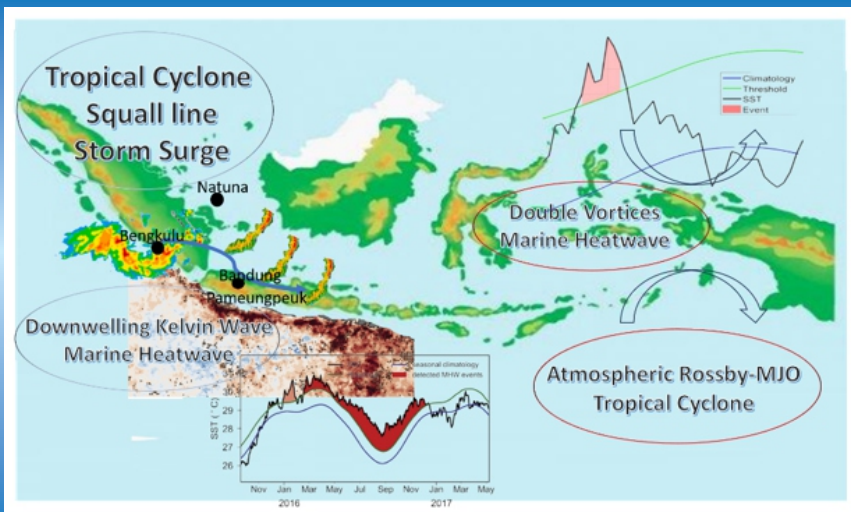


INTERAKSI ANTARA ATMOSFER DAN LAUT PEMICU CUACA EKSTREM UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PREDIKSI *ONSET* HUJAN DI PESISIR

ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG KLIMATOLOGI DAN PERUBAHAN IKLIM
KEPAKARAN CUACA DAN IKLIM EKSTREM



OLEH:
ERMA YULIHASTIN

BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

**INTERAKSI ANTARA ATMOSFER
DAN LAUT PEMICU CUACA EKSTREM
UNTUK MENINGKATKAN AKURASI
PREDIKSI *ONSET* HUJAN DI PESISIR**

Buku ini tidak diperjualbelikan

Diterbitkan pertama pada 2024 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**INTERAKSI ANTARA ATMOSFER
DAN LAUT PEMICU CUACA EKSTREM
UNTUK MENINGKATKAN AKURASI
PREDIKSI *ONSET* HUJAN DI PESISIR**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG KLIMATOLOGI
DAN PERUBAHAN IKLIM
KEPAKARAN CUACA DAN IKLIM EKSTREM**

OLEH:
ERMA YULIHASTIN

Reviewer:

Prof. Dr. Sri Yudawati Cahyarini, S.T.
Prof. Dr. M. Rokhis Khomarudin, S.Si., M.Si.
Prof. Dr.Eng. Nining Sari Ningsih
Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani
Prof. Ir. Wimpie Agoeng Nugroho Aspar, MSCE., Ph.D.

Penerbit BRIN

© 2024 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Pusat Riset Iklim dan Atmosfir

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Interaksi antara Atmosfer dan Laut Pemicu Cuaca Ekstrem untuk Meningkatkan Akurasi
Prediksi *Onset* Hujan di Pesisir/Erma Yulihastin–Jakarta: Penerbit BRIN, 2023.

ix + 87 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-623-8372-62-1 (*e-book*)

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. Interaksi Atmosfer dan Laut | 2. Cuaca Ekstrem |
| 3. Benua Maritim Indonesia | 4. Akurasi Prediksi Hujan |




551.54

Copy editor : Sabar Stilla
Proofreader : Martinus Helmiawan
Penata Isi : Dhevi E.I.R. Mahelingga
Desainer Sampul : Dhevi E.I.R. Mahelingga

Cetakan Pertama : April 2024



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No. 8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: +62 811-1064-6770
e-mail: penerbit@brin.go.id
website: penerbit.brin.go.id

 PenerbitBRIN
 @Penerbit_BRIN
 @penerbit.brin

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BIODATA RINGKAS	1
PRAKATA PENGUKUHAN	7
I. PENDAHULUAN	9
II. PERKEMBANGAN RISET INTERAKSI ATMOSFER- LAUT PEMICU CUACA EKSTREM DI BENUA MARITIM INDONESIA	13
A. Laut Tiongkok Selatan dan Hujan Dini Hari Ekstrem.....	14
B. Samudra Hindia dan Badai <i>Squall Line</i>	19
C. Laut Banda dan <i>Mesoscale Convective Complex</i>	23
D. Laut Banda-Maluku dan Siklon Tropis.....	26
III. TANTANGAN KOMPLEKSITAS BENUA MARITIM INDONESIA DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PREDIKSI HUJAN EKSTREM.....	31
IV. STRATEGI PENINGKATAN AKURASI PREDIKSI HUJAN EKSTREM DI BENUA MARITIM INDONESIA	39
V. RELEVANSI, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....	43
VI. KESIMPULAN.....	47
VII. PENUTUP.....	49
VIII.UCAPAN TERIMA KASIH.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	57
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	67
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA.....	77
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	81

Buku ini tidak diperjualbelikan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Karakteristik hujan dini hari berdasarkan frekuensi kejadian, magnitudo harmonik, persentil ke-99 (P99th), dan peta spasial CENS-CT saat terjadi hujan dini hari.	16
Gambar 2	Interaksi gelombang Kelvin di laut dan Squall-Line di atmosfer dalam memicu banjir rob serentak di pesisir utara dan selatan Jawa-Bali pada 20 Mei 2020.	20
Gambar 3	Propagasi <i>squall-line</i> dari data reflektifitas berdasarkan simulasi model.	22
Gambar 4	Pengaruh pembaruan SST pada simulasi model MCC kembar pada kasus banjir bandang Luwu pada 13-14 Juli 2020.	25
Gambar 5	Perbandingan angin hasil simulasi model WRF dengan data reanalisis CCMP.	29

Buku ini tidak diperjualbelikan

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Konfigurasi model prediksi cuaca numerik WRF untuk memprediksi cuaca ekstrem di Benua Maritim Indonesia.....	18
---------	--	----

Buku ini tidak diperjualbelikan

BIODATA RINGKAS



Erma Yulihastin, lahir di Lamongan, pada tanggal 4 Juli 1979 adalah anak kedua dari Bapak Misnur Syamin (Alm.) dan Ibu Umi Kulsum (Almh.). Menikah dengan Setyardi Widodo, ST., MA. dan dikaruniai tiga anak, yaitu Sekar Nabila Inspirana, Ajisaka Falasiva, Kirana Sakina Egalita.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 6/M Tahun 2023 tanggal 25 Januari 2023 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama terhitung mulai tanggal 21 Maret 2023. Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 84/I/HK/2024 tanggal 1 Maret 2024 yang bersangkutan melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar Negeri Pangkatrejo, tahun 1991, Sekolah Menengah Pertama Negeri Sekaran, tahun 1994, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Lamongan, tahun 1997. Memperoleh gelar Sarjana Geofisika dan Meteorologi dari ITB tahun 2002, gelar

Magister Sains Kebumihan dari ITB tahun 2014, dan gelar Doktor bidang Sains Atmosfer dari ITB tahun 2020.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: Spring School on Fluid Mechanics and Geophysics of Environmental Hazards, di NUS, Singapura (2009), Invited Researcher of Asia Africa Platform Program, Japan Society for The Promotion Science (AAP-JSPS), Department of Earth Science and Environment, Hirosaki University, Jepang (2009), The International School on Atmosphere Radars, Profiling, Modeling and Forecasting, di National Central University, Jhong Li, Taiwan (2009), Training of data analysis SINTEX-F Modeling, SARTREPS program, di JAMSTEC, Yokosuka, Jepang (2013), Capacity Building in Regional NWP Based on COSMO Model, di DWD, Jerman, (2013), Training of Matching Oceanographic Problems of the ITF to the Right Data Sets and Models, di ITB, Bandung, Indonesia (2014). Invited Researcher to JSPS Core-to-core program International Research Collaborations and Networking on Extreme Weather in Changing Climate in the Maritime Continent, di Kyoto University, Kyoto, Jepang (2015), International Workshop on Extreme Weather in Changing Climate, 5-8 January, ITB, Bandung, Indonesia (2016), Third International

Workshop on Extreme Weather in Changing Climate in the Maritime Continent, di Nanyang Technological University, Singapura (2017), Scientific Mini Workshop of Extreme Weather under Changing Climate in Maritime Continent and Its Societal Impact, Collaboration of ITB-Kyoto University, di ITB, Bandung, Indonesia (2019).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Ahli Pertama golongan IIIB tahun 2009, Peneliti Ahli Muda golongan IIID tahun 2012, Peneliti Ahli Madya golongan IVA tahun 2016, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama golongan IVE bidang Klimatologi dan Perubahan Iklim tahun 2023.

Menghasilkan 55 karya tulis ilmiah (KTI) serta 46 artikel ilmiah populer, baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk bagian dari buku, jurnal, dan prosiding. Sebanyak 41 KTI ditulis dalam bahasa Inggris dengan 12 KTI diterbitkan dalam jurnal internasional bereputasi menengah dan tinggi, 6 KTI ditulis dalam bahasa Indonesia, 1 paten, dan 3 produk inovasi purwarupa dalam tahap implementasi untuk wilayah Indonesia, yaitu: *Numerical-based Atmosphere-ocean prediction and Knowledge Using deep Learning Artificial Intelligence* (NAKULA), tahap uji coba

skala Laboratorium untuk: *Knowledge of Risk and Early drought-fire warning System for Needed Action* (KRESNA) dan *Assessment of a Near-real Time Alert of Salt production Endorsed for Needed-based Action* (ANTASENA).

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing jabatan fungsional peneliti terhadap para Peneliti Ahli Pertama, Muda dan Madya BRIN, pembimbing mahasiswa magang Merdeka Belajar Kampus Merdeka juga skripsi mahasiswa S-1 ITB, IPB, UNPAD, UNDIP, UNSOED, UB, UNTAN, UPI, UHAMKA, penguji tesis S-2 ITB, dan pembimbing mahasiswa S-3 Sains Atmosfer ITB melalui skema *degree by research* BRIN.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota American Geophysical Union (2017–sekarang), Asia-Oceania Geophysical Union (2017–sekarang), Australian Meteorological and Oceanographic Society (2018–sekarang), pengurus Asosiasi Ahli Atmosfer Indonesia (2019–sekarang), pengurus Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (2019–sekarang), pengurus Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia Provinsi Jawa Barat (2020–sekarang). Menerima tanda

penghargaan Peneliti Terbaik LAPAN (2016) dan Satyalancana Karya Satya 10 Tahun (tahun 2018) dari Presiden RI.

Buku ini tidak diperjualbelikan

Buku ini tidak diperjualbelikan

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya, sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal 25 April 2024, menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“INTERAKSI ANTARA ATMOSFER DAN LAUT PEMICU CUACA EKSTREM UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PREDIKSI *ONSET* HUJAN DI PESISIR”

Pada orasi ini, akan disampaikan *state of the art* tentang perkembangan, peluang dan tantangan penelitian lokasi-lokasi kunci di laut sekitar Indonesia dan bentuk-bentuk cuaca ekstrem yang sering terbentuk di wilayah tersebut. Penemuan-penemuan tersebut dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai mekanisme cuaca ekstrem di Indonesia sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi model prediksi cuaca melalui pengembangan model kopel antara atmosfer dan laut.

Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang interaksi atmosfer-laut yang dapat memicu cuaca ekstrem. Dengan demikian, langkah dan strategi mitigasi yang akurat dapat dihasilkan, sehingga kebijakan-kebijakan sektoral di Indonesia juga menjadi tepat sasaran dalam mengantisipasi dampak perubahan iklim yang semakin meluas.

I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah memasuki fase baru, ditandai dengan laju kenaikan rata-rata suhu global konsisten mencapai $>1,6^{\circ}\text{C}$ sejak September 2023 hingga Januari 2024. Sekretaris Jenderal Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) menyebut peningkatan suhu ini sebagai perubahan era dari *global warming* menjadi *global boiling*, yang merujuk pada laporan ilmuwan terhadap data temperatur global dari Copernicus Eropa. Hal ini ia sampaikan saat berbicara pada forum PBB. Salah satu dampaknya, cuaca ekstrem di berbagai belahan dunia meningkat secara signifikan dalam hal intensitas, amplitudo, frekuensi, durasi, dan skala dampaknya (IPCC, 2023).

Peningkatan cuaca ekstrem ini membutuhkan mitigasi secara cepat, tepat, dan akurat. Untuk melakukan mitigasi cuaca ekstrem, dibutuhkan kajian spesifik mengenai bentuk-bentuk cuaca ekstrem di di Benua Maritim Indonesia, yang selanjutnya disebut dengan BMI.. Istilah ini digunakan bagi kawasan yang terdiri

atas puluhan ribu kepulauan dengan dinamika cuaca dan sistem iklim paling kompleks di seluruh dunia. Sebagai akibatnya, model cuaca memiliki bias kesalahan prediksi hujan paling besar di BMI (Im & Eltahir, 2017; Li et al., 2017).

Salah satu permasalahan utama dalam bias prediksi hujan adalah kelemahan model dalam memprediksi fase hujan. Hal ini terutama berkaitan dengan *onset* atau waktu permulaan intensitas hujan yang meningkat secara tiba-tiba. Di sisi lain, karena hujan di seluruh dunia paling banyak turun di pesisir (Ogino et al., 2016), maka kawasan ini paling rentan mengalami hujan ekstrem terutama yang dipicu oleh gangguan cuaca skala sinoptik di atas laut (Chang et al., 2005; Yulihastin et al., 2020a; Yulihastin et al., 2021a). Selain itu, kawasan pesisir memiliki karakteristik propagasi hujan yang kuat; baik propagasi dari laut ke darat maupun dari darat ke laut, sehingga hujan ekstrem cenderung terkonsentrasi di wilayah transisi yang menghubungkan darat dan laut tersebut (Yulihastin et al., 2020a).

Salah satu cara untuk memperbaiki prediksi *onset* hujan ekstrem di pesisir, yaitu dengan memiliki pemahaman yang lebih baik mengenai interaksi atmosfer-laut yang dapat memicu cuaca ekstrem. Kajian-kajian mekanisme cuaca ekstrem yang berkaitan dengan interaksi atmosfer-laut di BMI yang menghasilkan penemuan tentang lokasi-lokasi kunci di mana cuaca ekstrem dapat terjadi secara persisten dan berdampak meluas bahkan katastropik, telah dilakukan (Yulihastin et al., 2020a; Yulihastin et al., 2021a, b, c; Yulihastin et al., 2022a, b; Yulihastin et al., 2023a, b).

Oleh karena itu, naskah orasi ini disusun dengan menyajikan kata kunci penting, yaitu: interaksi atmosfer-laut, mekanisme cuaca ekstrem, dan prediksi hujan ekstrem, dengan judul: “PEMAHAMAN INTERAKSI ATMOSFER-LAUT PEMICU CUACA EKSTREM UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PREDIKSI *ONSET* HUJAN DI PESISIR.”

