

KARAKTERISTIK TRIPLE-DIP LA NIÑA 2020-2023 DAN PENGARUHNYA TERHADAP FREKUENSI CURAH HUJAN LEBAT HINGGA EKSTREM DI JAWA BARAT

SARI NOVIANTI



**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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Karakteristik Triple-dip La Niña 2020-2023 dan Pengaruhnya terhadap Frekuensi Curah Hujan Lebat hingga Ekstrem di Jawa Barat” 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, Agustus 2026

Sari Novianti
G2501231011



RINGKASAN

SARI NOVIANTI. Karakteristik Triple-dip La Niña 2020-2023 dan Pengaruhnya terhadap Frekuensi Curah Hujan Lebat hingga Ekstrem di Jawa Barat. Dibimbing oleh I PUTU SANTIKAYASA dan SUPARI.

Triple-dip La Niña 2020–2023 merupakan fenomena ENSO yang penting untuk dikaji karena berlangsung persisten selama beberapa musim, meskipun intensitas puncaknya tidak sekuat *Triple-dip La Niña 1998–2001*. Persistensi tersebut berpotensi mempertahankan kondisi atmosfer yang lebih basah dari musim ke musim dan meningkatkan peluang terjadinya hujan lebat hingga ekstrem di Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik *Triple-dip La Niña 2020–2023*, menganalisis perbedaan frekuensi curah hujan lebat hingga ekstrem dibandingkan *triple-dip La Niña 1998–2001*, *La Niña non-triple*, dan kondisi netral, serta mengidentifikasi distribusi spasial kejadian hujan lebat hingga ekstrem di Jawa Barat.

Data yang digunakan meliputi curah hujan harian dari stasiun BMKG dan pos hujan kerja sama di Jawa Barat, serta data atmosfer–osean berupa *Oceanic Niño Index* (ONI), suhu permukaan laut (SST), tekanan permukaan laut (SLP), *outgoing longwave radiation* (OLR), angin zonal 850 hPa (U850), dan angin meridional 850 hPa (V850). Data curah hujan dianalisis untuk periode 1993–2023 setelah melalui tahap pengendalian kualitas. Analisis mencakup klasifikasi periode ENSO, analisis anomali atmosfer–osean, perhitungan proporsi frekuensi curah hujan berdasarkan kategori BMKG, uji *chi-square* berpasangan dengan koreksi Bonferroni, perhitungan Cramér's V, serta pemetaan berbasis stasiun. Pendekatan proporsi digunakan agar perbandingan antarperiode ENSO tidak dipengaruhi oleh perbedaan jumlah station-days valid.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Triple-dip La Niña 2020–2023* merupakan episode *La Niña* moderat tetapi persisten. Episode ini berlangsung sekitar 23 bulan dengan nilai ONI minimum sekitar $-1,06$. Nilai tersebut lebih lemah dibandingkan *Triple-dip La Niña 1998–2001*, tetapi durasinya lebih panjang daripada sebagian besar episode *La Niña non-triple*. Selama periode 2020–2023, kondisi atmosfer–osean di sekitar Benua Maritim Indonesia menunjukkan lingkungan yang mendukung kondisi basah, ditandai oleh SST yang relatif lebih hangat, SLP yang lebih rendah, anomali OLR negatif yang menunjukkan peningkatan aktivitas konveksi, serta perubahan angin lapisan bawah yang mendukung transport kelembapan.

Analisis frekuensi memperlihatkan bahwa *Triple-dip La Niña 2020–2023* memiliki distribusi curah hujan paling basah dibandingkan kelompok ENSO lainnya. Periode ini memiliki proporsi hari kering atau hujan sangat ringan paling rendah serta proporsi hujan ringan dan hujan lebat hingga ekstrem paling tinggi. Proporsi hujan lebat hingga ekstrem mencapai 3,30%, lebih tinggi dibandingkan *La Niña non-triple* sebesar 3,05%, *Triple-dip La Niña 1998–2001* sebesar 2,85%, dan kondisi netral sebesar 2,70%. Uji *chi-square* menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tersebut signifikan secara statistik. Namun, nilai Cramér's V yang kecil menunjukkan bahwa perbedaan praktis antarperiode ENSO relatif lemah. Oleh karena itu, hasil penelitian diinterpretasikan sebagai peningkatan peluang hujan

@Hak Cipta Intelektual IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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.



lebat hingga ekstrem, bukan sebagai lonjakan kejadian yang besar dan merata di seluruh stasiun.

