



Analisis Kebijakan Pemerintah Mengenai Bioteknologi Terhadap Penanganan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Kalimantan Sebagai Upaya Menjaga Keanekaragaman Hayati

Salman Alfarisi¹, Adinda Intan Cahyani², Rayi Kharisma Rajib³

Program Studi Ilmu Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Negeri Semarang¹²³

Abstract

Received: 2 Oktober 2024

Revised: 13 Oktober 2024

Accepted: 29 Oktober 2024

Forest and land fires are among the most frequently heard events, especially in Kalimantan. This study aims to understand the reasons behind the frequent occurrences of forest and land fires (karhutla) in Kalimantan, how the government handles them, and the impacts and consequences of these disasters on society. Forest and land fires undoubtedly have significant effects on humans, plants, animals, air quality, and various supporting components within the affected areas. This research employs a normative method, where data and information are gathered from existing written sources. The data collection process involves using relevant keywords and includes verification and evaluation of information sources to ensure data reliability. Thus, this study provides a comprehensive overview of the forest and land fire issues in Kalimantan and offers recommendations for improving the effectiveness of future management and prevention efforts.

Keywords: Forest Fires, Biotechnology, Kalimantan

(*) Corresponding Author: safari@students.unnes.ac.id¹, adindaintan04@students.unnes.ac.id², rayirajib@mail.unnes.ac.id³

How to Cite: Alfarisi, S., Cahyani, A., & Rajib, R. (2024). Analisis Kebijakan Pemerintah Mengenai Bioteknologi Terhadap Penanganan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Kalimantan Sebagai Upaya Menjaga Keanekaragaman Hayati. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(24), 590-600. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/9292>

PENDAHULUAN

Lingkungan Hidup merupakan bentuk atau wujud dari segala sesuatu yang ada di sekitar makhluk hidup dengan memiliki hubungan timbal balik dalam prosesnya. Dalam lingkungan hidup terdapat berbagai macam komponen yang mengisi lingkup lingkungan hidup dan salah satunya adalah hutan dan lahan. Hutan merupakan salah satu komponen penting dalam kehidupan manusia, di dalam hutan terdapat berbagai makhluk hidup dan komponen lain yang berpotensi untuk pembangunan nasional. Di Indonesia, kawasan hutan pada tahun 2016 sudah mencapai 125 juta ha, hal ini sesuai dengan pemaparan dari Pusat Data dan Informasi Sekretariat Jenderal KLHK 2017. Seiring berjalannya waktu, kebutuhan manusia menjadi semakin banyak dan tentunya manusia tidak lagi memperdulikan aspek lainnya sehingga akan banyak kerusakan yang timbul akibat ulah kebutuhan manusia tersebut. Oleh sebab itu, tidak menutup kemungkinan pula, kawasan hutan menjadi salah satu tempat yang dirusak oleh manusia. Kebakaran Hutan dan Lahan menjadi permasalahan serius di seluruh dunia. Kebakaran Hutan dan Lahan dapat menyebabkan adanya kerusakan ekosistem yang luas dan berdampak pada kesehatan manusia bahkan menimbulkan adanya emisi dari gas rumah kaca. Pada