Buku ini tidak diperjualbelikan

II. PERKEMBANGAN RISET INTERAKSI ATMOSFER-LAUT PEMILICU CUACA EKSTREM DI BENUA MARITIM INDONESIA

Memprediksi hujan ekstrem secara akurat di BMI masih menjadi tantangan terbesar ilmuwan di bidang meteorologi dan klimatologi (Im & Eltahir, 2017; Li et al., 2017). Pengetahuan yang masih minim terhadap mekanisme hujan ekstrem di BMI menjadi penyebab utama kinerja model prediksi cuaca yang masih rendah dalam memodelkan wilayah yang dua pertiganya terdiri atas lautan (Li et al., 2020). Selain berbagai teknik pemodelan, perkembangan terkini terhadap perbaikan model prediksi hujan di BMI menggarisbawahi urgensi dalam mempertimbangkan dinamika suhu permukaan laut dalam rentang waktu 24 jam untuk memperbaiki intensitas hujan (Li et al., 2020). Dalam perkembangan riset terkini mengenai prediksi hujan ekstrem, ditunjukkan bahwa pembaruan secara reguler suhu permukaan laut ke dalam model prediksi cuaca tak hanya memperbaiki intensitas hujan tetapi juga waktu permulaan (*onset*) kenaikan hujan ekstrem (Yulihastin et al., 2021a, b).

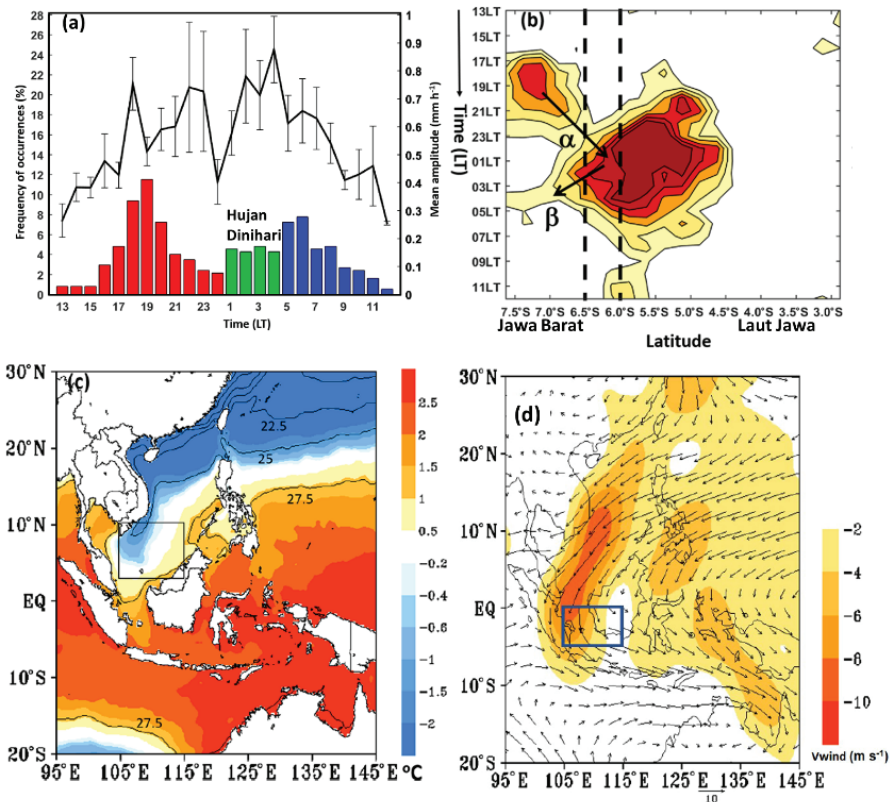
Karena perairan di wilayah BMI sangat luas dan beragam, perlu dirumuskan kajian mengenai lokasi kunci terkait laut beserta fenomenanya di BMI yang dapat memicu cuaca ekstrem berdampak meluas (Yulihastin et al., 2020a; Yulihastin et al., 2021a, b, c; Yulihastin et al., 2022a, b; Yulihastin et al., 2023a, b). Hal ini merupakan upaya untuk memahami pola cuaca ekstrem sebagai dampak dari perubahan iklim. Perkembangan riset yang telah dilakukan oleh para ilmuwan di bidang meteorologi, klimatologi, dan oseanografi telah banyak dilakukan, dengan rangkuman hasil-hasil yang disajikan sebagai berikut.

A. Laut Tiongkok Selatan dan Hujan Dini Hari Ekstrem

Laut Tiongkok Selatan secara geografis terhubung dengan Selat Karimata dan Laut Jawa, serta secara tegak lurus berhadapan dengan Jawa bagian barat. Di sisi lain, hujan dini hari ekstrem merupakan salah satu jenis cuaca ekstrem yang ditandai dengan hujan yang turun dengan intensitas ekstrem pada waktu dini hari (01:00–04:00 WIB). Fenomena ini kerap terjadi (~20%) di pesisir utara Jawa bagian barat, termasuk DKI Jakarta, dan memicu banjir besar di Jakarta, misalnya kasus banjir Jakarta pada

2007, 2013, 2014, dan 2020 (Wu et al., 2007; Trilaksono et al., 2011; Yulihastin & Trilaksono, 2014; Nuryanto et al., 2021). Mekanisme penyebab hujan dini hari ekstrem tersebut berkaitan dengan dua fenomena yang terjadi di permukaan atmosfer dan laut berupa penguatan angin permukaan dan pendinginan suhu permukaan laut di Laut Tiongkok Selatan dekat Selat Karimata yang menjalar hingga Laut Jawa. Fenomena dinamakan dengan istilah *Cross-Equatorial Northerly Surge* (CENS) (Hattori et al., 2011; Yulihastin & Trilaksono, 2014; Yulihastin & Fathrio, 2014) dan *Cold Tongue* (CT) yang terjadi di atmosfer dan laut (Gambar 1).

Bagaimana interaksi CENS-CT dalam menciptakan hujan dini hari ekstrem di atas pesisir? *Pertama*, CT berperan menggeser lokasi hujan dari tengah laut menjadi di dekat pesisir karena suhu permukaan laut yang mendingin telah menciptakan tekanan tinggi di atas Laut Tiongkok Selatan (Koseki et al., 2012). *Kedua*, CT dapat menghasilkan CENS lokal di sekitar Laut Karimata (Yulihastin et al., 2019; Yulihastin et al., 2020b; Yulihastin et al., 2021c; Yulihastin, 2022a; Yulihastin et al., 2022b). *Ketiga*, CENS-CT berperan utama dalam meningkatkan kelembapan dan aktivitas konvektif, sehingga hujan ekstrem terkonsentrasi di kawasan pesisir (Yulihastin et



Ket.: (a) Frekuensi kejadian (grafik batang) dan magnitudo harmonik pertama (garis) dari data hujan tiap jam. (b) Persentil ke-99 (P99th) dari data hujan dini hari, selama Januari-Februari dari 2000 hingga 2019. Garis vertikal: wilayah di pesisir utara. (c) Suhu permukaan laut (kontur) dan anomalinnya (gradasi warna) pada saat hujan dini hari. Kotak biru menunjukkan area indeks *Cold Tongue* (CT). (d) Sama seperti (c), tetapi untuk vektor angin dan angin meridional (warna). Kotak biru menunjukkan indeks CENS.

Sumber: Yulihastin et al. (2020a)

Gambar 1 Karakteristik hujan dini hari berdasarkan frekuensi kejadian, magnitudo harmonik, persentil ke-99 (P99th), dan peta spasial CENS-CT saat terjadi hujan dini hari.

al., 2020a). Melalui riset-riset tersebut ditemukan bahwa frekuensi hujan dini hari ekstrem yang terjadi saat CENS-CT terjadi bersamaan lebih sering dibandingkan jika CENS dan CT yang terjadi masing-masing secara terpisah (Yulihastin et al., 2020a).

Fenomena hujan dini hari ekstrem di pesisir ini sulit diprediksi secara akurat oleh model prediksi cuaca numerik terutama dalam hal intensitas dan *onset*. Hal ini menunjukkan sistem propagasi hujan di pesisir belum dapat direpresentasikan oleh model (Yulihastin et al., 2022b). Oleh karena itu, telah dilakukan riset yang mengeksplorasi berbagai teknik, yaitu dengan memperluas domain simulasi model, meningkatkan resolusi spasial, dan melakukan uji sensitivitas (Yulihastin et al., 2020b; Yulihastin et al., 2021b). Melalui kajian ini, dihasilkan konfigurasi skema model prediksi cuaca yang lebih sesuai agar dapat menyimulasikan hujan dini hari ekstrem di pesisir utara Jawa bagian barat, sehingga solusi bagi prediksi salah satu jenis cuaca ekstrem tersebut dapat dirumuskan (Tabel 1).

Tabel 1 Konfigurasi model prediksi cuaca numerik WRF untuk memprediksi cuaca ekstrem di Benua Maritim Indonesia

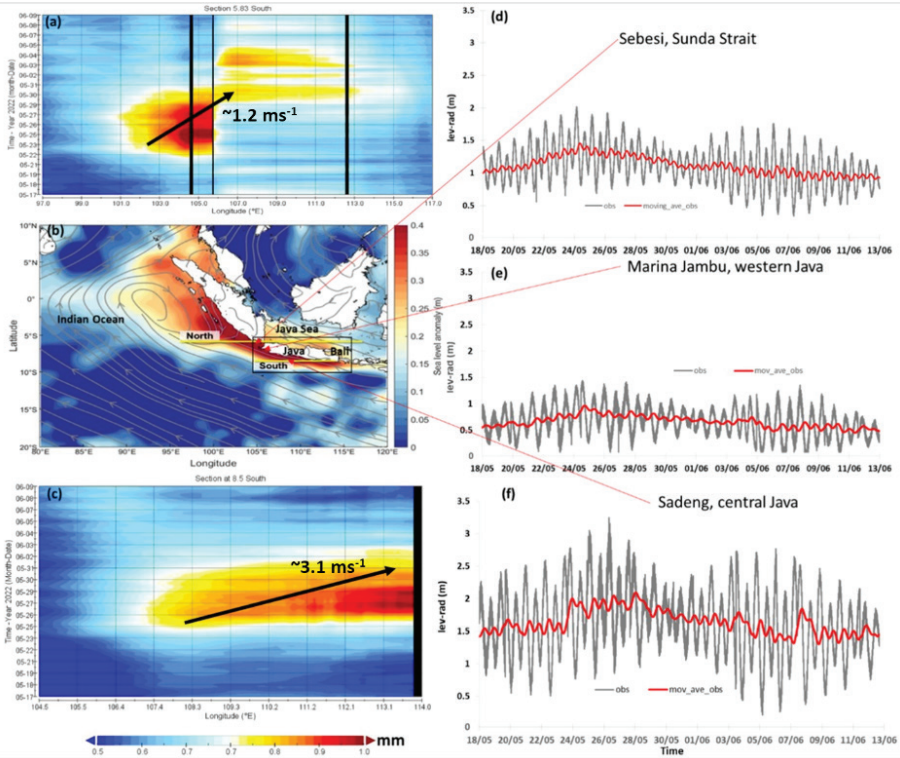
Parameterisasi	Domain 1	Domain 2	Domain 3
Cumulus	BMJ	BMJ	-
Mikrofisis	Double Moment five-class	Double Moment five-class	Double Moment five-class
PBL	Mellor-Yamada-Janjic	Mellor-Yamada-Janjic	Mellor-Yamada-Janjic
Shortwave Radiation	RRTMG	RRTMG	RRTMG
Longwave Radiation	RRTMG	RRTMG	RRTMG
Surface Layer	Monin-Obukhov	Monin-Obukhov	Monin-Obukhov
Land Surface	Four-layer Noah LS	Four-layer Noah LS	Four-layer Noah LS

Ket.: Tabel konfigurasi model prediksi cuaca numerik WRF dalam memprediksi hujan ekstrem di pesisir untuk fenomena yang berasal dari Laut Tiongkok Selatan. Konfigurasi ini juga dapat digunakan untuk prediksi fenomena cuaca ekstrem lainnya dari Samudra Hindia dan Laut Banda-Maluku. Resolusi temporal dan spasial pada domain 1–3, dapat mengalami perubahan secara dinamis sesuai dengan skala fenomena cuaca ekstrem tersebut (Yulihastin et al., 2022a).

B. Samudra Hindia dan Badai *Squall Line*

Samudra Hindia secara geografis berhadapan langsung dengan Pulau Sumatra dan Jawa di bagian barat BMI. Akibatnya, gangguan cuaca siklonik yang terjadi di atas Samudra Hindia dapat diadvaksikan langsung menuju Sumatra dan Jawa dalam berbagai bentuk cuaca ekstrem. Salah satu yang paling sering terjadi adalah badai *squall line* yang merupakan jenis badai konvektif dalam pola garis-garis memanjang yang terbentuk di atas Sumatra dalam skala meso dengan radius antara 20–100 km.

