

Vol. 5 No. 1 (2024), Halaman 59-67



# GEOGRAPHIA

Jurnal Pendidikan dan Penelitian Geografi

ISSN: 2774-6968

## ANALISIS KONDISI ATMOSFER PADA KEJADIAN HUJAN ES DI KOTA PALEMBANG 04 NOVEMBER 2023

Abdul Aziz Al Badri<sup>1\*</sup>, Yahya Darmawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Meteorologi Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Indonesia

<sup>2</sup>Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Indonesia

Email: [azizabdulabdul378@gmail.com](mailto:azizabdulabdul378@gmail.com)<sup>1\*</sup>, [yahya.darmawan@bmgk.go.id](mailto:yahya.darmawan@bmgk.go.id)<sup>2</sup>

Website Jurnal: <http://ejurnal.unima.ac.id/index.php/geographia>



Akses dibawah lisensi CC BY-SA 4.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

DOI: 10.53682/gjppg.v5i1.8469

(Diterima: 13-01-2024; Direvisi: 23-05-2024; Disetujui: 30-06-2024)

### ABSTRACT

Seasonal transitions in Indonesia are typically accompanied by extreme weather phenomena, such as hail that occurred in the city of Palembang on November 4, 2023. The analysis of atmospheric conditions is intended to understand the dynamics of the atmosphere during the occurrence of the hailstorm phenomenon. The data used in this study include satellite imagery from Himawari-9 channels 8, 11, 13, 15, GSM data, ECMWF modelling data, and SST anomaly data. The research results indicate that anomalies in sea surface temperature and vertical convergence profiles, as well as relative humidity (RH), strengthen the potential for convective activity leading to extreme weather conditions. Based on Himawari-9 satellite imagery, the time series graph shows the lowest peak cloud temperature at around  $-80^{\circ}\text{C}$ , with the Atmospheric Stability Index based on the GSM method indicating a labile atmospheric condition. Furthermore, using the RGB 24 Hour Microphysics and CCO methods, Cumulonimbus clouds were observed to begin growing at 07:20 UTC, entering the mature stage at 09:20 UTC, and starting to decay at 10:20 UTC.

**Keywords:** Cumulonimbus, ECMWF, Hail, Himawari-9.

### ABSTRAK

Peralihan musim yang terjadi di Indonesia biasanya diiringi dengan terjadinya fenomena cuaca ekstrem, seperti hujan es yang terjadi di Kota Palembang pada 4 November 2023. Analisis kondisi atmosfer dimaksudkan untuk mengetahui dinamika atmosfer pada saat terjadinya fenomena hujan es tersebut. Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain data citra satelit Himawari-9 pada kanal 8, 11, 13, 15, serta data GSM, kemudian data pemodelan ECMWF, dan data anomali SST. Hasil penelitian menunjukkan bahwa anomaly suhu permukaan laut dan profil vertikal konvergensi maupun RH menguatkan adanya potensi aktivitas konvektif yang menyebabkan terjadinya cuaca ekstrem. Berdasarkan citra satelit Himawari-9, grafik time series menunjukkan suhu puncak awan terendah sekitar  $-800\text{C}$  dengan Indeks kestabilan atmosfer berdasarkan metode GSM menunjukkan kondisi atmosfer yang labil. Kemudian dari metode RGB 24 Hour Microphysics dan CCO menunjukkan pada 07.20 UTC awan Cumulonimbus mulai tumbuh, lalu memasuki tahap matang pada 09.20 UTC dan mulai mengalami peluruhan pada 10.20 UTC.

