



**PEMETAAN POTENSI KEKERINGAN MENGGUNAKAN SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS (GIS) UNTUK MENENTUKAN SISTEM
PERTANIAN DI KABUPATEN SAMOSIR PROVINSI SUMATERA UTARA**

***MAPPING DROUGHT POTENTIAL USING GEOGRAPHIC INFORMATION
SYSTEMS (GIS) TO DETERMINE AGRICULTURAL SYSTEMS IN
SAMOSIR REGENCY, NORTH SUMATRA PROVINCE***

**Widya Ningsih^{1*}, Joey Athana Sembiring², Anas Fela Naibaho³,
M. Ridha Syafi'i Damanaik⁴, Elsa Kardiana⁵**

Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Medan

Email : widyabatubara08@gmail.com^{1*}, joeyathanasembiring@gmail.com², anasfelanaibaho123@gmail.com³

Article Info

Abstract

Article history :

Received : 02-12-2025

Revised : 04-12-2025

Accepted : 06-12-2025

Published: 08-12-2025

This study aims to map the potential for drought in Samosir Regency and determine the appropriate agricultural system based on the bio-physical conditions of the region. The analysis was conducted using a Geographic Information System (GIS) approach by processing three main parameters, namely rainfall, slope, and soil type. The data for these three parameters were classified and overlaid to produce a map of potential drought zones. The results of the study show three levels of vulnerability: highly vulnerable, vulnerable, and not vulnerable to drought. Highly vulnerable and vulnerable zones are generally located in the central and western hilly areas, which have low rainfall, steep slopes, and coarse-textured soil, resulting in very limited water storage capacity. Moderately vulnerable zones are scattered in areas with moderate rainfall and less steep topography. Meanwhile, non-vulnerable zones are located in areas with high rainfall, fertile soil, and gentle slopes. Based on the zoning results, agricultural system recommendations were formulated with reference to Widodo's (2014) theory. Highly vulnerable and vulnerable zones are recommended for field and backyard farming systems, moderate zones for mixed field and intensive backyard farming systems, while non-vulnerable zones are suitable for rice field and plantation systems. This study is expected to serve as a basis for adaptive agricultural planning to improve food security and minimize the impact of drought in Samosir Regency.

Keywords : Drought, GIS, Agricultural System

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan potensi kekeringan di Kabupaten Samosir dan menentukan sistem pertanian yang sesuai berdasarkan kondisi biofisik wilayah. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan mengolah tiga parameter utama, yaitu curah hujan, kemiringan lereng, dan jenis tanah. Data ketiga parameter tersebut diklasifikasikan dan dioverlay untuk menghasilkan peta zonasi potensi kekeringan. Hasil penelitian menunjukkan adanya tiga tingkat kerawanan, yaitu sangat rawan, rawan, dan tidak rawan kekeringan. Zona sangat rawan dan rawan umumnya berada di kawasan perbukitan tengah dan barat yang memiliki curah hujan rendah, lereng curam, serta tanah bertekstur kasar sehingga daya simpan air sangat terbatas. Zona kerawanan sedang tersebar pada wilayah dengan curah hujan menengah dan topografi yang tidak terlalu terjal. Sementara itu, zona tidak rawan berada di wilayah yang



memiliki curah hujan tinggi, tanah subur, dan kemiringan landai. Berdasarkan hasil zonasi, rekomendasi sistem pertanian disusun mengacu pada teori Widodo (2014). Zona sangat rawan–rawan direkomendasikan untuk sistem ladang dan tegal pekarangan, zona sedang untuk sistem ladang campuran dan tegal pekarangan intensif, sedangkan zona tidak rawan cocok untuk sistem sawah dan perkebunan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam perencanaan pertanian adaptif untuk meningkatkan ketahanan pangan dan meminimalkan dampak kekeringan di Kabupaten Samosir.

Kata Kunci : Kekeringan; SIG; Sistem Pertanian.

