Jurnal Sains Geografi, 1(1), 2023; DOI: 10.2210/JSG.v41i2.02

Perubahan Land Surface Temperature (LST) Terhadap Kekeringan di Wilayah Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat

Andre, **Eva Purnamasari**, **Triyatno**, **Dilla Angraina**
Departemen Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis, Sekolah Vokasi, Universitas Negeri Padang, Indonesia
*) Email Korespondensi: andreandre200217@gmail.com

Sitasi:
Andre, Eva Purnamasari, Triyatno, Dilla Angraina (2026). *Perubahan Land Surface Temperature (LST) terhadap kekeringan di wilayah Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat.* Jurnal Sains Geografi. Vol. 04, No. 02.

Sejarah Artikel:
Diterima: 18/09/2026
Revisi: 24/10/2026
Disetujui: 31/10/2026
Online: 06/11/2026
Publikasi: 06/11/2026

Abstract

Drought in Ampek Angkek District, Agam Regency, West Sumatra, highlighted the need for spatial monitoring of land surface temperature and moisture conditions. This study examined land surface temperature changes in 2019, 2022, and 2025, mapped drought classes, and evaluated the association between surface temperature and drought in 2025. Landsat 8 OLI/TIRS imagery was processed to derive the normalized difference vegetation index (NDVI), land surface temperature (LST), normalized difference water index (NDWI), and normalized difference drought index (NDDI). Field observations were conducted at 40 points selected by proportionate stratified random sampling across four mapped drought classes. The highest mapped surface temperatures increased from 27°C in 2019 to 30°C in 2022 and 32°C in 2025. In 2025, the severe drought class comprised 17,729 of 35,457 mapped pixels (approximately 50.0%). Spearman rank correlation between surface temperature and drought index was positive and statistically significant ($\rho = 0.669$; $p < 0.001$; $n = 40$). Several dry field observations were consistent with satellite-derived moisture classes, although discrepancies occurred and field measurements were collected in 2026. The findings support the combined use of thermal and spectral indices for local-scale drought screening, not as a substitute for contemporaneous hydrological observations.

Keywords: land surface temperature (LST); Landsat 8 OLI/TIRS; vegetation index; Normalize Difference Drought Index (NDDI)

Abstrak

Kekeringan di Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat, menunjukkan perlunya pemantauan spasial suhu permukaan dan kondisi kebasahan lahan. Penelitian ini menganalisis perubahan suhu permukaan lahan tahun 2019, 2022, dan 2025, memetakan kelas kekeringan, serta menguji hubungan suhu permukaan dengan kekeringan tahun 2025. Citra Landsat 8 OLI/TIRS diolah menjadi indeks vegetasi, suhu permukaan lahan, indeks kebasahan, dan indeks kekeringan. Validasi lapangan menggunakan 40 titik yang dipilih melalui *stratified random sampling* dengan alokasi proporsional pada empat kelas kekeringan. Suhu maksimum terpetakan meningkat dari 27°C pada 2019 menjadi 30°C pada 2022 dan 32°C pada 2025. Kelas kekeringan berat mencakup 17.729 dari 35.457 piksel pada 2025 (sekitar 50,0%). Korelasi Spearman antara suhu permukaan dan indeks kekeringan bersifat positif dan signifikan ($\rho = 0{,}669$; $p < 0{,}001$; $n = 40$). Sejumlah lokasi dengan kondisi lapangan kering sesuai dengan kelas kebasahan pada citra, tetapi terdapat pula ketidaksesuaian karena pengamatan lapangan dilakukan pada 2026. Hasil penelitian memperlihatkan kegunaan integrasi indeks termal dan spektral untuk

Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

penapisan awal kekeringan pada skala kecamatan, dengan tetap memerlukan verifikasi hidrologis sezaman.

Kata Kunci: Temperatur suhu permukaan (LST); Landsat 8 OLI/TIRS; indeks kekeringan (NDDI);

1. PENDAHULUAN

Kekeringan merupakan gangguan ketersediaan air yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu dan dapat memengaruhi pertanian serta penyediaan air bersih. Pada tingkat lokal, dampaknya dipengaruhi oleh kondisi vegetasi, penggunaan lahan, kebasahan permukaan, variasi cuaca, dan sistem penyediaan air. Kecamatan Ampek Angkek di Kabupaten Agam, Sumatera Barat, mengalami persoalan kekeringan pada September–Desember 2025. Dalam naskah tugas akhir, kejadian tersebut dikaitkan dengan serangkaian keputusan pemerintah daerah mengenai status tanggap darurat dan transisi pemulihan. Situasi ini membutuhkan informasi spasial yang dapat menunjukkan perubahan karakteristik permukaan lahan dan membantu mengidentifikasi lokasi yang perlu dipantau lebih lanjut.

Suhu permukaan lahan atau *land surface temperature* (LST) adalah parameter termal permukaan yang merepresentasikan suhu radiasi permukaan pada saat pengamatan satelit, bukan suhu udara ataupun suhu tanah pada kedalaman tertentu. LST berkaitan dengan pertukaran energi dan air, tutupan lahan, karakteristik permukaan, dan vegetasi. Abdulmana et al. (2023) memperlihatkan bahwa hubungan LST dengan elevasi, penutup lahan, dan vegetasi dapat berbeda antarwilayah. Pada penelitian seri waktu di Kecamatan Tanjung Redeb, Purnama et al. (2024) melaporkan hubungan negatif antara indeks vegetasi dan suhu permukaan. Kajian Mahardianti et al. (2024) juga memanfaatkan Landsat 8 untuk menilai perubahan kerapatan vegetasi dan suhu permukaan. Penelitian-penelitian tersebut menegaskan bahwa LST perlu diinterpretasikan bersama variabel kondisi lahan, dan bukan dianggap sebagai ukuran tunggal kekeringan.