**Kata Kunci:** Cumulonimbus, ECMWF, Hujan es, Himawari-9

**PENDAHULUAN**

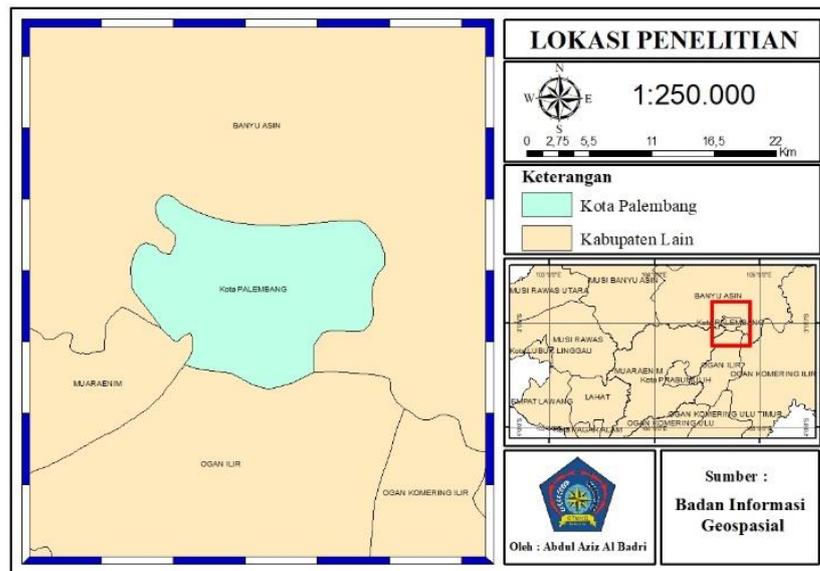
Peralihan dari musim kemarau ke musim hujan atau sebaliknya yang terjadi di Indonesia biasanya sering diiringi dengan terjadinya fenomena cuaca ekstrem. Seperti hujan es yang terjadi di Kota Palembang pada 4 November 2023 (Tanjung, 2023). Hujan es adalah salah satu bentuk dari presipitasi yang berupa bola-bola, potongan, maupun serpihan-serpihan es dan memiliki diameter antara 5-50 mm dan dalam pertumbuhan ekstrem, diameter *hail* bisa mencapai ukuran yang lebih besar lagi (Fadholi, 2012). *Hail* dapat terjadi dari awan *Cumulonimbus* (*Cb*) dengan *updraft* yang kuat yang memungkinkan terbentuknya partikel es (Paski et al., 2017). Proses *downdraft* yang sangat kuat sehingga partikel es yang berada di dalam awan jatuh dengan kecepatan yang tinggi dan sampai pada permukaan masih dalam bentuk es disebabkan partikel es belum mencair sepenuhnya (Nugroho & Fadlan, 2018).

Fenomena-fenomena ekstrem seperti hujan es maupun yang lainnya dapat diteliti dengan memanfaatkan citra satelit menggunakan beberapa cara untuk meneliti suatu fenomena. Dimana penggunaannya

dapat disesuaikan dengan kebutuhan sehingga didapat hasil yang sesuai dan akurat. Beberapa metode yang bisa dilakukan yaitu metode CCO (*Cloud Convective Overlays*) dan RGB (*Red Green Blue*). Metode CCO menggunakan dua algoritma dengan memanfaatkan beberapa kanal yaitu kanal 13 (IR1), kanal 15 (IR2), dan kanal 8 (IR3) (Dwitrisna & Haryanto, 2022). Metode ini menunjukkan perbedaan antara awan tinggi dan tebal (*Cumulonimbus*) dengan awan awan tipis maupun ketiadaan awan (Syaiyullah & Nuryanto, 2016). Metode RGB adalah metode yang memanfaatkan kombinasi dari tiga primer warna yang berbeda. Metode ini menghasilkan warna sekunder yang lebih bervariasi sehingga dapat diinterpretasikan lebih baik dalam satu kanal (Diniyati et al., 2021). Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi atmosfer pada kejadian hujan es yang terjadi di Kota Palembang pada 4 November 2023 sehingga diketahui penyebabnya.

**METODE PENELITIAN**

Lokasi yang diteliti adalah wilayah Kota Palembang dengan letak astronomis di 2°52' - 3°5' LS dan 104°37' - 104°52' BT.



**Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian**

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data citra satelit Himawari-9 yang terdiri dari kanal 8, kanal 11, kanal 13, dan kanal 15,

serta data GSM dengan format Z untuk mendapatkan indeks stabilitas atmosfer. Kemudian data pemodelan reanalisis ERA5

ECMWF, serta laman <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.noaa.ois.st.v2.highres.html>. untuk mendapatkan data anomali SST (suhu muka laut).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis anomaly suhu permukaan laut atau SST (*Sea Surface Temperature*) serta data reanalisis ECMWF kelembaban dan divergensi

menggunakan aplikasi Open GrADS. Kemudian melakukan analisis stabilitas atmosfer dengan menggunakan permodelan cuaca numerik *Global Spectral Model (GSM)* dengan menggunakan aplikasi GMSLPD SATAID untuk mendapatkan nilai indeks kestabilan atmosfer, seperti pada [Tabel 1](#).

**Tabel 1. Kriteria Nilai Indeks Stabilitas Atmosfer**

Indeks	Lemah	Moderate	Kuat
TT Indeks	<42	42-46	>46
K Indeks	<29	29-37	>37
SWEAT	<135	135-239	>239
CAPE	<1000	1000-2500	>2500
LI Indekas	>-2	-2 s/d -6	<-6

Sumber: Wirjohamidjojo dan Swarinoto (2014) dalam (Kusumawardani & Azani, 2022).