Secara spasial, hujan lebat hingga ekstrem pada periode *triple-dip La Niña* 2020–2023 tidak tersebar merata di Jawa Barat. *Hotspot* terutama muncul di Jawa Barat bagian selatan dan barat daya, serta sebagian wilayah barat–tengah, antara lain di Cikelat, Cigangsa–Surade, Singajaya, Batu Karut, dan Lanud Atang Sanjaya. Sinyal musiman terkuat terjadi pada SON dan DJF. Pola tersebut menunjukkan bahwa pengaruh *triple-dip La Niña* berinteraksi dengan faktor lokal, seperti topografi, elevasi, kedekatan dengan Samudra Hindia, sirkulasi monsun, serta transport kelembapan regional. Dengan demikian, dampak *triple-dip La Niña* 2020–2023 di Jawa Barat lebih tepat dipahami sebagai akumulasi kondisi basah yang persisten, musiman, dan terlokalisasi, bukan hanya sebagai respons terhadap satu puncak *La Niña* yang kuat.

Kata kunci : Triple-dip La Niña, ENSO, curah hujan ekstrem, Jawa Barat, distribusi spasial



SUMMARY

SARI NOVIANTI. Characteristics of the 2020–2023 Triple-dip La Niña and Its Impact on the Frequency of Heavy to Extreme Rainfall in West Java. Supervised by I PUTU SANTIKAYASA and SUPARI.

The 2020–2023 Triple-dip La Niña was an important ENSO phenomenon to examine because it persisted across several seasons, although its peak intensity was not as strong as that of the 1998–2001 Triple-dip La Niña. This persistence may have sustained wetter atmospheric conditions from one season to the next and increased the likelihood of heavy to extreme rainfall in West Java. This study aimed to identify the characteristics of the 2020–2023 Triple-dip La Niña, analyse differences in the frequency of heavy to extreme rainfall relative to the 1998–2001 Triple-dip La Niña, non-triple La Niña, and neutral conditions, and identify the spatial distribution of heavy to extreme rainfall events in West Java.

The data used included daily rainfall observations from BMKG stations and partner rain gauges in West Java, as well as atmosphere–ocean data consisting of the Oceanic Niño Index (ONI), sea surface temperature (SST), sea level pressure (SLP), outgoing longwave radiation (OLR), 850 hPa zonal wind (U850), and 850 hPa meridional wind (V850). Rainfall data for the 1993–2023 period were analysed after quality-control procedures. The analysis included ENSO period classification, atmosphere–ocean anomaly analysis, calculation of rainfall-frequency proportions based on BMKG rainfall categories, pairwise chi-square tests with Bonferroni correction, Cramér’s V calculation, and station-based mapping. A proportional approach was applied to ensure that comparisons among ENSO periods were not affected by differences in the number of valid station-days.

The results indicate that the 2020–2023 Triple-dip La Niña was a moderate but persistent La Niña episode. It lasted for approximately 23 months, with a minimum ONI value of about -1.06 . Although this intensity was weaker than that of the 1998–2001 Triple-dip La Niña, its duration was longer than that of most non-triple La Niña episodes. During 2020–2023, atmosphere–ocean conditions over the Indonesian Maritime Continent were conducive to wetter conditions, as indicated by relatively warmer SSTs, lower SLP, negative OLR anomalies reflecting enhanced convective activity, and lower-tropospheric wind changes that supported moisture transport.

