

KEBIJAKAN KELEMBAGAAN DALAM TINDAKAN MITIGASI DAN PENANGANAN KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DI SUMATERA SELATAN

*Institutional Policies In Mitigation Measures And Land And Forest Fire
Management In South Sumatra*

Novitasari¹, Hari Kaskoyo^{1,2}, Arief Darmawan^{1,2}, Teguh Endaryanto^{1,3},
Christine Wulandari^{1,2}, dan Samsul Bakri^{1,2}

¹Magister Ilmu Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

²Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

³Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

ABSTRACT. Forest fires are unpredictable natural disasters that cause losses to living things. South Sumatra Province is one of the most vulnerable provinces to forest and land fires in Indonesia. Forest fires are mostly caused by human activity and natural factors. Efforts have been undertaken through laws and regulations to anticipate and control forest and land fires. However, the qualified policies do not function properly. This study aimed to examine the nature, and extent of the fire problem, and the efficiency of existing institutional policies in Indonesia in dealing with forest fires. This study used descriptive analysis with secondary data in the form of hotspot data, water bombing data, and stakeholder perceptions regarding forest and land fire policies in South Sumatra Province in 2022. The results of this study were the number of hotspots in South Sumatra Province in 2022 still reached 2,312 points, causing losses to the economic sector of 42,729,165,000 rupiahs, and the environmental sector covers 116,663 Ha. Fire management has been carried out by several institutions such as KLHK, BNPB, BRGM, and TNI/Polri but forest fires still occur. The weakness of the legal umbrella, the lack of involvement of law enforcement officials, and synchronization in forest and land fire management efforts led to an unoptimal success rate in the implementation of forest and land fire management. Based on this, it is necessary to shift the paradigm of forest fire disaster management in South Sumatra Province through a more preventive approach, innovation, stricter law enforcement, and good inter-institutional coordination so that the implementation of forest fire disaster mitigation can be more effective.

Keywords: Forest and land fires; Institutional; Mitigation; South Sumatra

ABSTRAK. Kebakaran hutan merupakan salah satu bencana alam yang tidak dapat diprediksi dan menimbulkan kerugian terhadap makhluk hidup. Provinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu provinsi yang paling rentan terhadap kebakaran hutan dan lahan di Indonesia. Secara umum, aktivitas manusia dan faktor alam merupakan penyebab utama terjadinya kebakaran hutan. Upaya antisipasi pencegahan dan pengendalian bahaya kebakaran hutan dan lahan sudah dilakukan melalui peraturan perundang-undangan, namun kebijakan yang mumpuni tidak berjalan secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sifat dan luasnya masalah kebakaran, serta efektivitas kebijakan kelembagaan yang ada di Indonesia dalam menangani kebakaran hutan di Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif dengan data sekunder berupa data titik api, data *water bombing* serta persepsi *stakeholders* dalam kebijakan kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022. Hasil analisis penelitian ini yaitu jumlah titik api/hotspot di Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 masih mencapai 2.312 titik api yang menyebabkan kerugian pada sektor ekonomi sebesar Rp 42.729.165.000 dan sektor lingkungan seluas 116.663 Ha. Penanganan kebakaran sudah dilakukan oleh beberapa lembaga seperti KLHK, BNPB, BRGM, TNI/Polri, namun kebakaran hutan tetap terjadi. Lemahnya payung hukum, minimnya keterlibatan aparat penegak hukum, serta kurangnya sinkronisasi dalam upaya penanggulangan kebakaran, menyebabkan tingkat keberhasilan dalam pelaksanaan penanggulangan karhutla tidak optimal. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan perubahan paradigma penanggulangan bencana kebakaran hutan di Provinsi Sumatera Selatan melalui pendekatan yang lebih preventif dan inovasi, penegakan hukum yang lebih tegas, serta melakukan koordinasi yang kuat antar lembaga agar mitigasi bencana kebakaran hutan dapat lebih efektif.

Kata kunci: Kebakaran hutan dan lahan; Kelembagaan; Mitigasi; Sumatera Selatan

Penulis untuk korespondensi, surel: novi191974@gmail.com

PENDAHULUAN

Hutan mempunyai peran penting di tingkat global karena dapat menstabilkan lingkungan, mengatur siklus karbon, dan menyediakan tempat tinggal bagi ribuan makhluk hidup yang ada. Semakin luas area hutan, maka semakin besar pula manfaat yang diperoleh dari keberadaan hutan melalui fungsinya baiknya (Law *et al.*, 2022). Namun dengan terjadinya bencana kebakaran hutan dan lahan, hal ini berdampak buruk bagi manusia, hewan, dan alam, serta menimbulkan kerugian ekonomi bagi masyarakat. Secara umum, aktivitas manusia dan faktor alam merupakan penyebab utama terjadinya kebakaran hutan (Yusuf *et al.*, 2019). Satu percikan api di hutan yang disebabkan oleh panas matahari atau aktivitas manusia, dapat memicu kebakaran hutan yang besar. Kebakaran hutan dapat menyebar dengan cepat ke seluruh hutan dalam hitungan detik; begitu kebakaran terjadi, api dapat menyebar dengan kecepatan 23 km/jam dan menyambar segala sesuatu yang dilaluinya (Kahanji *et al.*, 2019; Mangiameli *et al.*, 2021). Hal ini didukung oleh penelitian Asteriniah dan Sutina (2018), bahwasannya kebakaran hutan dan lahan di salah satu wilayah Indonesia yaitu Provinsi Sumatera Selatan pernah mencapai 71% titik dan terus meluas karena kondisi lahan yang mudah terbakar. Menurut data BPBD Sumatera Selatan tahun 2015, potensi kebakaran hutan di Provinsi Sumatera Selatan cukup besar, mengingat luas lahan gambut di wilayah tersebut mencapai 1.270.421 Ha. Lahan gambut di Provinsi Sumatera Selatan tersebar di beberapa Kabupaten, yaitu Kabupaten Ogan Komering Ilir dengan luasan 638.379 Ha, Kabupaten Banyuasin seluas 303.350 Ha, Kabupaten Musi Banyuasin seluas 254.050 Ha, Kabupaten Musi Rawas Utara seluas 28.034 Ha, Kabupaten Muara Enim seluas 21.860 Ha, Kabupaten PALI seluas 19.771 Ha dan Kabupaten Musi Rawas seluas 4.977 Ha.

Menurut Anda *et al.* (2021), lahan gambut di Indonesia tersebar di tiga pulau besar yaitu pulau Sumatera (5,8 juta hektar), Kalimantan (4,5 juta hektar), dan Papua (3 juta hektar), dengan salah satu lahan gambut terluas di pulau Sumatera yang berada di Provinsi Sumatera Selatan. Lahan gambut merupakan jenis tanah yang terbentuk dari akumulasi sisa-sisa tumbuhan yang setengah membusuk, sehingga kandungan

bahan organik di dalam gambut sangatlah tinggi (Nurzakiah *et al.*, 2020). Kandungan bahan organik dalam gambut tersimpan hingga kedalaman 4 meter, sehingga sangat sulit untuk memadamkan api di tanah gambut (Maulidia *et al.*, 2019). Ketika permukaan lahan gambut terbakar, api akan menjalar ke lapisan lahan gambut yang lebih dalam, sehingga api sulit terlihat dan menyebar ke wilayah lain melalui bagian dalam lahan gambut karena banyaknya bahan organik di lahan gambut, bahkan setelah kebakaran di permukaan telah padam, bagian dalam lahan gambut masih tetap memiliki titik api (Rein dan Huang, 2021). Dengan keadaan tersebut, dampak yang ditimbulkan dari kebakaran hutan dan lahan terutama pada lahan gambut bersifat multidimensi, meliputi dampak secara sosial, ekonomi, lingkungan dan politik (Budiningsih, 2017). Bahkan dampak kebakaran hutan dan lahan ini telah mendapat banyak perhatian dari komunitas ilmiah lokal dan internasional, karena kebakaran di Indonesia sering kali menimbulkan masalah kabut asap lintas batas.