Nilai-nilai indeks yang digunakan memiliki beberapa penggunaan. Nilai CAPE digunakan untuk melihat tingkat konvektivitas yang terjadi. SI dan LI digunakan untuk melihat potensi stabilitas atmosfer. Nilai SWEAT dan TT digunakan untuk mengindikasikan potensi cuaca buruk. Serta K indeks digunakan untuk mengindikasikan potensi terjadinya *Thunderstorm* (Kusumawardani & Azani, 2022).

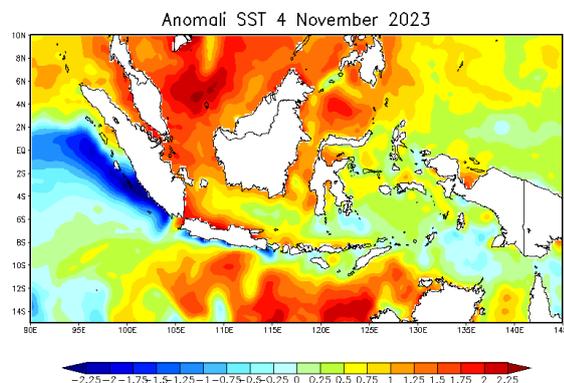
Selanjutnya analisis sebaran awan konvektif menggunakan metode CCO (*Cloud Convective Overlays*) dengan aplikasi Open GrADS dan metode RGB *24Hours Microphysics*, yang diproses melalui aplikasi GMSLPD SATAID. Metode RGB *24Hour Microphysics* digunakan untuk analisis jenis awan dengan thresholds tertentu saat terdapat maupun tidak terdapat radiasi matahari.

Warna merah menggunakan kanal S1 dengan gamma 1, warna hijau menggunakan kanal S5 dengan gamma 1.3, dan warna biru menggunakan kanal IR dengan gamma 1 (Auliya & Mulya, 2022).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Anomali Suhu Permukaan Laut**

Berdasarkan [Gambar 2](#), terlihat bahwa anomali suhu permukaan laut di sekitar pulau Sumatera bagian timur berada pada rentang nilai 1 sampai 2. Anomali suhu permukaan laut yang bernilai positif menunjukkan adanya peningkatan suhu permukaan laut dibandingkan dengan nilai rata-ratanya. Nilai suhu permukaan laut yang tinggi ini akan memberikan pasokan massa uap air yang selanjutnya akan meningkatkan peluang terbentuknya awan konvektif di wilayah-wilayah tersebut.



**Gambar 2. Peta Anomali Suhu Permukaan Laut (SST)**

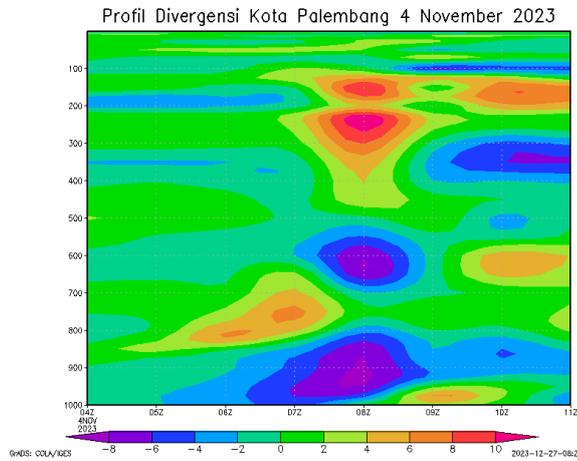
**Analisis Profil Vertikal Konvergensi**

Pada [Gambar 3](#) merupakan profil vertikal divergensi di Kota Palembang pada 4

November 2023. Dapat dilihat bahwa pada sekitar jam 07.00 UTC atau 14.00 WIB, divergensi menunjukkan nilai negatif pada

lapisan 1000-800 mb. Ketika divergensi bernilai negatif menandakan terjadinya konvergensi pada lapisan tersebut. Adanya

konvergensi di Kota Palembang ini menunjukkan potensi terbentuknya awan konvektif.

