI Rugi Rp19,94 triliun!* Bisnis.com. <https://finansial.bisnis.com/read/20250324/215/1864328/dampak-perubahan-iklim-ojk-pertanian-ri-rugi-rp1994-triliun>.
- Amaluddin, L.O., Musyawah, R., Harudu, L., Nursalam, L.O., and Sufiandi, L.U., 2021. *Disaster mitigation of dry and clean water crisis in Dana Sub-District Watopute District Muna Regency*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 884(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/884/1/012019>.
- Angel, A., Dasrizal, D., dan Juita, E., 2025. *Analisis Pengaruh Curah Hujan terhadap Hasil Pertanian Padi di Nagari Balimbing Kecamatan Rambatan Kabupaten Tanah Datar*. Indonesian Research Journal on Education. 5(1): 273-281. <https://doi.org/10.31004/irje.v5i1.1903>.
- Arisanto, P., dan Prasetyo, W., 2020. Manajemen Sumber Daya Air dalam Konsep IWRM dalam Penanganan Risiko Banjir dan Kekeringan. ORBITH. 16(1): 50–55. <https://doi.org/10.32497/orbith.v16i1.2069>.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). 2025. *Prakiraan Cuaca Kabupaten Bone*. <https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca/73.08>.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2025. *Info bencana: Data dan Informasi Kebencanaan*. Bulanan Teraktual. 6(8): 40. <https://share.google/gjBKrcYVhMZIH07gi>.

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bone (BPS). 2023. *Kabupaten Bone dalam angka 2023*. <https://web-api.bps.go.id/download.php?f=WWjmT37yvtNITTwuVkiNcGdxSndBWnBB>.
- Bolotov, A.G., Shein, E.V., and Makarychev, S.V., 2019. *Water Retention Capacity of Soils In The Altai Region*. *Eurasian Soil Science*. 52(2): 187–192. <https://doi.org/10.1134/S1064229319020030>.
- Ceola, S., Mård, J., and Di Baldassarre, G., 2023. *Drought and Human Mobility in Africa*. *Earth's Future*. 11(12). <https://doi.org/10.1029/2023EF003510>.
- Farah, U.N., Prasetyo, Y., dan Bashit, N., 2024. *Monitoring Potensi Kekeringan di Kabupaten Grobogan Menggunakan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis*. *Media Komunikasi Geografi*. 25(1): 97–119. <https://doi.org/10.23887/mkg.v25i1.70308>.
- Farida, A., dan Aryuni, V.T., 2020. *Analisis Limpasan Permukaan Di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Sorong Kota Sorong*. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. 12(2): 146-161. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol12.iss2.art6>.
- Fatimahsyam, F., 2024. *Inklusi Sosial dan Keberagaman Di Desa Tangguh Bencana: Studi Kasus Gampong Jawa, Banda Aceh*. *Jurnal Sosiologi Agama Indonesia*. 5(2): 246–265. <https://doi.org/10.22373/jsai.v5i2.4899>.
- Fattah, M.N., dan Widyasamratri, H., 2024. Analisis Potensi Rawan Bencana Kekeringan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Kajian Ruang*. 4(1): 78–93. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2018.22436>.
- Floridi, A., Anda-León, M.D., Kozakiewicz, T., Bhattacharyya, M., Thota, A., Burt, P., Tasciotti, L., Selby, J., Premji, Z., and Shisler, S., 2025. *Effects of El Niño and the Positive Indian Ocean Dipole (+IOD) on Health, Food Security, Economics, and Conflict in Low- and Middle-Income Countries in the Indo-Pacific: A Systematic Review*. *Campbell Syst Rev*. 21(2). <https://doi.org/10.1002/cl2.70038>.
- Garai, S., Khatun, M., Singh, R., Sharma, J., & Pradhan, M., 2022. *Assessing Correlation between Rainfall, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Land Surface Temperature (LST) in Eastern India*. *Safety in Extreme Environments*. 4: 119-127. <https://doi.org/10.1007/s42797-022-00056-2>.
