

Studi Pola Sebaran Asap Dan Kondisi Parameter Fisis Meteorologi Berbasis Citra Satelit Himawari-8 (Kasus: Kebakaran Hutan di Provinsi Jambi)

Gerson P. Sinaga^{1*}, I Made Yuliara², Ni Nyoman Rupiasih³, I Ketut Sukarasa⁴, I G. A. P. Adnyna⁵, I. G. A. Widagda⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bali, Indonesia.

Received: 07 November 2023

Revised: 28 April 2024

Accepted: 30 April 2024

Corresponding Author:

Gerson P. Sinaga

gersonsinaga10021999@gmail.com

© 2024 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v7i1.23981>

Abstract: This research has conducted a study of smoke distribution patterns and conditions of meteorological physical parameters based on Himawari-8 satellite imagery (Case: Forest Fires in Jambi Province). Data analysis was carried out in this study using Himawari-8 satellite image data with processed RGB False Color method in SATAID software. Meteorological factors such as hot spots, rainfall, air temperature, wind direction and speed are parameters that can affect the process of forest fires and smoke distribution. The data collected in this research is secondary data. The meteorological data and smoke images from BMKG Jakarta center, Jakarta, then the data is processed and analyzed so that it can interpret the meteorological conditions and smoke patterns in Jambi Province. The smoke images that have been collected are then processed using a laptop with SATAID Software on channels 3, 4, and 6 so that the color of the smoke and the distribution of brownish forest fire smoke can be seen in the form of images. Based on the results of the research, the state of meteorological physical parameters in Jambi Province shows a state of drought, hot spots totaling 30 locations from June 24 to 28, 2022, and low rainfall is one of the factors that trigger the process of forest fires, air temperature with an average of <25 °C is classified as a moderate temperature during forest fires. satellite image data and meteorological condition data in 2022, wind direction and speed below 29 kt (knots) are categorized as moderate wind gusts.

Keywords: Smoke distribution patterns, forest fires, Himawari-8 satellite, SATAID software, RGB.

Pendahuluan

Kebakaran hutan di Indonesia saat ini sangat mengganggu, dapat dipandang sebagai bencana regional maupun global. Dampak kebakaran hutan sudah menjalar ke negara-negara tetangga dan gas-gas hasil pembakaran yang diemisikan ke atmosfer, berpotensi menimbulkan pemanasan global (Adinugroho dkk., 2005). Kebakaran hutan dan lahan di Indonesia disebabkan oleh dua faktor, yaitu alam dan manusia. Faktor alam disebabkan oleh musim kemarau, sehingga tanaman menjadi kering. Tanaman kering

merupakan bahan bakar potensial apabila terkena percikan api rokok maupun korek api. Faktor manusia disebabkan oleh kelalaian ataupun kesengajaan dari aktivitas manusia terkait dengan penebangan hutan, sehingga mengakibatkan lahan semakin gundul (Fachmi, 2014).

Kebakaran hutan dan lahan selain merusak lingkungan dapat menimbulkan kabut asap dan dapat mengganggu kesehatan masyarakat, serta dapat menimbulkan penyakit yang luar biasa, seperti infeksi pada saluran pernapasan. Terjadinya kebakaran hutan

How to Cite:

Sinaga, G. P., Yuliara, I. M., Rupiasih, N. N., Sukarasa, I. K., Adnyna, I. G. A. P., & Widagda, I. G. A. (2024). Studi Pola Sebaran Asap Dan Kondisi Parameter Fisis Meteorologi Berbasis Citra Satelit Himawari-8 (Kasus: Kebakaran Hutan di Provinsi Jambi). *Kappa Journal*, 8(1), 16-27. <https://doi.org/10.29408/kpj.v7i1.23981>

dan sebaran asap dikarenakan beberapa faktor yaitu, kondisi meteorologi seperti curah hujan yang rendah dan suhu udara yang sangat tinggi (Solichin, 2004).

Perkembangan ilmu pengetahuan alam dan teknologi pada zaman sekarang dapat menjadikan manusia semakin mudah memantau sebaran asap yang diakibatkan oleh terjadinya kebakaran hutan. Produk teknologi satelit cuaca seperti satelit Himawari maupun satelit Terra Aqua sering digunakan untuk memantau penyebaran asap. Cukup banyak penelitian yang menggunakan citra satelit cuaca untuk memantau sebaran asap yang diakibatkan oleh kebakaran hutan dan lahan di wilayah Indonesia. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Panjaitan, A., dan Panjaitan B, S., (2015) tentang "pemanfaatan data citra satelit cuaca generasi baru Himawari-8 untuk mendeteksi asap akibat kebakaran hutan dan lahan di Pulau Sumatra dan Kalimantan pada bulan September 2015" menunjukkan bahwa, pada citra hasil olahan terdapat pola citra Red Green Blue (RGB) false colour Himawari-8, yang hampir sama dengan yang dihasilkan dari citra RGB false colour Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) Terra-Aqua. Pola dengan warna kecoklatan pada citra hasil olahan mengindikasikan asap hasil kebakaran hutan dan lahan. Hal ini juga diperkuat hasil analisa lokasi pola yang berwarna kecoklatan sesuai dengan laporan keadaan cuaca berasap dari beberapa stasiun cuaca Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) di wilayah Sumatera dan Kalimantan serta sesuai dengan sebaran hotspot yang muncul. Satu komposisi RGB yang menggunakan kanal dengan range spektral yang sama akan menghasilkan komposisi warna yang sama walau berbeda wahana, yang dalam makalah ini menggunakan komposisi Red = kanal 3, yaitu Visibel (Vis), Green = kanal 4, yaitu Near infrared (NIR 1), dan Blue = kanal 6, yaitu Near infrared (NIR 3).

Penelitian yang relevan juga dilakukan oleh Anendha Destantyo Nugroho dan Paulus Agus Winarso, (2019) tentang "Identifikasi sebaran asap melalui metode RGB citra satelit Himawari-8 di Pulau Sumatera dan Kalimantan pada bulan Agustus dan September 2019". Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa, nilai masing-masing kanal yang membentuk pola sebaran asap pada metode RGB false colour Himawari-8 terdiri dari kombinasi 3 kanal yaitu, pada Kanal 3 dengan panjang gelombang tengah 0,64 μm yang berwarna merah, Kanal 4 dengan panjang gelombang tengah 0,86 μm berwarna hijau, dan Kanal 6 dengan panjang gelombang tengah 2,3 μm berwarna biru. Pola warna citra kecoklatan pada citra RGB false colour Himawari-8 yang diperoleh mengindikasikan adanya kebakaran hutan yang sesuai dengan peta hotspot yang ditampilkan oleh BMKG.