tahun 2023, bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia semakin meningkat yang disebabkan oleh faktor alam. Hal ini yang membuat kebakaran lahan dan hutan meluas. Konsekuensi yang harus dihadapi oleh manusia akibat kelalaian yang mereka lakukan adalah mereka akan terkena dampak dari berbagai sektor, baik kesehatan, ekonomi, sosial dan lain-lain. Selain itu, konsekuensi lainnya yang harus diterima manusia akibat kebakaran lahan dan hutan yang disebabkan oleh ulah mereka sendiri yaitu akan banyak flora dan fauna yang mati yang akhirnya membuat manusia akan terkena dampak besar baik dalam pangan, sandang maupun papan. Rusaknya ekosistem juga menjadi konsekuensi yang harus diterima manusia akibat kebakaran hutan dan lahan tersebut, konsekuensi paling buruk yang diterima manusia adalah adanya korban jiwa akibat kebakaran lahan dan hutan serta akan banyak masyarakat yang kehilangan sumber mata pencaharian bagi kehidupan mereka. Adapun dampak dari Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia. Dampak yang terjadi bagi lingkungan yang berada di sekitar lahan yang terbakar tersebut yaitu terjadinya erosi yang disebabkan pohon-pohon penopang air yang dapat mengikis tanah perlahan hilang akibat terbakar, dengan terjadinya peningkatan erosi tersebut maka dapat dipastikan akan terjadi bencana alam lainnya seperti longsor ataupun banjir. Dampak lain yang dapat kita rasakan akibat ekologi hutan yang rusak adalah akan banyak makhluk hidup dalam lingkup hutan yang akan punah atau mati akibat lingkungan tempat tinggal mereka hilang. Dampak selanjutnya yang diakibatkan oleh bencana karhutla di Indonesia yaitu banyak masyarakat yang mengeluh akan asap yang timbul akibat kebakaran tersebut yang membuat mereka kesulitan beraktivitas di luar lingkungan, mereka juga banyak mengeluh karena kehilangan sejumlah sumber mata pencaharian baik di hutan maupun lahan yang terbakar tersebut. Jika kebakaran mematikan sejumlah hewan, maka tak dapat dipungkiri bahwa hama akan terus meningkat karena predator hama tersebut telah hilang baik di hutan maupun lahan. Terbakarnya hutan dan lahan juga mengakibatkan Indonesia mengalami penurunan devisa negara, hal ini disebabkan karena kayu (kayu asli maupun produk dari kayu) serta sektor pariwisata akan terganggu akibat kebakaran hutan dan lahan tersebut, selain itu anggaran yang harus dikeluarkan negara juga akan banyak dan dapat menguras anggaran yang seharusnya dapat dipakai untuk hal lain, namun saat karhutla terjadi maka anggaran tersebut akan digunakan untuk penanganan atau penghentian bencana karhutla tersebut. Pada tahun 2023, di sejumlah kawasan hutan dan lahan yang terbakar membuat masyarakat yang berada disekitar tempat kebakaran tersebut mengalami sesak napas, hal ini disebabkan karena asap dari kebakaran hutan membuat udara tercemar dan terjadilah polusi udara. Selain polusi udara, kebakaran hutan dan lahan juga mengakibatkan polusi air, oleh sebab itu akan banyak air yang akan tercemar jika bencana karhutla tersebut tidak segera ditangani. Menurut data KLHK mencatat luas karhutla sampai dengan Oktober 2023 sebesar 994.313,18 Ha. Pada 2023 ini terdapat 11 provinsi rawan karhutla khususnya Provinsi Sumatera Selatan, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan yang sejak awal tahun telah mengupayakan pencegahan Kebakaran Hutan dan Lahan, sebab telah terdeteksi adanya musim kemarau panjang akibat pengaruh El Nino. Dengan timbulnya bentuk permasalahan lingkungan terutama pada Kebakaran Hutan dan Lahan yang sering terjadi di Indonesia ini, perkembangan teknologi