- Hao, H.X., Wei, Y.J., Cao, D.N., Guo, Z.L., and Shi, Z.H., 2020. *Vegetation Restoration and Fine Roots Promote Soil Infiltrability In Heavy-Textured Soils*. *Soil and Tillage Research*. 198. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104542>.
- Hasrin, S.W., dan Rasul, M., 2024. *Analisis Pemetaan Daerah Rawan Banjir dan Strategi Mitigasi untuk Masyarakat Kabupaten Luwu*. *Jurnal Social Science*. 12(1): 73-81. <https://doi.org/10.53682/jss.v12i1>.
- Irawan, L.Y., Arinta, D., Panoto, D., Pradana, I.H., Sulaiman, R., Nurrisqi, E., dan Prasad, R.R., 2024. *Identifikasi Karakteristik Akuifer dan Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Desa Arjosari, Kecamatan Kalipare, Kabupaten Malan*. *Jurnal Pendidikan Geografi: Kajian, Teori, dan Praktek Dalam Bidang Pendidikan Dan Ilmu Geografi*. 27(1): 9. <https://doi.org/10.17977/um017v27i12022p102-116>.
- Kiptiah, M., Soeparla, A.A., dan Giarto, R.B., 2021. *Analisis Laju Infiltrasi Pada Variasi Penggunaan Lahan di Kota Balikpapan*. *Prosiding SNITT Poltekba*. 5: 233-241. <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/article/view/1370/796>.
- Krisnawan, G.D., Chang, Y.L., Tsai, F., Tseng, K.H., and Lin, T.H., 2025. *Meteorological Drivers and Agricultural Drought Diagnosis Based On Surface Information and Precipitation From Satellite Observations in Nusa Tenggara Islands, Indonesia*. *Remote Sensing*. 17(14): 2460. <https://doi.org/10.3390/rs17142460>.
- Kuenzer, C., Bluemel, A., Gebhardt, S., Quoc, T.V., and Dech, S., 2011. *Remote Sensing of Mangrove Ecosystems: A Review*. *Remote Sensing*. 3(5): 878–928. <https://doi.org/10.3390/rs3050878>.

- Kuswanto, H., Puspa, A. W., Ahmad, I. S., and Hibatullah, F., 2021. *Drought Analysis in East Nusa Tenggara (Indonesia) using Regional Frequency Analysis*. The Scientific World Journal. 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/6626102>.
- Mandra, M.A.S., Mario, M., dan Usman, M., 2024. *Peningkatan Kapasitas Teknologi Masyarakat Melalui Penerapan Irigasi Hemat Air di Desa Laikang Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan*. Inovasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat (IJPM). 2(2): 295–300. <https://doi.org/10.54082/ijpm.527>.
- Maneno, R., Lestari, A.K.D., dan Fallo, K., 2023. *Pemetaan Curah Hujan Tahunan dan Keadaan Hidrogeologi di Kabupaten Timor Tengah Utara Untuk Identifikasi Potensi Kekeringan*. Magnetic: Research Journal of Physics and It's Application. 3(2): 265-270. <https://doi.org/10.59632/magnetic.v3i2.375>.
- Meidji, I.U., dan Jayadi, H., 2024. *Peningkatan Kesiapsiagaan Bencana Alam Melalui Edukasi Kebencanaan di SDN 5 Suwawa, Provinsi Gorontalo*. Jurnal Pengabdian Indonesia. 2(2). <https://journal.institercom-edu.org/index.php/JPI/article/view/518>.
- Meshesha, K.S., Shifaw, E., Kassaye, A.Y., Tsehayu, M.A., Eshetu, A.A., and Wondemagegnehu, H., 2024. *Evaluating The Relationship of Vegetation Dynamics With Rainfall And Land Surface Temperature Using Geospatial Techniques in South Wollo Zone, Ethiopia*. Environmental Challenges. 15: 100895. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.100895>.