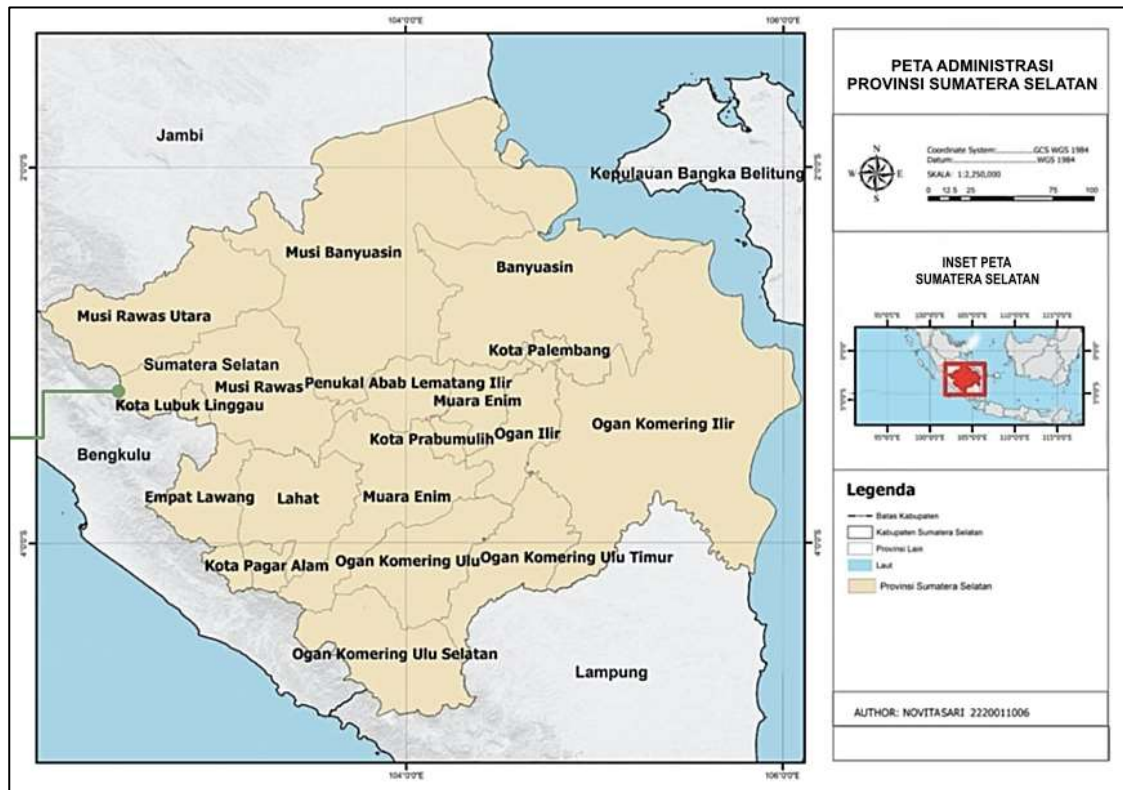
Upaya antisipasi pencegahan dan pengendalian bahaya kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan sudah dilakukan melalui peraturan perundang-undangan, baik yang bersifat represif maupun preventif, namun kebakaran masih terus terjadi (Anggraini dan Agustian, 2021). Kebijakan dan peraturan yang mumpuni di suatu lembaga tidak dapat berjalan secara efektif, jika kepatuhan dan koordinasi diabaikan. Mengingat tingginya risiko bencana kebakaran hutan dan lahan, tujuan dari tulisan ini yaitu mengkaji secara sistematis sifat dan luasnya masalah kebakaran, serta menganalisis efektivitas kebijakan dan ketentuan kelembagaan yang ada dalam menangani kebakaran hutan di Provinsi Sumatera Selatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Provinsi Sumatera Selatan dikarenakan wilayah ini memiliki potensi besar dan sering terjadi kebakaran hutan (Saharjo dan Velicia, 2018). Objek pada penelitian ini yaitu data titik api, data *water bombing*, serta kajian *stakeholders* dalam kebijakan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan pada bulan Januari-Desember 2022. Peralatan yang

digunakan mencakup alat tulis, lembar pengamatan, software pendukung meliputi ArcGIS 10.8, *microsoft excel*, dan laptop.

Lokasi penelitian ini dilakukan di Provinsi Sumatera Selatan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Kebakaran Hutan Dan Lahan di Provinsi Sumatera Selatan.

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data titik api dan data *water bombing* yang berasal dari Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan dan BNPB Sumatera Selatan, serta kajian *stakeholders* dalam kebijakan kebakaran hutan dan lahan di wilayah Provinsi Sumatera Selatan. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 10 orang dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, dimana peneliti akan memilih sampel yang dianggap mengetahui informasi lebih signifikan, sehingga hasil yang diterima dari informan akan sesuai dengan kebutuhan peneliti dan konsistensi dalam memperoleh data. Menurut Alwi (2017), penggunaan sampel 10 sampai 20 dalam suatu penelitian, termasuk eksperimen sederhana dengan tingkat keberhasilan yang cukup tinggi dan dianggap mampu mewakili suatu populasi. Sampel responden dalam penelitian ini terdiri dari aparatur Pemerintah Daerah Sumatera Selatan, BNPB Sumatera Selatan, BRGM Sumatera Selatan, Aparat Negara (TNI dan Polri), serta masyarakat yang peduli terhadap kebijakan kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan. Selanjutnya,

data yang diperoleh dibandingkan dengan berbagai peraturan perundangan di Indonesia yang mengatur tentang kebakaran hutan dan lahan, dan dianalisis secara deskriptif untuk meningkatkan upaya mitigasi dan penanganan bencana kebakaran hutan di Provinsi Sumatera Selatan.

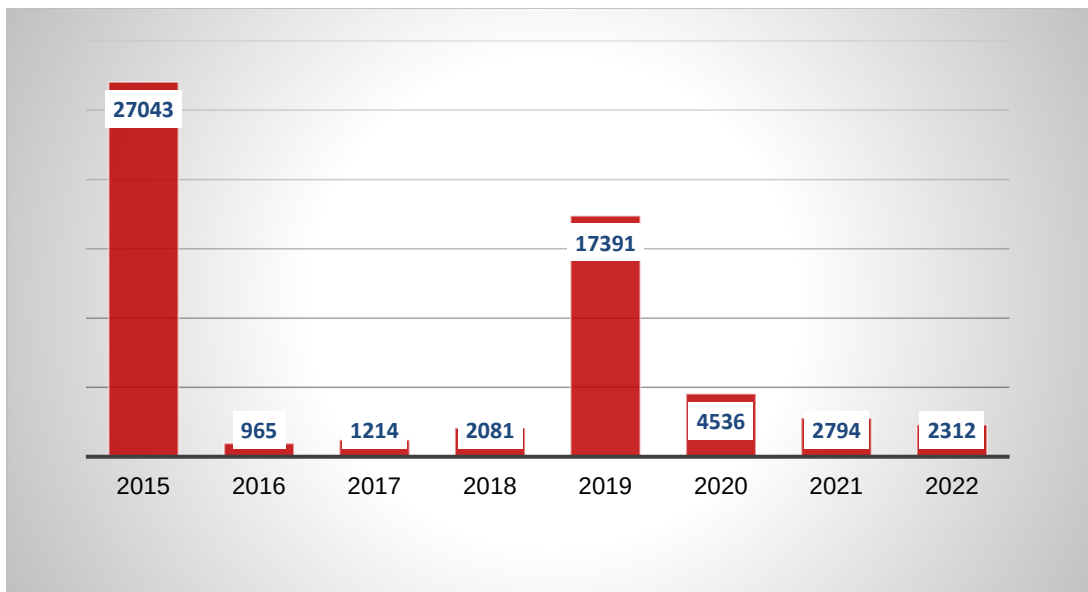
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hotspot Kebakaran Hutan di Provinsi Sumatera Selatan