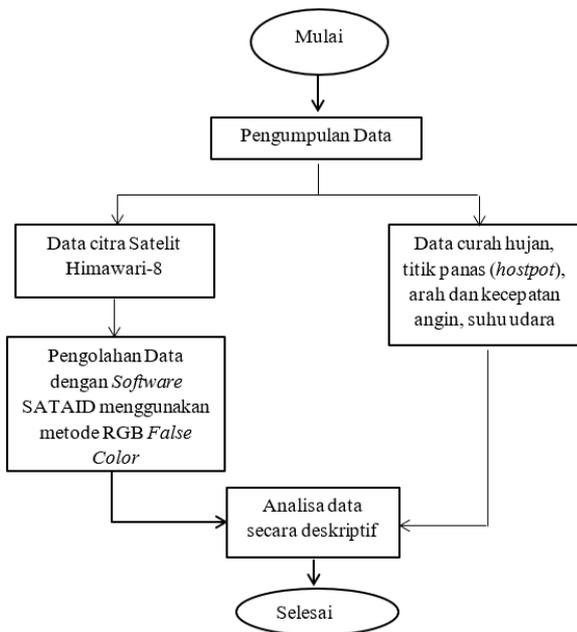
Penelitian yang dilakukan oleh Rani, N. A. (2016), yaitu "Identifikasi sebaran asap melalui metode RGB

citra satelit Himawari-8 pada kasus kebakaran hutan di Sumatra dan Kalimantan pada 15 September 2015". Hasilnya menunjukkan bahwa pada citra olahan Himawari-8 terdapat gumpalan berwarna kecoklatan yang diidentifikasi sebagai sebaran asap menutupi wilayah Sumatra. Pemantauan dengan citra satelit Terra/Aqua MODIS oleh BMKG pada tanggal 15 September 2015 terdapat sebaran hotspot. Dari analisa trajektori sebaran asap menunjukkan bahwa, angin di lapisan dekat permukaan wilayah Sumatra Selatan dan Kalimantan Selatan bertiup dari tenggara sampai selatan dan menyebar ke arah barat laut sampai utara yang berpotensi membawa asap akibat kebakaran hutan dari sumber hotspot. Juga telah dilakukan penelitian oleh Alpon Sepriando, dkk, (2019), yaitu tentang "Deteksi kebakaran hutan dan lahan menggunakan citra satelit Himawari-8 di Kalimantan Tengah". Hasil penelitiannya menunjukkan, citra Himawari-8 hasil olahan dapat menunjukkan hotspot untuk mengidentifikasi kebakaran hutan dan lahan.

Dari uraian di atas, peneliti termotivasi melakukan penelitian yang memanfaatkan citra satelit cuaca Himawari-8 untuk menganalisa pola sebaran asap yang diakibatkan oleh kebakaran hutan di Provinsi Jambi. Penelitian ini juga didukung data parameter fisis meteorologi seperti curah hujan, arah dan kecepatan angin, suhu udara, dan titik panas dalam menginterpretasi citra satelit Himawari-8. Satelit cuaca Himawari-8 merupakan salah satu satelit cuaca yang memiliki banyak keunggulan, seperti memiliki 16 kanal, yaitu 3 kanal cahaya tampak visible (Vis), 3 kanal infra merah-dekat atau near infrared (NIR), 1 kanal Shortwave-infrared (SW-IR), 3 kanal infrared water vapor (IR-WV), 6 kanal longwave infrared (LW-IR). Resolusi spasial 0,5 km dan 1 km untuk kanal Vis, 1 km dan 2 km untuk data kanal NIR, 2 km untuk data kanal SW-IR, 2 km untuk data kanal IR-WV, 2 km untuk data kanal LW-IR. Adapun resolusi temporal dari Himawari-8 adalah 10 menit untuk pengamatan global, dan 2,5 menit untuk pengamatan khusus Oleh Panjaitan, A., dan Panjaitan B, S., (2015). Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk menganalisa citra Himawari-8 adalah metode RGB False Color. RGB False color yaitu, warna citra semu yang kita lihat gambarnya berdasarkan fokus ketajaman spektrum kanal. Sedangkan true color adalah citra yang tampak apa adanya ketika kita melihat lingkungan sekitar. Metode RGB False Color ini memberikan ketajaman warna kontras pada objek yang menjadi fokus untuk interpretasi, sehingga dapat mempermudah melakukan interpretasi.

Metode

Lokasi penelitian yaitu di Sumatera Tengah tepatnya di Provinsi Jambi, yang secara geografis terletak pada koordinat 0°46'-2°46' LS dan 101°10'-104°10' BT. Pengolahan data dilakukan di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Jakarta Pusat Jl. Angkasa I No.2 Jakarta. Adapun data yang digunakan yaitu data citra satelit himawari-8, data parameter fisis berupa titik panas (hotspot), arah dan kecepatan angin pada bulan Juni 2022. Data citra yang diambil dari satelit Himawari-8 adalah data citra lokasi pada *West Central*, letak *latitude* 40N - 20S dan *longitude* 70E - 135E. Untuk menghasilkan citra RGB, dilakukan kombinasi kanal 3, 4, dan 6 yang diolah menggunakan *software* SATAID dengan metode RGB *False Color*. Analisis data dilakukan secara deskriptif yaitu mendeskripsikan hasil interpretasi data citra Himawari-8 yang merupakan hasil olahan RGB *False Color* dan data parameter fisis BMKG. Data *hotspot* yang diperoleh dari BMKG dipilih yang menunjukkan adanya lokasi titik api terbanyak. Adapun diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Hasil dan Pembahasan

Adapun data yang telah diperoleh dari Server data base BMKG Jakarta Pusat berupa data titik panas (hotspot), pola arah dan kecepatan angin, dan data citra satelit Himawari-8 untuk daerah Provinsi Jambi dengan letak titik Koordinat 0°46' - 2°46' Lintang Selatan (LS) dan 101° 10' - 104° 10' Bujur Timur (BT). Untuk data parameter fisis yang digunakan yaitu, data curah hujan

dan suhu udara diambil dari situs OGIMET dengan memasukkan kode stasiun BMKG yaitu 96195. Data yang diambil merupakan data pada periode bulan Juni 2022 yaitu tanggal 1 sampai 30 pada pukul 07.00 sampai 23.59 WIB.

Titik panas (hotspot) merupakan gambaran lokasi kejadian kebakaran hutan dan lahan yang diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu hijau, kuning, dan merah. Warna hijau didefinisikan sebagai lokasi yang tidak terjadi kebakaran hutan, warna kuning didefinisikan sebagai lokasi yang siaga kebakaran hutan, serta warna merah didefinisikan sebagai lokasi yang sedang mengalami kebakaran hutan. Data titik panas Provinsi Jambi terletak pada titik Koordinat 0°45' - 2°45' Lintang Selatan (LS) dan 101° 10' - 104° 55' Bujur Timur (BT). yang diperlihatkan pada Tabel 1.

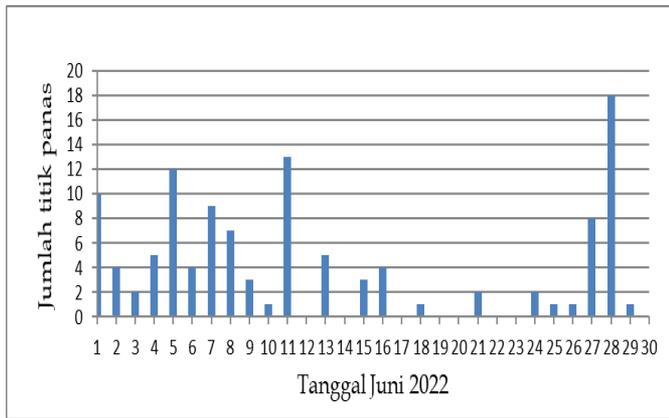
Tabel 1. Titik panas (hotspot) di Provinsi Jambi bulan Juni 2022 dari Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika Jakarta Pusat.