PENDAHULUAN

Kekeringan merupakan salah satu bencana alam hidrometeorologis yang berdampak besar terhadap kehidupan manusia, khususnya sektor pertanian yang sangat bergantung pada ketersediaan air. Kekeringan terjadi ketika curah hujan menurun dalam jangka waktu panjang sehingga air permukaan dan air tanah tidak mencukupi kebutuhan masyarakat, sebagaimana digolongkan oleh BNPB, 2020 sebagai bencana yang mengakibatkan penurunan signifikan ketersediaan air untuk pertanian dan lingkungan. Di Indonesia, fenomena ini semakin diperburuk oleh perubahan iklim global dan El Niño yang memicu penurunan curah hujan drastis, memengaruhi aktivitas ekonomi petani yang menggantungkan lahan pada air hujan. Wilayah tropis seperti Indonesia mengalami peningkatan frekuensi dan intensitas kekeringan akibat pemanasan global (IPCC, 2021).

Kabupaten Samosir di Provinsi Sumatera Utara memiliki karakteristik dataran tinggi vulkanik dengan perbukitan, lereng curam, dan tanah dari material vulkanik yang menyebabkan distribusi curah hujan tidak merata. Wilayah jauh dari sumber mata air seperti Danau Toba sering mengalami kekeringan musiman karena cadangan air tanah rendah dan evapotranspirasi tinggi, sebagaimana disebutkan dalam penelitian Silalahi 2019 tentang kerentanan air tanah di sekitar Danau Toba. Sebagian besar penduduk Samosir bekerja sebagai petani dengan komoditas utama padi ladang, jagung, ubi, dan hortikultura pada sistem lahan kering yang sangat tergantung cuaca, sehingga perubahan pola curah hujan menyebabkan gangguan pola tanam, keterlambatan musim tanam, dan risiko gagal panen. Kondisi ini menekankan perlunya pemahaman zonasi potensi kekeringan untuk menyesuaikan sistem pertanian, seperti tegalan atau tanaman tahan kering di daerah rawan, serta hortikultura di wilayah dengan air cukup.

Untuk mengatasi hal tersebut, Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi pendekatan ilmiah berbasis data spasial yang efektif dalam mengolah peta curah hujan, jenis tanah, dan kemiringan lereng melalui teknik overlay untuk menghasilkan peta tematik zonasi kekeringan. SIG mampu mengintegrasikan lapisan informasi spasial guna analisis mendalam yang sulit dilakukan secara manual. Peta zonasi ini memungkinkan identifikasi wilayah sangat rawan, rawan, maupun tidak rawan, sehingga menjadi acuan penentuan sistem pertanian optimal di Kabupaten Samosir (Renaldi, 2023).

Masalah utama di Kabupaten Samosir meliputi variasi curah hujan dan topografi yang menimbulkan kekeringan musiman, belum adanya pemetaan spasial zonasi kekeringan yang jelas, kebutuhan dasar spasial bagi masyarakat dan pemerintah untuk sistem pertanian tepat, serta



pemanfaatan SIG yang masih terbatas. Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana sebaran potensi kekeringan di Kabupaten Samosir dan bagaimana pemetaan tersebut digunakan untuk menentukan sistem pertanian sesuai. Tujuan penelitian mencakup analisis potensi kekeringan menggunakan data spasial SIG serta penentuan sistem pertanian berdasarkan zonasi kekeringan. Manfaat penelitian ini memberikan informasi spasial potensi kekeringan di Samosir sebagai rujukan pemerintah daerah dan petani dalam pola tanam, serta menambah literatur penerapan GIS untuk mitigasi kekeringan. Penelitian tidak menyertakan hipotesis karena bersifat deskriptif spasial.

Tinjauan pustaka menunjukkan penelitian Muhammad Fauzi dkk (2021) di Lombok Tengah memetakan kekeringan dengan SIG overlay curah hujan, lereng, dan tanah, menemukan Praya Tengah sangat rawan cocok tegal pekarangan, sementara zona aman untuk sawah. Titi Aprilliyanti dan Muhammad Zainuddin (2020) di Batam menggunakan Landsat 8 untuk peta kekeringan berdasarkan suhu permukaan dan lahan, mengidentifikasi zona sangat tinggi di Batam Kota. Analisis kekeringan pertanian di Kecamatan Amali, Bone, menunjukkan wilayah timur-selatan rawan tinggi akibat lereng curam dan curah rendah, merekomendasikan pengelolaan lahan berbasis SIG. Temuan ini memperkuat relevansi pendekatan SIG untuk adaptasi pertanian di Samosir (Renaldi, D. et al., 2023).