Frequency analysis showed that the 2020–2023 Triple-dip La Niña had the wettest rainfall distribution among the ENSO groups. This period had the lowest proportion of dry days or days with very light rainfall, as well as the highest proportions of light rainfall and heavy to extreme rainfall. The proportion of heavy to extreme rainfall reached 3.30%, which was higher than those during non-triple La Niña (3.05%), the 1998–2001 Triple-dip La Niña (2.85%), and neutral conditions (2.70%). Chi-square tests indicated that these proportional differences were statistically significant. However, the small Cramér’s V values suggest that the practical differences among ENSO periods were relatively weak. Therefore, the findings should be interpreted as an increase in the likelihood of heavy to extreme rainfall rather than as a large and uniform increase in rainfall events across all stations.



Spatially, heavy to extreme rainfall during the 2020–2023 Triple-dip La Niña was not distributed uniformly across West Java. Hotspots were mainly observed in southern and southwestern West Java, as well as in parts of the western–central region, including Cikelat, Cigangsa–Surade, Singajaya, Batu Karut, and Lanud Atang Sanjaya. The strongest seasonal signals occurred during SON and DJF. This pattern indicates that the influence of the Triple-dip La Niña interacted with local factors, including topography, elevation, proximity to the Indian Ocean, monsoon circulation, and regional moisture transport. Therefore, the impact of the 2020–2023 Triple-dip La Niña in West Java is better understood as an accumulation of persistent, seasonal, and localized wet conditions rather than solely as a response to a single strong La Niña peak.

Keywords : Triple-dip La Niña, ENSO, extreme rainfall, West Java, spatial distribution.



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, tahun 2026
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 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

KARAKTERISTIK TRIPLE-DIP LA NIÑA 2020-2023 DAN PENGARUHNYA TERHADAP FREKUENSI CURAH HUJAN LEBAT HINGGA EKSTREM DI JAWA BARAT

SARI NOVIANTI

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

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.



Nama
NIM

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Judul Tesis : Karakteristik Triple-dip La Niña 2020-2023 dan Pengaruhnya terhadap Frekuensi Curah Hujan Lebat hingga Ekstrem di Jawa Barat
Nama : Sari Novianti
NIM : G2501231011

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

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



Pembimbing 2:

Dr. Supari, S.Si., M.Sc



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. I Putu Santikayasa, S.Si., M.Sc
NIP. 19790224 200501 1 002

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:

Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si
NIP. 19780723200701 1 001



Signature of Dr. Berry Juliandi

Tanggal Ujian: 24 Juli 2026

Tanggal Lulus:

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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2024 sampai dengan Mei 2025 ini mengangkat tema *Triple-dip La Niña 2020–2023*, dengan judul “Karakteristik *Triple-dip La Niña 2020–2023* dan Pengaruhnya terhadap Frekuensi Curah Hujan Lebat hingga Ekstrem di Jawa Barat.”

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Dr. I Putu Santikayasa, S.Si., M.Sc. dan Dr. Supari, S.Si., M.Sc. selaku komisi pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, serta motivasi selama proses penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing atas saran dan masukan yang sangat berarti dalam penyempurnaan karya ilmiah ini.

Penghargaan dan terima kasih penulis sampaikan kepada Rakhmat Prasetya, S.P., M.Si. dari Stasiun Klimatologi Jawa Barat yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan pegawai Stasiun Klimatologi Jawa Barat, rekan-rekan sesama pegawai tugas belajar di IPB University, serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan dukungan selama proses penyelesaian studi ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada segenap staf pengajar dan tenaga kependidikan Departemen Geofisika dan Meteorologi yang telah memberikan ilmu, arahan, dan bantuan administrasi dengan baik selama masa studi.

Ungkapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada orang tua, mertua, suami, anak-anak, serta seluruh keluarga atas doa, kasih sayang, kesabaran, dan dukungan yang tidak pernah putus selama penulis menempuh pendidikan magister. Dukungan keluarga menjadi salah satu kekuatan terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang klimatologi, serta mendukung upaya mitigasi risiko hidrometeorologi di Jawa Barat.

