

## Analisis Sebaran Gas SO<sub>2</sub> Menggunakan Citra Satelit Himawari-9 Studi Kasus: Gunung Lewotobi Laki Laki 3 - 4 November 2024

Veimas Mahardhika<sup>1</sup>, Farhan Oktaviansyah Hidayat<sup>2</sup>, M. Arifudin<sup>2</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

DOI: <https://doi.org/10.29303/Goescienceed.v6i2.766>

### Article Info

Received: 11 January 2025

Revised: 10 March 2025

Accepted: 21 March 2025

Correspondence:

Phone: +6285755387122

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sebaran gas sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) dari erupsi Gunung Lewotobi Laki-Laki menggunakan citra Satelit Himawari-9 dengan metode Ash RGB. Data yang digunakan mencakup kanal 11 (8,6 μm), kanal 13 (10,4 μm), dan kanal 15 (12,4 μm). Hasil analisis menunjukkan bahwa gas SO<sub>2</sub> mulai terdeteksi di lokasi gunung satu jam setelah erupsi dan menyebar ke arah barat laut, timur, utara, dan tenggara gunung. Metode Ash RGB terbukti efektif dalam memvisualisasikan sebaran gas SO<sub>2</sub>, mampu membedakan gas SO<sub>2</sub> (ditandai dengan warna hijau terang) dari awan (berwarna kecoklatan). Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memahami dampak erupsi vulkanik terhadap atmosfer dan lingkungan sekitar.

**Keywords:** Satelit Himawari, Metode Ash RGB, Sulfur Dioksida, Gunung Lewotobi Laki-Laki

Citation: Mahardhika V., Hidayat, O., F., & Arifudin, M. (2025). Analisis Sebaran Gas SO<sub>2</sub> Menggunakan Citra Satelit Himawari-9 Studi Kasus: Gunung Lewotobi Laki Laki 3 - 4 November 2024. *Journal Pendidikan dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(2), 838-841. doi: <https://doi.org/10.29303/Goescienceed.v6i2.766>

### Pendahuluan

Menjadi salah satu negara yang secara geografis berada di *Ring of fire* menyebabkan Indonesia rutin mengalami kejadian gempa bumi dan banyak gunung berapi berstatus aktif yang tidak jarang mengalami letusan (Rijanta et al, 2014). Ketika mengalami erupsi umumnya gunung berapi akan mengeluarkan abu vulkanik berupa kabut asap tebal yang berwarna hitam dan bebatuan serta kerikil yang ukurannya beragam. Sebagian dari material yang dikeluarkan gunung berapi saat erupsi akan terbawa angin dan akan berada di atmosfer selama selang waktu tertentu (Sudaryo dan Sucipto, 2009). Erupsi gunung berapi dapat berakibat pada berbagai macam kerugian bagi masyarakat mulai dari rusaknya ekosistem sekitar lereng gunung, mengganggu aktivitas penerbangan, dan gas yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Abu vulkanik

umumnya terdiri dari gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) dan sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) yang dapat bercampur dengan awan di atmosfer. Gas SO<sub>2</sub> yang bercampur dengan awan dapat menyebabkan hujan asam dan polusi partikel sulfat aerosol (Manurung dan rilaksono, 2016; Nugroho dan Setiawan, 2020).

Salah satu erupsi yang terjadi di Indonesia pada tahun 2024 adalah erupsi Gunung Lewotobi Laki Laki pada 3 November 2024 Pukul 23.57 WITA yang mengakibatkan 4 bandara ditutup (CNN, 2024; PVMBG 2024). Gunung Lewotobi Laki Laki merupakan salah satu dari dua gunung api kembar di tenggara Pulau Flores, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Erupsi terjadi dengan ketinggian rata-rata kolom letusan setinggi 500-1.000 meter. Kolom erupsi yang mengandung gas SO<sub>2</sub> dapat terbawa angin sehingga dapat menyebar. Oleh

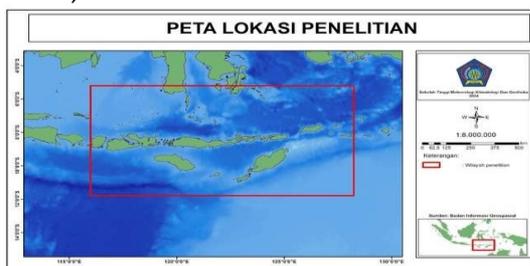
Email: [vei.mahardhika@gmail.com](mailto:vei.mahardhika@gmail.com)

karena itu diperlukan adanya analisis sebaran gas SO<sub>2</sub>. Salah satu metode untuk mengetahui persebaran gas SO<sub>2</sub> adalah dengan bantuan citra satelit. Gas SO<sub>2</sub> dapat terlihat oleh satelit dikarenakan gas SO<sub>2</sub> dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang spesifik. (Carboni et al, 2012; Nugroho, 2019; Ellrod et al 2003).