- Milko, V., 2025. *In Indonesia, Deforestation is Intensifying Disasters From Severe Weather And Climate Change*. The Associated Press. <https://apnews.com/article/indonesia-climate-disaster-deforestation-floods-watersheds-ebc53afbcc30a9c290ad9511c691a3b8>.
- Minhar, D.R., dan Aco, F., 2021. *Mitigasi Bencana Dalam Mengatasi Kekeringan Di Kalurahan Gayamharjo Kapanewon Prambanan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta*. Jurnal Enersia Publika: Energi, Sosial, dan Administrasi Publik. 5(1): 368–381. <https://doi.org/10.30588/jep.v5i1.855>.
- Musa, R., & Mallombasi, A., 2025. *Kajian Sistem Drainase Sebagai Pengendali Genangan Air (Studi Kasus Kota Aimas Kabupaten Sorong)*. Jurnal Teslink: Teknik Sipil dan Lingkungan. 7(1): 180-192. <https://doi.org/10.52005/teslink.v7i1.422>.
- Musyawah, R., dan Malik, A., 2024. *Analisis Kesehatan Vegetasi Mangrove Pada Citra Landsat 8 Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Studi Kasus: Kecamatan Kalukku Kabupaten Mamuju)*. Jurnal Environmental Science. 6(2). <https://doi.org/10.35580/jes.v6i2.61870>.
- Pamungkas, T.P., Andriani, R., Akbara, A.W., and Samudra, Y.S., 2022. *Sistem Informasi Early Warning System Berbasis Website*. Information Technology Journal. 4(2): 68–74. <https://doi.org/10.24076/intechnojournal.2022v4i2.1565>.
- Permatasari, N.K.F., Tambunan, M.P., Mannesa, M.D.M., dan Tambunan, R.P., 2021. *Pengaruh Kekeringan Pada Produksi Tanaman Padi Di Kabupaten Majalengka Dengan Penginderaan Jauh Metode NDVI*. Jurnal Geografi. 7(1): 17. <https://doi.org/10.12962/j25023659.v7i1.8205>.
- Priyanto, M.W., Mulyo, J.H., and Irham, I., 2020. *Did the Program Kampung Iklim Lead Farmers to Implement More Adaptation Strategies? Case Study of Rice Farmers in Sleman Regency*. Agro Ekonomi. 31(1). <https://doi.org/10.22146/ae.57396>.
- Rachman, H.F., Suleman, M.B., dan Algiffari, M.F., 2023. *Penyuluhan Mitigasi Bencana Kekeringan Melalui Pemanfaatan Air Hujan di Desa Suka Damai*. Jurnal Ilmu Lingkungan dan Pengabdian Indonesia. 2(2): 509–516. <https://doi.org/10.57248/jilpi.v2i2.319>.
- Radio Republik Indonesia (RRI). 2025. *BPBD Bone: Wilayah Terdampak Kekeringan di Bone Capai 24 Kecamatan*. RRI.co.id. <https://rri.co.id/daerah/1064800/bpbd-bone-wilayah-terdampak-kekeringan-di-bone-capai-24-kecamatan>.

- Rahman, D.F., Fauzi, L.M., dan Zulfikar, W., 2025. *Peran Pemerintah Desa Dalam Menanggulangi Bencana Kekeringan di Desa Kembang Kuning Kecamatan Jatiluhur Kabupaten Purwakarta*. Jurnal Praxis Idealis: Jurnal Mahasiswa Ilmu Pemerintahan. 2(1). <http://ejournal.fisip.unjani.ac.id/index.php/praxis/article/view/3182/922>.
- Rahmat, A., Hamid, M.A., Zaki, M.K., and Mutolib, A., 2018. *Normalized Difference Vegetation Index In The Integration of Conservation Education*. Indonesian Journal of Science and Technology. 3(1): 47. <https://doi.org/10.17509/ijost.v3i1.10798>.