Citra Landsat 8 OLI/TIRS dipilih karena menyediakan rekaman multispektral dan termal dalam satu sistem pengamatan yang konsisten sejak 2013 serta dapat dibandingkan pada beberapa tahun. Kanal merah, inframerah dekat, dan inframerah gelombang pendek dapat diolah untuk memperoleh indeks vegetasi dan kebasahan; kanal termal menyediakan informasi untuk penurunan LST. Data multispektral OLI memiliki ukuran piksel 30 m, sedangkan kanal termal TIRS memiliki resolusi asli sekitar 100 m dan didistribusikan setelah resampling ke grid 30 m (USGS, 2026). Ketersediaan data multitemporal, liputan citra yang luas, dan akses yang terbuka menjadikan Landsat 8 layak untuk pemantauan antartahun dengan pertimbangan keterbatasan resolusinya.

Meskipun satu scene Landsat mencakup wilayah yang lebih luas daripada sebuah kecamatan, analisis pada skala kecamatan dapat dilakukan dengan memotong (clip) raster menggunakan poligon batas administrasi Kecamatan Ampek Angkek. Dengan demikian, seluruh penghitungan indeks, klasifikasi, dan ringkasan luas dibatasi pada piksel di dalam area kajian. Pemotongan wilayah tidak meningkatkan resolusi spasial asli TIRS; akibatnya, variasi suhu pada petak kecil atau perbedaan objek subpiksel tidak selalu dapat dipisahkan. USGS (2026) menjelaskan karakteristik ukuran piksel dan registrasi band Landsat, sedangkan Purnama et al. (2024) dan Rakuasa dan Pertuack (2023) memberi contoh penerapan analisis LST pada lingkup kecamatan. Argumen ini menjadi dasar teknis penggunaan Landsat 8 untuk wilayah kajian yang relatif kecil.

Indeks vegetasi ternormalisasi (NDVI) merepresentasikan respons spektral vegetasi, sedangkan indeks kebasahan ternormalisasi (NDWI, formulasi NIR–SWIR) peka terhadap

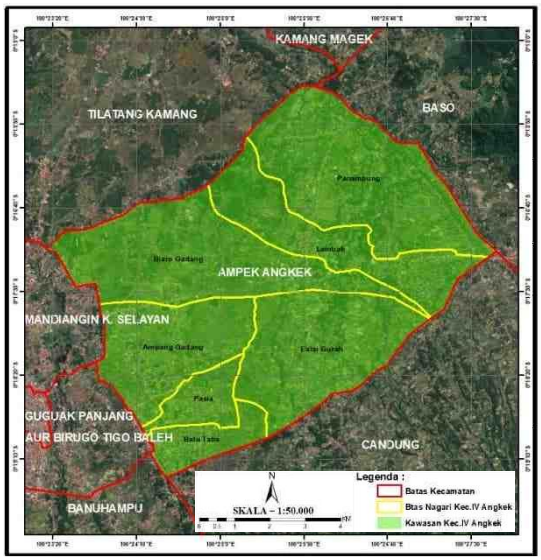
kandungan air relatif pada vegetasi dan permukaan. Gu et al. (2007) memperkenalkan *normalized difference drought index* (NDDI) yang menggabungkan NDVI dan NDWI, dengan sensitivitas terhadap kondisi kekeringan pada sistem vegetasi tertentu. Pamungkas (2023) menerapkan indeks tersebut secara multi-tahun di Tangerang Selatan. Akan tetapi, tanda dan besarnya NDDI dapat berubah menurut kondisi permukaan, definisi NDWI, musim, dan nilai penyebut sehingga ambang kategorinya perlu ditafsirkan sesuai konteks dan tidak diperlakukan sebagai bukti tunggal kekeringan meteorologis.

Berbeda dari kajian yang hanya memetakan suhu atau kekeringan, penelitian ini memadukan pembacaan temporal LST dan kekeringan pada 2019, 2022, dan 2025 serta menguji hubungan kedua variabel khusus untuk 2025. Tiga tujuan penelitian ialah: (1) menganalisis perubahan LST antartahun; (2) mengidentifikasi sebaran spasial tingkat kekeringan berdasarkan NDDI; dan (3) menguji arah serta kekuatan hubungan LST–NDDI pada tahun kejadian. Penelitian juga menelaah kesesuaian beberapa lokasi hasil interpretasi citra dengan pengamatan lapangan sebagai pemeriksaan terhadap kegunaan informasi spasial tersebut.

2. METODE

2.1. Lokasi, data, dan rancangan penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif berbasis penginderaan jauh dan sistem informasi geografis. Wilayah kajian berada di Kecamatan Ampek Angkek, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Luas wilayah sekitar 30,66 km² dengan ketinggian sekitar 500–1.000 m dpl. Secara administratif wilayah ini terdiri atas tujuh nagari, yaitu Batu Taba, Pasia, Balai Gurah, Ampang Gadang, Biaro Gadang, Lambah, dan Panampuang. Wilayah kajian berada pada kisaran 0°19′–0°21′ LS dan 100°22′–100°25′ BT.