Salah satu satelit yang beroperasi di wilayah Indonesia adalah Satelit Himawari 9 yang dijalankan oleh Japan Meteorological Agency (JMA). Satelit ini yang memiliki 16 kanal dengan resolusi tinggi yang dapat digunakan untuk mendeteksi sebaran gas SO<sub>2</sub> yang bercampur dengan abu vulkanik dengan menggunakan metode Ash RGB (Bessho et al. 2016; Huda dan Mulya, 2022). Metode Ash RGB adalah sebuah metode yang digunakan dalam pendeteksian sebaran abu vulkanik serta gas SO<sub>2</sub> dengan menggabungkan dari tiga kanal dari 16 kanal yang tersedia pada satelit Himawari 9. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ryan dan Pratama (2019) metode Ash RGB ini pernah digunakan untuk mendeteksi dan memvisualisasikan penyebaran material letusan Gunung Gamalama. Penelitian serupa oleh Buchholz dan Lida (2018) melakukan kajian pada erupsi Gunung Agung. Metode Ash RGB dapat dengan baik membedakan antara awan dan material vulkanik yang bercampur di atmosfer dengan menunjukkan perbedaan warna di citra komposit RGB. Sebaran gas SO<sub>2</sub> pada erupsi Gunung Lewotobi Laki Laki pada 3-4 November 2024 belum banyak dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian terkait sebaran gas SO<sub>2</sub> pada erupsi Gunung Lewotobi Laki Laki pada tanggal 3-4 November 2024.

**Metode**

Penelitian ini berfokus pada erupsi Gunung Lewotobi Laki Laki yang terletak di Kabupaten Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur (8°31'54.83"S, 122°46'0.62"E) dengan periode kajian pukul 23.00 WITA 3 November (1 jam sebelum erupsi) sampai dengan pukul 11.00 WITA 4 November 2024 dalam interval satu jam. Wilayah analisis sebaran SO<sub>2</sub> dibatasi pada wilayah NTT dan sekitarnya (117°BT-128°BT dan 5°LS-12°LS) (**Gambar 1**).



**Gambar 1.** Peta Wilayah penelitian

Data yang digunakan berupa citra Satelit Himawari-9. Citra satelit yang digunakan adalah kanal 11 (8,6 μm), kanal 13 (10,4 μm), dan kanal 15 (12,4μm). Citra satelit diunduh melalui *file transfer protocol* dengan alamat ftp.ptree.jaxa.jp menggunakan akun yang sudah didaftarkan pada JAXA Himawari Monitor P-Tree System aplikasi Filezilla. Data diunduh dalam format NetCDF4 (.nc) dengan resolusi spasial 0.02° dalam interval satu jam.

Citra satelit kemudian diolah menggunakan metode komposit RGB yang terdiri dari warna merah, hijau, dan biru (Tabel 1). Warna merah merupakan perbedaan *Brightness Temperature* (BT) antara kanal 13 dan kanal 15 pada rentang (-4) - 2 K mengindikasikan gas SO<sub>2</sub>, awan tebal dan uap air. Warna hijau adalah perbedaan *Brightness Temperature* (BT) antara kanal 11 dan kanal 13 pada rentang (-4) - 5 K berhubungan dengan gas SO<sub>2</sub> dan fase awan. Warna biru diisi dengan kanal 13 pada 208 - 243 K berkaitan dengan suhu puncak awan. Pada citra komposit RGB warna hijau-kuning cerah dikategorikan dengan gas SO<sub>2</sub> dan awan tampak dengan warna coklat (Meteorological Satellite Center, 2015).