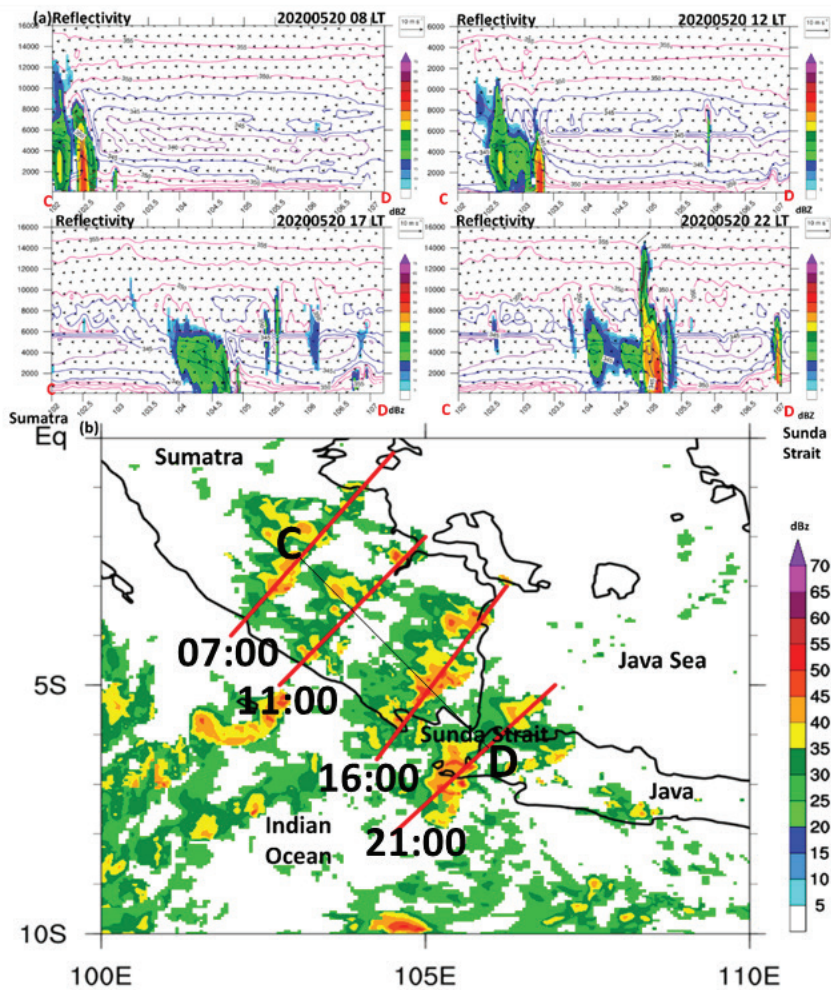
Fenomena *squall-line* Sumatra umumnya terjadi secara singkat (< 3 jam) dan berpropagasi dari Sumatra menuju Semenanjung Malaysia melalui Selat Malaka (Lo & Orton, 2016; Chan et al., 2019). Akan tetapi, telah ditemukan *squall line* skala luas dan lama (> 6 jam) yang terjadi karena pergerakan sirkulasi siklonik di Samudra Hindia sehingga menghasilkan garis-garis badai (Yulihastin et al., 2023b). Penyebabnya karena fenomena *squall-line* ini berinteraksi dengan gelombang Kelvin di laut sehingga memicu bencana banjir rob meluas menjangkau seluruh pesisir selatan dan utara Jawa-Bali (Gambar 2). Tercatat banjir rob terjadi secara berurutan dari barat ke timur dari 26 Mei hingga 3 Juni 2020 dengan dampak terparah di Indonesia (bmkg.go.id, 27 Mei 2020) (Gambar 3).



Ket.: (a–c) Arah dan kecepatan propagasi gelombang Kelvin dari data anomali tinggi muka air laut yang berasosiasi dengan pembentukan siklonik vorteks di Samudra Hindia dekat Sumatra. (d–f) Rekaman data tinggi muka air laut di stasiun Sebesi, Marina Jambu, dan Sadeng.

Sumber: Yulihastin et al. (2023b)

Gambar 2 Interaksi gelombang Kelvin di laut dan Squall-Line di atmosfer dalam memicu banjir rob serentak di pesisir utara dan selatan Jawa-Bali pada 20 Mei 2020.



Ket.: (a) Propagasi secara longitudinal *squall-line* dari Sumatra (C) ke Selat Sunda (D). (b) Waktu propagasi dari Sumatra ke Selat Sunda dari 07:00 hingga 21:00 WIB pada 20 Mei 2020.

Sumber: Yulihastin et al. (2023b)

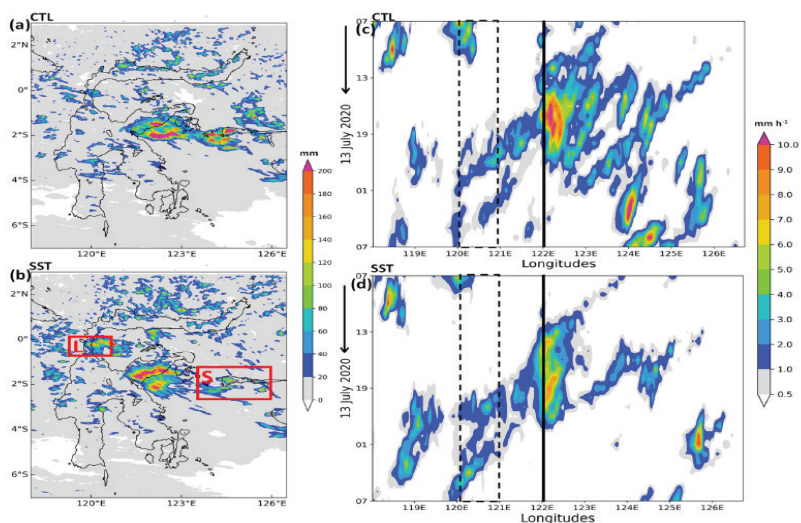
Gambar 4 Propagasi *squall-line* dari data reflektifitas berdasarkan simulasi model.

C. Laut Banda dan *Mesoscale Convective Complex*

Laut Banda merupakan perairan timur Indonesia yang paling luas dan strategis karena mempertemukan Samudra Pasifik dengan perairan lokal lainnya yang lebih sempit, seperti Laut Timor, Arafura, dan beberapa selat lainnya. Melalui variasi musimannya yang unik, suhu permukaan laut di perairan ini berperan dominan dalam membentuk hujan sehingga puncak hujan tahunan justru terjadi selama periode musim kemarau (Yulihastin & Kodama, 2010; Yulihastin & Kodama, 2014). Salah satu kejadian hujan ekstrem yang berlangsung saat musim kemarau di Luwu, Masamba, Sulawesi telah memicu banjir bandang meluas pada 11–13 Juli 2021 (BNPB.go.id, 21 Juli 2021).

Banjir bandang tersebut dipicu oleh hujan ekstrem dari malam hingga dini hari di atas Masamba yang dihasilkan dari aktivitas dua klaster awan konvektif yang dinamakan *Mesoscale Convective Complex* (MCC) (Yulihastin et al., 2021b). Hasil kajian juga membuktikan mekanisme terjadinya MCC kembar (Gambar 5), persisten (> 10 jam), dengan propagasi yang lambat dari timur ke barat di atas Sulawesi dipicu oleh sirkulasi antisiklonik vorteks di Laut Makassar (Yulihastin et al., 2021b). Selain itu,

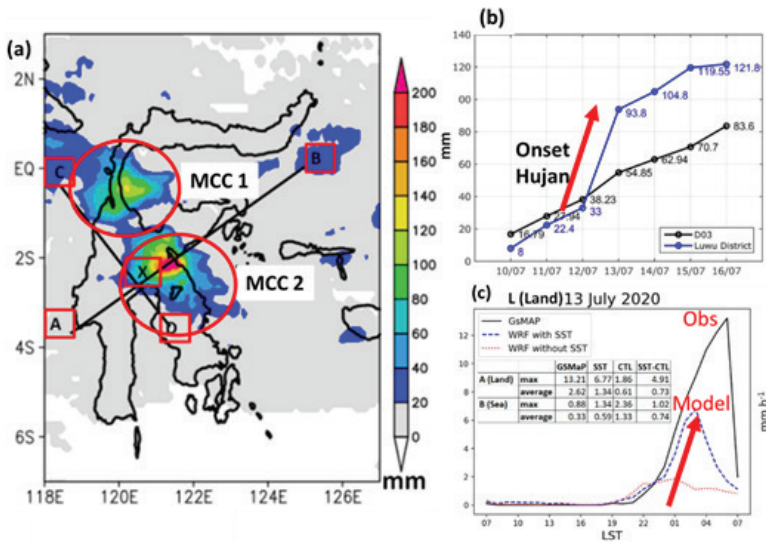
riset yang dilakukan tersebut juga menemukan peran utama suhu permukaan laut dalam menggeser lokasi hujan ekstrem dari laut menuju darat. Melalui riset ini, terungkap bukti ilmiah mengenai urgensi perubahan input suhu permukaan laut setiap enam jam ke dalam model prediksi cuaca untuk memperbaiki akurasi *onset* kenaikan hujan yang tiba-tiba, intensitas, dan lokasi (Gambar 6).



Ket.: (a–b) Peta spasial akumulasi hujan harian pada 13-14 Juli 2020 berdasarkan simulasi model tanpa dan dengan pembaruan input suhu permukaan laut (SST). (c–d) Sama seperti (a–b), tetapi untuk diagram Hovmoller Waktu-Bujur. Pembaruan SST dapat meningkatkan hujan di darat (L) dan mengurangi hujan di laut (S), sehingga lebih akurat dibandingkan data satelit.

Sumber: Yulihastin et al. (2021b)

Gambar 5 Pengaruh pembaruan SST pada simulasi model MCC kembar pada kasus banjir bandang Luwu pada 13-14 Juli 2020.



Ket.: (a) Peta spasial akumulasi hujan harian pada 13-14 Juli 2020 berdasarkan data satelit GsMAP. (b) Grafik deret waktu akumulasi hujan harian pada 10–16 Juli 2020 berdasarkan data stasiun BMKG. (c) Perbandingan data hujan dari hasil simulasi model antara tanpa (dengan) perubahan SPL dan data satelit GsMAP.

Sumber: Yulihastin et al. (2021b)

Gambar 6 Permulaan kenaikan (onset) hujan pada 12-13 Juli 2020 yang dapat disimulasikan oleh model prediksi cuaca setelah dilakukan pembaruan SPL.

D. Laut Banda-Maluku dan Siklon Tropis

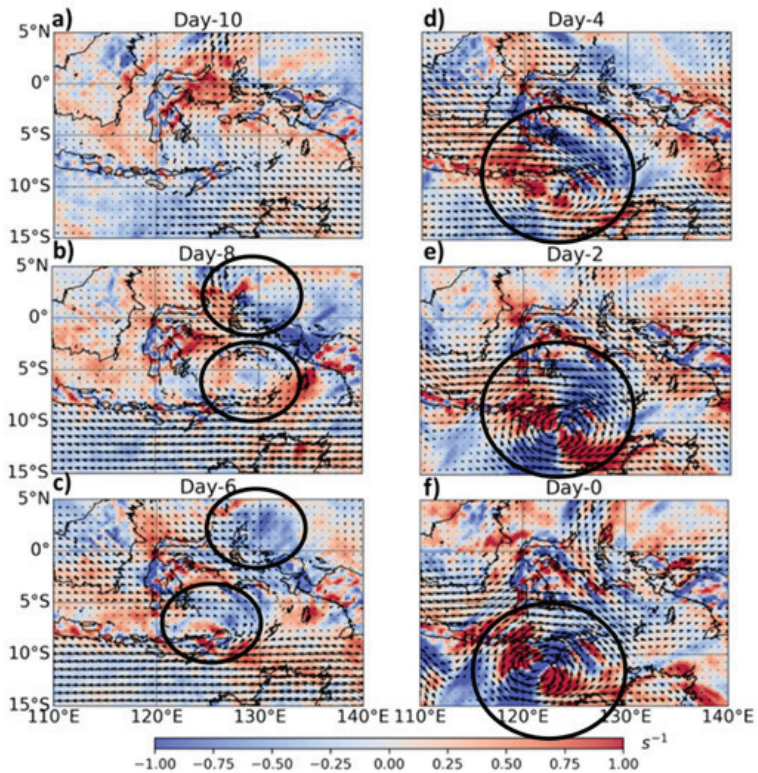
Peran laut Banda-Maluku dalam memicu cuaca ekstrem lainnya diperlihatkan melalui fenomena gelombang panas ekstrem (*marine heatwave*) yang dapat membangkitkan bibit siklon tropis. Pada skala yang paling luas, cuaca ekstrem dapat dihasilkan dari fenomena siklon tropis (radius skala $\sim 1.000\text{--}100.000$ km) yang dapat diidentifikasi melalui tiga parameter utama: awan, angin, dan vortisitas (Nguyen et al., 2014).

Untuk gerakan berputar atau vortisitas, teori konvensional menunjukkan bahwa gaya tersebut ditentukan oleh vortisitas absolut dan relatif. Vortisitas absolut tergantung pada gaya Coriolis yang ditentukan oleh besaran lintang tempat. Artinya, semakin menjauhi ekuator maka gaya Coriolis pun semakin membesar. Inilah penjelasan mengapa pembentukan badai tropis tidak bisa terjadi di wilayah dekat ekuator mengingat gaya Coriolis mendekati nol. Namun demikian, masih ada kontribusi dari vortisitas relatif yang dapat memberikan energi bagi badai untuk bisa berputar (Nguyen et al., 2014).

Lantas bagaimana gaya vortisitas relatif dapat terbentuk di wilayah dekat ekuator? Di sepanjang garis ekuator terdapat fenomena terperangkapnya gelombang tropis ekuator yang disebut juga dengan *Convective-Coupled Equatorial Wave* (CCEW). Eksistensi CCEW

ini saling berinteraksi antargelombang itu sendiri atau dengan jenis gelombang lainnya sehingga memicu pembentukan vorteks di dekat ekuator yang dapat terus berlanjut, sehingga menjadi badai tropis lalu berubah menjadi siklon tropis sebagaimana pada kasus siklon tropis Seroja (Latos et al., 2023; Yulihastin et al., 2023a).

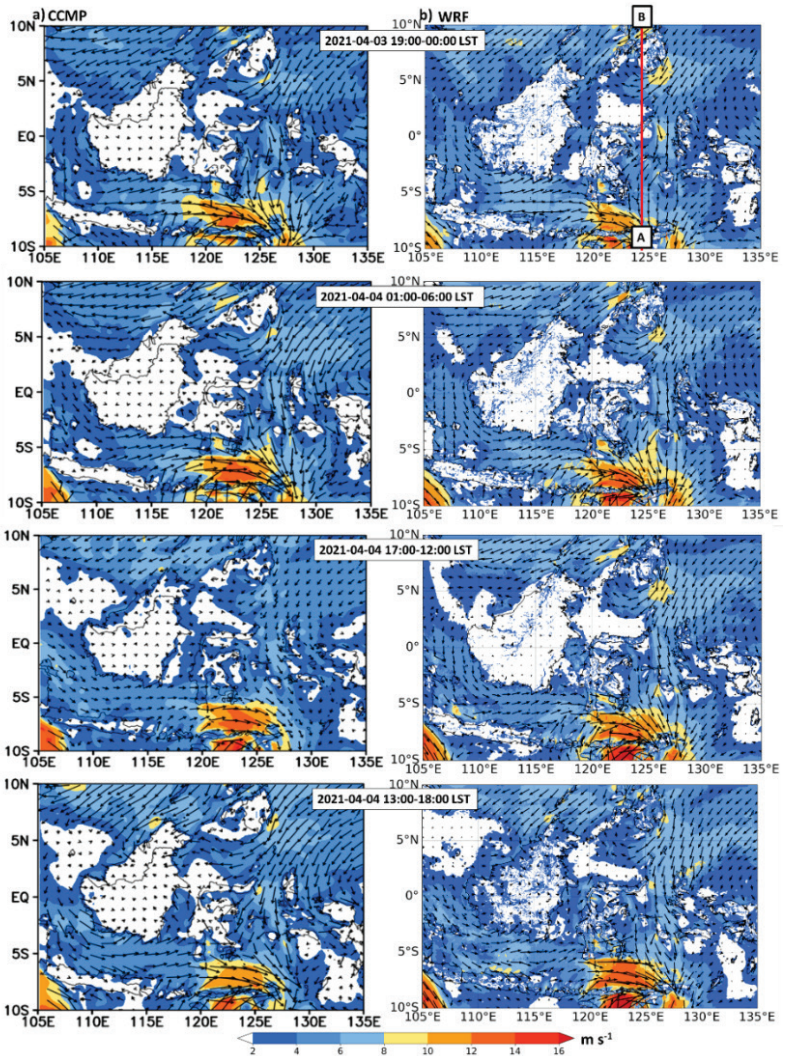
Pada tahap prakondisi siklon tropis Seroja, terbentuk sepasang vorteks kembar di utara dan selatan ekuator yang merupakan manifestasi dari gelombang Rossby (Gambar 7). Gelombang yang aktif dan terbentuk di atas laut Banda-Maluku ini selanjutnya berinteraksi dengan *Madden Julian Oscillation* (MJO) fase 4 di kawasan timur Indonesia. Interaksi antara Rossby dan MJO inilah yang berperan dalam memberikan dukungan angin timuran (baratan), sehingga vorteks yang terjadi di selatan ekuator dapat terus tumbuh, menguat, dan membesar (Yulihastin et al., 2023a). Selain itu, MJO juga berperan menciptakan sistem tekanan rendah yang meluas di timur Indonesia, sehingga aktivitas konvektif terus berlanjut dari vorteks menjadi bibit siklon tropis. Riset prediksi siklon Seroja ini membuktikan kemampuan model prediksi cuaca numerik resolusi 3 km dalam menyimulasikan sepasang vorteks meskipun prediksi hujan ekstrem di darat tidak tertangkap oleh model karena pergeseran lokasi hujan efek pemanasan ekstrem di perairan Banda (Yulihastin et al., 2023a) yang diperlihatkan pada Gambar 8.