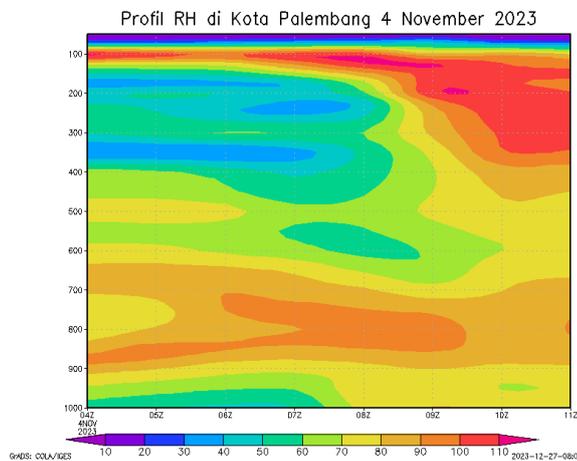


**Gambar 3. Profil Vertikal Divergensi**

**Analisis Profil Vertikal Kelembaban Relatif**

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa pada jam 08.00 UTC atau 15.00 WIB di lapisan 900-700 mb kelembaban relatif (RH) berada pada rentang nilai 90-100%, sedangkan di permukaan sampai pada 900 mb nilai RH berapa pada rentang 70-90%. Kemudian nilai RH pada lapisan 900-700 mb mulai mengalami

penurunan pada jam 10.00 UTC atau jam 17.00 WIB dengan kisaran nilai di 80-90%. Dari hasil tersebut dapat diketahui adanya kelembaban udara yang tinggi yang menandakan adanya udara hangat dan lembab di wilayah kota Palembang yang menunjukkan potensi terbentuknya awan konvektif.



**Gambar 4. Profil Vertikal Kelembaban Relatif (RH)**

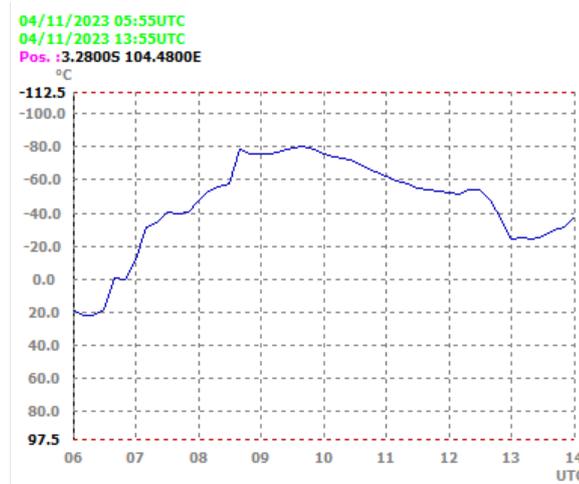
**Analisis Citra Satelit Himawari-9**

Dari Gambar 5 dapat diketahui perubahan suhu puncak awan terhadap waktu yang selanjutnya dapat diketahui kejadian terbentuknya awan hujan hingga pada fase peluruhan atau fase punah dari sebuah awan hujan. Suhu terlihat mulai mengalami penurunan pada 07.00 UTC dan terus mengalami penurunan hingga puncaknya pada sekitar 08.30 UTC. Dimana nilai suhu puncak

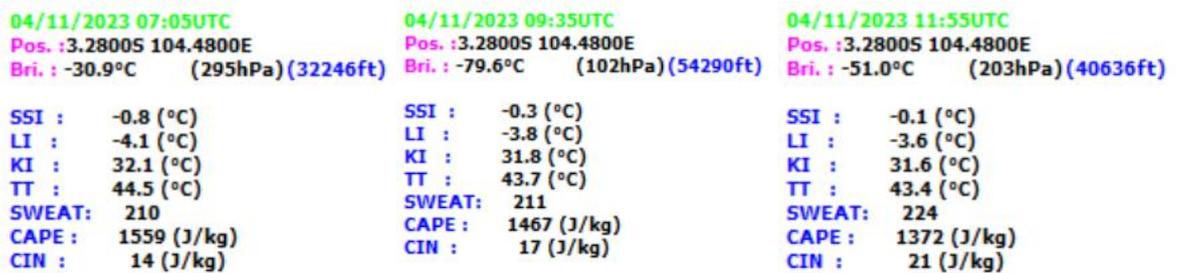
awan terendah pada nilai yang hampir menyentuh nilai  $-80^{\circ}\text{C}$ , yang terjadi pada sekitar jam 08.30-10.00 UTC. Terjadinya perubahan suhu yang signifikan dari  $-20^{\circ}\text{C}$  menjadi hampir menyentuh suhu  $-80^{\circ}\text{C}$  ini menandakan adanya *updraft* yang kuat pada interval waktu tersebut. Kemudian suhu mulai puncak awan mengalami peningkatan mulai pada 10.00 UTC dan berlanjut, yang menandakan mulai terjadinya fase punah atau disipasi pada awan konvektif

tersebut. Dari Gambar 5, fase tumbuh mulai terjadi pada sekitar jam 07.05 UTC atau 14.05 WIB. Kemudian fase matang atau puncak yaitu

terjadi pada jam 08.35-10.00 UTC. Selanjutnya memasuki fase punah pada sekitar jam 11.00 UTC WIB.