Menurut data dari BPBD Sumatera Selatan (2022), potensi kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena luasnya lahan gambut di provinsi ini yang mencapai 1.270.421 hektar, dan tersebar di tujuh kabupaten, yaitu Ogan Komering Ilir, Banyuasin, Musi Banyuasin, Musi Rawas Utara, Muara Enim, PALI, dan Musi Rawas. Keberadaan lahan gambut yang dominan di Provinsi Sumatera Selatan membuat kebakaran hutan dan lahan jauh lebih sulit ditangani dibandingkan kebakaran di lahan

mineral atau dataran tinggi. Kebakaran tidak hanya menyebar melalui vegetasi di permukaan gambut, namun juga menembus lapisan dasar gambut sehingga sulit diketahui arah penyebarannya (Khalwani et al., 2015). Hal ini disebabkan karena tingginya kandungan organik di lahan gambut yaitu senyawa humat, lalu adanya pasokan oksigen juga akan membuat lahan gambut semakin rentan terhadap kebakaran (Yondra dan Wawan, 2017). Meskipun banyak

penelitian mengenai kebakaran hutan, namun hanya sedikit kemajuan yang dicapai dalam mengatasi masalah kebakaran tersebut, khususnya yang terjadi di lahan dan hutan gambut yang terus berulang dari tahun ke tahun, terutama pada musim kemarau. Hal ini diperkuat dengan data statistik kebakaran hutan di Provinsi Sumatera Selatan dari tahun 2015-2022, yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan (2022).

Gambar 2. Data Jumlah Hotspot Kebakaran Hutan di Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2015-2022.

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa perbandingan jumlah sebaran titik api/hotspot bencana kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan pada tahun 2015 sampai dengan tahun 2022, mengalami kenaikan dan penurunan di setiap tahunnya. Titik api/hotspot terbanyak tercatat pada tahun 2015, yakni sebanyak 27.043 titik api. Bencana kebakaran hutan dan lahan yang hebat di Provinsi Sumatera Selatan pada tahun 2015, disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pembukaan lahan pertanian dengan cara membakar hutan dan ditambah dengan faktor alam berupa iklim El Nino yang menyebabkan kemarau panjang serta angin kencang, yang semuanya berkontribusi terhadap terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Hal ini didukung oleh penelitian Agdialta et al. (2015), yang menyebutkan bahwa kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan tahun 2015,

diperkirakan mencapai angka 2,6 juta hektar, dimana 1,74 juta hektar (67%) kejadian kebakaran terjadi di tanah gambut dan 0,87 juta hektar (33%) di tanah mineral, hal tersebut disebabkan oleh aktivitas manusia dan kejadian El Nino. Peristiwa kebakaran hutan dan lahan ini mengundang banyak tekanan internal dan seruan eksternal terhadap pemerintah Indonesia dan hal ini berujung pada peningkatan perumusan strategi multifaset dalam menghadapi kebakaran hutan susulan. Upaya yang dilakukan telah membuahkan hasil, seperti yang terlihat pada data tahun 2016, menunjukkan bahwa jumlah titik api telah berkurang menjadi 965 titik. Upaya penanggulangan kebakaran sudah dilakukan, namun belum maksimal karena kebakaran hutan terus terjadi pada tahun-tahun berikutnya. Tercatat pada tahun 2022, jumlah titik api/hotspot di Provinsi Sumatera Selatan masih mencapai 2.312 titik,

mengingat keadaan ini dipengaruhi oleh curah hujan dan berdampak pada kandungan bahan bakarnya, terutama di lahan gambut. Menurut Kusuma *et al.* (2021) ketika curah hujan meningkat, lahan gambut akan menyimpan air dalam jumlah besar kandungan bahan bakarnya meningkat dan sulit terbakar, lalu ketika curah hujan berkurang, air kandungan gambut semakin berkurang, sehingga gambut dengan kelembaban rendah akan sangat rentan terhadap kebakaran. Keadaan ini menjadi hal penting yang harus diperhatikan oleh masyarakat dan pemerintah di Provinsi Sumatera Selatan. Penerapan tegakan hukum yang lebih tegas dan adanya tindakan pencegahan awal Karhutla seperti pemantauan titik api di area yang gampang

terbakar haruslah dilakukan, agar dapat mencegah dan meminimalisir terjadinya kebakaran hutan susulan di Provinsi Sumatera Selatan.

Dampak Kebakaran Hutan di Provinsi Sumatera Selatan

Kebakaran hutan dan lahan berdampak pada rusaknya ekosistem dan menyebabkan musnahnya flora dan fauna yang tumbuh dan hidup di hutan. Akibat dari kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan, banyak sekali kerugian yang dialami oleh masyarakat di sektor ekonomi dan sektor lingkungan hidup, hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dampak Kerugian Karhutla di Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2022

No	Kabupaten/Kota	Ekonomi (Rupiah)			Lingkungan (Ha)		
		Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
1	Banyuasin	-	2.133.466.000	4.166.848.000	-	18.297	14.946
2	Empat Lawang	-	193.952.000	-	-	116	-
3	Kota Lubuk Linggau	-	133.933.000	-	-	48	-
4	Kota Pagar Alam	-	-	-	-	-	-
5	Kota Palembang	-	149.322.000	203.537.000	-	355	173
6	Kota Prabumulih	-	221.930.000	834.000.000	-	434	168
7	Lahat	-	582.754.000	326.799.000	-	516	83
8	Muara Enim	-	1.767.955.000	1.225.387.000	-	6.584	3.824
9	Musi Banyuasin	-	2.082.889.000	3.485.297.000	-	13.985	10.011
10	Musi Rawas	-	1.817.521.000	1.850.831.000	-	1.346	1.054
11	Musi Rawas Utara	-	942.960.000	1.153.347.000	-	1.871	727
12	Ogan Ilir	-	645.890.000	1.059.666.000	-	2.522	2.079
13	Ogan Komering Ilir	-	2.112.870.000	11.441.838.000	-	8.848	7.796
14	Ogan Komering Ulu	-	771.847.000	348.295.000	-	5.181	2.259
15	Selatan	-	113.402.000	-	-	3.508	-
16	Ogan Komering Ulu Timur	-	1.665.855.000	582.710.000	-	5.382	2.869
17	Penukal Abab Lematang Ilir	-	392.094.000	321.970.000	-	945	736
Jumlah (per-item)		-	15.728.640.000	27.000.525.000	-	69.938	46.725
Jumlah (total)			42.729.165.000			116.663	

Sumber: Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan (2022).