masa kini dapat menjadi suatu solusi dalam mengatasi Kebakaran Hutan dan Lahan ini. Upaya ini disebut juga sebagai model pelestarian dalam menggunakan Bioteknologi dalam upaya mengatasi kebakaran hutan dan lahan. Bioteknologi merupakan suatu pemanfaatan makhluk hidup secara utuh maupun sebagian dalam upaya menghasilkan produk yang bermanfaat melalui teknologi tertentu. Dalam bidang kehutanan, aplikasi bioteknologi sendiri akan memanfaatkan tumbuhan hutan sebagai target utama dalam rekayasa genetik. Teknik rekayasa tersebut diharapkan nantinya dapat menciptakan bibit pohon yang unggul, sehingga dikemudian hari penanaman bibitnya dapat menghasilkan tegakkan pohon yang berkualitas tinggi untuk kelestarian hutan. Dengan diterapkannya sistem Bioteknologi ini mampu meminimalisir penyebaran kebakaran hutan dan lahan dengan cepat dan biaya yang relatif murah sehingga dapat tetap melestarikan keragaman hayati yang ada di Indonesia dapat lestari terkhususnya pada hutan Kalimantan. Beberapa contoh produk Bioteknologi dalam penerapan terhadap penanganan kasus bencana kebakaran hutan dan lahan yaitu seperti Drone Pemadam Kebakaran dan Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu langkah yang dilakukan serta dimiliki oleh peneliti dalam mengumpulkan suatu informasi baik melalui data atau secara langsung dan melakukan penginvestigasian pada suatu data yang telah didapatkan, sehingga dapat disimpulkan menjadi sebuah karya tulis. Sedangkan metode penulisan merupakan cara ilmiah untuk mendeskripsikan suatu data dengan disertai bukti dan dikembangkan baik secara pengetahuan, teori, tindakan maupun suatu produk tertentu sehingga dapat mudah dipahami, dipecahkan, dan diantisipasi permasalahan tersebut oleh pembaca dalam kehidupan manusia. Metode penelitian yang digunakan pada artikel ini merupakan metode penelitian Sekunder.

Metode Penelitian Sekunder atau biasa disebut Penelitian Meja merupakan metode penelitian dengan menggunakan penggunaan data yang sudah terdaftar dengan bahan, meliputi: (1) Data yang tersedia di laman internet; (2) Lembaga pemerintah dan non Pemerintah; (3) Perpustakaan umum; (4) Institusi pendidikan; dan (5) Sumber informasi komersial, yang kemudian diringkas dan disusun agar meningkatkan efektivitas penelitian.

PEMBAHASAN

Implementasi Kebijakan Pemerintah Mengenai Bioteknologi dalam Mengatasi Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Kalimantan sebagai Upaya Menjaga Keanekaragaman Hayati.

Kalimantan, sebagai salah satu pulau terbesar di Indonesia, memiliki hutan hujan tropis yang kaya akan keanekaragaman hayati. Namun, aktivitas manusia seperti pembukaan lahan untuk perkebunan kelapa sawit dan penggunaan teknik tebang dan bakar telah menyebabkan kebakaran hutan yang luas. Data menunjukkan bahwa sejak tahun 2015 hingga 2019, rata-rata lebih dari 1 juta hektar lahan terbakar setiap tahunnya di Kalimantan. Dampak dari kebakaran ini tidak hanya merusak habitat alami, tetapi juga menyebabkan hilangnya spesies flora dan fauna yang langka dan terancam punah.

Kebijakan Pemerintah dalam penerapan Bioteknologi

Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah Indonesia telah mengeluarkan berbagai kebijakan yang mendukung penggunaan bioteknologi sebagai salah satu solusi inovatif dalam penanganan kebakaran hutan dan lahan. Kebijakan ini didasarkan pada beberapa dasar hukum yang bertujuan untuk melestarikan keanekaragaman hayati dan mengurangi dampak negatif dari kebakaran hutan. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup: UU ini menekankan pentingnya perlindungan lingkungan dan penggunaan teknologi ramah lingkungan untuk mengatasi kerusakan ekosistem, termasuk kebakaran hutan. Peraturan Pemerintah No. 71 Tahun 2014 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut: Peraturan ini mengatur pengelolaan ekosistem gambut yang rentan terhadap kebakaran dan mendorong penggunaan teknologi untuk mencegah kebakaran lahan gambut. Peraturan Presiden No. 1 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Kebakaran Hutan dan Lahan: Perpres ini menginstruksikan penggunaan teknologi modern, termasuk bioteknologi, untuk pemantauan dan pencegahan kebakaran hutan.

Bioteknologi dalam mengatasi Kebakaran Hutan.

