



Analisis Citra Satelit Himawari 8/9 Terkait Kejadian Hujan Es Di Wilayah Klaten Tanggal 21 Oktober 2021

Wulung Sanjaya dan Syaful Amri*

Klimatologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Tangerang Selatan

Email: syaiful.amri@stmkg.ac.id

**Corresponding Author*

Abstrak

Salah satu fenomena ekstrim yang sering terjadi di Indonesia adalah hujan es. Hujan es dapat terjadi ketika uap air mengembun dan berubah menjadi partikel es karena suhu udara yang rendah. Hujan es termasuk hujan lokal yang meliputi area seluas 5-10 km, dan berlangsung maksimal 10 menit. Pada tanggal 21 Oktober 2021, hujan es terjadi di Jogonalan Klaten. Peristiwa itu terjadi sekitar pukul 14.30 WIB. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hujan es dengan studi kasus di Klaten pada tanggal 21 Oktober 2021. Data satelit Himawari-8/9 dianalisis menggunakan aplikasi SATAID dan metode RGB *true color*. Data reanalisis ERA5 angin dan kelembaban spesifik diperoleh dari web Copernicus dan diproses dengan *climate data operator* dan Grads. Kemudian, time series suhu puncak awan dibuat dari citra satelit Himawari 8/9 band 13. Hasilnya menunjukkan terdapat awan cumulonimbus di sekitar Klaten dan Jogja tempat terjadinya hujan es. Konvergensi di selatan Jawa menyebabkan terjadinya sistem konvektif yang tebal. Konvergensi memperlambat massa udara dan membentuk awan konvektif yang menjadi penyebab terjadinya hujan es di Kabupaten Klaten. Suhu puncak awannya mencapai -18°C . Selain itu, wilayah Jawa bagian selatan mendapat kelembapan yang signifikan dari Samudra Hindia Selatan Bagian Timur, sehingga semakin meningkatkan potensi terbentuknya awan konvektif yang tebal di wilayah Klaten dan sekitarnya.

Kata kunci: Cumulonimbus, Himawari 8/9, Hujan Es, SATAID.

Abstract

One of the extreme phenomena that often occurs in Indonesia is hail. Hail can occur when water vapor condenses and turns into ice particles due to the low air temperature. Hail includes local rain, which covers an area of 5-10 km, and lasts a maximum of 10 minutes. On October 21, 2021, there was a hail in Jogonalan Klaten. The incident occurred at around 14.30 LT. This study aimed to identify hail with a study case in the Klaten on October 21, 2021. The Himawari-8/9 satellite data was analyzed using the SATAID application and RGB true color method. The reanalysis ERA5 wind and specific humidity data were obtained from the Copernicus web and processed with climate data operator and Grads. Then other supporting data used cloud top temperature data with band 13 Himawari 8/9, which was processed using time series. The results show cumulonimbus clouds around Klaten and Jogja, where the hail occurred. The convergence in Southern Java caused the convective system. Convergence slowed down air mass that formed deep convective clouds, which is the cause of hail in Klaten Regency. The temperature of the cloud top reached -18°C . In Addition, Southern Java got significant moisture from the Eastern South Indian Ocean, triggering deep convective over the Klaten Area.

Keywords: Cumulonimbus, Hail, Himawari 8/9, SATAID

Info Artikel

Status artikel:

Diterima: 13 Juli 2022

Disetujui: 30 Desember 2022

Tersedia online: 31 Desember 2022

1. PENDAHULUAN

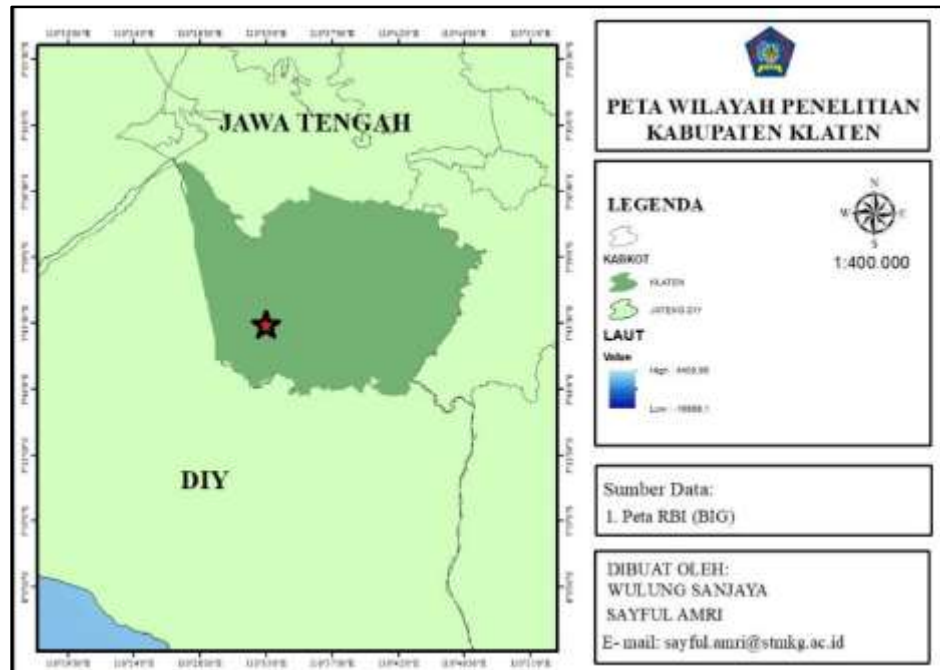
Cuaca di Indonesia dipengaruhi oleh fenomena dari skala global, regional hingga lokal, seperti *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) [1], *Dipole Mode* (DM) [2], Madden Jullian Oscillation (MJO) [3], monsun gelombang ekuatorial [4], *Cross Equatorial Northerly Surge* (CENS) [5], *Borneo Vortex* [6], *Tropical Cyclone* (TC) [7] dan fenomena skala lokal lainnya. Fenomena-fenemona tersebut dapat menyebabkan cuaca ekstrim, seperti hujan lebat yang memicu banjir dan longsor [8], puting beliung [9], angin kencang [10], dan hujan es (*hail*) [11].

Hujan es biasanya terjadi pada musim transisi atau pancaroba [12]. Indonesia terletak di daerah tropis dengan suhu udara permukaan yang relatif hangat dengan kelembapan udara yang cukup tinggi di semua musim, sehingga hujan es cukup sering terjadi di Wilayah Indonesia [13]. Hujan es terjadi saat partikel es jatuh dari awan Cumulonimbus (Cb) yang berukuran sangat besar dan tetap berbentuk partikel es meskipun mengalami gesekan di dalam awan [14]. Hujan es biasanya ditandai oleh munculnya awan Cb yang menjulang tinggi hingga melewati *freezing level* [14]. Hujan es biasanya memiliki bentuk bola, bongkahan, atau serpihan es, dengan diameter mulai dari 550 mm. Apabila pertumbuhan awan Cb ekstrim, maka diameter hail dapat melebihi 550 mm [15].

Hujan es terbentuk dari awan Cb yang puncaknya berada di bawah titik beku (dibawah suhu 0°C), yaitu pada ketinggian sekitar 16.000 kaki [16]. Pada tanggal 21 Oktober 2021 telah terjadi hail di Jogonalan, Klaten, Jawa Tengah sekitar pukul 14.18 WIB. Kejadian hail dapat menimbulkan kerugian di masyarakat. Namun, metode identifikasi hail terutama pada peringatan dini cuaca ekstrim masih belum diketahui dengan jelas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kejadian hail dengan studi kasus hail di Klaten pada tanggal 21 Oktober 2021. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam pembuatan peringatan dini cuaca ekstrim.

2. METODE PENELITIAN

Survei telah dilakukan di Kabupaten Klaten Jawa Tengah pada tanggal 21 Oktober 2021. Secara astronomis, Kabupaten Klaten terletak antara 110°26'14"-110°47'51" bujur timur dan 7°32'19"-7°48'33" lintang selatan. Secara umum, lokasi penelitian ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data satelit Himawari 8/9 Infrared (IR) atau Band 13 dan data reanalisis ERA5 kecepatan angin zonal (u), kecepatan angin meridional (v), kelembapan spesifik (q) pada lapisan 1000 mb-825 mb. Data reanalisis ERA5 tersebut dapat didownload pada link: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-pressurelevels?tab=form>.