Data primer penginderaan jauh berupa citra Landsat 8 *Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor* (OLI/TIRS) tahun 2019, 2022, dan 2025. Data pendukung meliputi batas administrasi kecamatan, peta kerja, titik sampel, dokumentasi vegetasi, serta hasil pengukuran lapangan. Pengolahan spasial dilakukan pada ArcGIS; uji statistik dilaporkan menggunakan SPSS. Tahun 2025 dipilih sebagai tahun pengujian korelasi karena bertepatan dengan kejadian kekeringan yang menjadi latar penelitian.

2.2. Pra-pengolahan dan perhitungan indeks

Pra-pengolahan citra mencakup koreksi radiometrik, koreksi atmosferik, dan pemotongan citra sesuai batas administrasi wilayah penelitian. Koreksi radiometrik dilakukan hingga tingkat *Top of Atmosphere* (TOA) dengan mengubah nilai Digital Number pada band termal menjadi radiansi spektral menggunakan faktor pengali dan penambah yang tersedia pada metadata. Koreksi atmosferik digunakan untuk mengurangi pengaruh atmosfer terhadap nilai citra, sedangkan cropping digunakan untuk memfokuskan analisis hanya pada Kecamatan Ampek Angkek.

Perhitungan LST dilakukan melalui beberapa tahap. Radiansi TOA pada band termal terlebih dahulu dikonversi menjadi Brightness Temperature (BT). Selanjutnya dihitung NDVI menggunakan band merah dan inframerah dekat. Nilai NDVI digunakan untuk menurunkan *Proportion of Vegetation* (PV) dan *Land Surface Emissivity* (LSE). LSE kemudian dipakai untuk mengoreksi BT sehingga diperoleh LST dalam satuan derajat Celsius. Alur ini mengikuti prinsip bahwa emisivitas permukaan berbeda menurut kondisi tutupan lahan, sehingga informasi vegetasi diperlukan untuk memperbaiki estimasi suhu permukaan (Kumar et al., 2022; Makarim et al., 2025).

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

$$\boldsymbol{LST = \frac{BT}{1 + \left(\frac{\lambda \times BT}{c2}\right) \ln(\varepsilon)} - 273,15} \ldots\ldots\ldots \boldsymbol{(2)}$$

Nilai NDVI diklasifikasikan dari lahan tidak bervegetasi hingga vegetasi tinggi. LST dikelompokkan menjadi lima tingkat, yaitu sangat rendah (<20 °C), rendah (20–25 °C), sedang (25–30 °C), tinggi (30–35 °C), dan sangat tinggi (>35 °C). Klasifikasi ini digunakan untuk membantu interpretasi perubahan spasial suhu permukaan pada ketiga tahun pengamatan (Latue & Rakuasa, 2023).

Analisis kekeringan dilakukan menggunakan indeks NDDI yang dihitung dengan menggabungkan NDVI dan NDWI. NDWI dihitung dari band NIR dan SWIR untuk menggambarkan tingkat kebasahan lahan. Berdasarkan hasil perhitungan indeks NDDI, klasifikasi tingkat kekeringan mengikuti ambang NDDI yang dikutip dari Pamungkas (2023): normal (−0,05 hingga 0,01), ringan (0,01–0,15), sedang (0,15–0,25), dan berat (0,25–1).

$$\boldsymbol{NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}} \ldots\ldots\ldots \boldsymbol{(3)}$$

$$\boldsymbol{NDDI = \frac{NDVI - NDWI}{NDVI + NDWI}} \ldots\ldots\ldots \boldsymbol{(4)}$$

Sebagai dasar pembandingan antarperiode, statistik spasial pada tiap citra dihitung pada area administratif yang sama. Langkah ini penting karena perubahan batas pemotongan, cakupan awan, atau kedudukan piksel di tepian kecamatan dapat menimbulkan perbedaan luas yang bukan berasal dari perubahan kondisi lahan. Selain itu, angka suhu maksimum sangat sensitif terhadap satu atau beberapa piksel ekstrem dan tidak dapat secara langsung menggambarkan rata-rata suhu wilayah. Oleh karena itu, hasil maksimum selalu disertai informasi luas kelas, distribusi spasial, serta kondisi NDVI pada tahun bersangkutan. Pendekatan interpretasi gabungan seperti ini konsisten dengan penelitian Moazzam et al. (2022), yang membahas kaitan perubahan penutup lahan dan respons termal berdasarkan

pengamatan Landsat. Terdapat pula faktor koreksi radiometrik dan emisivitas yang menentukan ketelitian estimasi suhu: kesalahan reflektansi merah/NIR dapat terbawa pada NDVI, selanjutnya PV dan emisivitas, dan akhirnya LST. Pembahasan ini tidak mengubah algoritma TA, tetapi menjelaskan sumber ketidakpastian yang harus diakui saat membandingkan keluaran beberapa citra.