Gambar 5. Time Series Suhu Puncak Awan



Gambar 6. Hasil pengolahan Brit pada aplikasi SATAID, Fase Tumbuh (kiri), Fase Matang (Tengah), Fase Punah (kanan)

Table 2. Kriteria Nilai Indeks pada Setiap Fase Perkembangan Awan Hujan

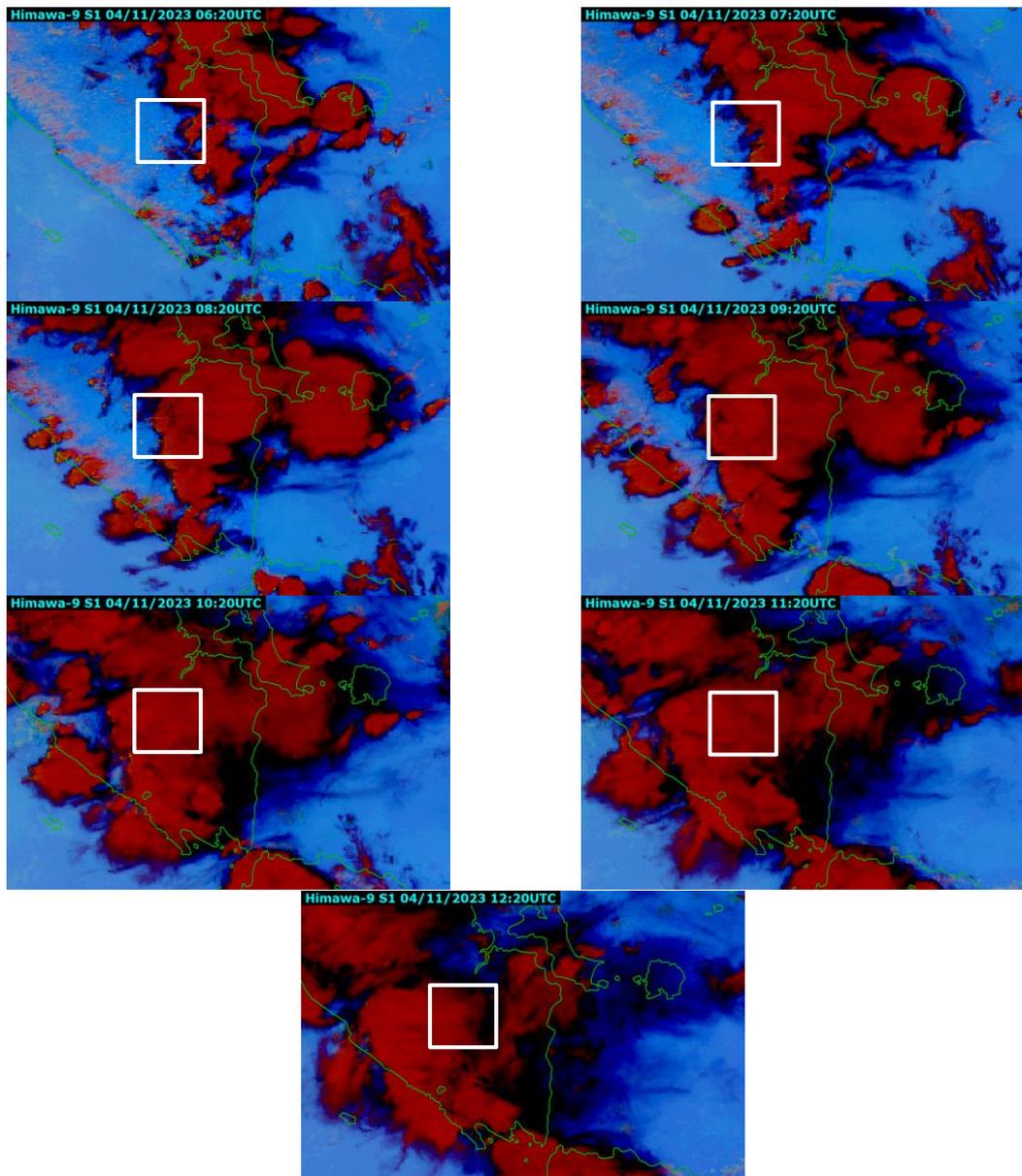
Indeks	Fase Tumbuh	Fase Matang	Fase Punah
LI Indeks	Moderate	Moderate	Moderate
K Indeks	Moderate	Moderate	Moderate
TT Indeks	Moderate	Moderate	Moderate
SWEAT	Moderate	Moderate	Moderate
CAPE	Moderate	Moderate	Moderate

