

# **PROYEKSI SUHU PERMUKAAN LAUT MENGGUNAKAN PENDEKATAN *STATISTICAL DOWNSCALING* DENGAN LUARAN MODEL GCM DI WPPNRI 712 INDONESIA**

**ADETRIATI FAUZIYYAH**



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

Perpustakaan IPB University



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Proyeksi Suhu Permukaan Laut Menggunakan Pendekatan *Statistical Downscaling* dengan Luaran Model GCM di WPPNRI 712 Indonesia” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juni 2026

Adetriati Fauziyyah  
G2401221092

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

## ABSTRAK

ADETRIATI FAUZIYYAH. Proyeksi Suhu Permukaan Laut Menggunakan Pendekatan *Statistical Downscaling* dengan Luaran Model GCM di WPPNRI 712 Indonesia. Dibimbing oleh I PUTU SANTIKAYASA.

Perairan WPPNRI 712 (Laut Jawa) merupakan zona perikanan strategis yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu permukaan laut (SPL), namun resolusi model sirkulasi umum global CMIP6 (~100 km) tidak memadai untuk kajian iklim regional. Penelitian ini bertujuan menghasilkan, mengevaluasi, dan membandingkan proyeksi SPL harian beresolusi ~5 km di WPPNRI 712 hingga tahun 2100 menggunakan metode *downscaling* statistik *Quantile Delta Mapping* (QDM) dan *Asynchronous Linear Regression* (ALR) terhadap tiga model GCM CMIP6 pada skenario emisi SSP1-2.6, SSP2-4.5, dan SSP5-8.5, dengan data referensi NASA MUR SST v4.1 sebagai kalibrasi (2003-2014) dan validasi *out-of-sample* (2015-2019). Evaluasi kuantitatif menunjukkan ALR menghasilkan performa *ensemble* yang lebih baik dibandingkan QDM, dengan RMSE musiman *ensemble* 0,188°C dan korelasi musiman 0,972. Proyeksi ALR memperlihatkan kenaikan SPL rata-rata domain sebesar +0,119°C/dekade (SSP1-2.6), +0,228°C/dekade (SSP2-4.5), dan +0,431°C/dekade (SSP5-8.5), dengan anomali pemanasan akhir abad (2071-2100) rata-rata +2,66°C pada SSP5-8.5. Distribusi pemanasan tidak seragam secara spasial, dengan intensitas tertinggi di bagian barat domain. Siklus musiman bimodal yang dikontrol monsun Indo-Australia tetap terjaga strukturnya, namun SPL minimum Agustus diproyeksikan melampaui 31°C pada SSP5-8.5, mengindikasikan hilangnya termal refugia yang kritis bagi ekosistem dan perikanan WPPNRI 712.

**Kata kunci:** proyeksi, CMIP6, downscaling statistik, SST, WPPNRI 712



### @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.



## ABSTRACT

ADETRIATI FAUZIYYAH. Sea Surface Temperature Projections Using a Statistical Downscaling Approach with GCM Model Outputs in Indonesia's WPPNRI 712. Supervised by I PUTU SANTIKAYASA.

WPPNRI 712 (Java Sea) is a strategic fisheries zone highly sensitive to sea surface temperature (SST) change, however, the spatial resolution of CMIP6 global climate models (~100 km) is inadequate for regional climate assessment. This study aimed to produce, evaluate, and compare high resolution (~5 km) daily SST projections for WPPNRI 712 through 2100 using statistical downscaling methods Quantile Delta Mapping (QDM) and Asynchronous Linear Regression (ALR) applied to three CMIP6 GCMs under SSP1-2.6, SSP2-4.5, and SSP5-8.5 emission scenarios, with NASA MUR SST v4.1 as calibration (2003-2014) and out-of-sample validation (2015-2019) reference. Quantitative evaluation showed ALR achieved superior ensemble performance over QDM, with seasonal RMSE of 0.188°C and seasonal correlation of 0.972. ALR projections indicate domain-averaged warming rates of +0.119°C/decade (SSP1-2.6), +0.228°C/decade (SSP2-4.5), and +0.431°C/decade (SSP5-8.5), with late-century (2071-2100) mean warming anomaly of +2.66°C under SSP5-8.5. Warming is spatially non-uniform, with the highest intensity in the western domain. The Indo-Australian monsoon-driven bimodal seasonal cycle is structurally preserved; however, August minimum SST is projected to exceed 31°C under SSP5-8.5, indicating the loss of the thermal refugia critical to the ecosystems and fisheries of WPPNRI 712.

**Keywords:** projection, CMIP6, statistical downscaling, SST, WPPNRI 712



@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.



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 sauta 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.



# **PROYEKSI SUHU PERMUKAAN LAUT MENGGUNAKAN PENDEKATAN *STATISTICAL DOWNSCALING* DENGAN LUARAN MODEL GCM DI WPPNRI 712 INDONESIA**

**ADETRIATI FAUZIYYAH**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains pada  
Program Studi Geofisika dan Meteorologi

**GEOFISIKA DAN METEOROLOGI  
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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Nama lengkap dan gelar

2. Nama lengkap dan gelar



Judul Skripsi : Proyeksi Suhu Permukaan Laut Menggunakan Pendekatan  
*Statistical Downscaling* dengan Luaran Model GCM di WPPNRI  
712 Indonesia

Nama : Adetriati Fauziyyah  
NIM : G2401221092

Disetujui oleh

Pembimbing:  
Dr. I Putu Santikayas, S.Si., M.Sc.