Teknik penarikan sampel menggunakan *proportionate stratified random sampling* berdasarkan strata/kelas kekeringan NDDI tahun 2025, sehingga setiap kelas berkontribusi terhadap sampel sesuai banyaknya piksel. Populasi pada raster area kajian berjumlah 35.457 piksel, terdiri atas kelas normal 6.205 piksel, ringan 4.432 piksel, sedang 7.091 piksel, dan berat 17.729 piksel. Pengamatan lapangan dilaksanakan pada 40 titik, dengan alokasi 7, 5, 8, dan 20 titik berturut-turut pada setiap kelas. Olofsson (2014) dalam pengalokasian proporsional merumuskan :

$$\boldsymbol{n_i = \frac{N_i}{N} \times n} \ldots\ldots\ldots (\mathbf{5})$$

Ket :

n_i : jumlah sampel dari strata ke-i

N_i : jumlah populasi pada strata ke-i

N : total populasi

n : total sampel

Pengamatan lapangan dilakukan pada 22–24 Agustus 2026 dan diarahkan menggunakan Avenza Maps. Di setiap lokasi dilakukan pencatatan kondisi penutup lahan, pemeriksaan vegetasi melalui dokumentasi dan Canopeo, serta pengukuran suhu dan kelembapan tanah menggunakan soil meter. Titik yang sulit dijangkau dapat mengalami pergeseran lapangan sebagaimana dilaporkan dalam TA. Karena data citra utama bertahun 2025 sementara observasi dilakukan pada 2026, verifikasi ini terutama menggambarkan konsistensi indikatif antarkategori serta kondisi lokasi yang teramati pada tanggal berbeda, bukan uji akurasi sezaman yang ketat. Pembacaan soil meter juga tidak identik dengan LST radiatif satelit atau NDWI spektral.

2.4. Analisis statistik

Untuk tujuan ketiga, pasangan data LST dan NDDI tahun 2025 pada 40 titik dianalisis menggunakan korelasi peringkat Spearman (ρ). Koefisien positif mengindikasikan hubungan searah dan koefisien negatif menandakan hubungan berlawanan. Uji signifikansi digunakan untuk menilai apakah asosiasi tersebut berbeda dari nol pada tingkat kesalahan 5%. Korelasi Spearman dipilih sebagai ukuran hubungan monotonik pada sampel dan tidak dapat, dengan sendirinya, digunakan untuk membuktikan hubungan sebab-akibat antara suhu permukaan dan kekeringan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. HASIL

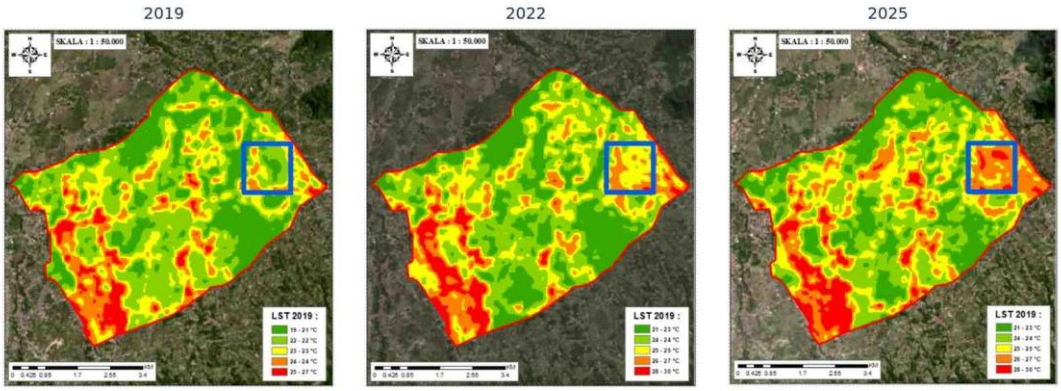
Hasil pengolahan Landsat 8 menunjukkan pergeseran distribusi suhu permukaan lahan ke kelas yang lebih hangat. Suhu maksimum terpetakan ialah 27°C pada 2019, 30°C pada 2022, dan 32°C pada 2025. Dengan demikian, kenaikan maksimum terpetakan dari 2019 ke 2025 adalah 5°C. Pergeseran maksimum ini merupakan perbandingan tiga tanggal/pengamatan, bukan laju pemanasan iklim jangka panjang. Luas kelas bersuhu tertinggi dalam klasifikasi masing-masing tahun meningkat dari sekitar 157,091 ha (2019) menjadi 192,393 ha (2022) dan

243,460 ha (2025); karena batas kelas tertinggi berbeda antarperiode, besaran tersebut harus dibaca sebagai indikasi perubahan distribusi, bukan perbandingan ambang suhu yang identik.

Tabel 1. Ringkasan hasil pemetaan suhu permukaan lahan tahun 2019–2025

Tahun	Suhu maksimum	Rentang kelas terendah	Luas kelas suhu tertinggi
2019	27°C	19–21°C	157,091 ha (25–27°C)
2022	30°C	21–23°C	192,393 ha (28–30°C)
2025	32°C	22–25°C	243,460 ha (30–32°C)

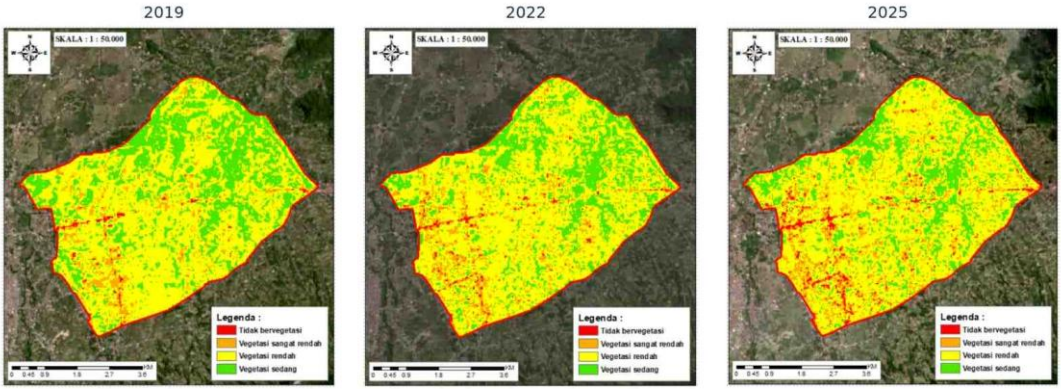
Sumber: Hasil pengolahan Landsat 8 dalam Tugas Akhir.