Penggunaan bioteknologi dalam penanganan kebakaran hutan di Kalimantan meliputi beberapa pendekatan: Pengembangan Bibit Tanaman Tahan Api: Penelitian dan pengembangan bibit tanaman yang lebih tahan terhadap api dapat membantu mengurangi penyebaran kebakaran. Tanaman ini dikembangkan melalui rekayasa genetika untuk memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi kering dan panas. Pemanfaatan Mikroorganisme: Bioteknologi memungkinkan penggunaan mikroorganisme untuk memperbaiki tanah yang rusak akibat kebakaran. Mikroorganisme ini dapat membantu mempercepat proses regenerasi vegetasi dan meningkatkan kualitas tanah. Pemantauan dan Deteksi Dini: Teknologi bioteknologi, seperti biosensor, dapat digunakan untuk mendeteksi kebakaran hutan secara dini. Biosensor ini dapat mendeteksi perubahan kimia di udara atau tanah yang mengindikasikan adanya kebakaran, sehingga respons cepat dapat dilakukan untuk memadamkan api sebelum meluas. Rehabilitasi Ekosistem: Bioteknologi juga digunakan dalam upaya rehabilitasi ekosistem pasca kebakaran. Teknik kultur jaringan dan pembibitan vegetatif digunakan untuk memperbanyak tanaman asli yang dapat membantu memulihkan keanekaragaman hayati di hutan Kalimantan.

Tantangan dan Prospek Masa Depan

Implementasi bioteknologi dalam penanganan kebakaran hutan di Kalimantan menghadapi berbagai tantangan, termasuk biaya tinggi, kebutuhan akan tenaga ahli yang terlatih, dan resistensi dari masyarakat lokal terhadap teknologi baru. Namun, dengan dukungan kebijakan yang kuat dan investasi dalam penelitian dan pengembangan, bioteknologi memiliki potensi besar untuk menjadi solusi efektif dalam menjaga keragaman hayati dan mengurangi dampak kebakaran hutan. Kesimpulannya, kebijakan pemerintah Indonesia yang mendukung penggunaan bioteknologi dalam penanganan kebakaran hutan di Kalimantan merupakan langkah penting dalam menjaga keanekaragaman hayati dan mengatasi masalah lingkungan yang kompleks. Dengan penerapan teknologi yang tepat dan

berkelanjutan, diharapkan upaya ini dapat membawa perubahan positif bagi ekosistem hutan Kalimantan dan kesejahteraan masyarakat setempat.

Di tahun 2023, menurut Laksmi (direktur jenderal pengendalian perubahan iklim) pemerintah telah melakukan pencegahan dengan cara melakukan patroli serta memperkuat patroli yang sudah ditetapkan untuk mencegah adanya hal-hal yang dapat membuat bencana kebakaran hutan dan lahan dapat terjadi di tengah musim kemarau akibat fenomena el nino tersebut. Patroli tersebut dilakukan baik mandiri maupun berkelompok, seperti oleh TNI, POLRI, Komunitas peduli api, serta komunitas lainnya. Penanganan lain yang dilakukan pemerintah Indonesia adalah dengan mengajak masyarakat lain untuk peduli dan lebih meningkatkan kesiapsiagaan untuk penanganan bencana kebakaran hutan dan lahan, pemerintah pada tahun 2023 juga menyebutkan bahwa bagi perusahaan pelaku pembakaran hutan dan lahan akan dikenakan sanksi seberat-beratnya. Penanganan lain yang telah disiapkan pemerintah adalah dengan membuat skenario penanganan kebakaran hutan dan lahan yang dibuat BNPB dimana pemerintah berfokus kepada 6 titik provinsi yang rawan terjadi kebakaran seperti Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Jambi, Kalimantan Timur, Sumatera Selatan serta Riau. Langkah ini memang merupakan langkah yang tepat bagi pemerintah dalam mengatasi Kebakaran Hutan dan Lahan agar tidak semakin besar.

