

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara umum, kekeringan dipahami sebagai salah satu bentuk fenomena alam yang ditandai oleh ketiadaan curah hujan dalam jangka waktu yang relatif lama atau menurunnya pasokan air secara signifikan pada wilayah-wilayah tertentu, termasuk sektor industri, rumah tangga, maupun pertanian. Kondisi ini terjadi ketika suatu daerah mengalami periode kering yang melampaui batas normal klimatologis, sehingga menimbulkan gangguan terhadap keseimbangan sistem hidrologi. Ketidakseimbangan tersebut berimplikasi pada berbagai dimensi kehidupan, terutama pada sektor pertanian yang mengalami penurunan produktivitas lahan sebagai akibat dari berkurangnya pasokan air untuk irigasi dan proses fisiologis tanaman, terbatasnya ketersediaan air bersih, hingga terganggunya aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat. Kekeringan tidak hanya berkaitan dengan faktor meteorologis, tetapi juga dipengaruhi oleh kapasitas infrastruktur penyimpanan air serta efisiensi manajemen sumber daya air yang diterapkan. Oleh karena itu, kekeringan sering kali menjadi sumber keresahan kolektif karena berpotensi memicu krisis air dan memperburuk ketahanan lingkungan maupun sosial (Aini dkk., 2019). Kekeringan umumnya disebabkan oleh penurunan curah hujan yang berlangsung dalam periode waktu yang cukup panjang. Salah satu faktor utama di balik penurunan tersebut adalah interaksi kompleks antara atmosfer dan laut, khususnya yang berkaitan dengan ketidakaturan suhu permukaan laut di wilayah Indonesia dan sekitarnya. Ketidakaturan ini tercermin dalam fenomena iklim global seperti El Niño, Indian Ocean Dipole (IOD) positif, serta variasi dalam

siklus monsun. El Niño dan IOD positif secara signifikan berkontribusi terhadap berkurangnya proses pembentukan awan dan intensitas curah hujan. Hal ini terjadi karena penurunan suhu permukaan laut di sekitar Indonesia menyebabkan penguapan air laut menurun, sehingga berdampak pada rendahnya kandungan uap air di atmosfer yang diperlukan untuk pembentukan awan dan presipitasi. Akibatnya, wilayah yang terdampak mengalami defisit curah hujan yang dapat memicu terjadinya kekeringan meteorologis maupun hidrologis secara luas (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2023).

Kekeringan merupakan bencana yang memiliki dampak multidimensional dengan cakupan yang sangat luas, kompleksitas tinggi, dan efek jangka panjang yang kerap berlanjut bahkan setelah periode kekeringan secara meteorologis telah usai. Hal ini terjadi karena air merupakan komponen esensial bagi keberlangsungan seluruh bentuk kehidupan dan aktivitas manusia, serta tidak memiliki alternatif pengganti yang sepadan. Ketergantungan terhadap air menjadikan kekeringan sebagai ancaman serius, terutama bagi sektor-sektor vital seperti pertanian. Dalam bidang pertanian, dampak kekeringan meliputi menurunnya ketersediaan air irigasi, penyusutan luas lahan tanam, penurunan produktivitas tanah, berkurangnya hasil panen, serta merosotnya pendapatan para petani. Dampak tersebut tidak hanya bersifat ekonomi, namun juga berimplikasi sosial. Kekeringan dapat memicu ketegangan antar individu maupun antar kelompok, khususnya dalam perebutan sumber daya air yang terbatas. Bahkan, tidak jarang muncul konflik antara sesama pengguna air, seperti antara petani dan industri, atau antara pemerintah daerah dalam hal distribusi dan pengelolaan air lintas wilayah. Oleh karena itu, kekeringan bukan hanya sekadar fenomena iklim, melainkan persoalan kompleks yang

memerlukan pendekatan multidisipliner dalam mitigasinya (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2023).