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bencana kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan mengakibatkan kerugian terhadap sektor ekonomi maupun sektor lingkungan yang cukup besar. Menurut Pusat Standardisasi Instrumen Ketahanan Bencana dan Perubahan Iklim dalam KLHK, pengelompokan dampak kerugian dalam sektor ekonomi dibagi menjadi 3 golongan yaitu rendah, sedang dan tinggi, berdasarkan valuasi kerugian ekonomi akibat kebakaran hutan dan lahan. Sedangkan pengelompokan dampak kerugian dalam sektor lingkungan dibagi menjadi 3 golongan yaitu rendah, sedang dan tinggi, berdasarkan penilaian kerugian jasa pengaturan akibat Karhutla di suatu wilayah. Kerugian ekonomi dan lingkungan didominasi pada kerugian

kelas sedang dan tinggi. Kerugian terbesar akibat bencana kebakaran hutan dan lahan Provinsi Sumatera Selatan berada pada sektor ekonomi di Kabupaten Ogan Komering Ilir, dengan kerugian tingkat tinggi sebesar Rp 11.441.838.000 dan kerugian tingkat sedang sebesar Rp 2.112.870.000. Salah satu kerugiannya yaitu ada pada sektor industri di Kabupaten Ogan Komering Ilir yang termasuk dalam kategori industri besar, dan juga menghasilkan kontribusinya yang sangat besar terhadap perekonomian di Provinsi Sumatera Selatan, seperti pabrik Sinar Mas dan Industri Pertambangan. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa kebakaran dengan tingkat kerusakan yang tinggi juga akan menghancurkan properti dan infrastruktur setempat, menyebabkan

gangguan bisnis sementara karena pemadaman listrik dan penutupan jalan. Hal ini akan berdampak pada penjualan bisnis, pekerjaan, dan gaji karyawan, sehingga dampak ekonomi dalam kebakaran hutan dan lahan sungguh kompleks (Lyster *et al.*, 2022). Selain itu, jika kebakaran terjadi karena kelalaian pemerintah atau pihak swasta dan berimbas mengenai pemukiman warga, maka dampak terhadap aktivitas rumah tangga, kesehatan masyarakat, transportasi dan lainnya harus dikompensasi. Hal ini didukung oleh penelitian Han *et al.* (2022) yang menyebutkan bahwa kerugian ekonomi akibat kebakaran hutan secara umum ditandai dengan penurunan yang fluktuatif, namun nilai anomali akibat faktor manusia mungkin saja terjadi di wilayah tersebut, sehingga butuh perhatian besar terhadap bencana ini.

Selanjutnya dari segi kerusakan lingkungan, Kabupaten Banyuasin merupakan wilayah yang paling terdampak dengan kerugian di tingkat tinggi sebesar 14.946 Ha dan kerugian di tingkat sedang sebesar 18.297 Ha. Kebakaran di Kabupaten Banyuasin tergolong tinggi karena luasan hutan di wilayah ini cukup besar yaitu 462.042,15 Ha (BPS, 2022), namun tetap masih ada beberapa industri di dalamnya. Bencana kebakaran hutan dan lahan dikatakan sangat merugikan ekologi hutan karena pada dasarnya hutan menyerap karbon dioksida dan melepaskan oksigen melalui fotosintesis dan respirasi, memainkan peran yang tak tergantikan dalam menjaga keseimbangan dinamis karbon dan oksigen di atmosfer (Ardhitama *et al.*, 2017). Mengingat situasi efek rumah kaca dan meningkatnya emisi karbon global yang memberikan efek negatif, fungsi fiksasi karbon hutan dan pelepasan oksigen akan menjadi semakin penting (Wang *et al.*, 2001). Dalam kasus fiksasi karbon dan pelepasan oksigen akibat bencana alam, banyak peneliti yang membandingkan karbon dioksida yang dilepaskan oleh kebakaran hutan dengan hilangnya fiksasi karbon oleh hutan berdasarkan kondisi kebakaran hutan dan lahan di Indonesia. Selain itu, tersebarnya asap dan emisi gas karbondioksida dan gas-gas lain ke udara juga akan berdampak pada pemanasan global dan perubahan iklim (Ardhitama *et al.*, 2017).

Menurut Agbeshie *et al.* (2022) dampak lain dari kebakaran hutan yaitu dapat merusak struktur tanah, menyebabkan pemadatan tanah hutan, dan mengurangi

kapasitas penyimpanan air tanah hutan sehingga memperparah erosi tanah di wilayah tersebut. Hal ini tidak hanya akan mempengaruhi siklus air ekosistem hutan, namun akan meningkatkan limpasan permukaan hutan juga dan mengurangi kemampuan hutan untuk melemahkan aliran puncak banjir, sehingga mengakibatkan kerugian yang signifikan. Hal itu didukung oleh penelitian Lian *et al.* (2022) yang menunjukkan bahwa kualitas air hujan yang disimpan melalui intersepsi hutan dapat ditingkatkan secara signifikan setelah penyaringan multi-lapis. Selain itu, dampak lain dari kebakaran hutan dan lahan akan mengakibatkan rusak atau putusnya rantai makanan. Rantai makanan/biologis yang stabil terbentuk dalam jangka waktu lama, dan jika rantai makanan terputus maka keseimbangan ekosistem akan terganggu (Arief, 2023). Ketidakseimbangan dalam rantai makanan akan menyebabkan komponen dalam ekosistem mengalami peningkatan atau penurunan jumlah yang drastis, akibatnya pemerintah dan masyarakat akan turun tangan untuk menangani lonjakan populasi tersebut.

Kebijakan Kelembagaan dalam Tindakan Mitigasi dan Penanganan Kebakaran Hutan dan Lahan di Provinsi Sumatera Selatan

Kebakaran hutan merupakan bencana nasional bagi Indonesia, sehingga penanganan kebakaran hutan dan lahan di suatu wilayah memerlukan perhatian lebih, dan memerlukan keterlibatan banyak pihak. Dalam hal ini, beberapa kelembagaan yang terlibat pada penanganan kebakaran hutan dan lahan:

1. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)

KLHK memiliki peran sebagai koordinator utama dalam penanganan Karhutla, bertanggung jawab dalam menetapkan kebijakan, mengawasi implementasi kebijakan, dan melakukan koordinasi dengan lembaga-lembaga lain yang terlibat dalam penanganan Karhutla (Ulfah *et al.*, 2019). Gubernur Sumatera Selatan Bapak Agus Fatoni, melalui wawancara BPK RI (2023) menyatakan bahwa kebakaran merupakan masalah serius dan perlunya dukungan kerjasama dalam penanggulangan kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan. Hal itu diatur dalam Peraturan Perundang-Undangan dalam

Instruksi Presiden (INPRES) No. 3 Tahun 2020 tentang Penanggulangan Kebakaran Hutan dan Lahan; Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.32/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/2016 Tentang Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan; Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor No. P.74/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2018 Tentang Pengelolaan Asap Karhutla; dan masih banyak peraturan penangan kebakaran hutan dan lahan lainnya, dengan isian langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam penanggulangan kebakaran hutan dan lahan meliputi:

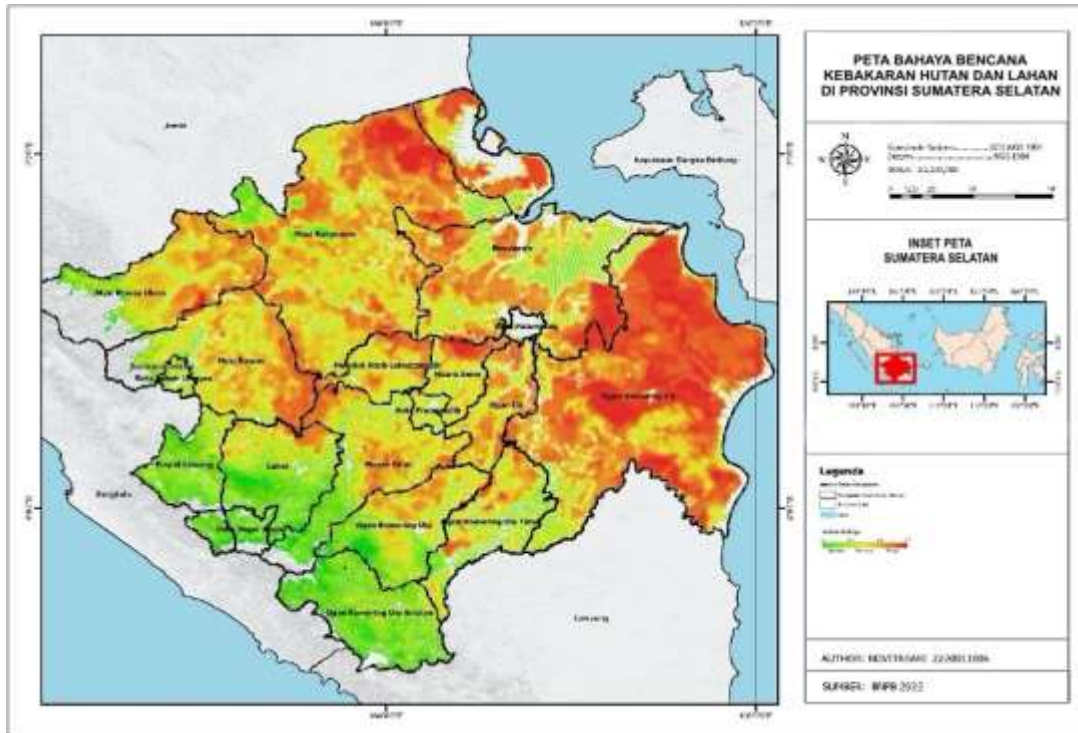
- A. Mendidik masyarakat umum tentang langkah-langkah pencegahan dan pemadaman kebakaran, melalui kegiatan informasi yang terkoordinasi, misalnya untuk menggunakan media cetak, elektronik dan lainnya.
- B. Melarang penggunaan pembakaran, dan mengedukasi masyarakat mengenai cara-cara mempersiapkan diri lahan tanpa menggunakan api (*zero burning*).
- C. Meningkatkan keterampilan dan kemampuan tenaga kerja, termasuk pegawai baik negara maupun swasta untuk menanggulangi terjadinya kebakaran hutan.
- D. Menyediakan peralatan pemadam kebakaran sesuai dengan yang ditentukan standar.
- E. Melaksanakan kerjasama teknis dengan negara donor.
- F. Meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang tinggal di sekitar hutan.
- G. Menjatuhkan sanksi yang tegas kepada setiap pelanggar yang melanggar undang-undang.
- H. Meningkatkan upaya penegakan hukum.

Meskipun Karhutla dapat diturunkan angkanya, namun upaya pengendalian bencana ini khususnya pencegahan tetap menjadi fokus dan prioritas, terlebih dengan diluncurkannya *Indonesia's Forestry and Other Land Use (FOLU) Net Sink 2030*. Pada Surat Keputusan Menteri LHK Nomor SK.168/ MENLHK/PKTL/PLA.1/2/2022 telah dibentuk Tim Kerja FOLU Net Sink 2030, dimana terdapat satu kelompok kerja khusus di Bidang I yang menangani pengendalian

Karhutla. Regu pengendalian Karhutla juga telah dilengkapi dengan peralatan tangan dan mesin pemadaman api serta peralatan komunikasi. Peralatan pengendalian Karhutla yang tersedia mulai dari alat berat, seperti pemadaman udara atau *water bombing* dan kendaraan slip on tank (*water tank*), hingga alat sederhana seperti pompa punggung (*jet shooter*), peralatan tangan (*kepyok*, sekop api, cangkul api, garu api) serta *personal use* (Sujatmoko, 2022). Inovasi modifikasi kendaraan pengangkut air juga telah dikembangkan untuk menjangkau daerah yang memiliki akses sulit dengan memodifikasi kendaraan roda 3 yang dilengkapi tangki air dan mesin pemadam portable.

2. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)

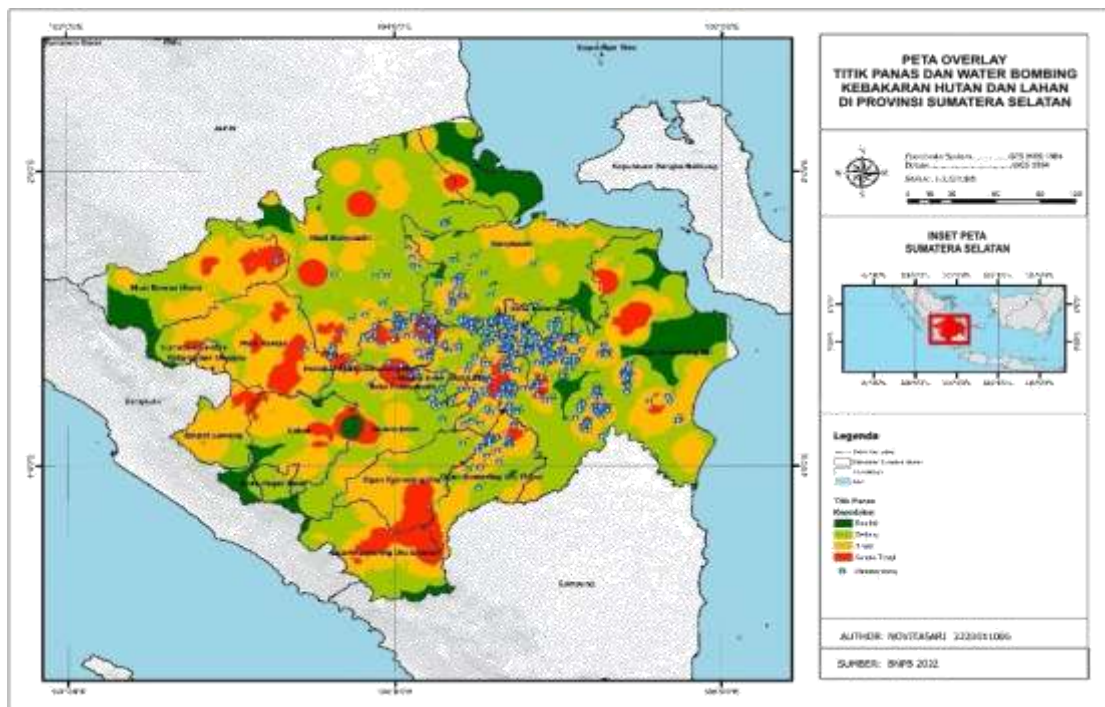
BNPB berperan dalam penanganan Karhutla terutama pada tahap pengendalian dan mitigasi bencana. BNPB berkoordinasi dengan berbagai pihak untuk melakukan pemadaman api dan mengevakuasi warga yang terdampak kebakaran (Ningsih, 2021). Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana: Undang-undang ini memberikan landasan hukum untuk penanggulangan bencana di Indonesia, termasuk Karhutla, dan menetapkan BNPB lembaga yang bertanggung jawab atas koordinasi dan penanggulangan bencana di tingkat nasional. Keputusan Kepala BNPB No. 17 Tahun 2019 tentang Penanganan Kebakaran Hutan dan Lahan berisikan pedoman teknis dalam penanganan Karhutla yang dilakukan oleh BNPB dalam pemantauan Karhutla, pembentukan posko, koordinasi antar instansi, serta pencegahan, pemadaman, dan rehabilitasi pasca-kebakaran. Adapun cara atau tindakan mitigasi dan penanganan kebakaran hutan dan lahan yang dilakukan oleh BNPB di Provinsi Sumatera Selatan, yaitu dengan memantau titik api/hotspot, melakukan patroli dan pengawasan lebih ketat, serta mendeteksi kebakaran hutan dan lahan sedini mungkin. Salah satu pemantauan titik api/hotspot yang dilakukan BNPB Provinsi Sumatera Selatan dengan menggunakan aplikasi ArcGIS dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Titik Api/Hotspot di Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022.