Peranan Bioteknologi dalam Mengatasi Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Kalimantan sebagai Upaya Menjaga Keanekaragaman Hayati

Kebakaran hutan dan lahan menjadi permasalahan lingkungan baik di Indonesia maupun global, atas dasar tersebut maka hal ini menjadi perhatian bagi semua kalangan baik dalam negeri maupun di skala global. Di Indonesia setiap tahunnya bencana Kebakaran Hutan dan Lahan cenderung semakin meningkat dan hal tersebut disebabkan oleh aktivitas manusia maupun keadaan alam. Aktivitas manusia dapat berupa illegal logging, konservasi besar yang dijadikan sebagai pemukiman penduduk, pembangunan perkebunan dan perhutanan dengan menanam tanaman yang mudah terbakar juga menjadi alasan terjadi peningkatan bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia. Sedangkan keadaan alam dapat berupa kondisi iklim yang ekstrim seperti kemarau berkepanjangan dapat menjadi penyebab karhutla terjadi, petir yang menyambar lahan yang mudah terbakar, letusan gunung berapi, dan masih banyak lainnya. Pada tahun 2023, di Indonesia terdapat 11 wilayah yang rawan dan berpotensi terjadinya kebakaran hutan dan lahan menurut KLHK, dimana 11 wilayah tersebut diantaranya 3 diantaranya yaitu Sumatera Selatan, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan. Tahun 2023 ini, bencana karhutla di Indonesia disebabkan oleh peristiwa El Nino yang kondisinya lebih kering dibandingkan tahun 2019. El nino merupakan salah satu gejala alam yang membuat terjadinya pemanasan permukaan air laut di daerah lautan pasifik tropis bagian timur. El Nino ini mempengaruhi atmosfer dan curah hujan yang ada di seluruh wilayah yang terdampak tak terkecuali di Indonesia. Dengan adanya El Nino tersebut, maka di tahun 2023, wilayah Indonesia mengalami musim kemarau berkepanjangan yang menjadi alasan bencana Kebakaran Hutan dan Lahan dapat terjadi di Indonesia.

Sebagai contoh di tahun 2023 yang lalu, tepatnya pada Senin, 17 Juli 2023 terjadi Kebakaran hutan dan lahan yang ada di Provinsi Kalimantan Selatan. Kebakaran Ini tepat berlokasi di Desa Bajayu Barat, Kecamatan Daha Barat,

Kabupaten Hulu Sungai Selatan. Berdasarkan pada data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Hulu Sungai Selatan, menjelaskan banyaknya lahan yang terbakar hingga mencapai 6,3 Hektar. Adapun kasus Kebakaran lainnya yang terjadi menurut Informasi Awal Pusat Krisis Kesehatan Indonesia, mengkaji mengenai kebakaran hutan yang terjadi pada Rabu, 9 September 2023 di Desa Saring Sungai Binjai, Kecamatan Kusan Tengah, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. Ada sekitar 5 Hektar Tanah Hutan dan lahan yang terbakar.

Fenomena bencana Kebakaran Hutan dan Lahan ini menjadi perhatian penting pada pemerintah, dengan berkembangnya teknologi di era global ini mampu memberikan banyak solusi terhadap bagaimana penanganan Kebakaran Hutan dan Lahan agar lebih cepat teratasi hingga tidak menimbulkan kerugian yang semakin besar lagi dalam berbagai sektor sosial, sektor ekonomi, dan sektor kesehatan masyarakat. Hal ini memicu adanya reaksi pada pemerintah Indonesia dalam mencari solusi yang dapat dikembangkan dengan memanfaatkan adanya perkembangan terhadap solusi mengatasi permasalahan bencana kebakaran hutan dan lahan. Dengan berdasarkan pada Ratifikasi Kesepakatan Paris atas Konversi Kerja PBB Tahun 2016 tentang Perubahan Iklim, pemerintah Indonesia mengadakan adanya komitmen dalam menjalankan kesepakatan global sebagai upaya dalam mengurangi permasalahan perubahan iklim. Pemerintah Indonesia merencanakan adanya target untuk mengurangi emisi karbon dan Gas Rumah Kaca (GRK) hingga pada prosentase 29% pada tahun 2030. Hal ini didasarkan pada pernyataan pada Nationally Determined Contribution (NDC) yang disampaikan mengenai program ini oleh Sekretariat United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Bentuk upaya dalam mencapai komitmen nasional terhadap penurunan Emisi Karbon dan Gas Rumah Kaca (GRK) dan juga sebagai upaya mencapai tujuan dalam pembangunan rendah terhadap emisi dan berketahanan iklim seperti yang tercatat di dalam lembaran dokumen NDC, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) sebagai pemerintah Indonesia membentuk national focal point terhadap perubahan iklim di Indonesia dengan melaksanakan adanya program pengembangan Bioteknologi.