Klasifikasi kekeringan dapat dibedakan berdasarkan karakteristik fisik dan dampak yang diakibatkan terhadap lingkungan maupun masyarakat. Secara umum, terdapat empat jenis kekeringan yang diakui dalam kajian hidrometeorologi dan ilmu sosial, yaitu kekeringan meteorologis, kekeringan agronomis atau pertanian, kekeringan hidrologis, serta kekeringan sosial-ekonomi. Pertama, kekeringan meteorologis mengacu pada kondisi di mana curah hujan jauh berada di bawah rata-rata klimatologis dalam periode waktu tertentu, sehingga menandakan ketidakaturan dalam sistem cuaca suatu wilayah. Kedua, kekeringan pertanian terjadi ketika tingkat kelembaban tanah menurun di bawah ambang optimal yang dibutuhkan tanaman, khususnya tanaman pangan seperti padi, pada setiap fase pertumbuhannya. Kekurangan kelembaban ini berdampak langsung pada menurunnya produktivitas tanaman dan potensi hasil panen. Ketiga, kekeringan hidrologis merupakan dampak lanjutan dari kekeringan meteorologis yang ditandai dengan berkurangnya volume air yang mencakup sistem hidrologi permukaan seperti sungai dan danau, serta akuifer yang menjadi tempat penyimpanan air tanah, yang mengakibatkan gangguan terhadap suplai air bagi berbagai kebutuhan. Terakhir, kekeringan sosial-ekonomi muncul ketika penurunan curah hujan dan ketersediaan air mulai mempengaruhi aktivitas dan kesejahteraan masyarakat. Jenis kekeringan ini merupakan bentuk kekeringan yang paling kompleks, karena merupakan hasil akumulasi dari dampak kekeringan meteorologis, pertanian, dan hidrologis yang kemudian berdampak pada sektor ekonomi dan sosial secara luas,

seperti terganggunya produksi, distribusi, hingga konsumsi air dan hasil pertanian (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2023).

Kekeringan pertanian umumnya merupakan dampak lanjutan dari kekeringan meteorologis, dan terjadi ketika curah hujan yang rendah dalam periode tertentu menyebabkan penurunan signifikan kadar air dalam tanah. Kondisi ini berdampak langsung terhadap ketersediaan air yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman, khususnya tanaman pangan yang sangat bergantung pada kelembaban tanah dalam setiap fase kehidupannya. Kekeringan jenis ini memiliki implikasi serius terhadap sektor pertanian, terutama pada lahan yang tidak memiliki sistem irigasi yang memadai. Penurunan kelembaban tanah tidak hanya menghambat proses fisiologis tanaman, tetapi juga berpotensi menurunkan hasil produksi secara drastis. Dalam skala yang lebih luas, kekeringan pertanian dapat memperparah kerentanan petani terhadap kerugian ekonomi, menurunkan ketahanan pangan lokal, dan memperbesar ketergantungan pada impor bahan pangan. Oleh karena itu, kekeringan pertanian merupakan isu krusial yang menuntut perhatian khusus dalam kebijakan pengelolaan sumber daya air dan perencanaan pertanian berkelanjutan (Perdana dkk., 2022). Kabupaten Buleleng merupakan salah satu wilayah di Provinsi Bali yang terdampak oleh kekeringan pada sektor pertanian. Kondisi ini mencerminkan kerentanan wilayah tersebut terhadap perubahan iklim dan fluktuasi ketersediaan air yang berpengaruh langsung terhadap aktivitas budidaya pertanian. Pada tahun 2020, Kabupaten Buleleng mengalami kekeringan seluas total 53,20 hektare, yang seluruhnya menyebabkan gagal panen, dengan sebaran terluas terjadi di Kecamatan Sawan sebesar 33 hektare. Di tahun yang sama, total luas tanam padi mencapai 20.109 hektare.

Sementara itu, pada tahun 2021, luas lahan terdampak kekeringan meningkat menjadi 113,49 hektare. Dari luasan tersebut, sebanyak 32,24 hektare berpotensi gagal panen, dan 26,49 hektare di antaranya benar-benar mengalami gagal panen. Pada tahun ini, luas tanam padi tercatat sebesar 19.220 hektare. Pada tahun 2022, luas kekeringan menurun drastis menjadi 28,20 hektare. Dampak kekeringan yang menyebabkan gagal panen sangat terbatas, yaitu hanya 1 hektare yang terjadi di Subak Anyar Tegal, Desa Jinengdalem. Adapun luas tanam padi pada tahun tersebut menurun menjadi 18.390 hektare. Pada tahun 2022, luas kekeringan menurun drastis menjadi 28,20 hektare. Dampak kekeringan yang menyebabkan gagal panen sangat terbatas, yaitu hanya 1 hektare yang terjadi di Subak Anyar Tegal, Desa Jinengdalem. Adapun luas tanam padi pada tahun tersebut menurun menjadi 18.390 hektare.