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa wilayah praktis rawan bencana kebakaran hutan dan lahan hampir terjadi di seluruh wilayah Provinsi Sumatera Selatan, dengan tingkat bahaya dominan sedang dan tinggi. Kabupaten Ogan Komering Ilir memiliki jumlah titik api/hotspot terbanyak dibandingkan dengan kabupaten lain, yakni dengan total 303 titik api. Banyaknya titik api dan juga medan yang sulit dijangkau, membuat BNPB di Provinsi Sumatera Selatan menerjunkan *water bombing* atau penurunan air yang dilakukan melalui udara dengan helikopter. *Water bombing* adalah salah satu metode yang sangat efektif dalam memadamkan kebakaran hutan dan lahan, karena dapat menghindari penggunaan tenaga kerja yang besar dan mengakses area yang sulit dijangkau (Suhaili, 2022). *Water bombing* yang dilakukan di Provinsi Sumatera Selatan difokuskan untuk menyasar titik api yang sulit dijangkau tim pemadaman darat, terutama di Kabupaten Ogan Komering Ilir yang memiliki topografi agak bergelombang sampai

berbukit. Pada saat yang sama, pihak BNPB dan pihak lainnya dapat melakukan penyelamatan di wilayah yang lebih luas dengan waktu yang singkat, serta menanggapi berbagai misi penyelamatan yang kompleks. Namun, lahan darat yang datar dan terbuka serta keberadaan sumber air juga merupakan hal yang penting dalam penanggulangan bencana ini. Sumber air memainkan peran penting dalam pemadaman kebakaran dan penyelamatan dengan helikopter (Bai *et al.*, 2023). Ketersediaan dan kesesuaian sumber air juga mempengaruhi durasi dan efektivitas pemadaman kebakaran. Sehingga perlu diketahui bahwa penggunaan *water bombing* dalam penanggulangan kebakaran hutan dan lahan perlu perencanaan yang matang, karena memerlukan sarana dan prasarana yang cukup kompleks. Setelah dilakukan *water bombing* pada lokasi yang mengalami kebakaran hutan dan lahan, maka titik api/hotspot yang berada di Provinsi Sumatera Selatan sudah mulai menurun. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kondisi peta titik api/hotspot di Provinsi Sumatera Selatan tahun 2022 yang sudah dilakukan water bombing.

Berdasarkan Gambar 4, pemanfaatan *water bombing* dalam penanggulangan kebakaran hutan di Provinsi Sumatera Selatan dikategorikan cukup baik, karena penggunaan *water bombing* dalam pemadaman api sudah sesuai dengan Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim Nomor : P.12/PPI/SET/KUM.1/12/2020 Tentang Standar Operasional Prosedur Kegiatan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan. Pelaksanaan tindakan yang sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) membuat titik api/hotspot Karhutla di Provinsi Sumatera Selatan sebagian besar berada pada tingkat rendah dan sedang, walaupun masih terdapat beberapa di tingkat yang tinggi. Hal ini juga didukung oleh persepsi Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Letjen TNI Suharyanto pada saat melakukan kunjungan kerja dalam rangka monitoring penanganan kebakaran dan hutan di Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI) Tahun 2023, beliau mengatakan bahwa penanganan Karhutla dengan menggunakan *water bombing* yang dilakukan 1 tahun belakangan api tidak sepenuhnya padam, sehingga BNPB nantinya akan melakukan penambahan operasi udara dengan melakukan Teknologi Modifikasi Cuaca dengan beberapa lembaga

terkait untuk mempercepat proses pemadaman. Selain itu, BNPB akan menambah dukungan untuk penanganan Karhutla di Provinsi Sumatera Selatan, antara lain dengan dukungan Dana Siap Pakai (DSP) sebesar lima miliar rupiah dan peralatan seperti Pompa Jinjing sebanyak 24 unit, Nozel 1,5 sebanyak 60 unit, Perlengkapan APD 220 paket, Selang sebanyak 120 unit, Tenda Posko 12 unit, Velbed 300 unit, Pompa Apung 36 unit dan Alat Komunikasi sebanyak 223 unit. Diharapkan dengan adanya pembaharuan alat pemadaman api tersebut, dapat meminimalisir terjadinya dampak yang diakibatkan oleh kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan di masa yang akan datang, seperti adanya pencemaran udara karena kabut asap tinggi dan adanya kerusakan ekosistem hutan.

3. Badan Restorasi Gambut dan Mangrove (BRGM)

BRGM bertanggung jawab dalam melakukan rehabilitasi lahan gambut yang terbakar. BRGM juga berperan dalam mengembangkan teknologi dan inovasi untuk mengurangi risiko kebakaran di lahan gambut dan mangrove. Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 1 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Program

Restorasi Gambut: Peraturan ini memberikan landasan hukum untuk pelaksanaan Program Restorasi Gambut yang melibatkan BRGM. Berdasarkan data kebakaran hutan dan lahan BRGM, cara menanggulangi kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan yaitu dengan mengupayakan restorasi lahan gambut yang terdegradasi, perbaikan pengelolaan kebakaran gambut, dan pengendalian kegiatan ekonomi di kawasan gambut menggunakan strategi *rewetting* atau pembasahan, revegetasi, dan revitalisasi ekonomi masyarakat (3R). Sepanjang tahun 2022, BRGM berhasil merestorasi 244.168 hektar (Ha) lahan gambut di tujuh provinsi wilayah kerja gambut BRGM, salah satunya di Provinsi Sumatera Selatan (Sumsel). Sedangkan pada tahun 2023, wilayah gambut yang telah berhasil direstorasi seluas 35.638 Ha yang terdiri dari pembangunan sekat kanal sebanyak 96 unit, kegiatan revegetasi demplot dan pemeliharaan seluas 35 Ha, dan revitalisasi ekonomi sebanyak 22 paket kepada kelompok masyarakat. Menurut Kepala Kelompok Kerja Restorasi Gambut Wilayah Sumatera Soesilo Indrarto, BRGM selalu memantau fungsi dari Infrastruktur Restorasi Gambut (IRG), dan melibatkan kelompok masyarakat dalam Operasi Pembasahan Gambut Rawan Kekeringan (OPGRK) dan Operasi Pembasahan Cepat Lahan Gambut Terbakar (OPCLGT) dalam mencegah kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan. Pemantauan hutan dan lahan dari berbagai pihak diharapkan menjadi salah satu cara yang maksimal dalam pencegahan bencana kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan.