Tgl/Bulan/Tahun	Lokasi Kota/Kabupaten	Jumlah titik panas
1/06/2022	Kab. Merangin, Kec. Jangkat	3
	Kab. Muaro Jambi, Kec. Mestong	1
	Kab. Muaro Jambi, Kec. Sungai Gelam	1
	Kab. Sarolangun, Kec. Sarolangun	2
	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungkalilir	2
	Kab. Tebo, Kec. Tebo ulu	1
	Kab. Batang Hari, Kec. Mersam	1
2/06/2022	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungkalilir	3
	Kab. Merangin, Kec. Muara Siau	1
3/06/2022	Kab. Sarolangun, Kec. Sarolangun	1
	Kab. Batang Hari, Kec. Bajubang	3
4/06/2022	Kab. Batang Hari, Kec. Maro Sebo Ilir	1
	Kab. Sarolangun, Kec. Pauh	1
	Kab. Batang Hari, Kec. Bajubang	2
5/06/2022	Kab. Batang Hari, Kec. Batin XXIV	1
	Kab. Muaro Jambi, Kec. Mestong	1
	Kab. Sarolangun, Kec. Pauh	4

	Kab. Sarolangun, Kec. Sarolangun	1
	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	2
	Kab. Tebo, Kec. Tebo Ilir	1
6/06/2022	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	2
	Kab. Tanjung Jabung Timur, Kec. Muara Sabak	2
	Kab. Batang Hari, Kec. Pelayung	1
	Kab. Merangin, Kec. Bangko	1
	Kab. Muaro Jambi, Kec. Mestong	1
7/06/2022	Kab. Sarolangun, Kec. Pauh	1
	Kab. Sarolangun, Kec. Sarolangun	4
	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	1
	Kab. Muaro Jambi, Kec. Kumpeh Uluh	1
	Kab. Muaro Jambi, Kec. Mestong	1
	Kab. Sarolangun, Kec. Pauh	1
8/06/2022	Kab. Sarolangun, Kec. Sarolangun	1
	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	3
	Kab. Merangin, Kec. Bangko	1
9/06/2022	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	2
10/06/2022	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalulu	1
	Kab. Batang Hari, Kec. Batin XXIV	3
	Kab. Batang Hari, Kec. Maro Sebo Ulu	1
	Kab. Batang Hari, Kec. Muara Bulian	3
	Kab. Sarolangun, Kec. Pauh	1
11/06/2022	Kab. Sarolangun, Kec. Sarolangun	1
	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	3
	Kab. Tebo, Kec. Tebo Ilir	1
12/06/2022	-	0
	Kab. Batang Hari, Kec. Maro Sebo Ulu	1
13/06/2022	Kab. Muaro Jambi, Kec. Mestong	1

	Kab. Sarolangun, Kec. Pauh	2
	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	1
14/06/2022	-	0
	Kab. Muaro Jambi, Kec. Mestong	1
15/06/2022	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	2
16/06/2022	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	4
17/06/2022	-	0
18/06/2022	Kab. Sarolangun, Kec. Sarolangun	1
19/06/2022	-	0
20/06/2022	-	0
	Kab. Batang Hari, Kec. Maro Sebo Ulu	1
21/06/2022	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	1
22/06/2022	-	0
23/06/2022	-	0
24/06/2022	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	2
25/06/2022	Kab. Muaro Jambi, Kec. Mestong	1
26/06/2022	Kab. Bungo, Kec. Tanah Tumbuh	1
	Kab. Muaro Jambi, Kec. Mestong	1
	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	5
27/06/2022	Kab. Batang hari, Kec. Pelayung	1
	Kab. Bungo, Kec. Tanah Tumbuh	1
	Kab. Bungo, Kec. Muara bungo	3
	Kab. Merangin, Kec. Rantau Panjang	1
	Kab. Merangin, Kec. Sungai manau	1
	Kab. Sarolangun, Kec. pauh	1
	Kab. Sarolangun, Kec. Sarolangun	1
	Kab. Tebo, Kec. Tebo Ilir	7
	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalilir	3
	Kab. Tanjung Jabung Barat, Kec. Tungalulu	1

Berdasarkan Tabel 1, maka dapat diinterpretasikan dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 2. Grafik titik panas (hostpot) pada bulan Juni 2022 Provinsi Jambi.

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 2, pada tanggal 24 Juni 2022, diketahui bahwa titik panas terbanyak sebesar 2 titik lokasi. Adapun 2 titik lokasi tersebut terdapat pada daerah Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Kecamatan Tungkalilir. Dan pada tanggal 25 titik panas menurun sebanyak 1 titik lokasi. Adapun 1 titik lokasi tersebut terdapat pada daerah Kabupaten Muaro Jambi, Kecamatan Mestong. Untuk tanggal 26 titik panas sebanyak 1 titik lokasi. Adapun 1 titik lokasi tersebut terdapat pada daerah Kabupaten Bungo, Kecamatan Tanah Tumbuh. Untuk tanggal 27 titik panas bertambah menjadi 8 titik lokasi. Adapun 8 titik lokasi tersebut terdapat pada daerah Kabupaten Muaro Jambi, Kecamatan Mestong, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Kecamatan. Tungkalilir, Kabupaten Batang hari, Kecamatan Pelayung, Kabupaten Bungo, Kecamatan Tanah Tumbuh. Serta pada tanggal 28 titik panas bertambah menjadi 18 titik lokasi. Adapun 18 titik lokasi tersebut terdapat pada daerah Kabupaten Bungo, Kecamatan Muara Bungo, Kabupaten Merangin, Kecamatan Rantau Panjang, Kecamatan. Merangin, Kecamatan Sungai manau, Kabupaten Sarolangun, Kecamatan pauh Kabupaten Sarolangun, Kecamatan Sarolangun Kabupaten Tebo, Kecamatan Tebo Ilir Kabupaten. Tanjung Jabung Barat, Kecamatan Tungkalilir, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Kecamatan Tungkalulu. Adapun alasan analisa, maka data titik panas yang digunakan pada penelitian ini diambil adalah data titik panas pada 4 hari sebelum tanggal 28 Juni kejadian kebakaran hutan di Provinsi Jambi.

Selanjutnya dilakukan pengolahan data curah hujan. Data tersebut diambil dari 2 Station BMKG Provinsi Jambi yaitu, Station Sultan Thaha Jambi dan Station Kerinci. Data curah hujan Provinsi Jambi terletak pada titik koordinat $0^{\circ}45' - 2^{\circ}45' \text{ LS}$ dan $101^{\circ} 10' - 104^{\circ} 55' \text{ BT}$. Data curah hujan diperlihatkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data curah hujan dari dua station BMKG di Provinsi Jambi pada bulan Juni 2022 (Ogimet.com).