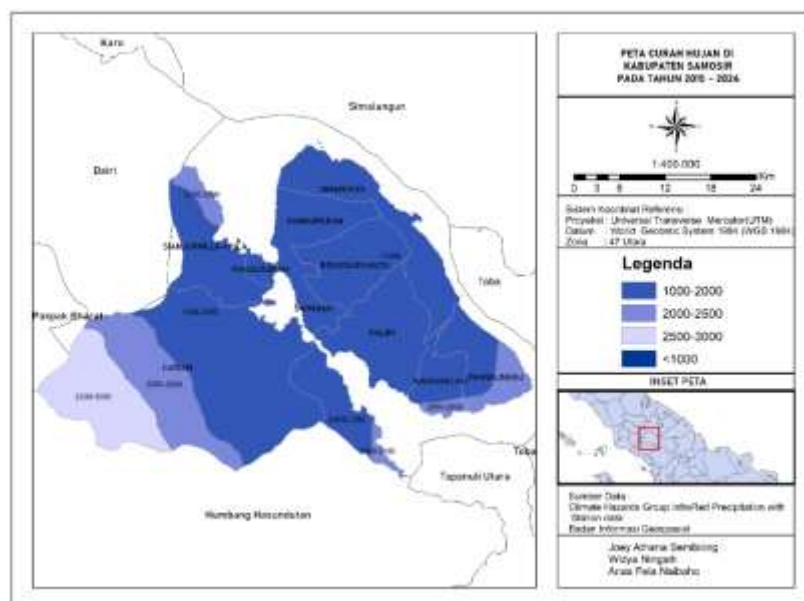
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan spasial untuk memetakan potensi kekeringan di Kabupaten Samosir. Penelitian dilaksanakan pada Oktober 2025 melalui pengolahan data sekunder yang meliputi curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, dan batas administrasi wilayah. Populasi penelitian mencakup seluruh kecamatan di Kabupaten Samosir, sedangkan pemilihan data dilakukan secara purposif untuk memperoleh informasi yang lengkap dan relevan. Data dikumpulkan dari instansi resmi seperti BMKG, BPS, ATR/BPN, dan BIG, serta literatur pendukung mengenai sistem pertanian lokal. Analisis dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan tahapan pembuatan peta tematik, klasifikasi parameter, overlay spasial, dan interpretasi zonasi kekeringan. Hasil penelitian divisualisasikan dalam bentuk peta sebaran potensi kekeringan yang dilengkapi rekomendasi sistem pertanian sesuai tingkat kerawanan wilayah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan di Kabupaten Samosir

Curah hujan merupakan elemen dasar dalam penentuan potensi kekeringan. Kabupaten Samosir berada dalam lanskap vulkanik Danau Toba yang menyebabkan distribusi curah hujan sangat dipengaruhi arah angin, efek danau, dan perbedaan elevasi. Wilayah yang berada jauh dari pengaruh Danau Toba cenderung menerima curah hujan lebih rendah (BNPB, 2020).



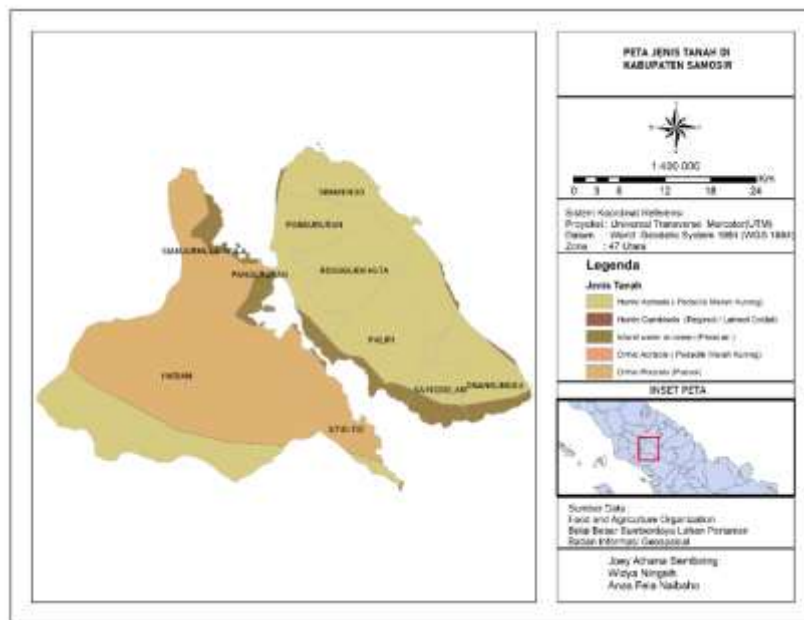
Gambar 1. Peta Curah Hujan Kabupaten Samosir