Gambar 1. Peta LST Kecamatan Ampek Angkek tahun 2019, 2022, dan 2025.

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian.

Analisis NDVI turut menunjukkan berkurangnya tutupan vegetasi pada kategori kerapatan sedang dari sekitar 976,661 ha (2019) menjadi 741,054 ha (2022) dan 625,480 ha (2025). Kelas tidak bervegetasi, sebaliknya, meningkat dari sekitar 26,535 ha menjadi 39,993 ha dan 81,981 ha pada urutan tahun yang sama. Sebagian wilayah dengan NDVI rendah berasosiasi secara spasial dengan kelas LST lebih tinggi, meskipun analisis statistik khusus antara NDVI dan LST tidak dilaporkan sebagai pengujian utama penelitian ini.



Gambar 2. Peta indeks vegetasi NDVI tahun 2019, 2022, dan 2025.

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian.

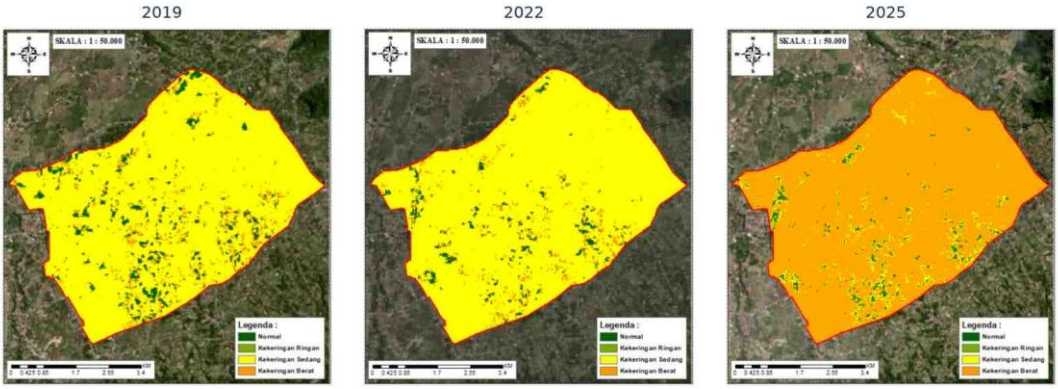
Peta NDWI tahun 2019, 2022, dan 2025 diinterpretasikan dalam tiga kondisi, yaitu kering, normal, dan basah. Interpretasi visual peta menunjukkan kecenderungan bertambahnya tampilan lokasi kering dan berkurangnya lokasi basah hingga 2025, meskipun sumber tidak menyediakan tabulasi luas tiap kelas NDWI yang sebanding untuk tiga tahun. Peta NDDI memperlihatkan keberadaan kelas normal, kekeringan ringan, sedang, dan berat. Pada 2025, luas dominan berada pada kelas kekeringan berat, yaitu 17.729 piksel dari 35.457 piksel

(50,0%). Nilai ini menggambarkan dominasi spasial kelas sesuai ambang klasifikasi NDDI yang digunakan.

Tabel 2. Sebaran piksel kelas kekeringan NDDI tahun 2025 dan alokasi sampel

Kelas NDDI	Jumlah piksel	Proporsi luas (%)	Titik sampel
Normal	6.205	17,5	7
Kekeringan ringan	4.432	12,5	5
Kekeringan sedang	7.091	20,0	8
Kekeringan berat	17.729	50,0	20
Jumlah	35.457	100,0	40

Sumber: Tabulasi populasi piksel dan alokasi sampel



Gambar 3. Peta kelas kekeringan NDDI tahun 2019, 2022, dan 2025.

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian.

Validasi terhadap 40 titik lapangan menunjukkan contoh kesesuaian pada kondisi kebasahan kategori kering maupun normal, tetapi juga menemukan beberapa perbedaan. Tabel 3 menyajikan sampel yang dapat diperiksa ulang dari tabel validasi TA, tanpa mengasumsikan bahwa nilai suhu soil meter sama dengan LST pada tanggal perekaman citra. Pada titik dengan koordinat −0,299588; 100,434715, NDWI citra terklasifikasi kering dan catatan lapangan juga kering; piksel tersebut memiliki LST peta 30°C. Kesesuaian kategori kering juga muncul pada titik −0,294548; 100,401747 (LST peta 31°C). Sebaliknya, di titik −0,277478; 100,442718, NDWI peta termasuk normal sementara lokasi pada 2026 tercatat kering.