Tanggal	Curah hujan Station BMKG (mm/hari)	
	Jambi	Kerinci
1	0,0	0,0
2	21,0	0,0
3	31,0	0,0
4	0,0	1,0
5	11,0	29,0
6	3,0	2,0
7	0,0	0,0
8	0,0	0,5
9	0,7	10,0
10	0,3	24,0
11	0,0	3,0
12	0,9	0,0
13	0,0	0,0
14	3,0	7,0
15	0,0	0,0
16	10,0	0,0
17	0,2	2,0
18	0,5	12,0
19	0,0	0,0
20	0,0	36,0
21	0,0	3,0
22	16,0	12,0
23	3,0	7,0
24	14,0	12,0
25	0,0	0,0
26	1,0	0,0
27	0,0	0,2
28	0,0	4,0
29	21,0	5,0
30	1,0	2,0

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa data curah hujan yang terjadi pada saat kejadian kebakaran

hutan dan sebaran asap di Provinsi Jambi, yaitu tanggal 24, 25, 26, 27, dan 28 Juni 2022. Untuk keperluan analisis maka data curah hujan tersebut diklasifikasikan menjadi 3 kategori yaitu: curah hujan rendah, curah hujan sedang, dan curah hujan tinggi, seperti tampak pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi curah hujan (BMKG, 2010).

Status	Rentang Curah Hujan
Sangat Ringan	<5 mm/hari
Ringan	5 - 20 mm/hari
Sedang	21-50 mm/hari
Lebat	51-100 /hari
Sangat Lebat	>100 mm/hari

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa pada tanggal 24 Juni, curah hujan yang terekam pada Station Sultan Thaha Jambi yaitu 14,0 (mm/hari) dan Station kerinci dengan intensitas curah hujan 12,0 (mm/hari). Pada tanggal 25 Juni, curah hujan yang terekam pada Station Sultan Thaha Jambi yaitu 0,0 (mm/hari) dan Station kerinci dengan intensitas curah hujan 0,0 (mm/hari). Pada tanggal 26 Juni, curah hujan yang terekam pada Station Sultan Thaha Jambi yaitu 1,0 (mm/hari) dan Station kerinci dengan intensitas curah hujan 0,0 (mm/hari). Pada tanggal 27 Juni, curah hujan yang terekam pada Station Sultan Thaha Jambi yaitu 0,0 (mm/hari) dan Station kerinci dengan intensitas curah hujan 0,2 (mm/hari). Sedangkan pada tanggal 28 Juni, curah hujan yang terekam pada Station Sultan Thaha Jambi yaitu 0,0 (mm/hari) dan Station kerinci dengan intensitas curah hujan 4,0 (mm/hari).

Selanjutnya dilakukan pengolahan data suhu udara. Data tersebut diambil dari 2 Station BMKG Provinsi Jambi yaitu, Station Sultan Thaha Jambi dan Station Kerinci, data curah hujan Provinsi Jambi terletak pada titik koordinat 0°45' - 2°45' LS dan 101° 10' - 104° 55' BT seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Data suhu udara dua station BMKG Provinsi Jambi Juni 2022 (Ogimet.com).

Tanggal	Suhu udara Station BMKG (°C)	
	Jambi	Kerinci
1	24,7	18,8
2	24,3	18,5
3	23,8	18,4
4	23,8	18,7
5	23,9	18,7
6	24,2	19,0
7	24,1	18,8
8	24,2	19,5
9	24,3	20,5

10	23,4	19,4
11	23,9	19,0
12	24,4	19,3
13	23,8	19,4
14	23,7	19,3
15	24,4	18,4
16	23,6	19,0
17	24,5	19,2
18	23,7	19,9
19	23,5	19,3
20	23,6	19,4
21	23,4	19,8
22	23,3	19,4
23	23,4	19,7
24	23,8	20,2
25	23,7	19,5
26	23,6	19,8
27	24,2	19,0
28	24,2	19,0
29	23,8	18,4
30	24,1	18,1

Untuk keperluan analisis maka data curah hujan tersebut diklasifikasikan menjadi 3 kategori yaitu: suhu udara rendah, suhu udara sedang, dan suhu udara tinggi, seperti tampak pada Tabel 5 berikut.

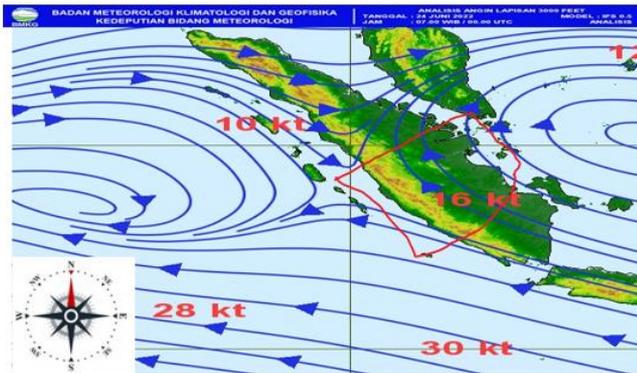
Tabel 5. Klasifikasi Suhu udara (BMKG, 2010).

No	Suhu udara (°C)	Kategori Suhu udara
1	0 sampai 20°C	Rendah
2	20 sampai 25°C	Sedang
3	25 sampai 35°C	Tinggi

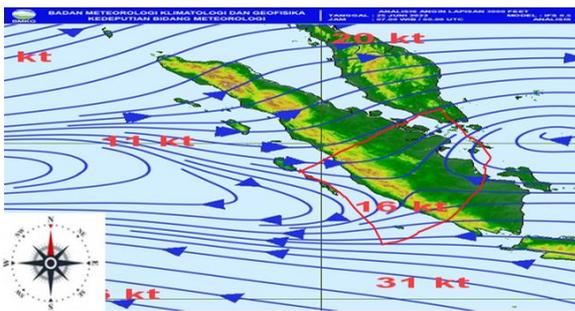
Berdasarkan Tabel 4, dapat diketahui bahwa pada tanggal 24 Juni suhu udara yang terekam di station Sultan Thaha Jambi yaitu 23,8 °C dan di station Kerinci yaitu 20,2 °C. Pada tanggal 25 Juni, suhu udara yang terekam di station Sultan Thaha Jambi yaitu 23,7 °C dan di station Kerinci yaitu 19,5 °C. Pada tanggal 26 Juni, suhu udara yang terekam di station Sultan Thaha Jambi yaitu 23,6 °C dan di station Kerinci yaitu 19,8 °C. Pada tanggal 27 Juni, suhu udara yang terekam di station Sultan Thaha Jambi yaitu 24,2 °C dan di station Kerinci yaitu 19,0 °C. Dan pada tanggal 28 Juni, suhu udara yang terekam di station Sultan Thaha Jambi yaitu 24,2 °C dan di station Kerinci yaitu 19,0 °C.