Ket.: (a–f) Evolusi pembentukan bibit siklon Seroja dari dua vortex di Laut Banda-Maluku pada 4 April 2021.

Sumber: Yulihastin et al. (2023a)

Gambar 7 Evolusi waktu proses pembentukan siklon tropis Seroja berdasarkan data reanalisis ERA5.



Ket.: (a–b) Perbandingan antara data angin dari reanalisis CCMP dan simulasi model WRF untuk studi kasus siklon Seroja pada 4 April 2021.

Sumber: Yulihastin et al. (2023a)

Gambar 8 Perbandingan angin hasil simulasi model WRF dengan data reanalisis CCMP.

Buku ini tidak diperjualbelikan

Buku ini tidak diperjualbelikan

III. TANTANGAN KOMPLEKSITAS BENUA MARITIM INDONESIA DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PREDIKSI HUJAN EKSTREM

Wilayah BMI merupakan penentu iklim dunia karena kombinasi beberapa faktor strategis berikut ini, yaitu lokasi geografis, komposisi darat-laut yang didominasi lautan, dan kombinasi topografi pesisir-pegunungan yang beragam (Yamanaka et al., 2018). Ketiga faktor tersebut membentuk kompleksitas dinamika atmosfer di BMI sehingga pengetahuan yang utuh dan komprehensif mengenai cuaca ekstrem diperlukan untuk menyelesaikan tantangan terbesar bagi para ilmuwan meteorologi dan klimatologi saat ini yang berkaitan dengan bias hasil prediksi hujan di BMI pada model atmosfer global. Faktor-faktor yang membentuk kompleksitas cuaca ekstrem di BMI tersebut merupakan saripati dari riset-riset yang telah dilakukan selama ini dengan rincian sebagai berikut.

Pertama, wilayah BMI dilintasi sabuk tekanan rendah yang memanjang di sekitar garis ekuator (2–5°LU; 2–5°LS) bernama *Intertropical Convergence Zone* (ITCZ). Garis ITCZ ini ditandai dengan konvergensi angin, aktivitas awan konvektif, dan curah hujan yang tinggi (Chen dkk., 2008; Yulihastin & Fathrio, 2011a; Yulihastin dkk., 2011; Yulihastin dkk., 2012). Proses perpindahan garis ITCZ kadang tidak terjadi secara gradual melainkan melalui lompatan karena dipengaruhi oleh pemanasan suhu permukaan laut dan siklon tropis (Cao & Chen, 2001; Yulihastin dkk., 2012). Bahkan, ITCZ tidak hanya terbentuk secara tunggal namun juga ganda, yaitu di utara dan selatan sekaligus karena efek siklon tropis (Yulihastin & Trismidianto, 2011; Cao dkk., 2013). ITCZ ganda juga ditemukan sebagai salah satu faktor pencetus bibit siklon tropis Seroja di Indonesia pada 2021 yang memicu cuaca ekstrem persisten dengan dampak katastrofik (Yulihastin dkk., 2023a).

Kedua, fenomena global di atmosfer lainnya yang berpotensi memicu cuaca ekstrem di BMI berkaitan dengan penjarangan gelombang tropis ekuator di atmosfer dengan arah timur-barat dan periode siklus intramusiman (5–50 harian), yaitu: *Madden Julian Oscillation* (MJO) dan *Convective-Coupled Equatorial Wave* (CCEW) seperti Kelvin, Rossby, dan *Mixed-Rossby Gravity*

Wave (Yulihastin dkk., 2015; Yulihastin dkk., 2017a; Latos dkk., 2021; Lubis & Respati, 2020; Istiqomah dkk., 2023). Gelombang Kelvin dapat memicu hujan ekstrem lokal, sehingga memicu kejadian banjir bandang meluas di Sulawesi dan Jawa (Latos dkk., 2021; Lubis & Respati, 2020; Latos dkk., 2023). Adapun interaksi antara gelombang MJO dan Rossby juga telah memicu pembentukan vorteks kembar di Laut Banda yang terus terpelihara menjadi bibit siklon tropis Seroja (Yulihastin dkk., 2023a). Kondisi ini sekaligus menunjukkan peran sentral Laut Banda dalam perspektif interaksi laut-atmosfer pada lapisan pencampuran yang menentukan sirkulasi iklim global (Ismail dkk., 2023a).

Ketiga, secara geografis pada skala regional, Benua Asia dan Australia yang berlokasi di utara dan selatan Indonesia telah memengaruhi sirkulasi meridional (utara-selatan) yang dikenal dengan monsun Asia dan Australia. Kedua monsun ini berperan membentuk musim hujan dan kemarau di wilayah yang disebut sebagai “jembatan darat” penghubung kedua monsun tersebut (Chang, 2004; Yulihastin, 2011, Yulihastin & Hermawan, 2012). Sementara itu, Samudra Hindia dan Pasifik yang berada di barat dan timur Indonesia menghasilkan sirkulasi zonal (barat-timur) yang memengaruhi aktivitas konvektif di Indonesia sehingga dapat mengganggu sifat musim hujan

dan kemarau karena dapat menimbulkan musim hujan/kemarau berkepanjangan atau sebaliknya (Yulihastin et al. 2009; Yulihastin & Fathrio, 2011; Yulihastin et al., 2018; Hamada et al., 2012; Asy-Syakur et al., 2014; Kurniadi et al., 2021; Yulihastin et al., 2021a; Yulihastin et al., 2021b).

Keempat, karena memiliki lautan yang lebih luas dibandingkan daratan dengan komposisi 7:3, maka ilmuwan menyebut Indonesia dengan istilah BMI (Yamanaka dkk., 2018). Wilayah BMI yang sebagian besar merupakan lautan ini menimbulkan konsekuensi logis berupa peran interaksi laut-atmosfer di perairan lokal. Wilayah BMI yang sebagian besar merupakan lautan juga berperan dalam menentukan anomali musim (Avia dkk., 2023) dan cuaca seperti tampak pada pembentukan musim kemarau basah dan cuaca ekstrem yang marak terjadi selama musim kemarau basah terutama di Pulau Jawa (Yulihastin & Kodama, 2010; Sofiati dkk., 2020; Yulihastin dkk., 2021d; Ismail dkk., 2021; Ismail dkk., 2023b; Hatmaja dkk., 2021; Nugroho dkk., 2022; Perdani dkk., 2023; Purwaningsih dkk., 2023; Yulihastin & Fathrio, 2011b; Xu dkk., 2019; Yulihastin dkk., 2021e).

Kelima, kombinasi daerah pesisir-pegunungan pada skala lokal yang unik dan spesifik juga berperan penting dalam memusatkan aktivitas konvektif, sehingga wilayah di BMI memiliki curah hujan tertinggi di dunia (Qian, 2008). Bahkan, interaksi antara monsun dan topografi pada skala lokal juga berperan penting dalam memodifikasi hujan diurnal, sehingga hujan ekstrem dapat terbentuk di selatan Jawa meskipun sedang terjadi El Niño (Qian dkk., 2010; Satyawardha & Yulihastin, 2016).

Hal ini dapat terjadi karena efek lokal topografi pegunungan yang berperan sebagai *hotspot* curah hujan di darat yang dapat memicu hujan ekstrem (Lestari et al., 2023; Sinatra et al., 2023) serta meningkatkan ketidakstabilan atmosfer melalui eksitasi gelombang gravitasi yang berperan dalam percepatan pematangan aktivitas konvektif sekaligus membangkitkan propagasi hujan secara cepat dari pegunungan menuju dataran rendah (Hassim et al., 2016; Ruppert & Zhang, 2019). Selain pegunungan, kawasan pesisir yang merupakan batas darat-laut sebagai area transisi dengan karakteristik propagasi hujan yang kuat juga berperan mengonsentrasikan hujan pesisir menjadi wilayah yang

menerima curah hujan paling banyak di dunia (Li et al., 2020; Yulihastin & Fathrio, 2014; Yulihastin et al., 2017b, Yulihastin & Trismidianto, 2018; Yulihastin et al., 2019; Yulihastin et al., 2020b; Ogino et al., 2016; Yamanaka et al., 2018).

Sebagai konsekuensi, kompleksitas interaksi multiskala di wilayah BMI ini dipandang oleh ilmuwan menjadi kunci utama perbaikan akurasi model global yang saat ini masih belum realistis dalam memprediksi amplitudo, fase, dan *onset* hujan diurnal (Im & Eltahir, 2017), meskipun berbagai metode dan teknik komputasi telah dilakukan untuk meningkatkan kinerja model, mulai dari peningkatan resolusi, perluasan domain, *downscaling* secara statistik maupun dinamik, *ensemble*, asimilasi data, dan *machine learning*. Hal ini terjadi karena pengetahuan mengenai interaksi multiskala di BMI yang belum lengkap, sehingga menyebabkan perkembangan kinerja prediksi model global menjadi lambat, salah satunya karena skema interaksi multiskala belum direpresentasikan di dalam model atmosfer global.

Situasi inilah yang melatarbelakangi dan mendorong ilmuwan meteorologi, klimatologi, dan oseanografi di negara-negara maju meluncurkan program *Years of the Maritime Continent* (2019–2024). Tujuan utama

dari kegiatan tersebut adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mengenai interaksi multiskala di BMI dengan melakukan observasi secara komprehensif di laut dan atmosfer menggunakan kapal dan pesawat riset yang didukung dengan berbagai teknologi sistem observasi lengkap dan mutakhir, disertai simulasi pemodelan resolusi tinggi. Tantangan saintifik untuk memperbaiki kinerja model global ini semakin bertambah dengan fakta peningkatan suhu global yang mendekati *tipping point*. Pemanasan ini menimbulkan energi panas berlebihan di atmosfer-laut BMI, sehingga dapat memengaruhi bahkan mengubah sirkulasi dan dinamika atmosfer-laut pada skala regional hingga lokal.

Oleh karena itu, pemahaman yang lebih baik mengenai interaksi atmosfer-laut diharapkan dapat memperbaiki skema dan parameterisasi yang lama, atau bahkan menciptakan skema baru yang lebih tepat untuk wilayah BMI, sehingga terjadi peningkatan signifikan terhadap kinerja model global dalam menyimulasikan hujan ekstrem di BMI dengan tujuan utama salah satunya adalah untuk merumuskan konfigurasi skema parameterisasi model prediksi cuaca yang sesuai untuk wilayah Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan

IV. STRATEGI PENINGKATAN AKURASI PREDIKSI HUJAN EKSTREM DI BENUA MARITIM INDONESIA

Tantangan terbesar keilmuan meteorologi dan klimatologi adalah menghasilkan model prediksi hujan yang akurat untuk wilayah BMI (Trilaksono et al., 2011; Im et al., 2017; Li et al., 2017). Oleh karena itu, semua bentuk studi dari hulu ke hilir yang berkaitan dengan meteorologi dan klimatologi sama-sama memiliki tujuan akhir agar dapat menghasilkan prediksi cuaca dan iklim yang lebih baik. Merujuk pada kompleksitas dinamika atmosfer di BMI dan berdasarkan seluruh kajian mengenai mekanisme cuaca ekstrem berbasis model prediksi cuaca numerik untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat, maka strategi yang dirumuskan tidak hanya mempertimbangkan aspek ilmiah tapi juga efisiensi dalam menjalankan aspek operasional model prediksi cuaca, sehingga secara realistis dapat diterapkan di Indonesia. Usulan strategi tersebut dapat diuraikan sebagai berikut (Yulihastin 2020a; Yulihastin et al., 2021a, b, c; Yulihastin et al., 2022a, b, c; Yulihastin et al., 2023a, b).

Pertama, meningkatkan resolusi spasial, yaitu 0,5 km untuk Jawa bagian barat, 1 km untuk Indonesia, dan 5 km untuk Asia Tenggara dengan resolusi temporal, yaitu setiap jam untuk 5 hari mendatang. Peningkatan resolusi bertujuan untuk meningkatkan kemampuan model dalam memprediksi fenomena ekstrem dari skala mikro hingga global.

Kedua, menggunakan skema konfigurasi yang tepat untuk wilayah BMI. Uji konfigurasi skema model ini dapat dilakukan terhadap skema yang telah tersedia juga dapat menemukan skema baru.

Ketiga, mengembangkan model kopel atmosfer-laut untuk memperbaiki prediksi hujan mengingat model prediksi cuaca yang ada saat ini belum memperhitungkan aspek dinamika laut. Padahal, wilayah di BMI sebagian besar terdiri dari lautan. Selain itu, telah ditemukan bahwa suhu permukaan laut mengalami perubahan harian (*sub-daily*) sehingga memengaruhi hujan diurnal di BMI.

Keempat, melakukan asimilasi data dengan data kelembapan atmosfer dari data satelit *Global Navigation Satellite System* (GNSS). Tujuannya untuk memperbaiki input kelembapan dari model global yang selama ini digunakan oleh model prediksi cuaca.

Kelima, menerapkan *deep learning Artificial Intelligence* yang dapat dilakukan sebelum dan sesudah model prediksi cuaca numerik dijalankan (*running*). Metode AI yang digunakan sebelum *running* model bertujuan untuk memilih skema konfigurasi terbaik, sedangkan AI yang diterapkan sesudah *running* model bertujuan untuk meningkatkan kualitas hasil output prediksi hujan.