Tabel 1. Komposisi RGB (Ishii et al, 2018)

No	Warna	Kanal	Min (K)	Max (K)
1	Red	13 - 15	-4	2
2	Green	11 - 13	-4	5
3	Blue	13	208	243

**Hasil dan Pembahasan**

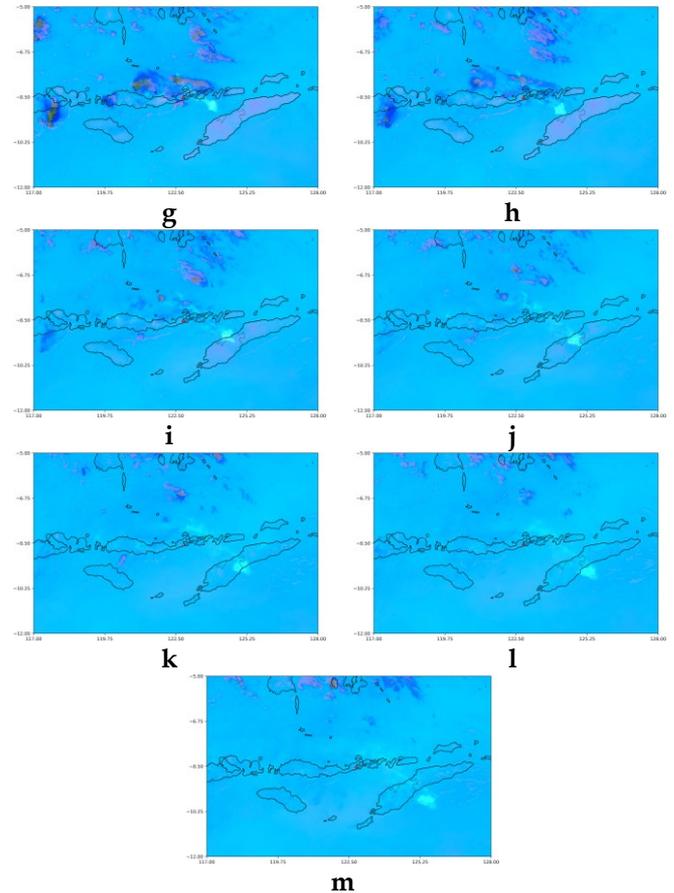
Pada pukul 23.00 WITA, sekitar satu jam sebelum erupsi (**Gambar 2.a**), kondisi atmosfer di sekitar Gunung Api Lewotobi cerah namun, terdapat awan yang ditandai dengan warna hijau bercampur coklat, terdapat awan di titik lokasi gunung. Pada pukul 00.00 WITA (**Gambar 2.b**) 3 menit setelah dilaporkan erupsi, belum terlihat gas SO<sub>2</sub> pada citra RGB satelit. Pada pukul 01:00 WITA (**Gambar 2.c**) terlihat gas SO<sub>2</sub> pekat di barat laut dan timur Gunung Lewotobi Laki-Laki ditandai dengan warna hijau cerah.

Pada pukul 02:00 WITA (**Gambar 2.d**) gas SO<sub>2</sub> semakin meluas dan bergerak ke arah barat laut dan timur gunung. pada pukul 03:00 WITA (**Gambar 2.e**) gas SO<sub>2</sub> bergerak semakin meluas dengan warna hijau cerah tebal menandakan gas SO<sub>2</sub> pekat di arah utara dan tenggara gunung. Terdapat pula warna hijau cerah tipis di barat gunung menandakan gas SO<sub>2</sub> dalam konsentrasi yang lebih kecil. Pada pukul 04:00 WITA (**Gambar 2.f**) gas SO<sub>2</sub> terus menyebar ke arah barat, utara dan tenggara gunung.

Pada pukul 05.00 WITA (**Gambar 2.g**) konsentrasi gas SO<sub>2</sub> di utara gunung mulai terlihat

berkurang, ditandakan dengan warna hijau terang yang menipis. Sebaran gas SO<sub>2</sub> di arah tenggara gunung masih terlihat tebal dan semakin menjauhi gunung. Sebaran di arah barat gunung masih terlihat dengan samar. Pukul 06.00 WITA (**Gambar 2.h**) gas SO<sub>2</sub> di lokasi Gunung sudah tidak terlihat pada citra RGB. Sebaran gas SO<sub>2</sub> di tenggara masih pekat dan semakin bergerak mendekati Pulau Timor. Sebaran di barat dan utara masih terlihat namun samar.