Identifikasi dan pemetaan lahan pertanian yang memiliki potensi terdampak kekeringan di wilayah Kabupaten Buleleng merupakan langkah strategis yang mendesak dalam rangka pengembangan sistem peringatan dini (*early warning system*). Upaya ini menjadi krusial untuk meminimalkan risiko dan kerugian yang mungkin ditimbulkan oleh fenomena kekeringan terhadap sektor pertanian, serta untuk meningkatkan kapasitas adaptif para pelaku pertanian dalam menghadapi variabilitas iklim yang semakin tidak menentu (Kukuh dan Ananto, 2021 dalam Erma et al., 2024). Cahyono et al., 2023 menyatakan bahwa Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi kekeringan pada lahan pertanian kering dengan memanfaatkan pendekatan *Normalized Difference Drought Index* (NDDI).. *Normalized Drought Difference Index* (NDDI) merupakan sebuah indeks yang relatif baru dalam bidang pemantauan kekeringan dan pertama kali diperkenalkan

oleh Gu dan rekan-rekannya. Meskipun memiliki potensi besar, hingga saat ini jumlah studi yang menerapkan algoritma NDDI masih tergolong terbatas, sehingga menunjukkan adanya celah penelitian yang dapat dieksplorasi lebih lanjut. Keunggulan utama dari NDDI terletak pada tingkat sensitivitasnya yang lebih tinggi dalam mendeteksi gejala kekeringan dibandingkan ketika hanya menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) atau *Normalized Difference Water Index* (NDWI) secara terpisah. Hal tersebut disebabkan oleh kemampuan algoritma NDDI dalam mengintegrasikan dua parameter penting, yakni indeks vegetasi hijau (NDVI) dan kelembapan vegetasi (NDWI), sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi ekosistem tanaman. Dengan pendekatan integratif ini, NDDI dinilai sebagai metode yang cukup efektif dalam mendeteksi dan memantau dinamika kekeringan, khususnya pada lahan pertanian yang rentan terhadap perubahan iklim (Utomo dkk., 2022b).

Dalam rangka menyusun indeks kekeringan secara efisien, diperlukan parameter indeks vegetasi yang akurat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, proses pengumpulan serta pengolahan data dipercepat melalui pemanfaatan platform *Google Earth Engine* (GEE), yang menyediakan kemampuan komputasi berbasis cloud dalam skala besar (Khairul Rosyidy & Fariesta, 2021). Salah satu keunggulan utama *Google Earth Engine* (GEE) terletak pada kelengkapan basis datanya, yang mencakup arsip citra satelit global selama empat dekade terakhir. Banyak wilayah memiliki cakupan data berkala setiap dua minggu, memungkinkan analisis temporal yang mendalam. Di samping itu, GEE juga menyediakan akses terhadap himpunan data harian hingga sub-harian berskala besar, termasuk seri satelit seperti Landsat, MODIS, NOAA AVHRR, Sentinel, dan ALOS, yang

memperkaya potensi pemantauan bumi secara spasial dan temporal (Mutanga & Kumar, 2019). GEE juga mengarsipkan berbagai set data, termasuk citra satelit, data vektor berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), informasi sosial dan demografis, model elevasi digital (*Digital Elevation Model*), serta lapisan data iklim yang mencakup parameter meteorologis relevan. Oleh karena itu, pemanfaatan GEE dapat mempercepat waktu pemrosesan dan menyediakan ruang penyimpanan dataset untuk analisis spasial dan temporal. Penelitian ini menggunakan data citra satelit dari Landsat 8 yang dilengkapi dengan sensor *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS), yang menyediakan informasi multispektral dan termal untuk keperluan analisis spasial wilayah penelitian, dengan indeks yang diterapkan adalah *Normalized Difference Drought Index* (NDDI). Pemanfaatan platform GEE dalam analisis spasial dan temporal didasarkan pada kemampuannya dalam menyajikan data berskala besar yang mencakup periode waktu yang luas. Rentang temporal yang panjang ini memungkinkan penelusuran dinamika perubahan lingkungan secara berkelanjutan, sekaligus mempermudah pengelolaan dan analisis data spasial secara efisien (Khairul Rosyidy & Fariesta, 2021).

1.2 Identifikasi Masalah Penelitian

Kabupaten Buleleng mengalami peningkatan luas lahan terdampak kekeringan dari tahun ke tahun, hal tersebut mengakibatkan menurunnya hasil produksi padi. Hal ini dapat diperkuat dengan berbagai laporan berita dan catatan kasus kekeringan dan gagal panen yang telah melanda Kabupaten Buleleng. Oleh sebab itu, diperlukan suatu penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan

menganalisis tingkat kekeringan pada lahan pertanian di Kabupaten Buleleng. Dengan metode yang lebih efektif dan efisien maka diperlukan teknologi untuk melakukan pemantauan kekeringan pertanian, salah satu teknologi yang dapat digunakan yaitu *Google Earth Engine* (GEE). Untuk mengukur tingkat kekeringan dapat menggunakan algoritma NDDI.