Data satelit Himawari 8/9 IR diolah menggunakan program *Satellite Animation and Interactive Diagnosis* (SATAID). SATAID merupakan suatu *software* pada operating system (OS) windows yang berguna untuk mengolah data biner menjadi citra. Analisis citra satelit Himawari-8 digunakan untuk menampilkan sebaran awan Cb saat kejadian hail di wilayah Kota Klaten. Selain itu, SATAID juga digunakan untuk menampilkan suhu puncak awan. Adapun metode *Red-Green-Blue* (RGB) yang digunakan adalah produk RGB Himawari *True Color*.

Data reanalisis ERA5 u dan v lapisan 925 mb digunakan untuk membuat analisis *streamline*, sehingga dapat diketahui pola aliran monsunnya. Adapun data u , v , dan q pada lapisan 1000 mb-825 mb digunakan untuk membuat analisis transpor kelembapan. Analisis transpor kelembapan dilakukan untuk mengetahui kondisi atmosfer yang dapat memicu terbentuknya awan Cb yang menjadi pemicu hail di Klaten. Pengolahan kedua analisis tersebut menggunakan aplikasi *climate data operator* (*cdo*) dan *grads*. Analisis transpor kelembapan menggunakan perintah *Vertical Integral* (VINT) pada aplikasi *GRADS*. Adapun perhitungan transpor kelembabannya dengan persamaan 1 [17].

$$\bar{Q} = \frac{1}{g} \int_{850}^{1000} q \bar{V} dp \quad (1)$$

dengan:

\bar{Q} = Transpor kelembaban ($\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$)

q = Kelembaban spesifik (gr/kg)

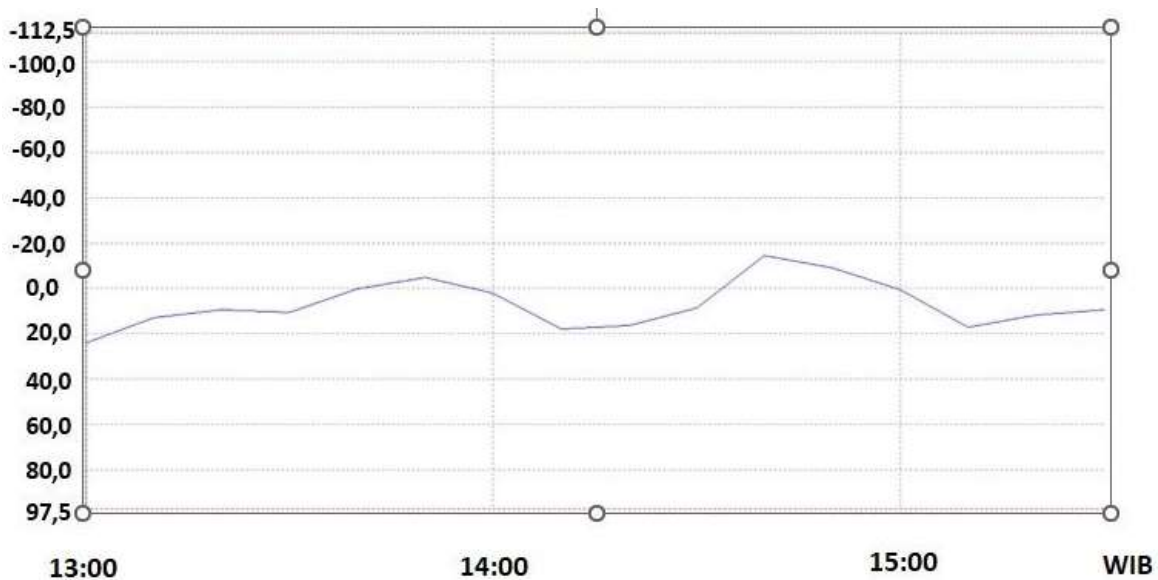
\bar{V} = Vektor angin horizontal

g = Percepatan gravitasi (ms^{-1})

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Suhu Puncak Awan

Gambar 2 menunjukkan bahwa suhu puncak awan di wilayah kejadian hail sekitar pukul 14.30 WIB suhu puncak awannya mencapai -18°C . Kondisi ini mengindikasikan terbentuknya awan Cb yang melebihi *freezing level*. Oleh karena itu, droplet awan dapat bertumbuh menjadi lebih besar dan pada saat jatuh tidak sepenuhnya mencair dan masih berupa butiran es yang mencapai permukaan bumi.