Selanjutnya dilakukan pengolahan data arah dan kecepatan angin. Arah dan kecepatan angin merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kebakaran hutan. Kecepatan angin bisa menyebabkan

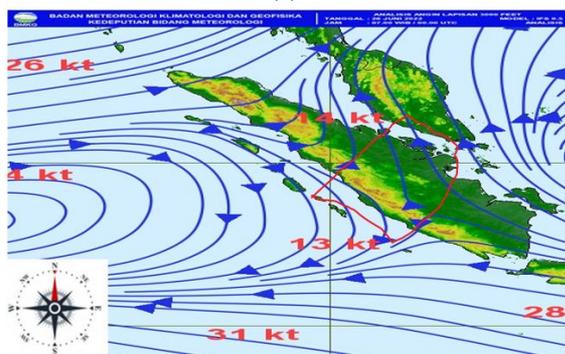
kebakaran hutan menjadi meluas. Pola arah dan kecepatan angin terletak pada titik koordinat 0°46' - 2°46' LS dan 101° 10' - 104° 10' BT. Pada tanggal 24 - 28 Juni 2022 pola arah dan kecepatan angin ditunjukkan pada Gambar 3. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa angin bergerak dari tenggara Kabupaten Tanjung Jabung Timur keluar menuju Kabupaten Tanjung Jabung Barat dengan kecepatan 16 knots) dan 12 knots, Arah dan kecepatan angin disini dikategorikan hembusan angin yang sedang pada saat kebakaran hutan.



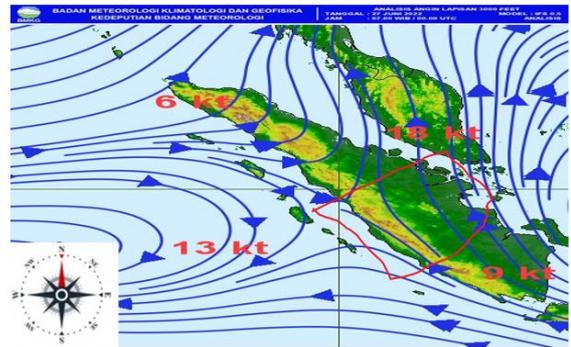
(a)



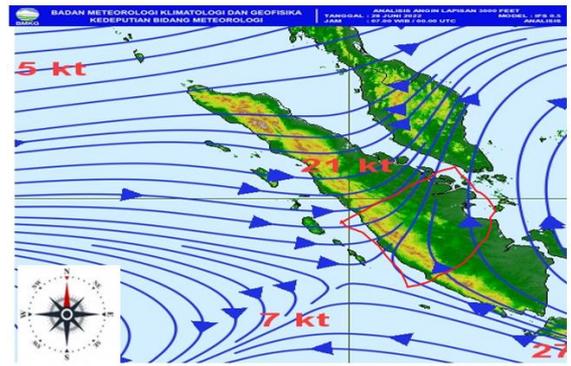
(b)



(c)



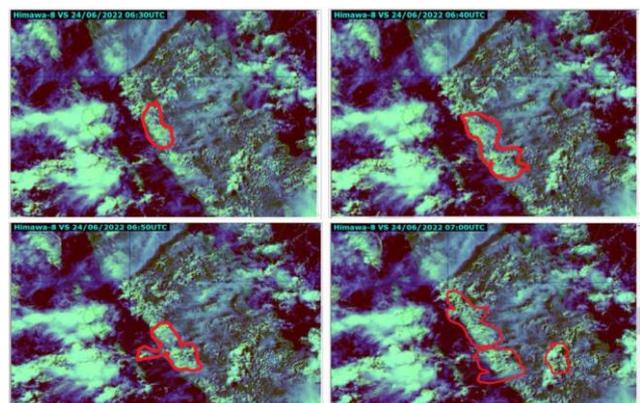
(d)



(e)

Gambar 3. Pola arah dan kecepatan angin Provinsi Jambi pada tanggal 24 - 28 Juni 2022 pada ketinggian 3000 FEET (Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika Jakarta Pusat).

Selanjutnya dilakukan analisis citra satelit Himawari-8 pada *software* SATAID dengan metode RGB untuk pola sebaran asap. Hasil olahan citra Himawari-8 pada kanal 3, 4, dan 6 tanggal 24 Juni 2022 dari pukul 06.30 hingga pukul 07.00 UTC dengan letak koordinat 0° N sampai 10° S dan 90°E sampai 140° E di Provinsi Jambi ditunjukkan pada Gambar 4.

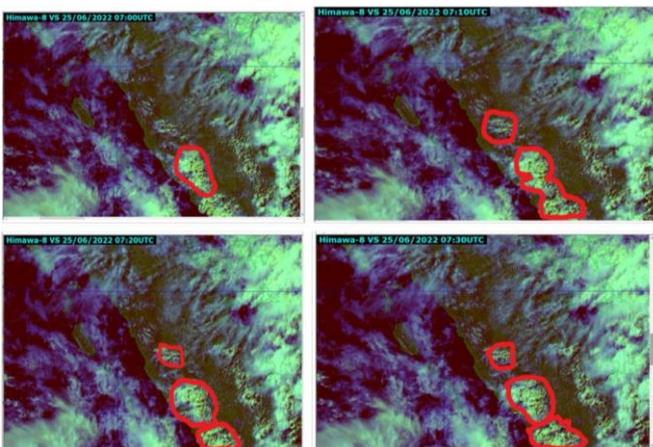


Gambar 4. Sebaran asap kebakaran hutan Provinsi Jambi pada tanggal 24 Juni 2022 (pukul 06.30 UTC 07.00 UTC).

Gambar 4. merupakan citra Himawari-8 pada *software* SATAID dengan metode RGB dengan menggabungkan kanal 3 (0,64 μm), kanal 4 (0,86 μm) dan kanal 6 (2,3 μm). Provinsi Jambi pada hasil olahan

RGB citra Himawari-8 pada software SATAID hanya bisa berfokus pada wilayah adanya asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Berdasarkan hasil analisa pola sebaran asap pada pukul 06.30 bahwa asap kebakaran hutan berwarna kecoklatan. Namun awan putih terlihat menutupi warna asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 06.40 bahwa asap kebakaran hutan berwarna kecoklatan melebar. Serta awan putih mulai banyak menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 06.50 bahwa asap terlihat melebar ke arah kanan berwarna kecoklatan serta awan putih mulai banyak bergerak menutupi asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. pukul 07.00 bahwa asap kebakaran hutan berwarna kecoklatan terlihat melebar menjadi 3. Serta awan putih mulai sedikit menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Meskipun pada tanggal 24 Juni 2022 di dua station yaitu station Sultan Thaha Jambi dan Station Kerinci mencatat curah hujan dengan intensitas sebesar 14,0 mm/hari dan 12,0 mm/hari akan tetapi tidak mampu memadamkan terjadinya kebakaran hutan. Hal ini di sebabkan curah hujan yang terjadi termasuk dalam kategori sedang, yaitu di bawah 50 mm/hari. Curah hujan sangat berpengaruh terhadap suhu udara di suatu tempat. Apabila curah hujan dikategorikan sedang (di bawah 50 mm/hari), maka suhu udara pada saat kebakaran hutan tidak begitu panas. Berdasarkan Gambar 3 dapat diperkirakan asap menyebar dari arah tenggara (Kab. Tanjung Jabung Timur menuju arah timur laut (Kab. Tanjung Jabung Barat) dengan kecepatan 16 Kt knots dan 12 knots.