Hasil analisis menunjukkan adanya pola yang cukup kontras antara bagian tengah dan tepi danau. Bagian tengah Samosir sering mengalami kondisi “bayangan hujan”, yaitu fenomena ketika pegunungan menghalangi aliran massa udara lembap sehingga curah hujan berkurang. Kondisi tersebut menjelaskan mengapa beberapa kecamatan hanya menerima hujan dalam jumlah terbatas meski berada di wilayah dataran tinggi (IPCC, 2021).

Curah hujan rendah menyebabkan periode kering berlangsung lebih lama. Tanah menjadi cepat kehilangan kelembapan, pori tanah mengering, dan tanaman sulit mempertahankan kandungan air dalam jaringan. Dalam konteks pertanian lahan kering, wilayah seperti ini rentan mengalami gagal panen apabila tidak ada penyesuaian waktu tanam atau pemilihan tanaman yang tepat. Sebaliknya, wilayah yang dekat tepi danau mendapatkan curah hujan lebih tinggi, sehingga memiliki keunggulan dalam penyediaan air untuk pertanian sepanjang tahun (Silalahi, 2019).

Kemiringan Lereng di Kabupaten Samosir

Kemiringan lereng memainkan peran penting dalam menentukan kemampuan tanah menahan air. Lereng curam menyebabkan air mengalir cepat ke bawah sebelum sempat meresap ke dalam tanah, sehingga wilayah seperti ini sering kali memiliki tingkat kelembapan tanah lebih rendah daripada wilayah datar (Prahasta, 2014).