Tabel 3. Contoh perbandingan kategori kebasahan citra 2025 dan pengamatan 2026

Koordinat sampel	LST citra 2025	NDWI citra	Lapangan 2026	Interpretasi
−0,299588; 100,434715	30°C	Kering	Kering	Sesuai
−0,294548; 100,401747	31°C	Kering	Kering	Sesuai
−0,283992; 100,394108	26°C	Normal	Normal	Sesuai
−0,277478; 100,442718	26°C	Normal	Kering	Berbeda
−0,277310; 100,420053	25°C	Normal	Basah	Berbeda

Sumber: Hasil validasi lapangan

Jika hanya kategori kebasahan yang dituliskan secara eksplisit pada Lampiran 1 dibandingkan, tercatat 12 dari 40 titik dengan label sama persis (10 kering–kering dan 2 normal–normal). Sebanyak 28 titik memiliki label kategori berbeda atau tingkat intensitas yang tidak sama. Ringkasan ini adalah perbandingan label dengan selang waktu satu tahun dan alat berbeda, bukan ukuran akurasi formal NDDI, NDWI, ataupun LST. Variasi tersebut justru menggarisbawahi perlunya verifikasi pada tanggal yang lebih dekat dengan akuisisi citra dan pengukuran acuan dengan konsep fisis yang setara.

Hasil uji korelasi Spearman antara nilai LST dan NDDI tahun 2025 pada 40 sampel memperoleh koefisien ρ = 0,669 dengan pelaporan signifikansi perangkat lunak 0,000. Dalam artikel ini, nilai tersebut ditulis p < 0,001, bukan p = 0, karena peluang statistik tidak benar-benar nol. Koefisien menunjukkan hubungan positif yang tergolong kuat menurut kategori interpretasi penelitian: sampel dengan suhu permukaan terpetakan lebih tinggi cenderung memiliki indeks NDDI lebih tinggi.

Tabel 4. Hasil korelasi Spearman LST–NDDI tahun 2025

Uji	Jumlah sampel (n)	Koefisien ρ	Nilai p	Interpretasi
Spearman LST–NDDI	40	0,669	< 0,001	Positif, kuat, signifikan

Sumber: Hasil penelitian, 2026

3.2. PEMBAHASAN

Hasil luas NDVI, kelas vegetasi sedang berkurang sekitar 351,181 ha antara 2019 dan 2025, sedangkan kelas tidak bervegetasi bertambah sekitar 55,446 ha. Selisih luas tersebut merupakan hasil klasifikasi dengan empat kategori vegetasi di dalam wilayah kajian, sehingga tidak langsung dapat diperlakukan sebagai luas konversi lahan tertentu. Penurunan kerapatan vegetasi dapat muncul akibat pembangunan, pemanenan atau perubahan fase tanam, kekurangan air, maupun perbedaan kondisi spektral pada tanggal citra. Pemisahan faktor tersebut memerlukan peta penggunaan lahan yang teruji dan data musim tanam. Peta perubahan pada Gambar 2 menyajikan pola indikatif di mana kelas vegetasi rendah dan tidak bervegetasi tampak lebih luas pada akhir periode. Bersama Gambar 1, temuan ini menjadi penjelasan berbasis lokasi bagi mengapa sejumlah piksel memiliki suhu lebih tinggi tanpa menyimpulkan bahwa semua kenaikan LST disebabkan oleh kehilangan vegetasi. Penafsiran perlu mempertimbangkan LST sebagai respons gabungan banyak sifat permukaan dan faktor cuaca sesaat.

Penelitian serupa di Kecamatan Ternate Tengah oleh Latue dan Rakuasa (2023) menggunakan Landsat 8 pada rentang 2013–2023 dan melaporkan perubahan suhu permukaan antartahun. Kajian Moazzam et al. (2022) pada Pulau Jeju menunjukkan bahwa perubahan penggunaan dan tutupan lahan dapat memengaruhi respons LST. Kedua studi tersebut menegaskan bahwa data termal Landsat berguna dalam konteks perubahan kawasan terbangun, tetapi faktor yang menyebabkan peningkatan suhu di suatu wilayah tidak dapat langsung disamakan dengan wilayah lain. Di Ampek Angkek, keberadaan sawah, lahan pertanian, dan permukiman menciptakan variasi komposisi permukaan yang juga dipengaruhi budidaya pertanian. Pada petak sawah yang baru diairi, suhu dan indeks kebasahan dapat berbeda tajam dari petak yang baru dipanen walaupun keduanya sama-sama ditafsirkan sebagai penggunaan lahan pertanian. Oleh sebab itu, penelitian tindak lanjut sebaiknya memasangkan periode akuisisi satelit dengan kalender tanam setempat untuk memastikan apakah pola spasial stabil atau terutama mencerminkan tahap pengelolaan lahan.

Perubahan suhu maksimum terpetakan dari 27°C menjadi 32°C selama periode pengamatan menunjukkan peningkatan suhu permukaan pada citra yang dipilih. Kecenderungan tersebut sejalan dengan penyusutan luas vegetasi sedang serta penambahan kelas tidak bervegetasi. Secara fisis, berkurangnya penutup vegetasi dapat menurunkan evapotranspirasi dan mengubah karakteristik permukaan penyimpan panas, tetapi tiga tanggal citra saja belum cukup untuk menentukan mekanisme dominan di seluruh wilayah. Purnama et al. (2024) menemukan keterkaitan negatif NDVI–LST di Kecamatan Tanjung Redeb, sedangkan Mahardianti et al. (2024) membahas dinamika vegetasi dan suhu permukaan berdasarkan Landsat 8. Keselarasan pola tersebut mendukung interpretasi perubahan

lingkungan pada skala kecamatan, sambil tetap membuka kemungkinan pengaruh elevasi, jenis material, waktu perekaman, dan cuaca setempat (Abdulmana et al., 2023).