Bogor, Agustus 2026

Sari Novianti

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 ENSO	4
2.2 Triple-dip La Niña	6
III METODE PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Data	11
3.4 Prosedur Kerja	11
3.5 Analisa Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Karakteristik Episode <i>La Niña</i> dan <i>Triple-dip La Niña</i> Periode 1993-2023	17
4.2 Karakteristik Osean-Atmosfer Antarperiode ENSO	18
4.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan Antar Periode ENSO	27
4.4 Analisis Distribusi Spasial Hujan Lebat hingga Ekstrem di Jawa Barat	35
V SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
RIWAYAT HIDUP	52



DAFTAR TABEL

1	Sumber data, cakupan, dan penggunaan dalam analisis	11
2	Pengelompokan periode ENSO dalam analisis	14
3	Klasifikasi curah hujan harian dan definisi operasional hujan lebat hingga ekstrem	15
4	Persentase Frekuensi Curah Hujan Antar Fase ENSO	28
5	Kontingensi proporsi hujan lebat-ekstrem berdasarkan kelompok ENSO	29
6	Hasil uji chi-square berpasangan untuk hujan lebat-ekstrem	30
7	Ukuran efek Cramér's V pada perbandingan hujan lebat-ekstrem antara Triple-dip La Niña 2020–2023 dan kelompok pembanding	30
8	Kontingensi proporsi hujan ringan berdasarkan kelompok ENSO	32
9	Hasil uji chi-square berpasangan untuk hujan ringan	32
10	Hasil uji chi-square berpasangan dan Cramér's V untuk hujan ringan	32
11	Ringkasan proporsi hujan lebat-ekstrem menurut musim dan kelompok ENSO	36
12	Sepuluh stasiun dengan proporsi hujan lebat-ekstrem tertinggi pada <i>Triple-dip La Niña</i> 2020-2023	43

DAFTAR GAMBAR

1	Skema aliran massa udara dan kondisi lautan terjadi fenomena <i>La Niña</i>	5
2	Skema aliran massa udara dan kondisi lautan saat fenomena <i>El Niño</i>	5
3	Sebaran spasial 221 stasiun penakar hujan di Jawa Barat	10
4	Diagram Alir Tahapan Kerja Penelitian	12
5	Evolusi ONI dan durasi episode <i>La Niña</i> selama periode 1993–2023	17
6	Anomali SST rata-rata musiman (JJA,SON,DJF,MAM) pada semua kategori ENSO	19
7	Anomali SLP rata-rata musiman (JJA,SON,DJF,MAM) pada semua kategori ENSO	20
8	Anomali OLR rata-rata musiman (JJA,SON,DJF,MAM) pada semua kategori ENSO	22
9	Anomali U850 rata-rata musiman (JJA,SON,DJF,MAM) pada semua kategori ENSO	24
10	Anomali V850 rata-rata musiman (JJA,SON,DJF,MAM) pada semua kategori ENSO	25
11	Grafik Persentase Frekuensi Curah Hujan Antar Fase ENSO	28
12	Grafik proporsi hujan lebat-ekstrem berdasarkan kelompok ENSO	29
13	Grafik Proporsi hujan ringan berdasarkan kelompok ENSO	31
14	Distribusi spasial frekuensi hujan lebat-ekstrem menurut musim pada periode netral 1993–2023 di Jawa Barat	37
15	Distribusi spasial frekuensi hujan lebat-ekstrem menurut musim pada episode <i>La Niña non-triple-dip</i> selama periode 1993–2023 di Jawa Barat (Slot gambar kosong menunjukkan bahwa musim tersebut dikategorikan sebagai periode tahun netral)	39

16	Distribusi spasial frekuensi hujan lebat–ekstrem menurut musim pada Triple-dip La Niña 1998–2001 di Jawa Barat	40
17	Distribusi spasial frekuensi hujan lebat–ekstrem menurut musim pada Triple-dip La Niña 2020–2023 di Jawa Barat	42
18	Perbandingan profil musiman frekuensi hujan lebat–ekstrem pada periode <i>triple-dip</i> La Niña, La Niña non- <i>triple-dip</i> , dan netral di Jawa Barat	45

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

