

ANALISIS SPASIO-TEMPORAL KARAKTERISTIK DAN WAKTU PERAMBATAN KEKERINGAN METEOROLOGIS KE KEKERINGAN PERTANIAN DI SULAWESI SELATAN

NASTITI ANDINI



PROGRAM STUDI KLIMATOLOGI TERAPAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Spasio-temporal Karakteristik dan Waktu Perambatan Kekeringan Meteorologis ke Kekeringan Pertanian di Sulawesi Selatan” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Maret 2026

Nastiti Andini
G2501222010

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

NASTITI ANDINI. Analisis Spasio-temporal Karakteristik dan Waktu Perambatan Kekeringan Meteorologis ke Kekeringan Pertanian di Sulawesi Selatan. Dibimbing oleh I PUTU SANTIKAYASA dan AMSARI MUDZAKIR SETIAWAN.

Kekeringan merupakan fenomena hidrometeorologi yang kompleks dan berdampak signifikan terhadap sektor pertanian serta ketahanan pangan, khususnya di wilayah beriklim tropis seperti Sulawesi Selatan. Perbedaan karakteristik iklim regional, pola hujan musiman, serta dinamika iklim skala besar menyebabkan kekeringan tidak terjadi secara seragam baik secara spasial maupun temporal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola spasio-temporal kekeringan meteorologis, menganalisis karakteristik kekeringan meteorologis dan pertanian, serta mengkaji waktu perambatan kekeringan dari meteorologis ke pertanian di Sulawesi Selatan. Kekeringan meteorologis direpresentasikan oleh *Standardized Precipitation Index* (SPI), sedangkan kekeringan pertanian direpresentasikan oleh *Standardized Soil Moisture Index* (SSMI), sehingga memungkinkan analisis yang konsisten dan terstandarisasi.

Identifikasi pola spasio-temporal kekeringan meteorologis dilakukan menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Rotated Principal Component Analysis* (RPC) terhadap data SPI-3 periode 1981–2020. Hasil analisis menunjukkan bahwa wilayah Sulawesi Selatan dapat dikelompokkan menjadi tiga region homogen kekeringan meteorologis, yaitu Region 1 (utara), Region 2 (tengah–selatan), dan Region 3 (barat). Ketiga region tersebut menunjukkan perbedaan sifat kekeringan yang jelas, meskipun sebagian wilayah dipengaruhi oleh tipe hujan musonal yang sama. Temuan ini mengindikasikan bahwa heterogenitas spasial kekeringan di Sulawesi Selatan tidak hanya dikontrol oleh pola hujan dominan, tetapi juga oleh variasi dinamika iklim regional yang lebih kompleks.

Karakteristik kekeringan dianalisis menggunakan *run theory* dengan meninjau frekuensi, durasi rata-rata, magnitudo rata-rata, tingkat keparahan maksimal, dan intensitas puncak kekeringan. Hasil menunjukkan bahwa kekeringan pertanian memiliki durasi dan magnitudo yang jauh lebih besar dibandingkan kekeringan meteorologis. Pola ini mencerminkan adanya proses akumulasi dan penundaan respons sistem tanah dan vegetasi terhadap defisit curah hujan. Selain itu, perbedaan karakteristik antar region menunjukkan bahwa kekeringan meteorologis dan pertanian memiliki dinamika yang tidak selalu sejalan, sehingga analisis kekeringan perlu dilakukan secara terintegrasi dan berbasis wilayah.

Analisis waktu perambatan kekeringan menggunakan metode *Maximum Pearson Correlation Coefficient* (MPCC) menunjukkan bahwa propagasi kekeringan meteorologis ke kekeringan pertanian bervariasi secara spasial, dengan mayoritas wilayah mengalami waktu perambatan 0–2 bulan, namun dapat mencapai hingga 5 bulan di wilayah tengah Sulawesi Selatan. Variasi ini menegaskan bahwa respons kekeringan pertanian terhadap defisit curah hujan tidak bersifat seragam. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan regional dalam analisis kekeringan serta memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami dinamika waktu perambatan kekeringan di wilayah tropis.

Kata kunci: karakteristik, propagasi kekeringan, regionalisasi, Sulawesi Selatan.