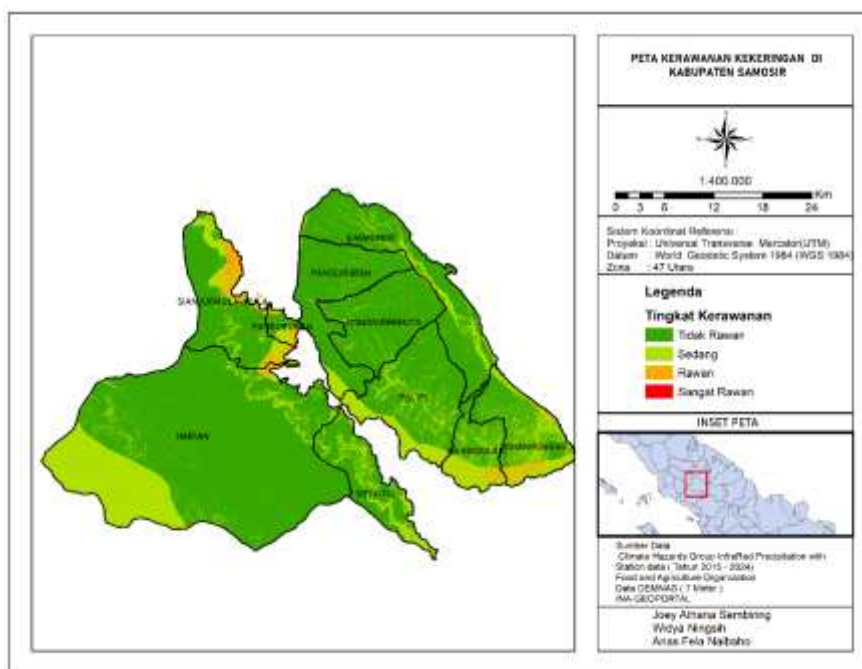


Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Samosir

Wilayah selatan dan tenggara Samosir memiliki topografi berbukit dan perbukitan vulkanik yang cukup curam. Kondisi tersebut menyebabkan tingginya laju limpasan permukaan. Ketika limpasan terjadi dalam jumlah besar, air tidak hanya gagal masuk ke dalam tanah, tetapi juga membawa partikel tanah sehingga meningkatkan tingkat erosi. Pada wilayah datar dan landai, proses infiltrasi dapat berlangsung lebih optimal. Air tidak mengalir terlalu cepat sehingga memberi waktu bagi tanah untuk menyerap dan menyimpannya. Karena itu, wilayah-wilayah datar menjadi zona yang relatif lebih stabil dalam hal ketersediaan air tanah. Analisis ini memperlihatkan bahwa topografi menjadi salah satu faktor utama pendorong kerawanan kekeringan, terlepas dari seberapa banyak curah hujan yang turun. Bahkan pada tahun dengan curah hujan tinggi, wilayah berlereng curam masih berpotensi mengalami kekeringan permukaan (Widodo, 2014).

Jenis Tanah di Kabupaten Samosir

Jenis tanah merupakan faktor penting yang menentukan kapasitas retensi air. Tekstur, struktur, dan kandungan bahan organik memengaruhi kemampuan tanah dalam menyimpan air dan menyediakan kelembapan bagi tanaman (Fauzi, 2021).



Gambar 4. Peta Zonasi Potensi Kekeringan Kabupaten Samosir

Hasil overlay menghasilkan tiga zona besar, yaitu :

1. Zona Sangat Rawan Kekeringan

Zona sangat rawan kekeringan merupakan wilayah yang memiliki kombinasi kondisi fisik paling ekstrem. Curah hujan yang sangat rendah menyebabkan wilayah ini tidak mendapatkan suplai air yang cukup sepanjang tahun. Ditambah dengan kemiringan lereng yang curam, air hujan yang turun akan lebih banyak mengalir di permukaan daripada meresap ke dalam tanah. Tekstur tanah yang umumnya kasar seperti Regosol atau Litosol membuat proses penyerapan air semakin buruk karena pori-pori tanah terlalu besar sehingga air cepat hilang akibat perkolasi (Renaldi, 2023). Wilayah ini banyak ditemukan pada bagian perbukitan tengah Samosir yang secara geomorfologi berada di area elevasi tinggi. Pada kondisi demikian, tanah cenderung cepat mengalami pengeringan setelah hujan berhenti, sehingga tanaman sulit mempertahankan kelembapan akar. Tanaman yang ditanam pada zona ini umumnya lebih cepat stres, mengalami pertumbuhan tidak optimal, dan hasil panen menjadi tidak stabil. Oleh karena itu, zona ini tidak direkomendasikan untuk sistem pertanian basah, melainkan hanya cocok untuk tanaman tahan kering dan metode budidaya yang membutuhkan air minimal.

2. Zona Rawan Kekeringan

Zona rawan kekeringan merupakan wilayah dengan tingkat kerentanan sedang, ditandai oleh curah hujan yang cukup tetapi tidak merata sepanjang tahun. Kemiringan lereng pada zona ini umumnya tidak terlalu curam, namun masih memungkinkan terjadinya limpasan permukaan sehingga infiltrasi tanah tidak berlangsung sempurna. Tanah pada wilayah ini memiliki daya



simpan air dalam kategori sedang, sehingga kapasitas retensi air tidak sebaik pada zona yang lebih aman. Meskipun risiko kekeringan tidak setinggi zona sangat rawan, wilayah ini tetap memerlukan pengelolaan air yang hati-hati, terutama pada periode peralihan musim. Pertanian masih dapat dikembangkan secara produktif, tetapi keberhasilannya bergantung pada pemilihan waktu tanam yang tepat, jenis tanaman yang sesuai, dan penerapan teknik konservasi air seperti mulsa, penutup tanah, atau pembuatan drainase sederhana. Zona ini sering menjadi wilayah penyangga pertanian karena kondisi fisiknya tidak terlalu ekstrem, namun tetap memerlukan pengawasan agar tidak mengalami gagal panen pada musim kemarau panjang.