4. TNI dan Polri

TNI dan Polri memiliki peran penting dalam penanganan Karhutla terutama pada tahap pemadaman api. Kedua instansi ini memiliki personel, peralatan, dan kendaraan yang siap digunakan untuk memadamkan api. Undang-Undang Republik Indonesia No. 2 Tahun 2002 tentang Kepolisian Negara Republik Indonesia: Undang-undang ini mengatur tentang organisasi, tugas, dan fungsi Polri. Polri memiliki peran dalam menjaga keamanan dan ketertiban masyarakat, termasuk dalam penanganan Karhutla dan penegakan hukum terkait kebakaran hutan dan lahan. Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 83 Tahun 2018 tentang Penanganan Kebakaran Hutan dan Lahan: Peraturan ini mengatur tentang

langkah-langkah penanggulangan Karhutla, termasuk peran TNI dan Polri. Selain undang-undang dan peraturan tersebut, juga bekerja berdasarkan arahan dan koordinasi dengan BNPB, KLHK, dan pemerintah daerah. Berdasarkan data kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan selain water bombing, pemadaman api juga dilakukan secara manual. TNI dan Polri menggunakan teknik gepyokan, penggunaan pompa punggung (*jet shooter*), dan juga selang pemadam kebakaran untuk membantu pemadaman titik api di Kabupaten OKI. Menurut Kapolda Sumatera Selatan, Irjen Pol A Rachmad Wibowo SIK (2023), pemadaman api dengan menggunakan teknik gepyokan/memukul-mukul api, penggunaan pompa punggung (*jet shooter*), peralatan tangan (kepyok, sekop api, cangkul api, garu api), dan selang kebakaran sudah cukup efektif dilakukan, sembari pemadaman api lainnya dilakukan dengan menggunakan water bombing.

5. Masyarakat

Masyarakat dapat membantu dalam pencegahan kebakaran dengan tidak membakar sampah atau membuka lahan dengan cara membakar. Selain itu, masyarakat juga dapat membantu dalam deteksi dini kebakaran dan melaporkannya kepada pihak berwenang atau kepada petugas Agni manggala di berbagai posko yang dibentuk. Undang-Undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup: memberikan dasar hukum bagi partisipasi masyarakat dalam penanganan Karhutla. Masyarakat memiliki kewajiban untuk melindungi lingkungan hidup, termasuk mencegah dan melaporkan kebakaran hutan dan lahan. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Republik Indonesia No. P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/5/2018 tentang Pedoman Pengendalian Karhutla Peraturan ini memberikan pedoman kepada masyarakat dalam mengendalikan di kawasan hutan dan lahan. Pedoman ini meliputi tindakan pencegahan, pengawasan, dan pelaporan Karhutla. Selain itu, kasus kebakaran tidak hanya berdampak pada kerusakan lingkungan, tetapi juga pada kesehatan manusia dan secara otomatis melanggar haknya. Hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat merupakan bagian dari HAM yang dapat dilihat dalam tiga bentuk, yaitu menghormati, melindungi, dan memenuhi hak warga negaranya, sehingga

setiap orang memiliki hak yang sama atas penikmatan dari hak tersebut (Utami dan Primawardani, 2021). Oleh karena itu, dalam hal ini pemerintah harus dapat mengatasi permasalahan tersebut, karena negara memiliki kewajiban dan tanggung jawab untuk melindungi dan memenuhi terhadap hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat bagi warganya.

Di Indonesia, terdapat banyak peraturan/kebijakan untuk mengatasi kebakaran hutan dan lahan, namun praktik perlindungan dan penegakan hukum dalam penanganan Karhutla ini perlu ditingkatkan terutama di Provinsi Sumatera Selatan. Menurut Edward III dalam Mirza dan Aisyah (2020) terdapat empat faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan atau kegagalan suatu implementasi kebijakan yaitu faktor *communication*, *resources*, *disposition* dan *beureaucratic structure*. Keempat faktor tersebut merupakan hal yang penting untuk mengatasi masalah-masalah yang muncul dari perspektif situasi, struktur, perilaku, dan kinerja pada penanganan kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan. Peran masing-masing kelembagaan juga harus dipahami dan dijalankan dengan baik agar penanganan Karhutla dapat berhasil secara efektif dan efisien. Oleh karena itu, ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk memastikan kebijakan kelembagaan dalam menangani karhutla dapat terimplementasi dengan baik, seperti melakukan koordinasi dan kolaborasi antar lembaga dan instansi terkait kebakaran hutan dan lahan, dalam hal perbedaan kapasitas dan kompetensi yang menyebabkan ketidakseimbangan kontribusi dan partisipasi dalam penanganan karhutla; mengoptimalkan struktur organisasi dan menetapkan kewenangan yang jelas; dan memberikan edukasi serta sosialisasi kepada masyarakat tentang bahaya kebakaran hutan dan lahan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Provinsi Sumatera Selatan rawan terhadap kebakaran hutan dan lahan akibat aktivitas manusia dan faktor alam; selain itu, kawasan ini didominasi oleh lahan gambut sehingga sensitif terhadap kebakaran. Jumlah sebaran titik api/hotspot kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera

Selatan pada tahun 2015 sampai 2022, mengalami kenaikan dan penurunan di setiap tahunnya. Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan mencatat, total kerugian kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan pada sektor ekonomi sebesar Rp 42.729.165.000, sedangkan pada sektor lingkungan hidup sebesar 116.663 Ha. Kebijakan yang diambil pemerintah dalam menangani kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan sudah cukup efektif seperti adanya *water bombing*, pemadaman secara manual, serta adanya gerakan restorasi gambut, namun penanggulangan kebakaran hutan dan lahan belum maksimal. Lemahnya payung hukum, kurangnya teknologi canggih, serta minimnya koordinasi dan sinkronisasi dalam upaya penanggulangan dan pengendalian kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan, yang menyebabkan tingkat keberhasilan dalam pelaksanaan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan tidak optimal setiap tahunnya. Penegakan hukum mengenai Karhutla, mengoptimalkan upaya pencegahan dan kesiapsiagaan melalui sosialisasi dan patroli kampanye penyadaran publik, pembaharuan teknologi pemadaman api, serta membangun kesadaran semua pihak dalam menangani kebakaran hutan dan lahan diharapkan dapat menjadi tolak ukur dalam menangani kebakaran hutan di Provinsi Sumatera Selatan.

Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki, yaitu: *pertama*, perlunya penguatan dari sisi kelembagaan dan ketegasan peraturan pemerintah mengenai kebakaran hutan dan lahan di Indonesia khususnya di Provinsi Sumatera Selatan, serta memberikan pelatihan dan keterampilan dalam penanggulangan kebakaran hutan dan lahan ke semua pihak dalam menanggulangi dan mencegah kebakaran hutan dan lahan; *kedua*, perlunya optimalisasi sosialisasi pemanfaatan Sistem Peringatan Kebakaran Hutan dengan *Fire Danger Rating System* (FDRS) oleh BMKG sehingga dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak dalam pencegahan dan penanganan kebakaran hutan dan lahan; *ketiga*, pembuatan rencana tata ruang dalam menentukan batas-batas lahan yang akan dilakukan pembukaan, sehingga tidak menyorok melebihi batas yang telah ditentukan sebagaimana dalam peta