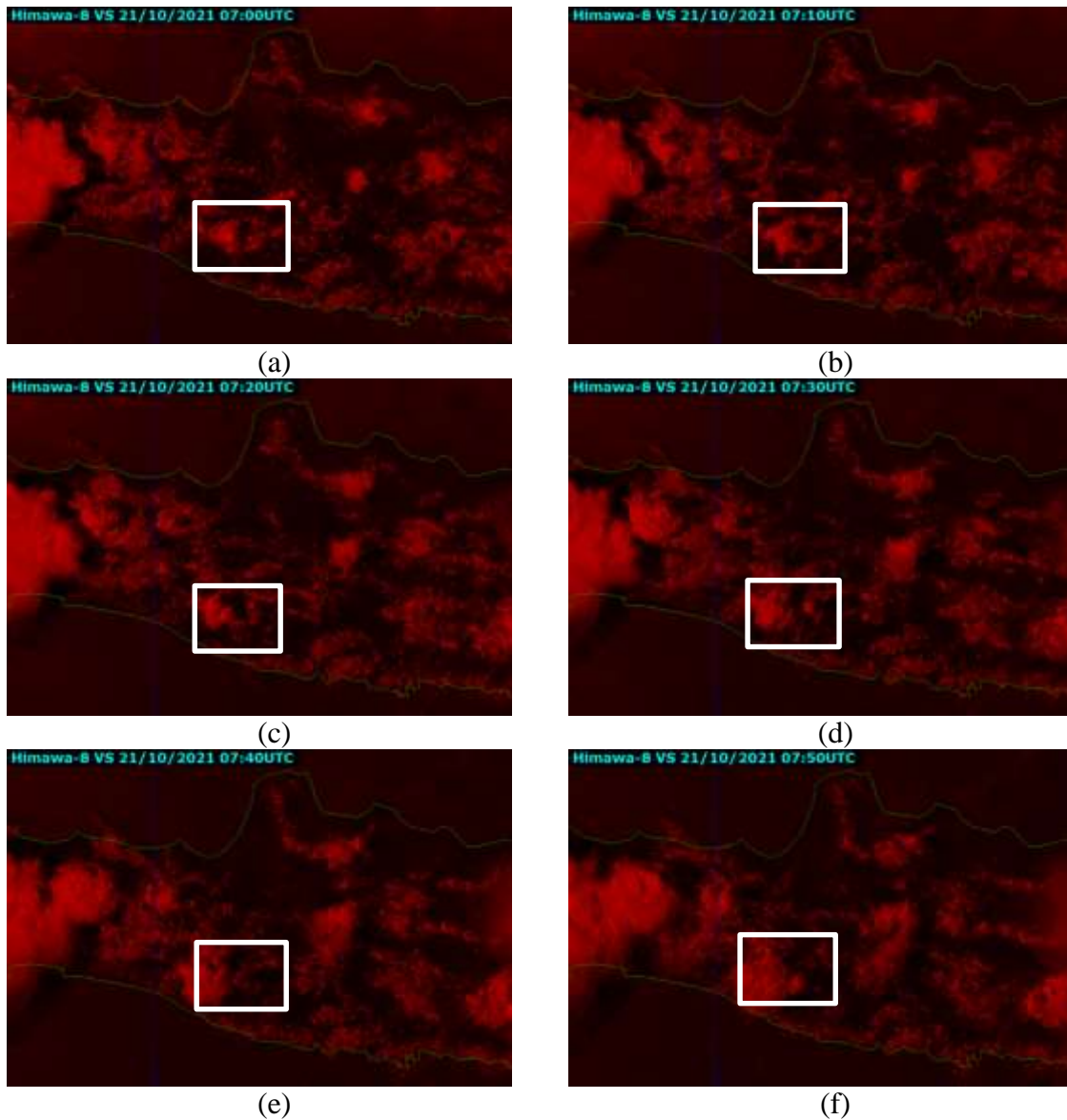


Gambar 2. Suhu puncak awan di lokasi kejadian hail ($7,74^{\circ}\text{LS}$ dan $110,58^{\circ}\text{BT}$) dalam $^{\circ}\text{C}$ pada tanggal 21 Oktober 2021.