Berdasarkan hasil yang telah didapat, LI berada pada kategori Moderate untuk setiap fase perkembangan. Dimana pada saat fase tumbuh, matang, dan punah secara berturut nilainya adalah -4,1; -3,8; -3,6. Nilai LI terendah terjadi pada saat fase tumbuh. Semakin rendah nilai LI menunjukkan potensi konveksi pembentukan badai yang semakin besar (Zakir, 2015). Kondisi ini menunjukkan bahwa kondisi atmosfer labil sangat terlihat saat pertumbuhan awan konvektif dimulai dan mulai stabil saat awan sudah meluruh. Kemudian untuk KI berada pada kategori moderate untuk setiap fase

perkembangan, dengan nilai KI pada fase tumbuh 32,1 dan 31,8 pada fase matang serta 31,6 pada fase punah. Nilai KI terendah tertinggi terjadi pada saat fase tumbuh. Semakin tinggi nilai KI menandakan semakin kuat potensi konveksi terjadi dan sebaliknya (Asmita et al., 2023). Nilai KI yang lebih dari 30 menandakan terjadinya badai (Zakir, 2015). Kemudian untuk nilai TT Indeks pada fase tumbuh, matang, dan punah berturut nilainya adalah 44,5; 43,7; 43,4. Semua nilai TT indeks pada setiap fase masuk dalam kategori moderat. Semakin tinggi nilai TT indeks, maka semakin

kuat potensial konveksi terjadi, demikian pula sebaliknya (Ramadhan & Mulya, 2022). Selanjutnya untuk nilai SWEAT pada setiap fase berturut 210 (fase tumbuh), 211 (fase matang), dan 224 (fase punah). Nilai SWEAT di setiap fase masuk dalam kategori Moderate. Nilai ini menunjukkan terjadinya cuaca buruk dengan tingkat sedang (Prasetyo et al., 2020). Pada indeks CAPE nilai untuk setiap fase masuk kategori Moderate dengan nilai 1559

(fase tumbuh), 1467 (fase matang), dan 1372 (fase punah). Nilai CAPE tersebut termasuk kedalam konveksi sedang sehingga cukup untuk membentuk suatu sistem konvektif di area terjadinya hujan es (Prasetyo et al., 2020). Berdasarkan nilai-nilai indeks diatas menunjukkan bahwa kondisi atmosfer cukup labil, sehingga potensi terjadinya pembentukan awan konvektif dan cuaca buruk menguat.



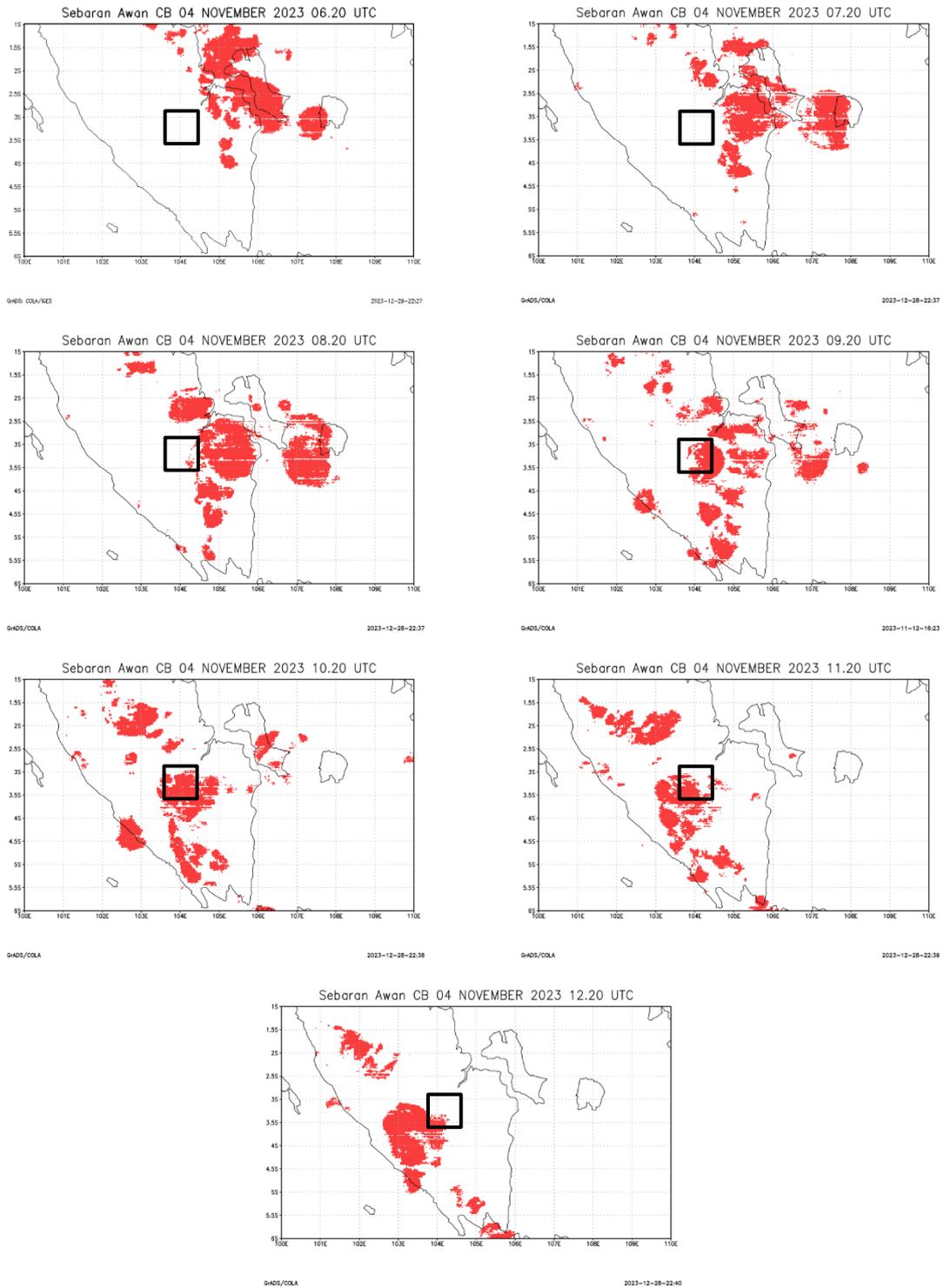
Gambar 7. Citra Satelit Himawari-9 RGB 24 Hour Microphysics