---

Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi:  
Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.  
NIP 19710707 199803 2 002

---

Tanggal Ujian:  
18 Juni 2026

Tanggal Lulus:



### @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.

## 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 yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah hidrometeorologi, dengan judul “Proyeksi Suhu Permukaan Laut Menggunakan Pendekatan *Statistical Downscaling* dengan Luaran Model GCM di WPPNRI 712 Indonesia”.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Dr. I Putu Santikayasa, S.Si., M. Sc., selaku pembimbing skripsi yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam penyusunan skripsi hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Akhmad Faqih, S.Si., M. Si., selaku pembimbing akademik yang telah membantu selama proses akademik.
3. Seluruh staff dan dosen pengajar Departemen Geofisika dan Meteorologi yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, serta bantuan selama penulis menempuh pendidikan di IPB University.
4. Alm. Bapak Drs. H. Ahmad Daeng dan Ibu Hj. Nurhaedah, S. Se., selaku orangtua penulis yang selalu memberikan kasih sayang, nasehat, doa, dan dukungan tanpa henti dalam setiap langkah yang penulis ambil.
5. Saudari-saudara penulis, Adelita Fitriani Baiq Rizki Pratama, Aderizal Rahman Ganda Taruna Nusantara, dan Shalihatul Anggraini Adhiguna, yang selalu memberikan semangat, nasehat, dan selalu bisa meluangkan waktunya untuk penulis. Hal tersebut merupakan anugerah tidak ternilai yang penulis dapatkan.
6. Zia Husnul Labib, yang selalu sabar dan selalu memberikan semangat serta mendengarkan keluh kesah penulis, dan menemani penulis dalam suka maupun duka. Terima kasih sudah mewarnai hari-hari penulis dengan tawa dan canda yang sangat berarti bagi penulis.
7. Teman-teman SMP penulis yang hingga saat ini masih berhubungan baik, Almas Siami Putrini dan Alysha Khansa Ramadhina, terima kasih sudah hadir dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
8. Erlita Nayla Ariij, Nisa Rizka Yuniarti, Yashinta Nurazizah Maharani Putri, Andini Retno Ajeng, dan Anggun Dwi Maharani, selaku teman penulis selama di Departemen, yang sudah kebersamai penulis dari awal perjalanan di Departemen ini. Terima kasih atas kehadiran dan kontribusi dalam suka dan duka penulis, serta motivasi dan semangatnya sehingga penulis bisa melewati segalanya dengan baik.
9. Faiz Ramadhan, Aufaa Ikram Ramadika, Shalsha Amorz Dwipudyararas, Syaffira Setyani, Ryan Abil Nasution, dan Dwi Setiadhi, selaku teman sebimbingan yang telah memberikan banyak ilmu berharga dan pengalaman baik selama proses penelitian hingga akhir penyusunan skripsi.
10. Seluruh keluarga Civitas Gahar dan teman-teman yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang sudah kebersamai penulis dan memberikan sangat banyak motivasi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Juni 2026

*Adetriati Fauziyyah*

@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



### @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.



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xviii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Suhu Permukaan Laut	4
2.2 Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI 712)	4
2.3 Model Iklim Global CMIP6	5
2.4 <i>Downscaling</i> Statistik Data Iklim	6
2.5 Data Observasi Satelit MUR SST	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja	12
3.4 Analisis Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Evaluasi dan Komparasi Metode <i>Downscaling</i>	19
4.2 Proyeksi Suhu Permukaan Laut (SPL) WPPNRI 712 Hingga 2100	26
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	34
RIWAYAT HIDUP	37

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.



### @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.



## DAFTAR TABEL

1	Spesifikasi model GCM CMIP6 yang digunakan dalam penelitian	11
2	Skenario emisi yang digunakan dalam penelitian	11
3	Matriks dataset proyeksi SPL yang dihasilkan	17
4	Hasil evaluasi kuantitatif metode downscaling ALR dan QDM (periode validasi 2015-2019) SSP2-4.5	19
5	Laju kenaikan SPL WPPNRI 712 periode proyeksi 2015-2100 untuk tiga skenario dengan ensemble mean ALR	28

## DAFTAR GAMBAR

1	Lokasi kajian	10
2	Diagram alir penelitian	13
3	Grafik siklus musiman rata-rata SPL WPPNRI (2015-2019) SSP2-4.5	22
4	Peta bias spasial klimatologis (2015-2019) SSP2-4.5	24
5	Grafik timeseries proyeksi jangka panjang SST	27
6	Peta klimatologi SST dan anomali SST periode 2071-2100 SSP5-8.5	29
7	Grafik pergeseran siklus musiman SST WPPNRI 712 periode akhir abad (2071-2100) dan periode validasi (2015-2019)	30