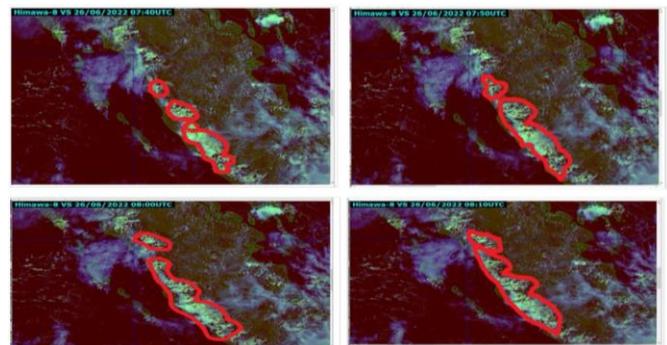
Hasil olahan citra Himawari-8 pada kanal 3, 4, dan 6 tanggal 25 Juni 2022 dari pukul 07.00 hingga pukul 07.30 UTC dengan letak koordinat 0° N sampai 10° S dan 90° E sampai 140° E (Bujur Timur) di Provinsi Jambi ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sebaran asap kebakaran hutan Provinsi Jambi pada tanggal 25 Juni 2022 (07.00 - 07.30 UTC).

Gambar 4 merupakan citra Himawari-8 pada software SATAID dengan metode RGB dengan menggabungkan kanal 3 ($0,64 \mu\text{m}$), kanal 4 ($0,86 \mu\text{m}$) dan kanal 6 ($2,3 \mu\text{m}$). Provinsi Jambi pada hasil olahan RGB citra Himawari-8 pada software SATAID hanya bisa berfokus pada wilayah adanya asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Berdasarkan hasil analisa pola sebaran asap pada pukul 07.00 bahwa asap kebakaran hutan terlihat jelas berwarna kecoklatan. Namun awan putih sangat terlihat menutupi warna asap kebakaran hutan. pukul 07.10 bahwa asap kebakaran hutan melebar berwarna kecoklatan. Namun awan putih sedikit menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 07.20 bahwa asap kebakaran hutan berwarna kecoklatan terlihat melebar menjadi 3. Namun awan putih mulai banyak bergerak menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 07.30 bahwa asap terlihat melebar jelas berwarna kecoklatan serta awan putih mulai sedikit menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Meskipun pada tanggal 25 Juni 2022 di dua station yaitu station Sultan Thaha Jambi dan Station Kerinci mencatat curah hujan dengan intensitas sebesar $0,0 \text{ mm/hari}$ dan $0,0 \text{ mm/hari}$ semakin memperkuat adanya terjadi kebakaran hutan. Hal ini di sebabkan curah hujan yang terjadi termasuk dalam kategori sangat ringan, yaitu di bawah 5 mm/hari . Curah hujan sangat berpengaruh terhadap suhu udara di suatu tempat. Apabila curah hujan dikategorikan sangat ringan (di bawah 5 mm/hari), maka suhu udara pada saat kebakaran hutan tidak begitu panas. Berdasarkan Gambar 4.9 dapat diperkirakan asap menyebar dari arah tenggara (Kab. Muaro Jambi) menuju arah barat (Kab. Merangin) dengan kecepatan 16 knots.

Hasil olahan citra Himawari-8 pada kanal 3, 4, dan 6 tanggal 26 Juni 2022 dari pukul 07.40 hingga pukul 08.10 UTC dengan letak koordinat 0° N sampai 10° S dan 90° E sampai 140° E di Provinsi Jambi ditunjukkan pada Gambar 6.

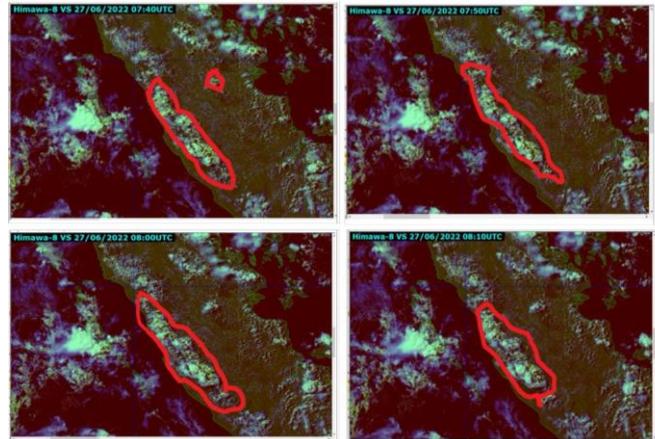


Gambar 6. Sebaran asap kebakaran hutan Provinsi Jambi pada tanggal 26 Juni 2022 (07.40-08.10 UTC).

Gambar 6 merupakan citra Himawari-8 pada software SATAID dengan metode RGB dengan menggabungkan kanal 3 ($0,64 \mu\text{m}$), kanal 4 ($0,86 \mu\text{m}$) dan kanal 6 ($2,3 \mu\text{m}$). Provinsi Jambi pada hasil olahan RGB citra Himawari-8 pada software SATAID hanya bisa berfokus pada wilayah adanya asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Berdasarkan hasil analisa pola sebaran asap pada pukul 07.40 bahwa asap kebakaran hutan terlihat jelas berwarna kecoklatan. Namun awan putih sangat terlihat menutupi warna asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 07.50 bahwa asap kebakaran hutan terlihat melebar berwarna kecoklatan. Serta awan putih sedikit menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 08.00 bahwa asap terlihat melebar berwarna kecoklatan serta awan putih mulai banyak bergerak menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 08.10 bahwa asap kebakaran hutan terlihat melebar jelas berwarna kecoklatan serta awan putih mulai sedikit menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan.

Meskipun pada tanggal 26 Juni 2022 di dua station yaitu station Sultan Thaha Jambi dan Station Kerinci mencatat curah hujan dengan intensitas sebesar $1,0 \text{ mm/hari}$ dan $0,0 \text{ mm/hari}$ akan tetapi tidak mampu memadamkan terjadinya kebakaran hutan. Hal ini di sebabkan curah hujan yang terjadi termasuk dalam kategori sangat ringan, yaitu di bawah 5 mm/hari . Curah hujan sangat berpengaruh terhadap suhu udara di suatu tempat. Apabila curah hujan dikategorikan sangat ringan (di bawah 5 mm/hari), maka suhu udara pada saat kebakaran hutan tidak begitu panas. Berdasarkan Gambar 3, dapat diperkirakan asap menyebar dari arah tenggara (Kab Bungo) menuju arah utara (Kab. Tebo Utara) dengan kecepatan 14 knots .

Hasil olahan citra Himawari-8 pada kanal 3, 4, dan 6 tanggal 27 Juni 2022 dari pukul 07.40 hingga pukul 08.10 UTC dengan letak koordinat 0° N (Lintang Utara) sampai 10° S (Lintang Selatan) dan 90° E (Bujur Timur) sampai 140° E (Bujur Timur) di Provinsi Jambi ditunjukkan pada Gambar 7.