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk memastikan penelitian ini berjalan secara sistematis, terarah, dan berfokus pada isu yang relevan, maka ditetapkan batasan masalah sebagai upaya untuk memperjelas serta memperdalam ruang lingkup kajian yang dilakukan. Penetapan batasan ini memungkinkan analisis dilakukan secara mendalam tanpa kehilangan relevansi terhadap permasalahan inti yang diangkat. Adapun lokasi penelitian ini dipusatkan di Kabupaten Buleleng, yang dipilih berdasarkan karakteristik wilayah dan relevansinya terhadap isu yang dikaji. Berdasarkan masalah di atas, penelitian ini memfokuskan pada tingkat kekeringan pertanian di Kabupaten Buleleng.

1.4 Rumusan Masalah Penelitian

Penelitian ini mengangkat beberapa permasalahan utama yang dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi parameter indeks kekeringan pertanian berdasarkan metode *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) di Kabupaten Buleleng dalam rentang waktu 2020-2024?

2. Bagaimana persebaran tingkat kekeringan lahan pertanian berdasarkan metode *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) di Kabupaten Buleleng dalam rentang waktu 2020-2024?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini secara umum diarahkan untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Secara khusus, tujuan penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis parameter indeks kekeringan pertanian berdasarkan metode *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) di Kabupaten Buleleng dalam rentang waktu 2020-2024.
2. Memetakan persebaran tingkat kekeringan lahan pertanian berdasarkan metode *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) di Kabupaten Buleleng dalam rentang waktu 2020-2024?

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki sejumlah manfaat yang diharapkan dapat memberikan kontribusi secara teoritis maupun praktis, sebagaimana akan diuraikan pada bagian berikut.

Manfaat Teoritis

Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan manfaat langsung bagi peneliti, khususnya dalam mengembangkan pemahaman teoritis yang telah diperoleh selama masa studi. Selain itu, melalui proses penelitian ini, peneliti juga

berkesempatan untuk mengaplikasikan keterampilan akademik dan teknis yang dimiliki, sehingga dapat memperluas wawasan serta memperdalam pengetahuan di bidang yang diteliti secara lebih komprehensif.

Manfaat Praktis

- a. Bagi mahasiswa maupun kalangan akademisi, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi atau landasan dalam pelaksanaan studi sejenis di wilayah lain. Temuan dan metodologi yang digunakan diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah serupa serta menjadi titik tolak dalam mengembangkan penelitian lanjutan yang lebih luas dan mendalam.
- b. Bagi masyarakat, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang relevan mengenai wilayah-wilayah yang terdampak bencana kekeringan pertanian. Informasi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam merencanakan langkah-langkah antisipatif yang lebih tepat guna, baik dalam konteks pengelolaan sumber daya air maupun strategi adaptasi terhadap risiko pertanian di masa mendatang.
- c. Bagi pemerintah, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam merumuskan kebijakan yang berbasis data empiris dan temuan ilmiah. Informasi yang dihasilkan diharapkan mampu mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat sasaran, sekaligus menjadi dasar dalam merancang strategi mitigasi serta solusi adaptif untuk mengatasi permasalahan kekeringan pertanian, khususnya di wilayah Kabupaten Buleleng.

1.7 Luaran Penelitian

Adapun luaran penelitian ini diantaranya sebagai bentuk:

1. Jurnal

Penelitian ini akan di publikasikan ke dalam jurnal ilmiah terindek Sinta yakni pada jurnal EnMap, dimana jurnal merupakan proses penerbitan hasil penelitian dalam bentuk artikel ilmiah di jurnal akademik atau ilmiah yang bertujuan untuk menyebarluaskan ilmu pengetahuan kepada komunitas akademik dan masyarakat luas.

2. HKI

Hasil dalam penelitian ini akan di ajukan untuk memperoleh HKI melalui LP2M, dimana Hak Kekayaan Intelektual (HKI) merupakan hak eksklusif yang diberikan kepada individu atau kelompok atas karya intelektual yang dihasilkan, termasuk inovasi teknologi, karya seni, dan publikasi ilmiah, dalam hal ini direncanakan dalam bentuk peta hasil dan deskripsi indikasi geografis berdasarkan hasil penelitian