Hasil kajian juga merekomendasikan beberapa variabel penting yang dapat dieksplorasi dari model hasil prediksi cuaca numerik sebagai upaya melakukan peningkatan terhadap kualitas produk peringatan dini terkait cuaca ekstrem di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya, yaitu: (1) indeks CENS dan indeks CT yang ditampilkan dalam satu grafik deret waktu; (2) magnitudo angin *background* di kawasan batas laut-darat sekitar DKI Jakarta (6,5–5°LS; 105,5–108,5°BT) yang ditampilkan dalam grafik deret waktu; (3) identifikasi lokasi yang menunjukkan inisiasi konveksi di laut maupun di darat melalui variabel divergensi angin dan temperatur potensial; (4) estimasi arah dan kecepatan propagasi dengan melakukan perhitungan terhadap magnitudo angin *background* dan lokasi inisiasi konveksi, yang dikombinasikan dengan kecepatan gelombang gravitasi; (5) hasil prediksi cuaca juga

perlu ditampilkan dalam bentuk prediksi probabilistik. Caranya dengan melakukan perata-rataan atau *ensemble* terhadap hasil dari proses *running* model yang dilakukan dengan beragam waktu awal (*initial time*) dalam sehari atau 24 jam.

V. RELEVANSI, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

Kontribusi ilmiah berkaitan dengan strategi perbaikan akurasi prediksi hujan dan peningkatan kualitas produk peringatan dini cuaca ekstrem dapat memberikan kontribusi umum bagi upaya mitigasi terhadap kebencanaan hidrometeorologi khususnya pada pembangunan produk inovasi sistem pendukung keputusan atau *Decision Support System* (DSS) yang dinamakan dengan *Numerical-based for Atmosphere-ocean prediction and Knowledge with Using deep Learning Artificial intelligence* (NAKULA) (Yulihastin 2020a; Yulihastin et al., 2021a, b, c; Yulihastin et al., 2022a, b, c; Yulihastin et al., 2023a, b).

NAKULA merupakan produk DSS yang dibangun dengan strategi peningkatan akurasi prediksi hujan yang telah dijelaskan pada Bab IV. Purwarupa NAKULA yang dirancang pada tahun 2023 merupakan pengembangan dari produk DSS sebelumnya, yaitu *Satellite-based Disaster Early Warning System* (SADEWA) yang telah dijalankan secara operasional selama 13 tahun sejak 2010 oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).

Meskipun demikian, sebagai bagian dari produk inovasi, NAKULA dan SADEWA dijalankan secara terpisah agar saling melengkapi sehingga dapat menghasilkan dataset prediksi cuaca resolusi tinggi di Indonesia yang kontinu, detail, komprehensif, dalam jangka waktu panjang. Dataset resolusi tinggi secara spasial dan temporal atmosfer-laut di BMI hasil dari model prediksi cuaca yang dikembangkan secara mandiri oleh Indonesia merupakan kebutuhan mendesak yang krusial dan strategis tidak hanya bagi kemandirian iptek bangsa Indonesia juga sebagai bagian dari upaya

komprehensif mitigasi kebencanaan hidrometeorologi apalagi di tengah kondisi krisis iklim global yang semakin memburuk dewasa ini.

Buku ini tidak diperjualbelikan

VI. KESIMPULAN

Perubahan iklim global yang mencapai suhu $>1,6^{\circ}\text{C}$ telah berdampak pada peningkatan intensitas dan tingkat keparahan cuaca ekstrem di BMI. Selain itu, ketidakpastian cuaca juga semakin besar sehingga memengaruhi akurasi model prediksi hujan di wilayah yang didominasi oleh laut ini.

Untuk menjawab tantangan peningkatan akurasi prediksi cuaca atau hujan ekstrem di BMI, maka studi-studi yang dilakukan difokuskan pada pemahaman mengenai peran interaksi atmosfer-laut dalam memicu hujan ekstrem yang direpresentasikan pada tiga kasus cuaca ekstrem yang terjadi di Laut Tiongkok Selatan, Samudra Hindia, dan Laut Banda-Maluku. Intisari dari hasil studi tersebut menunjukkan kemampuan model prediksi cuaca numerik resolusi tinggi secara spasial (0,5–3 km) dan temporal (10–60 menit) dengan luas domain yang bervariasi telah terbukti mampu menyimulasikan berbagai fenomena cuaca ekstrem di atmosfer seperti hujan dini hari ekstrem, badai *squall*

line, MCC, dan siklon tropis yang tumbuh di atas perairan sekitar Indonesia sebagai lokasi-lokasi kunci pembentukan cuaca ekstrem dengan dampak meluas.

Persoalan bias dalam model prediksi cuaca numerik dalam hal waktu, intensitas, durasi, dan lokasi, dapat diperbaiki dengan meningkatkan resolusi waktu dan ruang, mengubah skema konfigurasi, memperluas domain, dan memperbaiki input suhu permukaan laut. Secara spesifik, temuan utama yang dihasilkan dalam kajian tersebut adalah perlunya memperhitungkan perubahan suhu permukaan laut setiap enam jam ke dalam model prediksi cuaca numerik, sehingga dapat memperbaiki akurasi atau ketepatan dalam hal *onset* permulaan hujan dan lokasi hujan ekstrem.

VII. PENUTUP

Telah dikembangkan metode kopel model atmosfer-laut untuk memperbaiki prediksi *onset* hujan ekstrem di wilayah BMI dengan melakukan instalasi model *Weather Research and Forecasting* (WRF) dan *Regional Ocean Modeling System* (ROMS) di Laboratorium *High Performance Computing* (HPC) BRIN. Pengembangan metode tersebut didasarkan pada riset-riset cuaca ekstrem yang dipicu oleh interaksi atmosfer-laut dan menjadi landasan untuk mengembangkan produk inovasi DSS NAKULA yang saat ini dalam tahap uji implementasi untuk wilayah BMI.

Pengembangan DSS NAKULA merupakan salah satu solusi kemandirian nasional dalam penguasaan teknologi prediksi cuaca, termasuk untuk meningkatkan kemampuan dalam memproduksi data-data prediksi cuaca skala regional wilayah Indonesia melalui metode *downscaling* model prediksi cuaca resolusi tinggi secara spasial dan temporal. Kemandirian nasional terhadap

data-data prediksi cuaca menjadi permasalahan utama ketergantungan Indonesia terhadap produk prediksi cuaca dari negara-negara maju selama ini.

Oleh karena itu, dataset prediksi cuaca resolusi tinggi yang kontinu mendesak untuk segera dihasilkan secara mandiri oleh Indonesia di tengah krisis iklim yang kian memburuk. Dataset tersebut berguna untuk mendukung kajian-kajian yang berkaitan dengan perubahan iklim. Selain itu, melalui dataset cuaca dan iklim yang akurat, kebijakan-kebijakan sektoral di Indonesia menjadi tepat sasaran dalam mengantisipasi dampak perubahan iklim yang semakin meluas. Kolaborasi riset dan pengembangan teknologi prediksi cuaca secara luas dengan negara-negara maju dapat difokuskan untuk pemutakhiran teknik dan metode untuk peningkatan akurasi. Selain itu, sinergi yang erat antara lembaga pemerintah merupakan satu-satunya cara agar Indonesia dapat menjadi negara yang *leading* di Asia Tenggara dalam menghasilkan data-data observasi dan prediksi yang akurat dan memiliki resolusi tinggi untuk pemanfaatan yang luas mendukung berbagai sektor pembangunan nasional, mitigasi terhadap

bencana hidrometeorologi, dan krisis iklim baik untuk wilayah di BMI maupun untuk membantu negara-negara lain di Asia Tenggara melalui slogan berikut ini: *good monitoring, good prediction, good warning!*

Buku ini tidak diperjualbelikan

VIII. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghormatan yang tinggi disampaikan kepada: Bapak Joko Widodo Presiden Republik atas penetapan dan penugasan sebagai Peneliti Ahli Utama. Ucapan terima kasih juga kepada Prof. Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc., Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional, atas dukungan peraturan kenaikan jenjang menjadi Peneliti Ahli Utama BRIN. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Wakil Kepala BRIN, Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian, ST., M.Sc., DESD., IPU., ASEAN.Eng. Ucapan terima kasih kepada Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Ir. Gadis Sri Haryani; Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar MSCE., P; Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah, Prof. Dr. M. Rokhis Khomarudin; Prof. Dr. Sri Yudawati Cahyarini; dan Prof. Dr. Nining Sari Ningsih atas diskusi, saran dan arahan yang diberikan sehingga naskah ini menjadi lebih berkualitas.

Ucapan terima kasih kepada Sekretaris Utama BRIN, Nur Tri Aries Suestiningtyas, S.IP., M.A.; Kepala BOSDM-BRIN, Ratih Retno Wulandari, S.Sos., M.Si, serta Panitia Pelaksana Orasi Pengukuhan Profesor Riset.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. Ocky Karnajasa selaku Kepala Organisasi Riset Kebumian dan Maritim dan Dr. Albertus Sulaiman sebagai Kepala Pusat Riset Iklim dan Atmosfer atas dukungan penuh dalam mencapai jenjang Peneliti Ahli Utama hingga menjadi Profesor Riset di bidang Klimatologi dan Perubahan Iklim.

Ucapan terima kasih kepada keluarga inti, yaitu suami Setyardi Widodo atas pengorbanan dan dukungannya. Kepada anak-anakku: Sekar Nabila Inspirana, Ajisaka Falasiva, Kirana Sakina Egalita, atas pengorbanan dan kerelaannya selama meniti karier menjadi periset.

Para pejabat struktural di ex-Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), yaitu: Kepala LAPAN Prof. Dr. Thomas Djamaluddin, Deputy Bidang Sains Antariksa dan Sains Atmosfer Halimurrahman, M.T., Kepala Biro Sumber Daya Manusia, Organisasi, dan Hukum, Kepala Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer Dr. Didi Satiadi, Kepala Subbagian Pengembangan Sumber Daya Manusia, atas dorongan, peluang, dan dukungannya sejak awal berkarier menjadi peneliti LAPAN pada tahun 2008.

Ucapan terima kasih kepada rekan sejawat di Kelompok Riset Interaksi Atmosfer-Laut dan Variabilitas

Iklm, Tim Variabilitas Iklm, Perubahan Iklm, dan Awal Musim, juga rekan-rekan periset lain di tim program riset atas *sharing knowledge*, diskusi-diskusi ilmiah, dan para Asisten Riset serta mahasiswa bimbingan bantuan dalam pemrosesan serta pengolahan data-data riset.

Ucapan terima kasih kepada kolega di organisasi profesi Perhimpunan Periset Indonesia wilayah Jawa Barat, Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, Ikatan Alumni ITB, SMA, SMP, SD atas motivasi dan dorongan yang telah diberikan selama ini.

Ucapan terima kasih kepada keluarga besar, sahabat, dan teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu per satu, karena telah memberikan dukungan moral dan semangat selama meniti jenjang karier sebagai periset.

Buku ini tidak diperjualbelikan

DAFTAR PUSTAKA

- Avia, L.Q., **Yulihastin**, E., Izzaturrahim, M.H., Muharsyah, R., Satyawardhana, H., Gammamerdianti, Sofiati, I., & Nurfindarti, E. (2023). Effectiveness of drought risk index in Java, Indonesia, *Kuwait Journal of Science*, <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.02.031>
- BMKG.go.id (2020). Analisis Gelombang Laut Ekstrem Terkait Banjir Rob di Pesisir Selatan Bali, <https://www.bmkg.go.id/artikel/?p=analisa-gelombang-laut-ekstrem-terkait-banjir-rob-di-pesisir-selatan-bali-tanggal-27-mei-2020&lang=ID>, 27 Mei 2020, diakses 8 Desember 2023
- BNPB.go.id (2021). Banjir Bandang dan Longsor Melanda Enam Kecamatan di Kabupaten Luwu, Tiga Orang Masih Dalam Pencarian, <https://bnpb.go.id/berita/banjir-bandang-dan-longsor-melanda-enam-kecamatan-di-kabupaten-luwu-tiga-orang-masih-dalam-pencarian>, 21 Oktober 2021, diakses 8 Desember 2023
- Cao, W. C. & Chen, B. (2001). The origins of monsoons, *Journal of the Atmospheric Sciences*, [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(2001\)058<3497:TOOM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(2001)058<3497:TOOM>2.0.CO;2)
- Cao, X., Chen, G., & Chen, W. (2013). Tropical cyclogenesis induced by ITCZ breakdown in association with synoptic wave train over the western North Pacific, *Atmospheric Sciences Letter*, 14, 294-300, <https://doi.org/10.1002/asl2.452>
- Chan, M.Y., Lo, J. C. F., & Orton, T. (2019). The structure of tropical Sumatra squalls, *Weather*, 74(5), 176–181, <https://doi.org/10.1002/wea.3375>
- Chang, C.-P., Harr, P.A., & Chen, H.J. (2005). Synoptic disturbance over the equatorial South China Sea and western Maritime Continent during boreal winter, *Monthly Weather Review*, 133, 489–503

- Chen, B., Lin, X., & Bacmeister, J.T. (2008). Frequency distribution of daily ITCZ patterns over the western–central Pacific, *Journal of Climate*, <https://doi.org/10.1175/2008JCLI1973.1>
- Hassim, M.E.E., Lane, T.P., & Grabowski, W.W. (2016). Diurnal cycle of rainfall over New Guinea in convection permitting WRF simulations, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16(1), 161–175
- Hatmaja, R.B., Munthe, C.C., **Yulihastin, E.**, Pramudia, K.E. (2021). Atmospheric response to the southern Java upwelling variability associated with positive Indian Ocean Dipole event, *Proceedings of the International Conference on Radioscience, Equatorial Atmospheric Science and Environment and Humanosphere Science*, 2021, 25–37, https://doi.org/10.1007/978-981-19-0308-3_3
- Hattori, M., Mori, S., & Matsumoto, J. (2011). The cross-equatorial northerly surge over the Maritime Continent and relationship to precipitation patterns, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 89A, 27–47
- Im, E.-S. & Eltahir, E. A. B. (2017). Simulation of the diurnal variation of rainfall over the Western Maritime Continent using a regional climate model, *Climate Dynamics*, 51, 73–88, <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3907-3>, 2017
- IPCC (2023). Climate change 2023 synthesis report summary for policymakers, IPCC
- Ismail, M. F. A., Gerhaneu, N.Y., **Yulihastin, E.**, Pramudia, K. E., (2021). Assessment of marine warming in Indonesia: a case study off the coast of West Sumatra, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 718 (012006), 1–11, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/718/1/012006>
- Ismail, M. F. A., Karstensen J., Ribbe J., Arifin T., Chandra H., & Akhwady R., **Yulihastin E.**, Basit A., & Budiman, A. S. (2023a). Seasonal mixed layer temperature and salt balances in the Banda Sea observed by an Argo float, *Geoscience Letters*, 1–5, <https://doi.org/10.1186/s40562-023-00266>