rencana tata ruang; *keempat*, melakukan inovatif lain untuk mengukur dampak interaksi strategi pengelolaan kebakaran terhadap ekologi dan lingkungan seperti: memahami bagaimana pengolahan bahan bakar dan rehabilitasi pasca kebakaran yang dapat mempengaruhi ekosistem dan fungsinya dan menjajaki peluang dalam pemanfaatan biomassa; *kelima*, mempersiapkan teknologi yang lebih canggih dalam memadamkan api juga perlu dilakukan, mengingat kondisi topografi di Provinsi Sumatera Selatan yang cukup beragam; *keenam*, sanksi tegas akan diberikan kepada pihak yang dengan sengaja melakukan pembakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbeshie, A.A., Abugre, S., Darkwa, T.A. & Awuah, R. 2022. A review of the effects of forest fire on soil properties. *Journal of Forestry Research*, 1(33): 1419-1441.
- Agdialta, R., Kasihairani, D. & Kurnia, W.G. 2015. Identifikasi wilayah dengan dampak Karhutla tertinggi di Provinsi Sumatera Selatan menggunakan *Satelite Landsat-8* (Identification area with the highest forest fire impact in South Sumatra by using Landsat-8 Satellite). *Jurnal Penelitian Kehutanan Sumatrana: Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Palembang*, 2(1): 1-21.
- Alwi, I. 2017. Kriteria empirik dalam menentukan ukuran sampel pada pengujian hipotesis statistika dan analisis butir. *Jurnal Formatif*, 2(2): 140-148.
- Anda, M., Ritung S., Suryani, E. & Kartawisastra, S. 2021. Revisiting tropical peatlands in Indonesia: Semi-detailed mapping, extent and depth distribution assessment. *Geoderma*, 402(7): 115-135.
- Anggraini, T. & Agustian, D. 2021. Peran badan penanggulangan bencana daerah dalam upaya pencegahan bencana kebakaran hutan dan lahan (Karhutla) di Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Kebijakan Pemerintah*, 4(1): 41-46.
- Ardhitama, A., Siregar, Y.I. & Nofrizal. 2017. Analisis pengaruh konsentrasi gas rumah kaca terhadap kenaikan suhu udara di Kota Pekanbaru dan Kota Padang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(1): 35-45.
- Arief, M.M. 2023. Integrasi materi IPA mengenai ekosistem bagi kehidupan manusia. *Jurnal IAI Darussalam*, 2(4): 1-10.
- Asteriniah, F. & Sutina. 2018. Implementasi kebijakan pengendalian kebakaran hutan dan lahan gambut di Ogan Komering Ilir. *Jurnal Abdimas Mandiri*, 1(2): 1-14.
- Bai, Y., Wang, L. & Yuan, X. 2023. Remote monitoring, personnel extinguishment or helicopter extinguishment? How to control forest fires more effectively. *PLoS ONE*, 18(8): 1-21.
- Budiningsih, K. 2017. Implementasi kebijakan pengendalian kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*. 14(2): 165-186.
- Han, Z., Geng, J., Yan Z. & Chen, X. 2022. Economic loss assessment and spatial-temporal distribution characteristics of forest fires: empirical evidence from China. *Forest*, 13(12): 1-10.
- Kahanji, C., Walls, R. S. & Cicione, A. 2019. Fire spread analysis for the 2017 Imizamo Yethu informal settlement conflagration in South Africa. *Int. J. Disaster Risk Reduct*, 3(9): 1-10.
- Khalwani, K.M., Bahruni. & Syaufina, L. 2015. Nilai kerugian dan efektivitas pencegahan kebakaran hutan gambut (studi kasus di Taman Nasional Sebangau Provinsi Kalimantan Tengah). *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 2(3): 214-229.
- Kusuma, A.R., Shodiq, F.M., Hazim, M.F. & Laksono, D.P. 2021. Hasil Studi Pola Kebakaran Lahan Gambut melalui Citra Satelit Sentinel-2 dengan Pengimplementasian Machine Learning Metode Random Forest: Kajian Literatur. *Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 4(2): 81-85.
- Law, B.E., Moomaw, W.R., Hudiburg, T.W., Schlesinger, W.H., Stermann, J.D. & Woodwell, G.M. 2022. *MDPI*. 11(5): 1-12.
- Lian, X., Zhao, W. & Gentine, P. 2022. Recent global decline in rainfall interception loss due to altered rainfall regimes. *Nature Communications*, 13(1): 1-15.

- Lyster, R., Farber, D.A. & McFadden, R. 2022. Climate-Induced Wildfires and Strengthening Resilience in Electricity Infrastructure. *Utrecht Law Review*, 18(2): 1-10.
- Mangiameli, M., Mussumeci, G. & Cappello, A. 2021. Forest fire spreading using free and open-source GIS technologies. *Geomatics*, 1(1): 50-64.
- Maulidia, B., Theresia, I.A. & Maulidia, V. 2019. *Regenerasi Hutan Gambut pada Kawasan Lahan Gambut Bekas Terbakar di Desa Pasir dan Desa Sungai Pinyuh, Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat*. Research Fellowship Pantau Gambut. Universitas Tanjungpura.
- Mirza & Aisyah, S. 2020. Analisis implementasi kebijakan dalam pengelolaan kawasan perbatasan negara di Provinsi Kepulauan Riau. *JIAP: Jurnal Ilmu Administrasi dan Pemerintahan Indonesia*, 3(1): 14-35.
- Ningsih, M. 2021. Pelaksanaan koordinasi antara pemerintah Provinsi Riau dengan *stakeholder* dalam menanggulangi kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Riau tahun 2019. *JOM FISIP*, 8(2): 1-15.
- Nurzakiah, S., Wakhid, N. & Hairani, A. 2020. Carbon dioxide emission and peat hydrophobicity in tidal peatlands. *Journal of Soil Science and Argoclimatology*. 17(1): 71-77.
- Rein, G. & Huang, X. 2021. Smouldering wildfires in peatlands, forests and the arctic: Challenges and perspectives. *Elsevier*, 1(24): 1-15.
- Saharjo, B.H. & Velicia, W.A. 2018. Peran curah hujan terhadap penurunan hotspot kebakaran hutan dan lahan di empat provinsi di Indonesia pada tahun 2015-2016. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 9(1): 24-30.
- Suhaili, W.S.H. 2022. Peatland forest fire: mitigation and conservation management in Brunei Darussalam. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 13(1): 42-26.
- Sujatmoko, S. 2022. Potret penerapan standar instrument Karhutla. *STANDAR: Better Standard Better Living*. 1(2): 1-3.
- Ulfah, M., Erawan, E. & Zulfiani, D. 2019. Implementasi kebijakan pengendalian kebakaran hutan dan lahan oleh unit pelaksana teknis daerah (UPTD) Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi (KPHP) Meratus Balikpapan. *eJournal Administrasi Negara*, 7(1): 8525-8537.
- Utami, P. & Primawardani, Y. 2021. Upaya pemenuhan hak atas lingkungan hidup terhadap kebakaran hutan bagi masyarakat Riau. *Jurnal HAM*. 12(3): 1-18.
- Wang, X.K., Feng, Z.W. & Zhuang, Y.H. 2001. CO₂, CO and CH₄ Emissions from Forest Fires in China. *Sci. Silvae Sin*, 1(2): 90-95.
- Yondra & Wawan, N. 2017. Kajian sifat kimia lahan gambut pada berbagai landuse chemical properties studys of peatland on various landuse. *Agric, Jurnal Ilmu Pertanian*. 29(2): 103-112.
- Yusuf, A., Hapsoh, Siregar, S.H. & Nurrochmat, D.R. 2019. Analisis Kebakaran Hutan Dan Lahan di Provinsi Riau. *Dinamika Lingkungan Indonesia*. 6(2): 67-84.