SUMMARY

NASTITI ANDINI. Spatiotemporal Analysis of Drought Characteristics and Propagation Time from Meteorological to Agricultural Drought in South Sulawesi. Supervised by I PUTU SANTIKA YASA and AMSARI MUDZAKIR SETIAWAN.

Drought is a complex hydrometeorological phenomenon that poses significant risks to agriculture and food security, particularly in tropical regions such as South Sulawesi. Spatial and temporal variability in drought occurrence is driven by differences in regional climate characteristics, seasonal rainfall patterns, and large-scale climate dynamics. This study aims to identify the spatiotemporal patterns of meteorological drought, analyze the characteristics of meteorological and agricultural drought, and examine the propagation time from meteorological to agricultural drought in South Sulawesi. Meteorological drought is represented by the Standardized Precipitation Index (SPI), while agricultural drought is characterized using the Standardized Soil Moisture Index (SSMI), allowing for a consistent and standardized assessment.

Spatiotemporal patterns of meteorological drought were identified using Principal Component Analysis (PCA) and Rotated Principal Component Analysis (RPC) applied to SPI-3 data for the period 1981–2020. The results classify South Sulawesi into three homogeneous meteorological drought regions: Region 1 (northern), Region 2 (central–southern), and Region 3 (western). Despite partial influence from similar monsoonal rainfall regimes, these regions exhibit distinct drought behaviors, indicating that spatial drought variability is governed by complex regional climate dynamics beyond dominant rainfall patterns alone.

Drought characteristics were analyzed using run theory, focusing on drought frequency, duration, magnitude, severity, and peak intensity. Agricultural drought was found to have substantially longer durations and greater magnitudes than meteorological drought, reflecting cumulative processes and delayed responses within soil–vegetation systems. Additionally, notable regional differences highlight that meteorological and agricultural drought do not evolve synchronously across South Sulawesi.

Drought propagation analysis using the Maximum Pearson Correlation Coefficient (MPCC) reveals pronounced spatial variability, with propagation times predominantly ranging from 0 to 2 months, but extending up to 5 months in central South Sulawesi. These findings demonstrate that agricultural drought responses to precipitation deficits are highly region-dependent. Overall, this study emphasizes the importance of a regionalized drought assessment framework and contributes to a clearer understanding of drought propagation dynamics in tropical environments.

Keywords: characteristic, drought propagation, regionalization, South Sulawesi.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ANALISIS SPASIO-TEMPORAL KARAKTERISTIK DAN WAKTU PERAMBATAN KEKERINGAN METEOROLOGIS KE KEKERINGAN PERTANIAN DI SULAWESI SELATAN

NASTITI ANDINI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Klimatologi Terapan

**PROGRAM STUDI KLIMATOLOGI TERAPAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
1 Dr. Supari, S.Si., M.Sc.



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Analisis Spasio-temporal Karakteristik dan Waktu Perambatan Kekeringan Meteorologis ke Kekeringan Pertanian di Sulawesi Selatan

Nama : Nastiti Andini

NIM : G2501222010

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. I Putu Santikayasa, S.Si., M.Sc.



Pembimbing 2:

Dr. Amsari Mudzakir Setiawan, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. I Putu Santikayasa, S.Si., M.Sc.

NIP 197902242005011002

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:

Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.

NIP 197807232007011001



Tanggal Ujian: 30 Januari 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini adalah Ilmu Keteknikan, Teknologi Informasi, dan Perencanaan dengan judul “Analisis Spasio-temporal Karakteristik dan Waktu Perambatan Kekeringan Meteorologis ke Kekeringan Pertanian di Sulawesi Selatan”.

Penulisan tesis ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penghargaan dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- 1 Ketua komisi pembimbing Dr. I Putu Santikayasa, S.Si., M.Sc. dan anggota komisi pembimbing, Dr. Amsari Mudzakir Setiawan, S.Si., M.Si. yang telah membimbing, mendukung, memotivasi serta banyak memberi saran dalam menyelesaikan tesis ini.
- 2 Penguji luar komisi pembimbing Dr. Supari, S.Si., M.Sc. atas arahan dan masukan yang diberikan.
- 3 Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang telah menyediakan data selama periode penelitian.
- 4 Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas dukungan beasiswa magister dalam negeri yang telah diberikan.
- 5 Keluarga tercinta (Bapak Baderun, Ibu Sri, Adik Venny, Adik Andhika, dan Adik Gozzi) yang selalu memberikan doa dan dukungan.
- 6 Teman-teman IPB dan BMKG yaitu Kak Steven, Kak Dara, Tya, Dinda, Sulis, Nizar, Nazma, Jassica, Mas Beni dan semua teman-teman mahasiswa Pasca Prodi Klimatologi Terapan yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
- 7 Segenap civitas akademik Departemen GFM yang telah menjadi bagian dari keluarga selama proses menimba ilmu.
- 8 Saya menyampaikan apresiasi saya kepada semua individu yang tidak disebutkan namanya yang telah berkontribusi dalam penyelesaian tesis ini.