- Ismail, M.F.A., Budiman, A.S., Basit, A., **Yulihastin, E.** et al. (2023b). Warming of the upper ocean in the Indonesian Maritime Continent, *Springer Proceedings in Physics*, 290, https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_45
- Istiqomah, F., **Yulihastin, E.**, et al. (2023). Differences in Propagation Characteristics of Madden Julian Oscillation in the Indonesian Maritime Continent (Case Studies for 2020, 2021, and 2022), *Agrometeorology*, Accepted on 19 December 2023.
- Koseki, S., Koh, T-Y., & Teo, C-K. (2012). Effects of the cold tongue in the South China Sea on the monsoon, diurnal cycle and rainfall in the Maritime Continent, *Quarterly Journal of The Royal Meteorology Society*, <https://doi.org/10.1002/qj.2052>
- Latos, B., Lefort, T., Flatau, M. K., Flatau, P. J., Permana, D. S., Baranowski, D. B., Paski J. A. I., Makmur E., Sulystyo E., Peyrille P., Feng Z., Matthews A. J., & Schmidt, J. M. (2021). Equatorial waves triggering extreme rainfall and floods in southwest Sulawesi, Indonesia. *Monthly Weather Review*, 149(5), 1381-1401.
- Latos, B., Peyrillé, P., Lefort, T., Baranowski, D. B., Flatau, M. K., Flatau, P. J., Riama, N. F., Permana, D. S., Rydbeck, A. V., & Matthews, A. J. (2023). The role of tropical waves in the genesis of Tropical Cyclone Seroja in the Maritime Continent, *Nature Communications*, 14, <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36498-w>
- Li, Y., Gupta, A. S., Taschetto, A. S., Jourdain, N. C., Luca, A. D., Done, D. M. & Luo, J.-J. (2020). Assessing the role of the ocean–atmosphere coupling frequency in the western Maritime Continent rainfall, *Climate Dynamics*, 54, 4935–4952
- Li, Y., Nicolas, C., Jourdain, Andréa, S., Taschetto, Alex, S.G., Daniel, A., Sébastien, M., & Wenju, C. (2017). Resolution dependence of the simulated precipitation and diurnal cycle over the Maritime Continent, *Climate Dynamics*, DOI 10.1007/s00382-016-3317-y

- Lo, J. C. F., & Orton, T. (2016). The general features of tropical Sumatra Squalls, *Weather*, 71(7), 175–178, <https://doi.org/10.1002/wea.2748>
- Lestari, S., Syamsudin, F., Teguh, A., Pianto, Reni Sulistyowati, **Yulihastin, E.**, et al. (2023): Comparison of Statistical Properties of Rainfall Extremes Between Megacity Jakarta and New Capital City Nusantara, *Springer Proceedings in Physics*, 290, https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_31
- Lubis, S. W., & Respati, M. R. (2020). Impacts of convectively coupled equatorial waves on rainfall extremes in Java, Indonesia, *International Journal of Climatology*, 1–23, <https://doi.org/10.1002/joc.6967>
- Nguyen, L. T., Molinari, J., & Thomas, D., 2014. Evaluation of tropical cyclone center identification methods in numerical models, *Monthly Weather Review*, 4326–4339, <https://doi.org/10.1175/MWR-D-14-00044.1>
- Nugroho, D., **Yulihastin, E.**, & Risandi, J., (2022). Ocean surface wave characteristic in the Java Sea based on global reanalysis data, *AIP Conference Proceedings*, 2663 (1), 060007, 1–8, <https://doi.org/10.1063/5.0108085>
- Nuryanto, D. E., Pawitan, H., Hidayat, R., & Aldrian, E. (2021). Occurrence of the typical mesoscale convective system with a flood-producing storm in the wet season over the Greater Jakarta area, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 96, 101246
- Ogino, S. Y., Yamanaka, M. D., Mori, S., & Matsumoto, J. (2016). How much is the precipitation amount over the tropical coastal region? *Journal of Climate*, 29(3), 1231–1236 48.
- Perdani, N.N., Taofiqorahman, A, **Yulihastin, E.**, et al. (2023). Air-Sea interaction over southeast Tropical Indian Ocean (SETIO) during storm intensification episodes in the early dry season period, *Springer Proceedings in Physics*, 290, https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_46

- Purwaningsih, A., Trismidianto, Andarini, D.F., Noersomadi, Harjana, T., Satiadi, D., Rahmatia, F., Saufina, E., Harjupa, W., & **Yulihastin, E.**, et al. (2023): The role of self-organization convective clouds resulting in heavy rainfall over the western part of Java Island on July 15-16, 2022, *Springer Proceedings in Physics*, 290, https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_82
- Qian, J.H., (2008). Why precipitation is mostly concentrated over islands in the Maritime Continent, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 65, 1428–1441
- Qian, J.H., Robertson, A.W., & Moron, V., (2010). Interactions among ENSO, the monsoon, and diurnal cycle in rainfall variability over Java, Indonesia, *Journal of Atmospheric Science*, 67, 3509–3524
- Ruppert, J. H., & Zhang, F., (2019). Diurnal forcing and phase locking of gravity waves in the Maritime Continent, *Journal of Atmospheric Sciences*, 76, 2815–2835
- Satyawardhana, H., & **Yulihastin, E.**, (2016). Interaksi El-Nino, Monsun dan topografi lokal terhadap anomali curah hujan di pulau Jawa, *Buku Ilmiah Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer, LAPAN*, 59–74
- Sinatra, T. G. A. Nugroho, Halimurrahman, N. Cholianawati, A. Indrawati, F. Renggono, **E. Yulihastin**, et al. (2023): Extreme precipitation over complex terrain using multiple remote sensing observation: A case study in the Great Bandung, Indonesia, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 32, <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101058>.
- Sofiati, I., **Yulihastin, E.**, Suaydhi, Putranto, M.F. (2020). Meridional variations of sea surface temperature and wind over southern sea of Java and its surroundings, *Journal of Physics and Its Applications*, 3(1), 129–135

- Trilaksono, N.J., Otsuka, S., Yoden, S., Saito, K., & Hayashi, S. (2011). Dependence of model-simulated heavy rainfall on the horizontal resolution during the Jakarta flood event in January-February 2007, *Scientific Online Letter on the Atmosphere*, 7, 193–196
- Wu, P., Hara, M., Fudeyasu, H., Yamanaka, M.D., & Matsumoto, J. (2007). The impact of trans-equatorial monsoon flow on the formation of repeated torrential rains over Java island, *Scientific Online Letter on the Atmosphere*, 3, 93–96
- Xu, Q., Guan, Z., Jin, D., & Hu, D., (2019). Regional characteristics of interannual variability of summer rainfall in the Maritime Continent and their related anomalous circulation patterns, *Journal of Climate*, 32, 4179- 4192
- Yamanaka, M. D., Ogino, S.-Y., Wu, P.-M. Hamada, J.-I., Mori, S., Matsumoto, J., & Syamsudin, F., (2018). Maritime Continent coastlines controlling earth's climate, *Progress in Earth and Planetary Science*, 5, 1–28
- Yulihastin, E.** (2022a). Role of air-sea interaction in propagation of early morning precipitation over the northern coast of West Java, AIP Conference Proceedings, 2663 (1), 060007, 1–12, <https://doi.org/10.1063/5.0108085>
- Yulihastin, E.**, Adikusumah, N., & Hermawan, E. (2015). Identifikasi fase aktif MJO di Benua Maritim Indonesia dalam model CCAM, *Buku Ilmiah Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer*, National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Indonesia, 43–58
- Yulihastin, E.**, Cholianawati, N., & Fathro, I. (2012). Method of delineate of the ITCZ for the ITCZ monitoring system related to early season, *Jurnal Teknologi Indonesia*, 35 (3): 18–26
- Yulihastin, E.**, & Fathrio, I. (2011a). The ITCZ characteristics based on MTSAT satellite, *International Conference of Equatorial Atmospheric Radar*, LAPAN-RISH Kyoto, 144–149, ISBN 978-979-1458-528

- Yulihastin, E., & Fathrio, I. (2011b).** Anomali curah hujan 2010 di Benua Maritim Indonesia berdasarkan satelit TRMM terkait ITCZ, *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains*, 352–356, ISBN: 978-602-19655-0-4
- Yulihastin, E., & Fathrio, I. (2014).** Interaction between CENS-MJO transition phase affect to diurnal anomaly of the rainfall over West Java, *the 4th International Symposium for Sustainable Humanosphere, Forum of Humanosphere Science School*, 1–20
- Yulihastin, E., Fathrio, I., Nugroho, D., Hatmaja, R.B., Suaydhi, Satyawardhana, H., Nauval, F., Sulaiman, A., Bramawanto, R., Pranowo, W.S., Djamaluddin, T., Basit, A., Mujiasih, S., Ismail, M.F.A., & Nuryanto D.E. (2023b).** Propagation of tropical squall line induced storm coastal inundation episodes in Java-Bali, Indonesia, *Heliyon*, 9(9), <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19804>
- Yulihastin, E., Fathrio, I., & Risyanto. (2011).** Seasonal migration of the ITCZ over Maritime Continent based on TRMM satellite, *International Conference of Equatorial Atmospheric Radar*, 150–158, ISBN 978-979-1458-528
- Yulihastin, E., Fathrio, I., Trismidianto, Nauval, F., Saufina, E., Harjupa, W., & Satiadi, D. (2021a).** Convective cold pool associated with offshore propagation of convection system over the east coast of southern Sumatra, Indonesia, *Advances in Meteorology*, 1–12, <https://doi.org/10.1155/2021/2047609>
- Yulihastin, E., Fauziah, I.R., & Hadi, T.W. (2020b).** WRF sensitivity to simulate EMP in the diurnal cycle of precipitation over the north coast of West Java, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 572 (1), 012027, 1–8, <https://doi.org/1755-1315/572/1/012027>

- Yulihastin, E., Hadi, T.W., Abdillah, M.R., Fauziah, I. R., & Ningsih, N.S.** (2022b): Propagation of Convective Systems Associated with Early Morning Precipitation and Different Northerly Background Winds over Western Java, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100(1), 99–113, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2022-005>
- Yulihastin, E., Hadi, T.W., Ningsih, N.S., & Syahputra, M.R.** (2020a). Early morning peaks in the diurnal cycle of precipitation over the northern coast of West Java and possible influencing factors, *Annales Geophysicae*, 38, 231–242, <https://doi.org/10.5194/angeo-38-231-2020>
- Yulihastin, E., Hadi, T.W., & Syahputra, R.,** (2021c). Mode of wind and sea surface temperature over the South China Sea during rainy season in Indonesia, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 789 (1) 012003, 1–8, doi:10.1088/1755-1315/789/1/012003
- Yulihastin, E., & Kodama, Y.-M.** (2010). Contribution of shallow rain to develop local rainfall type over Maritime Continent based on TRMM PR data, *Proceeding of the Conference of the Earth and Space Sciences*, 1–3, <https://doi.org/10.13140/2.1.5093.6004>
- Yulihastin, E., & Kodama, Y.-M.** (2014). Shift of the annual and semi-annual oscillation of the rainfall over Indonesia Maritime Continent, *The 4th International Symposium for Sustainable Humanosphere, Forum of Humanosphere Science School*, 1–13
- Yulihastin, E., Ningsih, N.S., & Hadi, T.W.** (2017b). Identification of changing in diurnal pattern of rainfall in case of flooding in Northern Coastal of West Java 2014, *Proceeding of International Symposium for Sustainable Humanosphere*, 84–91
- Yulihastin, E., Ningsih, N.S., & Hadi, T.W.** (2019). Diurnal rainfall propagation relate to cold surge-cold tongue interaction over the northern coast of West Java, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 303, 012007, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/303/1/012007>

- Yulihastin, E.,** Nugroho, G.A., & Trismidianto (2017a). MJO modulation on diurnal rainfall over West Java during pre-monsoon and strong El Niño periods, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 54, 012029, 1–9, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/54/1/012029>
- Yulihastin, E.,** Nuryanto, D. E., Trismidianto, & Muharsyah, R. (2021b). Improvement of heavy rainfall simulated with SST adjustment associated with mesoscale convective complexes related to severe flash flood in Luwu, Sulawesi, Indonesia, *Atmosphere*, 1445, 1–16, <https://doi.org/10.3390/atmos12111445>
- Yulihastin, E.,** Satyawardhana, H., & Ihsan, C.N. (2021e). Simulation of daily variation of precipitation during anomalously-wet dry season event over the western Maritime Continent, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 893 (1), 012046, 1–9, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/893/1/012046>
- Yulihastin, E.,** Suaydhi, M.F., Putranto, & I. Sofiati (2021d). Oceanic effect on precipitation development in the maritime continent during anomalously wet dry seasons in Java, Indonesia, *Indonesia Journal of Geography*, 53(3), 1–12, <https://doi.org/10.22146/IJG.63543>.
- Yulihastin, E.,** Taofiqurohman, A., Fathrio, I. et al. 2023a. Evolution of double vortices induce tropical cyclogenesis of Seroja over Flores, Indonesia, *Natural Hazards*, 1–18, <https://doi.org/10.1007/s11069-023-05961-8>
- Yulihastin, E.,** & Trilaksono, N.J. (2014). Evolution of heavy rainfall in Jakarta flood case 2013 based on COSMO model, *International Conference of Eco-Hidrology*, 1–10, <https://doi.org/10.13140/2.1.3913.9525>
- Yulihastin, E.,** & Trismidianto (2011). ITCZ ganda dan pengaruhnya terhadap presipitasi di Benua Maritim Indonesia, *Jurnal Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Lingkungan Indonesia*, 2, 325–338

Yulihastin, E., & Trismidianto (2018). Monthly variations of diurnal rainfall in north coast of West Java Indonesia during boreal winter periods, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 149 (1), 012009, 1–10, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/149/1/012009>

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

Bagian dari Buku Internasional

1. **Yulihastin, E.**, Febrianti, N., & Trismidianto (2009). Impacts of El Niño and IOD on the Indonesian climate, National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Indonesia.