Hasil ini juga menunjukkan mengapa penjelasan mengenai resolusi Landsat perlu disertakan ketika penelitian dilakukan dalam batas administrasi yang relatif kecil. Secara spasial, pemotongan raster pada poligon kecamatan memungkinkan setiap piksel dikaitkan dengan unit administrasi lokal. Namun, LST TIRS dengan resolusi asal 100 m yang diresampling ke 30 m tidak setara dengan suhu setiap petak seluas 30 × 30 m yang sepenuhnya independen. Peta tetap berguna untuk mengenali gradien berskala lanskap dan distribusi umum, tetapi tidak dimaksudkan untuk membandingkan temperatur antarrumah atau bidang lahan sangat kecil secara presisi. Perbedaan skala pengamatan ini juga perlu dicatat saat membandingkan peta dengan satu pengukuran soil meter pada satu titik (USGS, 2026).

NDDI merupakan sintesis antara karakteristik kehijauan dan kebasahan spektral. Gu et al. (2007) menunjukkan manfaat penggabungan kedua indeks untuk mengidentifikasi respons vegetasi terhadap kekeringan di padang rumput; Pamungkas (2023) menerapkannya pada pengamatan multi-tahun wilayah perkotaan tropis. Dalam penelitian ini, setengah piksel kajian pada 2025 dikelompokkan sebagai kekeringan berat. Temuan tersebut konsisten secara deskriptif dengan persoalan keterbatasan air yang melatarbelakangi kajian, tetapi kelas NDDI bukan sinonim langsung untuk defisit hujan, kelembapan tanah absolut, maupun status kekurangan air rumah tangga. Oleh sebab itu, penjelasan kelas berat sebaiknya dipadukan dengan data curah hujan, ketersediaan air, serta pola penggunaan lahan agar penyebab kekeringan dapat dibedakan dari dampak perubahan vegetasi atau fenomena permukaan lainnya.

Kondisi kesesuaian pada beberapa sampel menjelaskan manfaat sekaligus keterbatasan validasi lapangan. Kesesuaian label kering pada titik −0,299588; 100,434715 dan −0,294548; 100,401747 memperlihatkan bahwa sebagian lokasi yang dipetakan sebagai kering masih menunjukkan kondisi kering saat kunjungan. Akan tetapi, perbedaan label pada sejumlah lokasi lainnya tidak otomatis menunjukkan kesalahan klasifikasi: selang waktu dari citra 2025 hingga observasi Agustus 2026, fase tanam, hujan lokal, pergeseran posisi, dan perbedaan sifat yang diukur dapat menyebabkan ketidaksesuaian. Rekomendasi Olofsson et al. (2014) menekankan pentingnya desain sampel, kesetaraan data acuan, dan kerangka analisis akurasi. Karena itu, 12 kesesuaian kategori identik di sini ditampilkan sebagai temuan deskriptif terbatas, bukan persentase akurasi peta hasil klasifikasi.

Korelasi positif LST–NDDI sebesar 0,669 memberikan bukti statistik bahwa pada sampel tahun 2025, nilai indeks kekeringan cenderung lebih tinggi di lokasi bersuhu permukaan lebih tinggi. Temuan ini memperkuat kegunaan pendekatan gabungan daripada pembacaan LST secara terpisah. Namun, korelasi tidak membuktikan bahwa peningkatan LST menyebabkan kekeringan. Sebagian hubungan dapat berkaitan dengan tutupan vegetasi, kebasahan permukaan, pengaruh musim, serta keterkaitan metodologis karena LST menggunakan emisivitas yang diturunkan dari NDVI sementara NDDI juga melibatkan NDVI. Studi pembanding TVDI oleh Shidqi et al. (2021) menunjukkan adanya pendekatan lain untuk memantau kekeringan yang memanfaatkan suhu dan indeks vegetasi; validasi silang terhadap indeks yang berbeda akan membantu menguji ketahanan hasil.

Dari sisi pengambilan sampel, proporsi kelas berat yang mencapai setengah dari populasi piksel membuat 20 titik dialokasikan pada kelas tersebut, sedangkan kelas normal, ringan, dan sedang tetap memiliki titik keterwakilan. Susunan ini lebih informatif dibandingkan pengambilan contoh terkonsentrasi hanya di area yang mudah dijangkau, tetapi penilaian ketepatan klasifikasi tetap memerlukan respons acuan untuk kelas NDDI yang setara. Dalam lampiran TA, data observasi lapangan tersedia sebagai kategori kelembapan dan dokumentasi kondisi lokasi, bukan serangkaian pengukuran kuantitatif kebasahan vegetasi dalam satuan

NDWI maupun pengukuran referensi LST radiatif yang identik dengan satelit. Oleh karena itu, jumlah titik yang kategorinya berbeda tidak sepatutnya ditafsirkan sebagai kesalahan klasifikasi numerik. Penggunaan kelas acuan dengan aturan konsisten, pencatatan jam pengukuran, dan penyelarasan tanggal observasi dapat mengubah perbandingan ilustratif menjadi uji akurasi yang dapat diulang, sebagaimana dianjurkan Olofsson et al. (2014). Penjelasan kesesuaian sampel pada tabel penelitian dipertahankan sebagai bukti pengamatan lapangan yang transparan, tanpa mengklaim validitas statistik yang belum dihitung.