3.2 Pola Spasial Awan

Gambar 3 menunjukkan bahwa pola pertumbuhan awan Cb di wilayah Klaten dan sekitarnya sudah terlihat dari pukul 07.00 UTC atau 14.00 WIB. Produk RGB *true color* tersebut dapat menggambarkan tekstur 3 dimensi dari awan Cb, yang bergumpal-gumpal menjulang tinggi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa awan Cb yang terbentuk melewati *freezing level*

dimana droplet awan yang berupa es dapat tumbuh dengan maksimal. Produk RGB true color ini dapat dijadikan salah satu referensi dalam mengidentifikasi dan monitoring potensi terbentuknya hail.

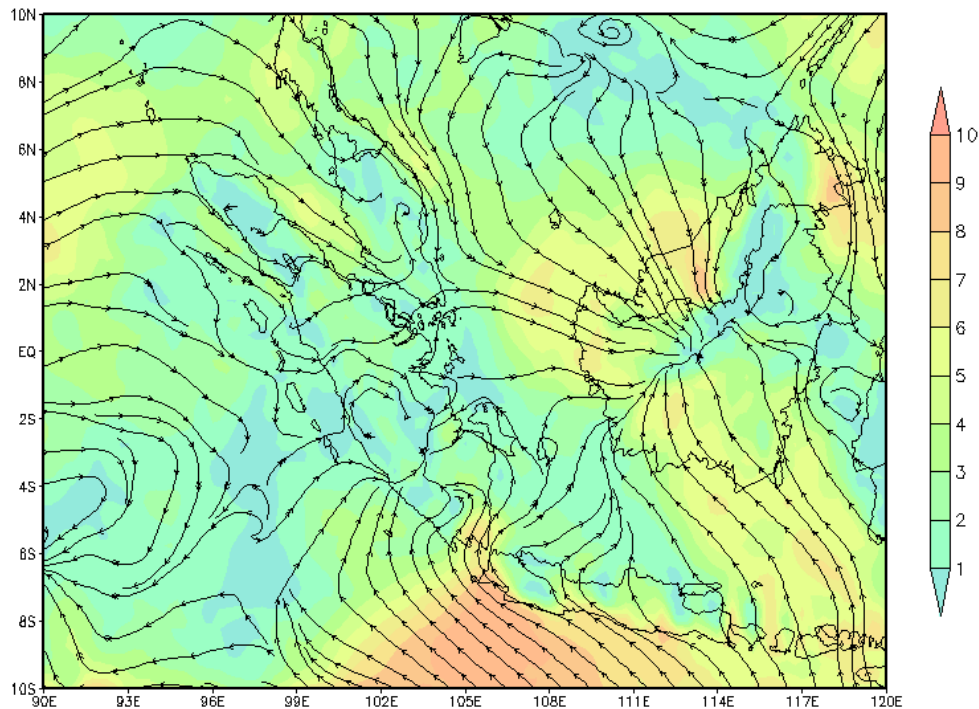


Gambar 3. Citra Satelit Himawari 8/9 IR RGB *True Color* tanggal 21 Oktober 2021 pukul 07.00 UTC (a), 07.10 UTC (b), 07.20 UTC (c), 07.30 UTC (d), 07.40 UTC (e), 07.50 (f).

3.3 Analisis *Streamline* Angin Gradien

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada tanggal 21 Oktober 2021 wilayah Jawa dan sekitarnya masih dominan dipengaruhi oleh monsun Australia. Namun, monsun Asia juga mulai aktif di wilayah Indonesia, terutama di utara ekuator. Kondisi ini menandakan bahwa wilayah