Dari Gambar 7 dapat diketahui di wilayah kota Palembang terjadi pertumbuhan awan konvektif atau awan *Cumulonimbus* (Cb). Menurut JMA Awan *Cumulonimbus* ini

ditandai dengan warna coklat tua kemerahan (Diniyati et al., 2021). Awan Cb terlihat mulai tumbuh di wilayah Kota Palembang (ditunjukkan oleh kotak putih) pada 06.20 UTC.

Kemudian pada 07.20 UTC terlihat awan *Cb* mulai tumbuh membesar dan mulai menutupi wilayah Kota Palembang. Pada 08.20 UTC terlihat sudah tumbuh dan menutupi wilayah Kota Palembang. Selanjutnya awan *Cb* terus tumbuh hingga matang pada jam 09.20 UTC.

Pada 10.20 UTC terlihat awan *Cb* mulai mengalami peluruhan. Kemudian terlihat luruh pada 11.20 UTC dan terlihat mulai menghilang pada pukul 12.20 UTC di wilayah Kota Palembang.



**Gambar 8. Sebaran Awan *Cumulonimbus (Cb)* dengan Metode CCO (*Cloud Convective Overlays*)**

**Gambar 8** merupakan hasil pengolahan data citra satelit Himawari-9 dengan menggunakan metode CCO (*Cloud Convective Overlays*), dimana warna merah menunjukkan adanya sebaran awan *Cumulonimbus*. Berdasarkan hasil yang didapat, wilayah Kota Palembang (ditunjukkan dengan kotak hitam) terlihat bahwa pada 06.20 UTC di belum ada pertumbuhan awan *Cumulonimbus*. Awan *Cumulonimbus* terlihat mulai tumbuh pada 07.20 sampai 08.20 UTC. Kemudian pada 09.20 UTC terlihat sudah berada pada fase matang, dengan awan *Cumulonimbus* sudah menutupi area kota Palembang. Awan *Cumulonimbus* terlihat mulai mengalami peluruhan pada 10.20 UTC dan benar-benar luruh pada 12.20 UTC. Hasil ini bersesuaian dengan hasil dari teknik RGB *24Hour Microphysics* yang telah dibahas diatas.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dari beberapa metode yang telah dilakukan terhadap kejadian hujan es di Kota Palembang pada 4 November 2023 memberikan gambaran mengenai kondisi atmosfer pada saat itu. Dimana anomali SST menunjukkan adanya peningkatan suhu permukaan laut di perairan timur Sumatera. Sedangkan dari analisis profil vertikal pada saat kejadian hujan es tersebut menunjukkan adanya konvergensi dan RH yang menunjukkan nilai hingga lebih dari 90%. Kondisi-kondisi tersebut menguatkan adanya potensi aktivitas konvektif yang menyebabkan terjadinya cuaca ekstrem. Grafik *time series* hasil pengolahan citra satelit Himawari-9 menunjukkan suhu puncak awan terendah sekitar  $-80^{\circ}\text{C}$ , yang terjadi pada sekitar 08.30-10.00 UTC. Indeks kestabilan atmosfer berdasarkan metode GSM menunjukkan kondisi atmosfer yang labil. Pengolahan menggunakan metode RGB *24Hour Microphysics* dan CCO menunjukkan pada 07.20 UTC awan *Cumulonimbus* mulai tumbuh, lalu memasuki tahap matang pada 09.20 UTC dan mulai mengalami peluruhan pada 10.20 UTC.