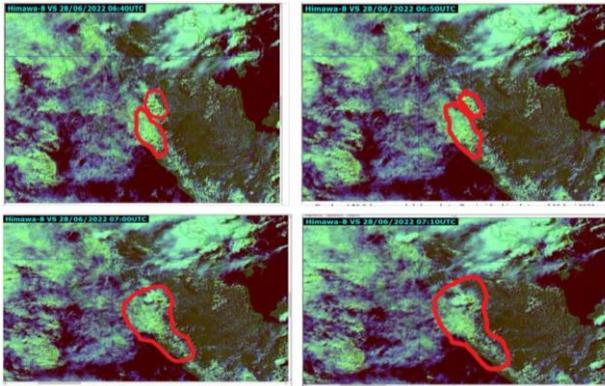


Gambar 7. Sebaran asap kebakaran hutan Provinsi Jambi pada tanggal 27 Juni 2022 (07.40 - 08.10 UTC).

Gambar 7 merupakan citra Himawari-8 pada software SATAID dengan metode RGB dengan menggabungkan kanal 3 ($0,64 \mu\text{m}$), kanal 4 ($0,86 \mu\text{m}$) dan kanal 6 ($2,3 \mu\text{m}$). Provinsi Jambi pada hasil olahan RGB citra Himawari-8 pada software SATAID hanya bisa berfokus pada wilayah adanya asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Berdasarkan hasil analisa pola sebaran asap pada pukul 07.40 bahwa asap kebakaran hutan jelas berwarna kecoklatan dan awan putih sedikit menutupi warna asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 07.50 bahwa asap terlihat melebar panjang berwarna kecoklatan serta awan putih sedikit menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 08.00 bahwa asap terlihat melebar besar berwarna kecoklatan serta awan putih mulai banyak bergerak menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 08.10 bahwa asap terlihat melebar mengecil jelas berwarna kecoklatan serta awan putih mulai banak menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Meskipun pada tanggal 27 Juni 2022 di dua station yaitu station Sultan Thaha Jambi dan Station Kerinci mencatat curah hujan dengan intensitas sebesar $0,0 \text{ mm/hari}$ dan $0,2 \text{ mm/hari}$ akan tetapi tidak mampu memadamkan terjadinya kebakaran hutan. Hal ini di sebabkan curah hujan yang terjadi termasuk dalam kategori sangat ringan, yaitu di bawah 5 mm/hari . Curah hujan sangat berpengaruh terhadap suhu udara di suatu tempat. Apabila curah hujan dikategorikan sangat ringan (di bawah 5 mm/hari), maka suhu udara pada saat kebakaran hutan tidak begitu panas. Berdasarkan Gambar 4.11 dapat diperkirakan asap menyebar dari arah tenggara (Kab. Tanjung Jabung Barat) menuju utara (Kab. Batang Hari dan Kabupaten Bungo) menuju arah utara Kabupaten Merangin dengan kecepatan 9 knots sampai 18 knots .

Hasil olahan citra Himawari-8 pada kanal 3, 4, dan 6 tanggal 28 Juni 2022 dari pukul 06.40 hingga pukul

07.10 UTC dengan letak koordinat 0° N sampai 10° S dan 90° E sampai 140° E di Provinsi Jambi ditunjukkan pada Gambar 8.



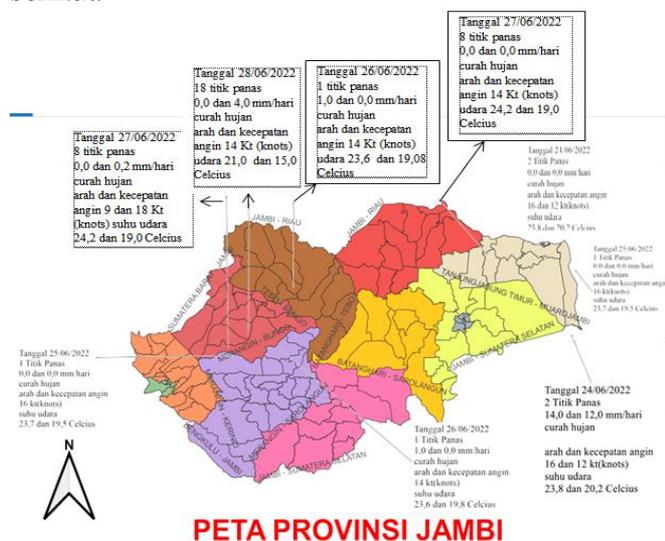
Gambar 8. Sebaran asap kebakaran hutan Provinsi Jambi pada tanggal 28 Juni 2022 (06.40-07.10 UTC).

Gambar 8 merupakan citra Himawari-8 pada software SATAID dengan metode RGB dengan menggabungkan kanal 3 ($0,64 \mu\text{m}$), kanal 4 ($0,86 \mu\text{m}$) dan kanal 6 ($2,3 \mu\text{m}$). Provinsi Jambi pada hasil olahan RGB citra Himawari-8 pada software SATAID hanya bisa berfokus pada wilayah adanya asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Berdasarkan hasil analisa pola sebaran asap Berdasarkan hasil analisa pola sebaran asap pada pukul 07.40 bahwa asap kebakaran hutan jelas berwarna kecoklatan dan awan putih sedikit menutupi warna asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 07.50 bahwa asap terlihat melebar panjang berwarna kecoklatan serta awan putih sedikit menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 08.00 bahwa asap terlihat melebar besar berwarna kecoklatan serta awan putih mulai banyak bergerak menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Pukul 08.10 bahwa asap terlihat melebar mengecil jelas berwarna kecoklatan serta awan putih mulai banak menutupin asap kebakaran hutan yang berwarna kecoklatan. Meskipun pada tanggal 27 Juni 2022 di dua station yaitu station Sultan Thaha Jambi dan Station Kerinci mencatat curah hujan dengan intensitas sebesar $0,0 \text{ mm/hari}$ dan $0,2 \text{ mm/hari}$ akan tetapi tidak mampu memadamkan terjadinya kebakaran hutan. Meskipun pada tanggal 28 Juni 2022 di dua station yaitu station Sultan Thaha Jambi dan Station Kerinci mencatat curah hujan dengan intensitas sebesar $0,0 \text{ mm/hari}$ dan $4,0 \text{ mm/hari}$ akan tetapi tidak mampu memadamkan terjadinya kebakaran hutan. Hal ini di sebabkan curah hujan yang terjadi termasuk dalam kategori sangat ringan, yaitu di bawah 5 mm/hari . Curah hujan sangat berpengaruh terhadap suhu udara di suatu tempat. Apabila curah hujan dikategorikan sangat ringan (di bawah 5 mm/hari), maka suhu udara pada saat kebakaran hutan tidak begitu panas.

Berdasarkan Gambar 4.12 dapat diperkirakan asap menyebar dari arah barat (Kab. Bungo) menuju utara (Kab. Merangin dan (Kab. Sarolangun) serta Kabupaten Tebo menuju arah utara Kabupaten Tanjung Jabung Barat dengan kecepatan 21 knots dan 15 knots.