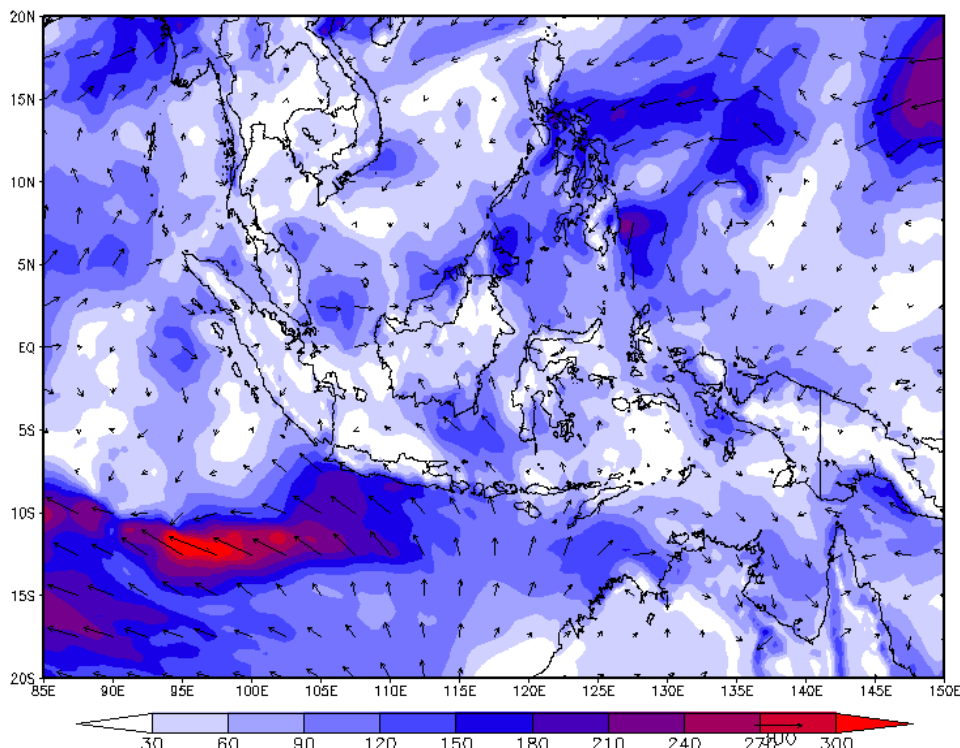
Jawa dan sekitarnya, termasuk Klaten sedang berada pada musim transisi dari musim kemarau menjadi musim penghujan. Transisi angin ini menyebabkan adanya daerah konvergensi di perairan selatan Yogyakarta dan belokan angin di wilayah Klaten dan sekitarnya. Kondisi ini memicu terbentuknya awan Cb di wilayah tersebut yang menjadi pemicu terbentuknya hail di wilayah Jogonalan, Klaten, Jawa Tengah.



Gambar 4. *Streamline* angin gradien (925 mb) pada tanggal 21 Oktober 2021 jam 14.00 WIB, kecepatan angin dalam m/s.

3.4 Analisis Transpor Kelembapan Lapisan Bawah

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada tanggal 21 Oktober 2021 pukul 14.00 WIB wilayah Jawa bagian selatan mendapat transpor kelembapan yang besar dari Samudera Hindia sebelah selatan Pulau Jawa.



Gambar 5. Transpor kelembapan lapisan bawah pada tanggal 21 Oktober 2021 jam 14.00 WIB.

4. SIMPULAN

Pada tanggal 21 Oktober 2021 wilayah Klaten dan sekitarnya berada pada musim transisi dari musim kemarau ke musim pengujan (pancaroba). Kondisi ini memicu adanya daerah konvergensi di perairan selatan Jawa dan belokan angin di Klaten dan sekitarnya. Selain itu, adanya transpor kelembapan yang besar dari Samudera Hindia sebelah selatan Jawa semakin meningkatkan potensi terbentuk *deep convective* yang menjadi pemicu terjadinya Hail di Jogonalan, Klaten, Jawa Tengah. Metode RGB *true color* dapat menggambarkan tekstur dari *deep convective* yang terbentuk di Klaten dan sekitarnya. Namun, untuk kajian selanjutnya dapat dibandingkan dengan Metode RGB lainnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. C. Peatman, J. Schwendike, C. E. Birch, J. H. Marsham, A. J. Matthews, dan G.-Y. Yang, "A local-to-large scale view of Maritime Continent rainfall: control by ENSO, MJO and equatorial waves," *Journal of Climate*, hlm. 1–52, Sep 2021, doi: 10.1175/JCLI-D-21-0263.1.
- [2] X. Li, Y. Tang, X. Song, dan T. Liu, "Decadal variation of the rainfall predictability over the maritime continent in the wet season," *Journal of Climate*, hlm. 1–21, Apr 2022, doi: 10.1175/JCLI-D-21-0862.1.