- Rasidi, R., 2024. *Strategi Pendidikan Mitigasi Bencana Berbasis Masyarakat: Memperkuat Kapasitas Lokal Untuk Menghadapi Perubahan Iklim di Indonesia*. Borneo Educational Development Research. 4(1): 1–14. <https://doi.org/10.31603/bedr.11624>.
- Rasul, M., Rifaldi, R., Nurviana, S., Kausarani, R., Faizin, S. A., Agustina, A., Nadiyah, N., Watngil, S., dan Abidin, M.R., 2024. *Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dalam Pemetaan Sebaran Potensi Air Tanah di Kabupaten Soppeng*. Indonesian Journal of Fundamental and Applied Geography. 2(2): 14–25. <https://doi.org/10.61220/ijfag.v2i1.20248>.
- Rasul, M., Ramadhan, F., Annisa Faizin, S., Rahman, F., Al-Adawiyah, R., Adam, A., Sunandar, I., Fadillah Ibrahim, S., Zaky Rahman, A., and Ihsan Baci, M., 2025. *Identification of the Suitability of Sea Cucumber Cultivation Locations on Saugi Island Using GIS Based on Physical and Chemical Parameters*. Jurnal Akuakultura Teuku Umar. 9: 20–25. <https://doi.org/10.35308/ja.v9i1.11211>.
- Renaldi, D., Boceng, A., dan Syarif, M.M., 2023. *Analisis Kekeringan Pertanian Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Amali, Kabupaten Bone*. AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Pertanian. 4(3): 363–373. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v4i3.406>.
- Sagita, A.R., Margaliu, A.S.C., Rizal, F., dan Mazzaluna, H.P., 2022. *Analisis Korelasi Suhu Permukaan, NDVI, Elevasi Dan Pola Perubahan Suhu Daerah Panas Bumi Rendingan-Ulubelu-Waypanas, Tanggamus Menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS*. Jurnal Geosains Remote Sensing. 3(1): 43–51. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i1.72>.
- Septiani, A.R., Azzahra, Y.S., Wijaya, A.R., Manik, Y.K., Saputro, D.K., Pratama, A.R., dan Rahmafitria, F., 2024. *Pemetaan Zona Rawan Bencana Kekeringan untuk Pengembangan Wisata di Desa Wisata Nglanggeran*. Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha. 12(3): 369–378. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v12i3.73625>.
- Simanjutak, D.N., Rahmadi, E., dan Dewi, C., 2022. *Analisis Potensi Daerah Resapan Air di Kabupaten Pringsewu - Provinsi Lampung*. Jurnal ReKayasa. 26(1): 1–4. <https://rekayasa.ft-sipil.unila.ac.id/index.php/rjits>.
- Sittadewi, H., 2021. *Effects of Root Plants and Litter on Soil Macroporosity, Infiltration Rate and Erosion*. Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana. 16(1): 17–22. <https://doi.org/10.29122/jstmb.v16i1.4873>.
- The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2025. *Global dDrought Outlook: Trends, Impacts and Policies to Adapt to a Drier World*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/d492583a-en>.
- Vopravil, J., Formánek, P., and Khel, T., 2020. *Comparison of The Physical Properties of Soils Belonging To Different Reference Soil Groups*. Soil and Water Research. 16(1): 29–38. <https://doi.org/10.17221/31/2020-SWR>.
- Wasi, I., 2024. *BPBD Bone Catat Kerugian Akibat Bencana Capai Rp10,3 Miliar*. Harian Fajar. <https://harian.fajar.co.id/2024/01/16/bpbd-bone-catat-kerugian-akibat-bencana-capai-rp103-miliar>.
- Yusriadi, Y., and Cahaya, A., 2022. *Food Security Systems in Rural Communities: A Qualitative Study*. Frontiers in Sustainable Food Systems. 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.987853>.