Implikasi praktis penelitian adalah tersedianya gambaran lokasi relatif yang perlu diperhatikan dalam pemantauan kekeringan, sekaligus dasar untuk merancang survei lebih terarah pada kelas NDDI berat. Pendekatan ini dapat diperkuat dengan tanggal citra berdekatan dalam musim yang sebanding, penghapusan awan dan bayangan awan, data hujan atau indeks meteorologis, pengamatan kelembapan tanah sezaman, dan penambahan sampel yang memadai di setiap kelas. Hasil ini menempatkan LST, NDVI, NDWI, dan NDDI sebagai indikator pendukung pemantauan spasial yang saling melengkapi, bukan alat tunggal untuk menguji penyebab atau memprediksi bencana tanpa data temporal tambahan.

4. KESIMPULAN

Pertama, analisis citra Landsat 8 OLI/TIRS pada tiga tahun pengamatan memperlihatkan peningkatan suhu maksimum permukaan yang terpetakan di Kecamatan Ampek Angkek, dari 27°C pada 2019 menjadi 30°C pada 2022 dan 32°C pada 2025. Pada waktu bersamaan, luas kelas vegetasi sedang menurun dan kelas tidak bervegetasi meningkat. Hal tersebut menunjukkan perubahan kondisi permukaan yang relevan untuk penilaian lingkungan, walaupun bukan bukti laju pemanasan iklim atau perubahan suhu rata-rata tahunan. Kedua, perhitungan NDDI memetakan empat kategori utama pada tahun 2025, dengan kelas kekeringan berat paling luas, meliputi 17.729 dari 35.457 piksel (sekitar 50%). Ketiga, hubungan LST dan NDDI pada 40 titik sampel tahun 2025 bersifat positif dan signifikan (ρ = 0,669; $p < 0,001$).

Kontribusi khusus penelitian bukan penggunaan LST bersama indeks vegetasi sebagai metode yang baru, melainkan penerapan multitemporal dan pengujian LST–NDDI untuk wilayah Kecamatan Ampek Angkek yang mengalami permasalahan air pada 2025. Perbandingan dengan data lapangan memperlihatkan contoh kategori yang sesuai sekaligus keterbatasan akibat selisih waktu observasi dan perbedaan parameter pengukuran. Karena itu, integrasi LST dengan NDVI, NDWI, serta NDDI layak dijadikan dasar penapisan prioritas lokasi pemantauan kekeringan, dengan tindak lanjut berupa observasi sezaman dan indikator hidrologis untuk konfirmasi.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulmana, S., Garcia-Constantino, M., & Lim, A. (2023). The influence of elevation, land cover and vegetation index on LST increase in Taiwan from 2000 to 2021. Sustainability, 15(4), 3262. https://doi.org/10.3390/su15043262

Gu, Y., Brown, J. F., Verdin, J. P., & Wardlow, B. (2007). A five-year analysis of MODIS NDVI and NDWI for grassland drought assessment over the central Great Plains of the United States. Geophysical Research Letters, 34(6), L06407. https://doi.org/10.1029/2006GL029127

Latue, P. C., & Rakuasa, H. (2023). Analisis perubahan suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah menggunakan Google Earth Engine berbasis cloud computing. E-

JOINT (Electronica and Electrical Journal of Innovation Technology), 4(1), 16–20. https://doi.org/10.35970/e-joint.v4i1.1901

Mahardianti, M. A., Prabawa, S. E., & Effendi, A. F. (2024). Studi perubahan indeks kerapatan vegetasi terhadap suhu permukaan tanah dan indeks kualitas udara dengan pemanfaatan citra satelit Landsat 8 di Kabupaten Gresik. Geoid, 19(3), 386–404. https://journal.its.ac.id/index.php/geoid/article/download/2251/1752/10087

Moazzam, M. F. U., Doh, Y. H., & Lee, B. G. (2022). Impact of urbanization on land surface temperature and surface urban heat island using optical remote sensing data: A case study of Jeju Island, Republic of Korea. Building and Environment, 222, 109368. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109368

Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. Remote Sensing of Environment, 148, 42–57. https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015

Pamungkas, G. B. (2023). Analisis kekeringan berbasis remote sensing dengan metode normalized difference drought index (NDDI) secara multi-years. Jurnal Reksabumi: Journal of Urban, Regional and Environmental Planning, 2(2), 139–150. https://doi.org/10.33830/Reksabumi.v2i2.6494.2023

Purnama, S. M., Ningrum, R., Karondia, L. A., & Putri, C. F. (2024). Analisis suhu permukaan lahan menggunakan data penginderaan jauh seri waktu. Geoid, 19(3), 495–507. https://doi.org/10.12962/geoid.v19i3.1185

Rakuasa, H., & Pertuack, S. (2023). Pola perubahan suhu permukaan daratan di Kecamatan Ternate Tengah, Kota Ternate tahun 2013 dan 2023 menggunakan Google Earth Engine. Sudo Jurnal Teknik Informatika, 2(2), 78–85. https://doi.org/10.56211/sudo.v2i2.271

Shidqi, F., Hayati, N., & Bioresita, F. (2021). Identifikasi daerah kekeringan dengan menggunakan temperature vegetation dryness index (TVDI) dan Landsat 8. Jurnal Teknik ITS, 10(1), C33–C38. https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/viewFile/61122/6581

United States Geological Survey (USGS). (2026). Landsat 8–9 Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor Collection 2 Level-1 data: Standard processing parameters. https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-8-9-operational-land-imager-and