3. Zona Tidak Rawan Kekeringan

Zona tidak rawan kekeringan merupakan area dengan kondisi biofisik terbaik di Kabupaten Samosir. Wilayah ini ditandai oleh curah hujan yang tinggi dan cukup merata sepanjang tahun, sehingga ketersediaan air relatif stabil. Jenis tanah yang dominan seperti Andosol atau Latosol memiliki kapasitas retensi air tinggi karena struktur tanahnya halus dan kaya bahan organik. Kemiringan lereng yang datar hingga landai membuat proses infiltrasi berlangsung sempurna, sehingga air dapat tersimpan di lapisan tanah lebih lama. Kondisi tersebut menjadikan zona ini paling ideal untuk aktivitas pertanian intensif. Berbagai jenis komoditas, termasuk tanaman pangan, hortikultura bernilai tinggi, dan tanaman tahunan, dapat tumbuh dengan baik di wilayah ini. Zona tidak rawan sering berfungsi sebagai pusat produksi pertanian karena stabilitas air dan kesuburan tanah mendukung kegiatan budidaya sepanjang tahun. Wilayah ini juga memiliki peluang besar untuk dikembangkan sebagai kawasan pertanian unggulan yang dapat menopang ketahanan pangan lokal dan meningkatkan ekonomi masyarakat.

Rekomendasi Sistem Pertanian

Hasil overlay menunjukkan bahwa setiap zona kekeringan memiliki tantangan dan potensi yang berbeda. Oleh karena itu, strategi pengelolaan lahan dan jenis komoditas yang dipilih perlu disesuaikan dengan kondisi fisik wilayah agar pertanian tetap produktif sepanjang musim. Untuk mempermudah pemahaman dan memberikan arahan yang lebih terstruktur, rekomendasi sistem pertanian untuk masing-masing zona dirangkum dalam tabel berikut.

Tabel 1. Rekomendasi Sistem Pertanian Berdasarkan Zonasi Kekeringan

| Zona Kerawanan | Wilayah / Kecamatan | Sistem Pertanian yang Sesuai | Komoditas yang Direkomendasikan |
|---------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Sangat Rawan & Rawan Kekeringan | Sianjur Mula-Mula (bagian barat) dan Pangururan (bagian barat laut) | Sistem Ladang | Jagung gogo, ubi kayu, sorgum, kacang tanah, umbi-umbian kering |
| | | Sistem Tegal Pekarangan | Kemiri, alpukat, kopi robusta (ketinggian tertentu), jeruk |



| | | | |
|------------------------|---|--|--|
| Kerawanan Sedang | Pangururan bagian utara, Ronggur Nihuta tengah, Sebagian wilayah Nainggolan dan Pesisir timur Onan Runggu | Sistem Ladang Campuran (Mixed Dryland Farming) | Padi ladang, jagung, kacang hijau, palawija berair menengah |
| | | Sistem Tegal Pekarangan Intensif | Tanaman tahunan (kemiri, alpukat) dan tanaman semusim hortikultura |
| Tidak Rawan Kekeringan | Harian, Palipi, Sitio-tio, Simanindo, Onan Runggu dan Pangururan selatan | Sistem Sawah | Padi sawah, bawang merah, cabai, kentang, sayuran dataran menengah |
| | | Sistem Perkebunan | Kopi, kakao, alpukat, kemiri, hortikultura bernilai tinggi |

Tabel di atas menunjukkan bahwa setiap wilayah di Kabupaten Samosir memiliki kebutuhan pertanian yang berbeda-beda, tergantung kondisi lingkungannya. Pada zona sangat rawan dan rawan kekeringan, wilayah seperti Sianjur Mula-Mula bagian barat dan Pangururan barat laut memiliki curah hujan yang rendah, lereng curam, dan tanah yang cepat kering. Karena itu, wilayah ini lebih cocok untuk tanaman yang tidak membutuhkan banyak air. Sistem pertanian yang tepat adalah sistem ladang dan tegal pekarangan, karena tekniknya lebih sederhana dan tanamannya mampu bertahan di kondisi kering.