Bagian dari Buku Nasional

2. **Yulihastin, E.**, Febrianti, N., & Trismidianto (2009). Impacts of El Niño and IOD on the Indonesian climate, National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Indonesia.
3. **Yulihastin, E.** (2012). Mengenal model atmosfer: Model atmosfer untuk pariwisata Lombok, *Almaterra*
4. **Yulihastin, E.** (2012). Pengaruh ENSO-IOD pada iklim Lombok: Model atmosfer untuk pariwisata Lombok, *Almaterra*
5. **Yulihastin, E.**, & Trismidianto (2011). ITCZ ganda dan pengaruhnya terhadap presipitasi di Benua Maritim Indonesia, *Jurnal Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Lingkungan Indonesia*, 2, 325–338
6. **Yulihastin, E.**, Adikusumah, N., & Hermawan, E. (2015). Identifikasi fase aktif MJO di Benua Maritim Indonesia dalam model CCAM, *Buku Ilmiah Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer*, National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Indonesia, 43–58
7. Satyawardhana, H., & **Yulihastin, E.**, (2016). Interaksi El-Nino, Monsun dan topografi lokal terhadap anomali curah hujan di pulau Jawa, *Buku Ilmiah Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer*, LAPAN, 59–74

8. Satyawardhana, H., Trismidianto, & **Yulihastin, E.** (2017). Perbedaan suhu darat-laut antara musim hujan dan kemarau di pulau Jawa berbasis *Conformal Cubic Atmospheric Model*. Buku Ilmiah Dinamika dan Teknologi Atmosfer Benua Maritim Indonesia. CV.Media Akselerasi, Bandung, 11–21, ISBN 978-602-6465-16-0

Jurnal Internasional

9. Avia, L.Q., **Yulihastin, E.**, Izzaturrahim, M.H., Muharsyah, R., Satyawardhana, H., Gammamerdianti, Sofiati, I., & Nurfindarti, E. (2023). Effectiveness of drought risk index in Java, Indonesia, *Kuwait Journal of Science*, <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.02.031>
10. Istiqomah, F., **Yulihastin, E.**, et al. (2023). Differences in Propagation Characteristics of Madden Julian Oscillation in the Indonesian Maritime Continent (Case Studies for 2020, 2021, and 2022), *Agrometeorology*, Accepted on 19 December 2023.
11. Sofiati, I., **Yulihastin, E.**, Suaydhi, Putranto, M.F. (2020). Meridional variations of sea surface temperature and wind over southern sea of Java and its surroundings, *Journal of Physics and Its Applications*, 3(1), 129–135
12. **Yulihastin, E.**, Hadi, T.W., Ningsih, N.S., & Syahputra, M.R. (2020a). Early morning peaks in the diurnal cycle of precipitation over the northern coast of West Java and possible influencing factors, *Annales Geophysicae*, 38, 231–242, <https://doi.org/10.5194/angeo-38-231-2020>
13. **Yulihastin, E.**, Fathrio, I., Trismidianto, Nauval, F., Saufina, E., Harjupa, W., & Satiadi, D. (2021a). Convective cold pool associated with offshore propagation of convection system over the east coast of southern Sumatra, Indonesia, *Advances in Meteorology*, 1–12, <https://doi.org/10.1155/2021/2047609>

14. **Yulihastin, E.**, Nuryanto, D. E., Trismidianto, & Muharsyah, R. (2021b). Improvement of heavy rainfall simulated with sst adjustment associated with mesoscale convective complexes related to severe flash flood in Luwu, Sulawesi, Indonesia, *Atmosphere*, 1445, 1–16, <https://doi.org/10.3390/atmos12111445>
15. **Yulihastin, E.**, Suaydhi, M.F., Putranto, & I. Sofiati (2021d). Oceanic effect on precipitation development in the maritime continent during anomalously wet dry seasons in Java, Indonesia, *Indonesia Journal of Geography*, 53(3), 1–12, <https://doi.org/10.22146/IJG.63543>
16. **Yulihastin, E.**, Hadi, T.W., Abdillah, M.R., Fauziah, I. R., & Ningsih, N.S. (2022a): Propagation of Convective Systems Associated with Early Morning Precipitation and Different Northerly Background Winds over Western Java, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100(1), 99–113, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2022-005>
17. Ismail, M. F. A., Karstensen J., Ribbe J., Arifin T., Chandra H., & Akhwady R., **Yulihastin E.**, Basit A., & Budiman, A. S. (2023a). Seasonal mixed layer temperature and salt balances in the Banda Sea observed by an Argo float, *Geoscience Letters*, 1–5, <https://doi.org/10.1186/s40562-023-00266>
18. **Yulihastin, E.**, Taofiqurohman, A., Fathrio, I. et al. 2023a. Evolution of double vortices induce tropical cyclogenesis of Seroja over Flores, Indonesia, *Natural Hazards*, 1–18, <https://doi.org/10.1007/s11069-023-05961-8>
19. Avia, L.Q., **Yulihastin, E.**, Izzaturrahim, M.H., Muharsyah, R., Satyawardhana, H., Gammamerdianti, Sofiati, I., & Nurfindarti, E. (2023). Effectiveness of drought risk index in Java, Indonesia, *Kuwait Journal of Science*, <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.02.031>

20. Sinatra, T. G. A. Nugroho, Halimurrahman, N. Cholianawati, A. Indrawati, F. Renggono, **E. Yulihastin**, et al. (2023): Extreme precipitation over complex terrain using multiple remote sensing observation: A case study in the Great Bandung, Indonesia, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 32, <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101058>.

Jurnal Nasional

21. **Yulihastin, E.** (2011). Penentuan indeks monsun Indonesia berdasarkan angin zonal, *Jurnal Teknologi Indonesia*, Vol. 34, 1–15, <http://dx.doi.org/10.14203/jti.v34iKhusus.45>.
22. **Yulihastin, E.**, Cholianawati, N., & Fathro, I. (2012). Method of delineate of the ITCZ for the ITCZ monitoring system related to early season, *Jurnal Teknologi Indonesia*, 35 (3): 18–26
23. **Yulihastin, E.**, & Hermawan, E. (2012). Annual migration of monsoon over Indonesia Maritime Continent based on OLR data. *Jurnal Teknologi Indonesia*, 35, 1–12
24. Nugroho, G.A., Satyawardhana, H., **Yulihastin, E.**, et al. (2016). Precipitation event analysis using image processing based on the Rainfall Detection Radar (RDR) observation on march 9 2014 during landslide event in West Java, *Journal Teknologi Indonesia*, Vol. 39 (2), 1–12

Prosiding Internasional

25. **Yulihastin, E.**, & Kodama, Y.-M. (2010). Contribution of shallow rain to develop local rainfall type over Maritime Continent based on TRMM PR data, *Proceeding of the Conference of the Earth and Space Sciences*, 1–3, <https://doi.org/10.13140/2.1.5093.6004>
26. **Yulihastin, E.**, & Fathrio, I. (2011a). The ITCZ characteristics based on MTSAT satellite, *International Conference of Equatorial Atmospheric Radar*, LAPAN-RISH Kyoto, 144–149, ISBN 978-979-1458-528

27. **Yulihastin, E.,** Fathrio, I., & Risyanto. (2011). Seasonal migration of the ITCZ over Maritime Continent based on TRMM satellite, *International Conference of Equatorial Atmospheric Radar*, 150–158, ISBN 978-979-1458-528
28. **Yulihastin, E.,** & Kodama Y-M. (2014). Shift of the annual and semi-annual oscillation of the rainfall over Indonesia Maritime Continent, *The 4th International Symposium for Sustainable Humanosphere, Forum of Humanosphere Science School*, 1–13
29. **Yulihastin, E.,** & Fathrio, I. (2014). Interaction between CENS-MJO transition phase affect to diurnal anomaly of the rainfall over West Java, *the 4th International Symposium for Sustainable Humanosphere, Forum of Humanosphere Science School*, 1–20
30. **Yulihastin, E.,** & Trilaksono, N.J. (2015). Evolution of heavy rainfall in Jakarta flood case 2013 based on COSMO model, *International Conference of Eco-Hidrology*, 1–10, <https://doi.org/10.13140/2.1.3913.9525>
31. Trismidianto, **Yulihastin, E.,** Satyawardhana, H., Ishida, S. (2017). The contribution of the Mesoscale Convective Complexes (MCCs) to total rainfall over Indonesian Maritime Continent, *IOP Conference Series: Earth and Environmental*, 54 (1), 012027, 1–10
32. **Yulihastin, E.,** Ningsih, N.S., & Hadi, T.W. (2017). Identification of changing in diurnal pattern of rainfall in case of flooding in northern coastal of West Java 2014, *Proceeding of International Symposium for Sustainable Humanosphere*, 84–91
33. Trismidianto, **Yulihastin, E.,** & Satyawardhana, H. (2017). A composite analysis of the Mesoscale Convective Complexes (MCCs) development over the central Kalimantan and its relation with the propagation of the rainfall systems, *IOP Conference Series: Earth Environmental Sciences*, 54, 012036, 1–12, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/54/1/012036>

34. **Yulihastin, E.**, & Trismidianto (2018). Monthly variations of diurnal rainfall in north coast of West Java Indonesia during boreal winter periods, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 149 (1), 012009, 1–10, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/149/1/012009>
35. **Yulihastin, E.**, Cholianawati, N., Nugroho, G.A., Sinatra, T., & Satyawardhana, H. (2018). ENSO and PDO Influence to climate variability in monsoon region of Indonesia, *IOP Conference Series: Earth Environmental Sciences*, 166012044, 1–11, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/166/1/012044>
36. Satyawardhana, H., Trismidianto, & **Yulihastin, E.** (2018).
37. Influence of ENSO on deviation of the season onset in Java based on CCAM Downscaling Data, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 166, 012030, 1–9, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/166/1/012030>
38. **Yulihastin, E.**, Ningsih, N.S., & Hadi, T.W. (2019). Diurnal rainfall propagation relate to cold surge-cold tongue interaction over the northern coast of West Java, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 303, 012007
39. **Yulihastin, E.**, Fauziah, I.R., & Hadi, T.W. (2020b). WRF sensitivity to simulate EMP in the diurnal cycle of precipitation over the north coast of West Java, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 572 (1), 012027, 1–8, <https://doi.org/1755-1315/572/1/012027>
40. Ismail, M.F.A., Gerhaneu, N.Y., **Yulihastin, E.**, Pramudia, K. E., (2021). Assessment of marine warming in Indonesia: a case study off the coast of West Sumatra, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 718 (012006), 1–11, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/718/1/012006>

41. Satyawardhana, H., **Yulihastin, E.**, Ihsan, C.N., Wulandari, E.P. (2021). Evaluation of CCAM Seasonal Prediction by GSMaP Satellite Rainfall Data in Indonesia, *Proceedings of the International Conference on Radioscience, Equatorial Atmospheric Science and Environment and Humanosphere Science*, 183–192, https://doi.org/10.1007/978-981-19-0308-3_14
42. Hatmaja, R.B., Munthe, C.C., **Yulihastin, E.**, Pramudia, K.E., (2021). Atmospheric response to the southern Java upwelling variability associated with positive Indian Ocean Dipole event, *Proceedings of the International Conference on Radioscience, Equatorial Atmospheric Science and Environment and Humanosphere Science*, 2021, 25–37, https://doi.org/10.1007/978-981-19-0308-3_3
43. **Yulihastin, E.**, Satyawardhana, H., & Ihsan, C.N. (2021b). Simulation of daily variation of precipitation during anomalously-wet dry season event over the western Maritime Continent, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 893 (1), 012046, 1–9, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/893/1/012046>
44. **Yulihastin, E.**, Hadi, T.W., & Syahputra, R., (2021c). Mode of wind and sea surface temperature over the South China Sea during rainy season in Indonesia, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 789 (1) 012003, 1–8, [doi:10.1088/1755-1315/789/1/012003](https://doi.org/10.1088/1755-1315/789/1/012003)
45. Nugroho, D., **Yulihastin, E.**, & Risandi, J., (2022). Ocean surface wave characteristic in the Java Sea based on global reanalysis data, *AIP Conference Proceedings*, 2663 (1), 060007, 1–8, <https://doi.org/10.1063/5.0108085>
46. Septanto, H., **Yulihastin, E.**, Kurniawan, E., & Suprijanto, D. (2022). Simulation study of attitude control using a reaction wheel on an air bearing platform with anti-windup compensator, *AIP Conference Proceedings*, 2663 (1), 060005, 1–10, <https://doi.org/10.1063/5.0108502>

47. **Yulihastin, E.** (2022a). Role of air-sea interaction in propagation of early morning precipitation over the northern coast of West Java, *AIP Conference Proceedings*, 2663 (1), 060007, 1–12, <https://doi.org/10.1063/5.0108085>
48. Syafarina, I., Latifah, A.L., Wahyuni, I.N.,...& **Yulihastin E.** (2022). Impact of air pollution on solar radiation in megacity Jakarta, *Proceedings of the 2022 International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications*, 158–162, <https://doi.org/10.1145/3575882.3575913>
49. Izza, M. Y. N., Astuty, S., Ramadhan, R. A., Perdani, N. N., Firdaus, M. D., Anwar, M. K., Rosdeawati, N., & **Yulihastin, E.** (2023). Identification of temperature change related to frost phenomenon over Jayapura, Indonesia, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1192 012036, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1192/1/012036>
50. Purwaningsih, A., Trismidianto, Andarini, D.F., Noersomadi, Harjana, T., Satiadi, D., Rahmatia, F., Saufina, E., Harjupa, W., & **Yulihastin, E.**, et al. (2023): The role of self-organization convective clouds resulting in heavy rainfall over the western part of Java Island on July 15-16, 2022, *Springer Proceedings in Physics*, 290, https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_82
51. Ismail, M.F.A., Budiman, A.S., Basit, A., **Yulihastin, E.** et al. (2023b): Warming of the upper ocean in the Indonesian Maritime Continent, *Springer Proceedings in Physics*, 290, https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_45
52. Satyawardhana, H., Aji, M. A. S., Risyanto, **Yulihastin, E.**, et al. (2023). Ensembles simulation on the seasonal rainfall characteristics over Indonesia Maritime Continent, *Springer Proceedings in Physics*, 290, https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_77

53. Perdani, N.N., Taofiqorahman, A, **Yulihastin, E.**, et al. (2023). Air-Sea interaction over southeast Tropical Indian Ocean (SETIO) during storm intensification episodes in the early dry season period, *Springer Proceedings in Physics*, 290, https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_46
54. Lestari, S., Syamsudin, F., Teguh, A., Pianto, Reni Sulistyowati, **Yulihastin, E.**, et al. (2023): Comparison of Statistical Properties of Rainfall Extremes Between Megacity Jakarta and New Capital City Nusantara, *Springer Proceedings in Physics*, 290, https://doi.org/10.1007/978-981-19-9768-6_31

Prosiding Nasional

55. **Yulihastin, E.**, & Fathrio, I. (2011). Anomali curah hujan 2010 di Benua Maritim Indonesia berdasarkan satelit TRMM terkait ITCZ, *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains*, 352–356, ISBN: 978-602-19655-0-4
56. **Yulihastin, E.** (2012). Konvergensi horisontal pada kasus hujan lebat di jakarta berdasarkan model COSMO, *Prosiding Sains Atmosfer Antariksa*, LAPAN

Paten

57. Metode Prediksi Zona Potensi Penangkapan Ikan Berdasarkan Model Numerik Atmosfer dan Laut (Terpublikasi dengan nomor: S00202111390).