Kebakaran hutan yang terjadi di Provinsi Jambi selama tanggal 24 sampai 28 Juni 2022 merupakan kebakaran hutan yang memberikan dampak besar baik bagi masyarakat di wilayah tersebut maupun negara-negara yang berdekatan dengan Provinsi Jambi. Terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Jambi tidak jauh dari kondisi parameter fisis meteorologi yang sedang terjadi disana. Musim kemarau yang sedang terjadi di Provinsi Jambi pada tanggal 24 sampai 28 Juni 2022 juga menjadi salah satu faktor dari kejadian kebakaran hutan di wilayah tersebut. Berdasarkan data-data yang telah dipaparkan seperti titik panas, curah hujan, suhu udara, arah dan kecepatan angin berada pada skala yang memungkinkan terjadinya proses kebakaran hutan. Titik panas di Provinsi Jambi selama tanggal 24 sampai 28 Juni 2022 berjumlah 30 titik panas sebagai lokasi kebakaran hutan. Curah hujan di Provinsi Jambi selama tanggal 24 sampai 28 Juni 2022 berada pada $14,0 \text{ mm/hari}$, sedangkan curah hujan minimumnya berada pada $0,2 \text{ mm/hari}$. Suhu di Provinsi Jambi selama tanggal 24 sampai 28 Juni 2022 berada di bawah 25°C , dimana puncak suhu udara berada pada $24,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu udara minimumnya berada pada $19,0^{\circ}\text{C}$. Arah angin yang dominan berhembus dari arah tenggara menuju ke barat dan utara dengan kecepatan 9 knots sampai 21 knots, dan hal ini tidak terlepas dengan musim kemarau yang terjadi. Untuk analisa pola sebaran asap tanggal 24 sampai 28 Juni 2022 sebagaimana yang ditunjukkan seperti pada Gambar 4.3 sampai dengan Gambar 4.6 menunjukkan asap kebakaran hutan diperkirakan bergerak arah tenggara (Kab. Tanjung Jabung Timur menuju arah timur laut (Kab. Tanjung Jabung Barat) dengan kecepatan 16 knots dan 12 knots, arah tenggara (Kab. Muaro Jambi) menuju arah barat (Kab. Merangin) dengan kecepatan 16 knots, arah tenggara (Kab Bungo) menuju arah utara (Kab. Tebo Utara dengan kecepatan 14 Kt(knots), arah tenggara (Kab. Tanjung Jabung Barat) menuju utara (Kab. Batang Hari dan Kabupaten Bungo) menuju arah utara Kabupaten Merangin dengan kecepatan 9 knots sampai 18 knots, arah barat (Kab. Bungo) menuju utara (Kab. Merangin dan (Kab. Sarolangun) serta Kabupaten Tebo menuju arah utara Kabupaten Tanjung Jabung Barat dengan kecepatan 21 Kt (knots) dan 15 Kt (knots). Sebagaimana dengan pola arah sebaran asap yang telah di sebutkan diperkirakan dibaca pada pola arah dan kecepatan angin pada Gambar 3 serta asap kebakaran berwarna kecoklatan. Ilustrasi perubahan kondisi parameter fisis pada saat

kebakaran hutan di provinsi Jambi pada tanggal 24 sampai 28 Juni 2022 ditunjukkan seperti pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Pola sebaran asap dan kondisi parameter fisis dari tanggal 24 sampai 28 Juni 2022 di Provinsi Jambi.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis pada penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa: 1) Pola sebaran asap kebakaran hutan tanggal 24 sampai 28 Juni 2022 pada citra Himawari-8 dengan metode RGB yang diolah menggunakan *Software* SATAID ditunjukkan oleh warna kecoklatan dan asap diperkirakan bergerak dominan dari arah tenggara menuju ke arah timur laut, arah tenggara menuju barat, arah tenggara menuju arah utara, dan arah tenggara menuju utara serta arah barat menuju utara. Posisi pola sebaran asap dapat berubah sesuai dengan arah dan kecepatan angin; 2) Kondisi parameter-parameter fisis meteorologi di Provinsi Jambi pada saat kebakaran hutan tanggal 24 sampai 28 Juni 2022 adalah berjumlah 30 titik panas, curah hujan masuk dalam dikategori sedang (di bawah 50 mm/hari), suhu udara dalam dikategori sedang (<25 °C) dan kecepatan angin di bawah 29 kt(knots) yang di kategorikan hembusan angin sedang.

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian dan pembuatan karya tulis ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak BMKG Jakarta Pusat yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian dan pengolahan data.

References

- Adinugroho, W. C, dkk., 2005, Panduan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan
- Gambut, Wetland International-IP Katalog dalam Terbitan (KDT), Bogor: 163
- Admin, 2021, Hujan Bagaimana Proses Terbentuknya, <https://himadikmia.unimus.ac.id/hujan-bagaimana-proses-terbentuknya/#:~:text=Di%20Bumi%2C%20huja n%20- adalah%20proses,penabahan%20uap%20air%20k e%20udara>. [Diakses tanggal 17 Mei 2023].
- Admin, 1958, Sekilas Profil Provinsi Jambi, <https://jambiprov.go.id/profil-sekilasjambi.html>. [Diakses tanggal 17 Mei 2023].
- Anendha Destantyo Nugroho dan Paulus Agus Winarso, 2019, Identifikasi sebaran asap melalui metode RGB citra satelit Himawari-8 Kasus: Pulau sumatera dan kalimantan pada bulan Agustus dan September 2019, Seminar Nasional Geografi III 2019, Yogyakarta, 786-792.
- Alpon S, Hartono, Retnadi H, Jatmiko., Deteksi Kebakaran Hutan dan Lahan Menggunakan Citra Satelit Himawari-8 di Kalimantan Tengah, Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol.20 No. 2: 79-89.
- Benyamin Lakitan, 1994, Dasar-Dasar Klimatologi, Jakarta : Raja Grafindo Persada.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2010, Klasifikasi Curah Hujan, Suhu udara Press Release (Jakarta, 12 Oktober 2010).
- Eo Portal, 2014, Himawari-8 dan 9, <https://www.eoportal.org/satellite/missions/himawari-8-9#development-status>. [Diakses tanggal 18 Mei 2023].
- Fachmi, R., 2014, Permasalahan dan Dampak Kebakaran Hutan, Jurnal Lingkar Widyaiswara, Vol.1 No.4: 47-59.
- Giglio, L., Descloitres, J., Justice, C.O., & Kaufman, Y, J., 2003, An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. Remote Sensing of Environment, No.87, 273-282.
- Mackinnon, K., Hatta, G., Halim, H., dan Mangalik, A., 1997, The Ecology of Kalimantan, Universitas Oxford, Oxford.
- Panjaitan, A., dan Panjaitan B, S., 2015, Pemanfaatan Data Satelit Cuaca Generasi Baru Himawari 8 Untuk Mendeteksi Asap Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan di Wilayah Indonesia (Studi

Kasus:Kebakaran Hutan dan Lahan di Pulau Sumatera dan Kalimantan Pada Bulan September 2015), Seminar Penginderaan Jauh 2015, Bogor, 636-651.

Pong, 2021, Mengenal Satelit Cuaca Himawari-8, <https://mgp.big.go.id/mengenal-satelit-cuaca-himawari-8-9/>. [Diakses tanggal 17 Mei 2023].