Pada zona kerawanan sedang, seperti Pangururan utara, Ronggur Nihuta tengah, sebagian Nainggolan, dan pesisir timur Onan Runggu, kondisi tanah dan hujan lebih baik dibandingkan zona sangat rawan. Air masih terbatas, tetapi masih memungkinkan untuk melakukan pertanian campuran. Di daerah ini, petani dapat menanam tanaman semusim dan tanaman tahunan secara bersamaan. Sistem ladang campuran dan tegal pekarangan intensif cocok diterapkan karena lebih fleksibel dan dapat menyesuaikan kondisi air yang tersedia. Sementara itu, zona tidak rawan kekeringan seperti Harian, Palipi, Sitio-tio, Simanindo, Onan Runggu, dan Pangururan selatan memiliki curah hujan yang tinggi dan tanah yang lebih subur. Kondisi ini sangat mendukung kegiatan pertanian yang membutuhkan air banyak, seperti padi sawah dan berbagai jenis sayuran. Selain itu, sistem perkebunan juga cocok diterapkan karena tanaman tahunan seperti kopi, kakao, atau alpukat dapat tumbuh baik di wilayah yang tanahnya lembap dan stabil (Widodo, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap curah hujan, kemiringan lereng, dan jenis tanah, Kabupaten Samosir memiliki tingkat kerawanan kekeringan yang berbeda di setiap wilayah. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi kondisi alam, seperti hujan yang tidak merata, tanah yang cepat kering, serta topografi yang sebagian besar berbukit. Hasil overlay menunjukkan adanya tiga zona kekeringan, yaitu sangat rawan, rawan, dan tidak rawan. Zona sangat rawan dan rawan banyak berada di wilayah perbukitan yang memiliki curah hujan rendah dan lereng curam, sehingga tidak cocok untuk pertanian yang membutuhkan banyak air. Zona sedang berada di daerah dengan kondisi yang lebih moderat dan masih memungkinkan dilakukan pertanian campuran. Sementara



itu, zona tidak rawan kekeringan memiliki curah hujan tinggi, tanah subur, dan topografi datar, sehingga menjadi area paling ideal untuk sistem sawah dan perkebunan.

Setiap zona memerlukan jenis pertanian yang berbeda. Daerah sangat rawan dan rawan lebih sesuai untuk tanaman tahan kering, zona sedang cocok untuk tanaman campuran, dan zona tidak rawan mendukung pertanian intensif dan komoditas bernilai tinggi. Dengan menyesuaikan sistem pertanian berdasarkan kondisi fisik wilayah, risiko kekeringan dapat dikurangi dan produktivitas lahan dapat ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Informasi Geospasial. (2021). Peta dasar dan informasi geospasial tematik Indonesia. BIG Press. <https://www.big.go.id>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2020). Definisi dan klasifikasi bencana di Indonesia. BNPB. <https://bnpb.go.id>
- Fauzi, M., Hadi, H., Agustina, S., & Subhani, A. (2021). Pemetaan sebaran daerah rawan kekeringan untuk menentukan sistem pertanian di Kabupaten Lombok Tengah. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 5(1), 144–153. <http://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/gdk>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2023). Pedoman teknis pertanian lahan kering. Kementan RI.
- Komputer, T. (2015). Pengantar sistem informasi geografis. PT Elex Media Komputindo.
- Prahasta, E. (2002). Sistem informasi geografis: Konsep-konsep dasar. Informatika.
- Prahasta, E. (2014). Analisis spasial menggunakan SIG. Informatika.
- Ramli, S. (2010). Manajemen bencana. PT Grasindo.
- Renaldi, D., Boceng, A., & Syarif, M. M. (2023). Analisis kekeringan pertanian menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Amali Kabupaten Bone. *Jurnal AGrotekMAS*, 4(3), 363–373.
- Sutanto. (2004). Pengantar sistem informasi geografis. Gadjah Mada University Press.
- Widodo, W. D. (2014). Sistem Pertanian; Dasar-Dasar Budi Daya Tanaman. Jakarta: Penerbit Universitas Terbuka.
- BNPB. (2020). Laporan Tahunan Penanggulangan Bencana di Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- IPCC. (2021). Perubahan Iklim 2021: Dasar-Dasar Ilmu Pengetahuan Fisik. Kontribusi Kelompok Kerja I untuk Laporan Penilaian Keenam Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim. Cambridge University Press.
- Prahasta, E. (2014). Sistem Informasi Geografis: Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika). Informatika.
- Silalahi, D. (2019). Kajian Kerentanan Kekeringan di Kawasan Danau Toba. Universitas Sumatera Utara Press.
- Widodo, S. (2014). Dasar-Dasar Sistem Pertanian Berkelanjutan. Andi Offset.