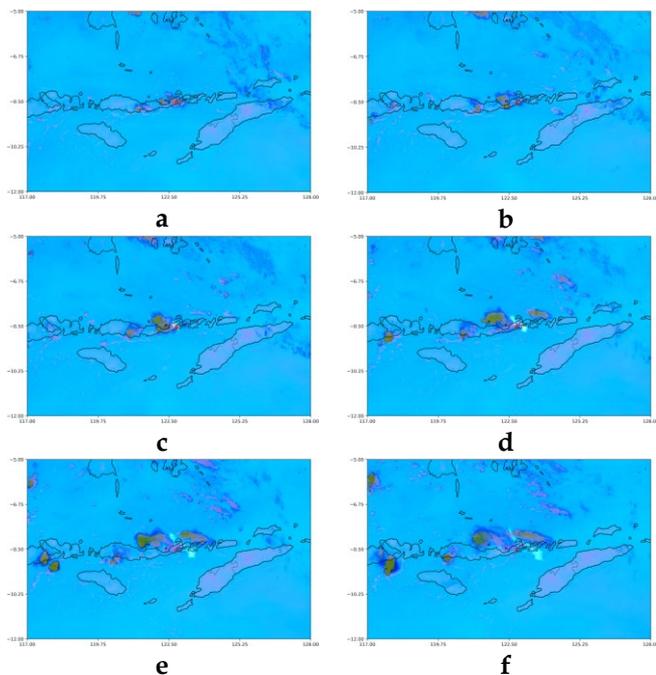
Pada pukul 07.00 WITA (**Gambar 2.i**) sebaran di arah tenggara sudah mencapai Pulau Timor dengan konsentrasi yang tinggi dicirikan dengan warna hijau terang yang tebal. Sebaran di arah barat dan utara gunung masih terlihat tersebar tipis. Pada pukul 08.00 WITA (**Gambar 2.j**) sebaran gas SO<sub>2</sub> di arah tenggara tepat berada di atas Pulau Timor. Sebaran gas SO<sub>2</sub> di utara dan barat tidak mengalami perubahan signifikan. Pada pukul 09.00 WITA (**Gambar 2.k**) tidak ada perubahan signifikan pada sebaran gas SO<sub>2</sub>, sebaran pada arah tenggara bergerak melewati Pulau Timor. Sebaran di utara dan barat masih terlihat dari citra RGB. Pukul 10.00 WITA (**Gambar 2.l**) sebaran gas SO<sub>2</sub> di arah tenggara terus melewati Pulau Timor tampak sudah mulai memudar. Sebaran gas SO<sub>2</sub> di utara dan barat sudah sangat menyebar hingga sangat tipis. Pada pukul 11.00 WITA (**Gambar 2.m**) sebaran gas SO<sub>2</sub> di tenggara sudah melewati Pulau Timor masih terlihat jelas. Sebaran gas SO<sub>2</sub> di barat dan utara sudah sangat samar.



**Gambar 2.** Citra komposit RGB Wilayah penelitian (a) pukul 23.00 WITA (b) pukul 00.00 WITA (c) pukul 01.00 WITA (d) pukul 02.00 WITA (e) pukul 03.00 WITA (f) pukul 04.00 WITA (g) pukul 05.00 WITA (h) pukul 06.00 WITA (i) pukul 07.00 WITA (j) pukul 08.00 WITA (k) pukul 09.00 WITA (l) pukul 10.00 WITA (m) pukul 11.00 WITA

### Kesimpulan

Gas SO<sub>2</sub> mulai tampak di citra satu jam setelah erupsi. Pada enam jam setelah erupsi, gas SO<sub>2</sub> sudah tidak teramati di lokasi gunung. Pada 11 jam setelah erupsi, sebaran gas SO<sub>2</sub> pada arah tenggara gunung mempertahankan konsentrasi yang cukup tinggi sedangkan, sebaran gas SO<sub>2</sub> pada barat dan utara sudah terdispersi hingga hanya terlihat sangat samar. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan Metode Ash RGB dapat menggambarkan sebaran gas SO<sub>2</sub> selama erupsi Gunung Lewotobi Laki-Laki yang terjadi pada 3-4 November 2024. Metode Ash RGB dapat membedakan antara Gas SO<sub>2</sub> yang digambarkan pada citra dengan warna hijau terang dengan awan yang pada citra memiliki warna kecoklatan. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memahami dampak erupsi vulkanik terhadap atmosfer dan lingkungan sekitar.