- [3] M.-S. Ahn, D. Kim, Y.-G. Ham, dan S. Park, "Role of Maritime Continent Land Convection on the Mean State and MJO Propagation," *Journal of Climate*, vol. 33, no. 5, hlm. 1659–1675, Mar 2020, doi: 10.1175/JCLI-D-19-0342.1.
- [4] S. Amri, F. R. Fajary, dan T. W. Hadi, "Analysis of Synoptic Disturbance in Maritim Continent Using Spherical Harmonics Transformation Method," *J.Agromet*, vol. 34, no. 2, hlm. 89–99, Sep 2020, doi: 10.29244/j.agromet.34.2.89-99.
- [5] B. P. Dewi dan S. Amri, "Pengaruh Cross-Equatorial Northerly Surge terhadap Kejadian Banjir di Jakarta (Studi Kasus 31 Desember 2019 - 1 Januari 2020)," *Jiif*, vol. 6, no. 1, hlm. 41–52, Feb 2022, doi: 10.24198/jiif.v6i1.37914.
- [6] C.-P. Chang, M.-M. Lu, dan H. Lim, "Monsoon Convection in the Maritime Continent: Interaction of Large-Scale Motion and Complex Terrain," *Meteorological Monographs*, vol. 56, hlm. 6.1-6.29, Apr 2016, doi: 10.1175/AMSMONOGRAPHS-D-15-0011.1.
- [7] Z. Li, W. Yu, K. Li, B. Liu, dan G. Wang, "Modulation of interannual variability of tropical cyclone activity over Southeast Indian Ocean by negative IOD phase," *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, vol. 72, hlm. 62–69, Des 2015, doi: 10.1016/j.dynatmoce.2015.10.006.
- [8] S. Liang, D. Wang, A. D. Ziegler, L. Z. X. Li, dan Z. Zeng, "Madden–Julian Oscillation-induced extreme rainfalls constrained by global warming mitigation," *npj Clim Atmos Sci*, vol. 5, no. 1, hlm. 67, Agu 2022, doi: 10.1038/s41612-022-00291-1.
- [9] A. R. Anam dan S. Amri, "Analisis Kejadian Angin Puting Beliung Menggunakan Citra Satelit Himawari-8 (Studi Kasus Kota Bogor, Jawa Barat 21 September 2021)," *SLJIL*, vol. 6, no. 2, hlm. 1456, Des 2021, doi: 10.36418/syntax-literate.v6i2.5276.
- [10] F. Asfahanif dan S. Amri, "Analisis Peristiwa Angin Kencang dengan Citra Satelit Himawari-8 (Studi Kasus: Bangkalan, 17 Oktober 2021)," 2022.
- [11] X. Ni, C. Liu, D. J. Cecil, dan Q. Zhang, "On the Detection of Hail Using Satellite Passive Microwave Radiometers and Precipitation Radar," *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol. 56, no. 10, hlm. 2693–2709, Okt 2017, doi: 10.1175/JAMC-D-17-0065.1.
- [12] A. Ali dan U. Sa'adah, "Implementasi Metode Deteksi Hujan Es Berbasis Data Radar Cuaca Menggunakan Algoritma Severe Hail Index (SHI)," *JFU*, vol. 11, no. 3, hlm. 380–386, Jul 2022, doi: 10.25077/jfu.11.3.380-386.2022.
- [13] M. D. Anggoro dan B. Pramujo, "KAJIAN WAKTU HIDUP DAN PERGERAKAN AWAN KONVEKTIF BERBASIS CITRA RADAR DAN MODEL ECMWF," *jmkg*, vol. 4, no. 3, hlm. 24–31, Apr 2019, doi: 10.36754/jmkg.v4i3.50.
- [14] K. A. Browning, "The Structure and Mechanisms of Hailstorms," dalam *Hail: A Review of Hail Science and Hail Suppression*, G. B. Foote dan C. A. Knight, Ed. Boston, MA: American Meteorological Society, 1977, hlm. 1–47. doi: 10.1007/978-1-935704-30-0_1.
- [15] A. Fadholi, "Analisa Kondisi Atmosfer pada Kejadian Cuaca Ekstrem Hujan Es," 2012.
- [16] M. Karmini, "HUJAN ES (HAIL) DI JAKARTA, 20 APRIL 2000," vol. 1, no. 1, 2000.

- [17] M. I. Lélé, L. M. Leslie, dan P. J. Lamb, “Analysis of Low-Level Atmospheric Moisture Transport Associated with the West African Monsoon,” *Journal of Climate*, vol. 28, no. 11, hlm. 4414–4430, Jun 2015, doi: 10.1175/JCLI-D-14-00746.1.