Buku ini tidak diperjualbelikan

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

Tugas Akhir/Tesis/Disertasi

1. **Yulihastin, E.** (2002). Analisis signifikansi reduksi energi gelombang di kawasan mangrove, *Tugas Akhir S-1*, ITB
2. **Yulihastin, E.** (2012). Pengaruh CENS terhadap presipitasi pada kasus banjir Jakarta 2013, *Tesis S-2*, ITB, 2012
3. **Yulihastin, E.** (2020). Variasi fase siklus diurnal curah hujan di pesisir utara Jawa Barat dan kaitannya dengan fenomena CENS (Atmosfer)-*Cold Tongue* (Laut), Disertasi S-3, ITB, 2020

Buku ilmiah populer

4. **Yulihastin, E.** (2009). Peranan atmosfer bumi, *Azka Press*

Artikel ilmiah populer

5. **Yulihastin, E.** (2008). Indonesia mampu prediksi iklim, *www.beritaipstek.com*
6. **Yulihastin, E.** (2008). Tahun ini tidak ada kekeringan, *www.beritaipstek.com*
7. **Yulihastin, E.** (2008). Musim kemarau 2008 cenderung basah, *Tribun Jabar*
8. **Yulihastin, E.** (2008). Jawa pulau terkering tahun ini, *SINDO*
9. **Yulihastin, E.** (2008). Cuaca ekstrem di Bandung, *Pikiran Rakyat*
10. **Yulihastin, E.** (2008). Kekeringan ekstrem di Jawa, *Pikiran Rakyat*

11. **Yulihastin, E.** (2008). Dewan perubahan iklim versus peneliti, *Kompas*
12. **Yulihastin, E.** (2008). Kekeringan di Jawa tidak terkait ElNino, *Kompas*
13. **Yulihastin, E.** (2008). Bandung tidak dingin lagi, *Kompas*
14. **Yulihastin, E.** (2009). Menuju Indonesia cerdas iklim, *Pikiran Rakyat*
15. **Yulihastin, E.** (2009). Indonesia penentu iklim dunia, *Pikiran Rakyat*
16. **Yulihastin, E.** (2009). Puncak musim hujan bergeser, *Pikiran Rakyat*
17. **Yulihastin, E.** (2009). Banjir bukan karena hujan ekstrem, *Pikiran Rakyat*
18. **Yulihastin, E.** (2009). Cuaca Bandung berubah cepat, *Pikiran Rakyat*
19. **Yulihastin, E.** (2009). Puting beliung, “small tornado yang sulit diprediksi, *Pikiran Rakyat*
20. **Yulihastin, E.** (2009). Kemarau kering dan lama, *Pikiran Rakyat*
21. **Yulihastin, E.** (2009). El Nino vs badai ketsana, *Pikiran Rakyat*
22. **Yulihastin, E.** (2009). Perbandingan metoda dan penyajian prediksi cuaca di Jepang dan Indonesia, *Media Dirgantara*, 5 (2)
23. **Yulihastin, E.** (2010). Prakiraan iklim Indonesia 2010, *Pikiran Rakyat*
24. **Yulihastin, E.** (2010). Hujan harian di Bandung, *Pikiran Rakyat*
25. **Yulihastin, E.** (2010). Cuaca ekstrem penyebab banjir, *Pikiran Rakyat*

26. **Yulihastin, E.** (2010). Musim hujan atau kemarau? *Pikiran Rakyat*
27. **Yulihastin, E.** (2010). Ancaman banjir di musim kemarau, *Kompas*
28. **Yulihastin, E.** (2010). Hujan badai di musim kemarau *Tribun*
29. **Yulihastin, E.** (2010). Pemanasan global dan anomali kemarau, *Pikiran Rakyat*
30. **Yulihastin, E.** (2010). Mekanisme interaksi monsun Asia dan ENSO, *Berita Dirgantara*, 11 (3)
31. **Yulihastin, E., & Ambarsari N.** (2010). Pengaruh El Nino 1997 terhadap variabilitas ozon total Indonesia, *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara*, 4 (2)
32. **Yulihastin, E.** (2012). Mekanisme hujan harian di Sumatera, *Berita Dirgantara*, 13 (3)
33. **Yulihastin, E.** (2012). Selamat datang bulan basah, *Pikiran Rakyat*
34. **Yulihastin, E.** (2013). Badai guruh dan hujan es di Bandung, *Pikiran Rakyat*
35. **Yulihastin, E.** (2013). Mengapa terjadi kemarau basah? *Pikiran Rakyat*
36. **Yulihastin, E.** (2012). Anomali iklim: fenomena musim hujan yang kering, *Media Dirgantara*, 6 (2)
37. **Yulihastin, E.** (2016). Pemanfaatan sains atmosfer, *Media Dirgantara*, 11 (2)
38. **Yulihastin, E.** (2016). Kemarau basah dan keraguan petani, *ANTASENA*, 1 (1)
39. **Yulihastin, E.** (2016). Badai mengamuk di Cimanuk, *ANTASENA*, 1 (2)
40. **Yulihastin, E.** (2016). Interaksi suhu permukaan laut diurnal dan Madden Julian Oscillation di Samudra Hindia, *Berita Dirgantara*, 17 (2)

41. **Yulihastin, E.** (2022). Tantangan akurasi prediksi cuaca Indonesia, *Kolom Sains, Kompas.com*
42. **Yulihastin, E.** (2023). Badai vorteksengaruhi musim di Indonesia, *Kolom Sains, Kompas.com*
43. **Yulihastin, E.** (2023). Merasa cuaca panas akhir-akhir ini? Indonesia terkena ‘hot spells’ bukan ‘heatwave’, *The Conversation*
44. **Yulihastin, E.** (2023). El Nino dan implikasi ekonomi, *Opini, Bisnis Indonesia*
45. **Yulihastin, E.** (2023). Indonesia’s extreme weather: strengthening early detection, *Head line, Independent Observer*
46. **Yulihastin, E.** (2024). Kenali 3 jenis cuaca ekstrem yang merusak akibat perubahan iklim di Indonesia, *The Conversation*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

Nama	: Dr. Erma Yulihastin, S.Si., M.Si.
Tempat, Tanggal Lahir	: Lamongan, 4 Juli 1979
Anak ke	: 2 dari 2 Bersaudara
Jenis Kelamin	: Perempuan
Nama Ayah Kandung	: Misnur Syamin
Nama Ibu Kandung	: Umi Kulsum
Nama Suami	: Setyardi Widodo, ST., M.A.
Jumlah Anak	: 3
Nama Anak	: 1. Sekar Nabila Inspirana 2. Ajsaka Falasiva 3. Kirana Sakina Egalita
Nama Instansi	: Badan Riset dan Inovasi Nasional
Judul Orasi	: Interaksi antara Atmosfer dan Laut Pemicu Cuaca Ekstrem untuk Meningkatkan Akurasi Prediksi <i>Onset</i> Hujan di Pesisir
Ilmu	: Atmosfer, Meteorologi, dan Klimatologi
Bidang	: Klimatologi dan Perubahan Iklim
Kepakaran	: Cuaca dan Iklim Ekstrem
No. SK Pangkat Terakhir	: 4307/I/KP/2023, Tanggal SK 25 Agustus 2023, TMT 01-10-2023
No. SK Peneliti Ahli Utama	: 6/M Tahun 2023 tanggal 25 Januari 2023

B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/Universitas	Tempat/Kota/ Negara	Tahun Lulus
1.	SD	SDN Pangkatrejo	Lamongan	1991
2.	SMP	SMPN 1 Sekaran	Lamongan	1994
3.	SMA	SMAN 2	Lamongan	1997
5.	S1	ITB	Bandung	2002
6.	S2	ITB	Bandung	2012
7.	S3	ITB	Bandung	2020

C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	Diklat Prajabatan	Jakarta	2008
2.	Diklat Parameter Dirgantara	Jakarta	2008
3.	Spring School on Fluid Mechanics and Geophysics of Environmental Hazards	Singapura	2009
4.	Invited researcher of Asia Africa Platform Program, Japan Society for The Promotion Science (AAP-JSPS)	Jepang	2009
5.	The International School on Atmosphere Radars, Profiling, Modeling and Forecasting	Taiwan	2009
6.	Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Pertama	Cibinong	2009
7.	Training of data analysis SINTEX-F Modeling, SARTREPS program	Jepang	2013
8.	Capacity Building in Regional Numerical Weather Prediction Based on COSMO Model	Jerman	2013

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
9.	Training of Matching Oceanographic Problems of the ITF to the Right Data Sets and Models	Bandung	2014
10.	Invited researcher to JSPS Core-to-core program International Research Collaborations and Networking on Extreme Weather in Changing Climate in the Maritime Continent	Jepang	2015
11.	Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Lanjut	Cibinong	2016
12.	International Workshop on Extreme Weather in Changing Climate	Bandung	2016
13.	Third International Workshop on Extreme Weather in Changing Climate in the Maritime Continent	Singapura	2017
14.	Diklat Karya Tulis Ilmiah Internasional	Cibinong	2019
15.	Scientific Mini Workshop of Extreme Weather under Changing Climate in Maritime Continent and Its Societal Impact	Bandung	2019

D. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Peneliti Ahli Pertama - III/b	25 Maret 2010
2.	Peneliti Ahli Muda - III/d	11 Mei 2015
3.	Peneliti Ahli Madya - IV/a	25 April 2016
4.	Peneliti Ahli Utama - IV/e	21 Maret 2023

E. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	Proceedings of the International Conference on Radioscience, Equatorial Atmospheric Science and Environment and Humanosphere Science, 2021	Editor in Chief	LAPAN	2021

F. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	7
2.	Bersama Penulis Lainnya	46
	Total	53

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	15
2.	Bahasa Inggris	38
3.	Bahasa Lainnya	-
	Total	53

G. Pembinaan Kader Ilmiah

Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	M. Furqon Azis Ismail, PhD. (Peneliti Ahli Madya)	BRIN	Pembimbingan publikasi mengenai marine heat wave di Indonesia	2021
2.	Haries Satyawardhana, M.Si (Peneliti Ahli Muda)	BRIN	Pembimbingan publikasi mengenai model prediksi musim di Indonesia	2022
3.	Rahaden Bagas Hatmaja, M.Si (Peneliti Ahli Pertama)	BRIN	Pembimbingan riset mengenai pengembangan sistem pendukung keputusan untuk mendukung kelautan dan perikanan	2022
4.	Lely Qodrita Avia, S.Si (Peneliti Ahli Madya)	BRIN	Pembimbingan dalam publikasi KTI di jurnal internasional mengenai indeks kekeringan di Jawa	2022– 2023

Mahasiswa

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Namira Nasywa Perdani	UNPAD	Membimbing PKL, MBKM, RA, TA	2020– 2022
2.	Ireneu Rakhmah Fauziah	ITB	Membimbing TA	2019– 2020
3.	Fadhilatul Istiqomah	ITB	Membimbing PKL	2022
4.	Nova Rosdeawati	Universitas Trunojoyo	Membimbing MBKM	2022
5.	Mata' Khoirul Anwar	Universitas Trunojoyo	Membimbing MBKM	2022
6.	Muhammad Dadan Firdaus	Universitas Trunojoyo	Membimbing PKL, MBKM	2022
7.	Muhammad Yusuf Nur Izza	UNPAD	Membimbing PKL, MBKM	2022
8.	Rizky Aulia Ramadhan	UNPAD	Membimbing PKL, MBKM	2022
9.	Syifa Alifia Azzahra	UNSOED	Membimbing PKL, MBKM	2023– 2024
10.	Rizki Taqwa Putranto	UNSOED	Membimbing PKL	2023
11.	Maldiva Hafiza Anjarika Suhendar	UNDIP	Membimbing PKL, MBKM	2023– 2024
12.	Natabita Ayum Adiyuna	UNPAD	Membimbing PKL	2023
13.	Fattah Ghiffari	ITB	Membimbing RA	2023– 2024
14.	Fauzan Novan Ryanto	IPB	Membimbing RA	2023– 2024
15.	Alya Fitri Syalsabilla	UB	Membimbing MBKM	2023– 2024

H. Organisasi Profesi Ilmiah

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Anggota	American Geophysical Union (AGU)	2017– sekarang
2.	Anggota	Asia-Oceania Geophysical Union (AOGS)	2017– sekarang
3.	Anggota	Australian Meteorological and Oceanographic Society (AMOS)	2018– sekarang
4.	Pengurus	Asosiasi Ahli Atmosfer Indonesia (A3I)	2019– sekarang
5.	Pengurus	Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI)	2020– sekarang
6.	Pengurus	Perhimpunan Meteorologi Pertanian Indonesia (PERHIMPI) Provinsi Jawa Barat	2021 - sekarang

I. Tanda Penghargaan

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Peneliti Terbaik LAPAN	Kepala LAPAN	2016
2.	Research Travel Grant	American Geophysical Union	2017
3.	SLKS 10 Tahun	Presiden	2018

Atmosfer di Benua Maritim Indonesia (BMI) memegang peranan utama bagi dinamika cuaca dan iklim global. Komposisi darat-laut dan topografi di BMI yang kompleks menjadikan cuaca dan iklim di wilayah ini paling sulit diprediksi. Padahal, perbaikan akurasi prediksi cuaca dan iklim di BMI menjadi kunci untuk meningkatkan kinerja model global dalam memprediksi hujan dan kebutuhan mendasar sekaligus aplikatif di tengah krisis iklim global yang semakin memburuk. Buku ilmiah berjudul *Interaksi Antara Atmosfer Dan Laut Pemicu Cuaca Ekstrem untuk Meningkatkan Akurasi Prediksi Onset Hujan di Pesisir* memaparkan penemuan mendasar mengenai mekanisme cuaca ekstrem dan lokasi-lokasi kunci di perairan sekitar Indonesia yang dapat memicu cuaca ekstrem pada skala lokal-meso-global yang berdampak meluas bahkan katastrofik, serta menawarkan solusi strategis bagi perbaikan akurasi prediksi hujan di BMI.

Buku ini diharapkan memberikan kebaruan bagi pembaca tentang prediksi onset hujan ekstrem di wilayah BMI dengan melakukan instalasi model *Weather Research and Forecasting (WRF)* dan *Regional Ocean Modeling System (ROMS)* di Laboratorium *High Performance Computing (HPC)* BRIN. Pengembangan metode tersebut didasarkan pada riset-riset cuaca ekstrem yang dipicu oleh interaksi atmosfer-laut dan menjadi landasan untuk mengembangkan produk inovasi DSS NAKULA yang saat ini dalam tahap uji implementasi untuk wilayah BMI. Pengembangan DSS NAKULA merupakan salah satu solusi kemandirian nasional dalam penguasaan teknologi prediksi cuaca, termasuk untuk meningkatkan kemampuan dalam memproduksi data-data prediksi cuaca skala regional wilayah Indonesia melalui metode *downscaling* model prediksi cuaca resolusi tinggi secara spasial dan temporal. Kemandirian nasional terhadap data-data prediksi cuaca menjadi permasalahan utama ketergantungan Indonesia terhadap produk prediksi cuaca dari negara-negara maju selama ini.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,
Jl. M.H. Thamrin No. 8,
Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin-others.1096



ISBN 978-623-8372-62-1



9 786238 372621