## Referensi

- Aditya, P. S., Saragih, I. J. A., Rosyady, M. P., & Kristianto, A. (2018). Deteksi Sebaran Debu Vulkanik Menggunakan Citra Satelit Himawari-8 (Studi Kasus: Gunung Raung, Gunung Rinjani, dan Gunung Bromo). *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-5 Tahun 2018*.
- Bessho, K., Date, K., Hayashi, M., Ikeda, A., Imai, T., Inoue, H., Kumagai, Y., Miyakawa, T., Murata, H., Ohno, T., Okuyama, A., Oyama, R., Sasaki, Y., Shimazu, Y., Shimoji, K., Sumida, Y., Suzuki, M., Taniguchi, H., Tsuchiyama, H., Uesawa, D., Yokota, H., & Yoshida, R. (2016). An Introduction to Himawari-8/9—Japan's New-Generation Geostationary Meteorological Satellites. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 94(2), 151–183. doi:<https://doi.org/10.2151/jmsj.2016-009>
- Buchholz, S., & Iida, T. (2018). Monitoring the Agung (Indonesia) Ash Plume of November 2017 by Means of Infrared Himawari 8 Data. *Remote Sensing*, 10(12). doi:<https://doi.org/10.3390/rs10060919>
- Carboni, E., Grainger, R., Walker, J., Dudhia, A., & Siddans, R. (2012). A new scheme for sulphur dioxide retrieval from IASI measurements: application to the Eyjafjallajökull eruption of April and May 2010. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12(23), 11417–11434. doi:<https://doi.org/10.5194/acp-12-11417-2012>
- CNN (2024). Gunung Lewotobi Laki Laki. Retrieved November 4, 2024 :Cabble News Network:<https://www.cnnindonesia.com/nasional/20241104132329201162791/empat-bandara-ditutup-sementara-imbas-erupsi-gunung-lewotobi> diakses tanggal 4 November 2024
- Ellrod, Gary. Connel, Bernadette. & Hillger, Donald . (2003). Improved Detection of Airborne Volcanic Ash using Multispectral Infrared Satellite Data. *Journal of Geophysical Research Atmospheres* , 108.
- Huda, A. D., & Mulya, A. (2022). Pemanfaatan Metode RGB (Red Green Blue) pada Citra Satelit Himawari-8 dalam Klasifikasi Awan pada Kejadian Hujan Lebat Daerah Sidoarjo 3 Februari 2021. *Jurnal Teknik SILITEK*, 1(02), 73–79.
- Ishii, K., Hayashi, Y. & Shimbori, T. (2018). Using Himawari-8, estimation of SO<sub>2</sub> cloud altitude at Aso volcano eruption, on October 8, 2016. *Earth Planets Space*, 70. doi:<https://doi.org/10.1186/s40623-018-0793-9>
- Manurung, C. A. J., & Trilaksono, N. J. (2016). *Kajian Dampak Sebaran Abu Vulkanik terhadap Kesehatan: Studi Kasus Gunung Sinabung*. Weather and Climate Prediction Laboratory, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung.
- Meteorological Satellite Center (2015) Ash RGB detection of volcanic ash. [https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/satellite/VLab/QG/RGB\\_QG\\_Ash\\_en.pdf](https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/satellite/VLab/QG/RGB_QG_Ash_en.pdf).
- Nugroho, A. D. (2019). *Perbandingan Sebaran Abu Vulkanik Menggunakan Citra Satelit Himawari-8 dengan Metode Two Band Split Windows (TBSW) dan Three-Band Volcanic Ash Product (TVAP)(Studi Kasus: Gunung Agung)* (Disertasi, ITN MALANG).
- Nugroho, R. E., & Setiawan, B. (2020). Abu vulkanik sebagai ancaman kesehatan dan strategi mitigasinya. *Jurnal Vokasional Geologi*, 11(3), 200–210. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jvgeo.2020.01.007>
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). "Siaran Pers: Erupsi di Gunung Lewotobi Laki-Laki, Nusa Tenggara Timur, Tanggal 3 November 2024 Pukul 23:57 WITA." [vsi.esdm.go.id](https://vsi.esdm.go.id).. <https://vsi.esdm.go.id/press-release/siaran-pers-erupsi-di-gunung-lewotobi-laki-laki-nusa-tenggara-timur-tanggal-3-november-2024-pukul-2357-wita>. diakses tanggal 28 Desember 2024
- Rijanta, R; Hizbaron, Baiquni, M. (2014). *Modal Sosial dalam Manajemen Bencana*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ryan, M., & Pratama, K. R. (2019). Identifikasi Trajektori Debu Vulkanik Letusan Gunung Gamalama dengan HYSPLIT dan Metode RGB pada Citra Satelit Himawari 8. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 4(2), 29–34.
- Sudaryo dan Sutjipto. 2009. Identifikasi dan penentuan logam berat pada tanah vulkanik di daerah Cangkringan, Kabupaten Sleman dengan metode Analisis Aktivasi Neutron Cepat, *Seminar Nasional V SDM Teknologi*, Yogyakarta. 56.