## SARAN

Hasil penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi atmosfer pada kejadian hujan es, yang selanjutnya dapat digunakan untuk mengantisipasi adanya kerugian di kemudian hari akibat adanya kejadian serupa. Penelitian serupa diperlukan untuk mengkaji

fenomena cuaca ekstrem lainnya, sehingga kedepannya dapat dilakukan pencegahan terhadap kerugian yang dapat ditimbulkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asmita, A., Malago, J. D., & Subaer, S. 2023. Perbandingan Profil Vertikal Divergensi dan Vortisitas Model ECMWF dan Luaran SATAID saat Kejadian Hujan di Mamuju. *Jurnal Fisika Unand*, 12(4), 658–665.
- Auliya, M. N., & Mulya, A. 2022. Identifikasi Hail Berdasarkan Analisis Faktor Cuaca dan Pemanfaatan Teknik RGB Serta SWA pada Citra Satelit Himawari 8 (Studi Kasus: Kejadian Hujan Es di Kabupaten Malang Pada 2 Maret 2021). *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 23(1), 39–51.
- Diniyati, E., Syofyan, D. Q., & Mulya, A. 2021. Pemanfaatan Satelit Himawari-8 dengan Metode NWP dan RGB untuk Menganalisis Kondisi Atmosfer Saat Banjir di Sidoarjo Tanggal 28 Mei 2020. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 6(1), 1–14.
- Dwitrisna, M. F., & Haryanto, Y. D. 2022. Analisis Sebaran Awan Konvektif Penyebab Banjir Di Kabupaten Nganjuk Menggunakan Metode Red Green Blue dan Cloud Convective Overlays. *Keluwih: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(1), 42–50.
- Fadholi, A. 2012. Analisa Kondisi Atmosfer pada Kejadian Cuaca Ekstrem Hujan Es (Hail). *Simetri: Jurnal Ilmu Fisika Indonesia*, 1(2).
- Kusumawardani, N., & Azani, A. A. 2022. Kajian Indeks Stabilitas Atmosfer Terhadap Kejadian Hujan Lebat Di Kota Bitung: (Studi Kasus Tahun 2020-2021). *Jurnal Widya Climago*, 4(1).
- Nugroho, A. D., & Fadlan, A. 2018. Analisis Kejadian Hujan Es Berdasarkan Kondisi Atmosfer dan Citra Satelit Himawari-8 (Studi Kasus: Magelang, 24 Januari 2018). *JlIF (Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika)*, 2(2), 80–87.
- Paski, J. A. I., Sepriando, A., & Pertiwi, D. A. S. 2017. Pemanfaatan Teknik RGB pada Citra Satelit Himawari-8 untuk Analisis Dinamika Atmosfer Kejadian Banjir Lampung 20-21 Februari 2017. *Jurnal*

- Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 4(3), 8–15.
- Prasetyo, S., Rumahorbo, I., Hidayat, U., & Sagita, N. 2020. Analisis Kondisi Atmosfer pada Kejadian Hujan Es (Studi kasus: Bogor, 23 September 2020). *Seminar Nasional Kahuripan*, 295–300.
- Ramadhan, I. A., & Mulya, A. 2022. Pemanfaatan SATAID Untuk Analisis Kondisi Atmosfer Menggunakan Metode Numerical Weather Prediction. *Prosiding SENDIKO (Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Masyarakat Bidang Ilmu Komputer)*, 1(1).
- Syaifullah, M. D., & Nuryanto, S. 2016. Pemanfaatan Data Satelit GMS Multi Kanal untuk Kegiatan Teknologi Modifikasi Cuaca. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 17(2), 47–55.
- Tanjung, W. J. 2023, November 4. *Hujan Es Guyur Palembang, Begini Penjelasan BMKG Sumsel*. <https://www.detik.com/sumbagsel/berita/d-7019452/hujan-es-guyur-palembang-begini-penjelasan-bmkg-sumsel>
- Zakir, A. 2015. *Profil Vertikal Suhu, Indeks Labilitas, Vertikal Wind Shear Selama Siklon Tropis Bakung di Stamet Cengkareng, Padang Dan Pangkal Pinang*. Jakarta: BMKG.