Tesis ini masih jauh dari kata sempurna, namun diharapkan dapat memberikan manfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Maret 2026

Nastiti Andini



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Indeks Kekeringan	4
2.2 Regionalisasi Kekeringan	5
2.3 Waktu Perambatan Kekeringan	6
2.4 Pengaruh ENSO dan IOD terhadap Variabilitas Kekeringan di Indonesia	6
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Analisis data	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Regionalisasi Kekeringan	15
4.2 Karakteristik Kekeringan	18
4.3 Waktu Perambatan Kekeringan	20
4.4 Hubungan Kekeringan dan ENSO dan IOD	21
4.5 Diskusi	26
V SIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Simpulan	30
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	47

Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Data penelitian	9
---	-----------------	---

DAFTAR GAMBAR

1	Peta lokasi penelitian dan jenis pola curah hujan	8
2	Diagram alir penelitian	10
3	Definisi karakteristik kekeringan.	12
4	(a) Nilai <i>cumulative variance</i> dan (b) <i>explained variance</i> untuk <i>principal component</i> pada SPI-3.	15
5	Distribusi spasial <i>component loading</i> (korelasi) antara SPI-3 terhadap (a) RPC1, (b) RPC2, dan (c) RPC3.	16
6	Region kekeringan meteorologis berdasarkan nilai <i>component loading</i> antara RPC dan SPI-3 serta penyesuaiannya.	17
7	Distribusi spasial karakteristik kekeringan meteorologis (a) frekuensi, (b) durasi rata-rata, (c) magnitudo rata-rata, (d) tingkat keparahan maksimal, dan (e) puncak intensitas.	18
8	Distribusi spasial karakteristik kekeringan pertanian (a) frekuensi, (b) durasi rata-rata, (c) magnitudo rata-rata, (d) tingkat keparahan maksimal, dan (e) puncak intensitas.	19
9	Distribusi spasial (a) MPCC dan (b) periode optimal waktu perambatan kekeringan meteorologis ke kekeringan pertanian.	21
10	Peta korelasi SPI-3 terhadap IOD pada (a) DJF, (b) MAM, (c) JJA, dan (d) SON.	22
11	Peta korelasi SPI-3 terhadap ONI pada (a) DJF, (b) MAM, (c) JJA, dan (d) SON.	23
12	Distribusi spasial (a) MPCC dan (b) periode optimal waktu perambatan IOD ke kekeringan meteorologis.	25
13	Distribusi spasial (a) MPCC dan (b) periode optimal waktu perambatan ENSO ke kekeringan meteorologis.	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Nilai <i>cumulative variance</i> untuk <i>principal component</i> pada (a) SPI-6, (b) SPI-9, and (c) SPI-12	40
2	Lampiran 2 Nilai <i>explained variance</i> untuk <i>principal component</i> pada (a) SPI-6, (b) SPI-9, dan (c) SPI-12	41
3	Lampiran 3 <i>Boxplot</i> (a) durasi rata-rata dan (b) magnitudo rata-rata	42
4	Lampiran 4 <i>Boxplot</i> (a) MPCC dan (b) periode optimal perambatan kekeringan meteorologis ke kekeringan pertanian di setiap region	43
5	Lampiran 5 <i>Boxplot</i> korelasi SPI-3 terhadap IOD di setiap region	44
6	Lampiran 6 <i>Boxplot</i> korelasi SPI-3 terhadap ENSO di setiap region	45
7	Lampiran 7 Distribusi spasial (a) MPCC dan (b) periode optimal waktu perambatan kekeringan meteorologis ke kekeringan pertanian (SPI-n vs SSMI-1)	46