Salah satu contoh penerapan Bioteknologi yang bisa digunakan dalam mengatasi permasalahan kebakaran hutan dan lahan ini adalah dengan pemadaman dengan menggunakan model pengembangan operasional pesawat terbang (Water Bombing). Namun, karena biaya operasional yang cukup mahal, penanganan terhadap bencana kebakaran hutan dan lahan tidak bisa dilakukan secara intens dan teratur [10]. Untuk bisa menjalankan operasional selama 1 jam metode ini bisa menghabiskan sekitar 150 juta rupiah, sementara pada kondisi kebakaran yang terjadi di Indonesia bisa saja meluas akibat adanya angin yang berhembus lebih kencang di area kebakaran hutan dan lahan. Namun, dalam beberapa tahun belakangan ini, pengembangan teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) telah berkembang dengan pesat. Salah satu contohnya dari teknologi ini adalah drone api atau bisa disebut dengan drone pemadam kebakaran. Teknologi ini telah disempurnakan dan diterapkan pada berbagai bidang yang berkaitan dengan masalah keamanan. Beberapa tahun ini, teknologi drone pemadam kebakaran telah berfokus pada pemadaman kebakaran hutan dan

lahan dengan memiliki fungsi sebagai prediksi terhadap jalur pemadaman kebakaran hutan dan lahan, serta pula berfungsi dalam pengumpulan data kebakaran hutan dan lahan yang lebih rinci dan relevan dalam mendukung sistem pekerjaan dapat tersebar untuk menyelesaikan operasional pusat pemadaman kebakaran hutan dan lahan. Pada mekanismenya sendiri sebagian besar drone pemadaman kebakaran menggunakan pipa yang terhubung dengan sumber air untuk teknik penyebaran pemadaman. Sehingga, apabila terdeteksi adanya kebakaran hutan dan lahan maka drone ini kemudian dimodifikasi lagi menjadi drone yang mampu membawa water bombing sebagai upaya pengembangan sistem drone pemadam kebakaran terhadap penyimpanan bom air yang telah diatur dalam jangkauan kimia non-toxic agar mampu dibawa oleh drone yang kemudian dijatuhkan pada titik api. Modifikasi drone ini telah teruji dalam proses pengembangannya hingga mencapai muatan water bombing mencapai 2 kg dalam jarak 1,5 meter.

Teknologi dalam upaya penanganan masalah bencana kebakaran hutan dan lahan merupakan salah satu bentuk alat penembangan teknologi modern dalam mengatasi ini, diantaranya yaitu Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) yang merupakan Inovasi yang dilakukan manusia pada proses pembentukan hujan dengan cara menginjeksikan bahan semai (seeding agent) ke dalam awan. Dari hasil injeksi ini, proses tumbukan dan penggabungan antara tetes awan dengan partikel bahan semai yang ada di dalam awan akan menjadi lebih efisien daripada dengan proses yang berjalan secara alami. Teknologi ini berbeda dengan teknologi Water boom ing sebab biayanya yang relatif lebih murah. Banyak dari negara di dunia telah melaksanakan program Teknologi Modifikasi Cuaca sebagai bentuk mencapai suatu tujuan. Apabila dilihat dari perspektif umum, Teknologi Modifikasi Cuaca dijalankan sebagai bentuk tujuan penambahan curah hujan (rain enhancement) yang berguna dalam mengatasi permasalahan krisis terhadap sumber daya air. Bagi sejumlah negara yang berlokasi di area bumi lintang tinggi, Teknologi Modifikasi Cuaca banyak dimanfaatkan sebagai tujuan dalam mengurangi hujan es (hail suppression). Sementara, bagi beberapa negara yang berada di daerah tropis seperti Indonesia, India, Thailand dan Malaysia, Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) ini juga diterapkan sebagai bentuk dari upaya meningkatkan pasokan ketersediaan air bagi keperluan irigasi pertanian dan juga Pembangkit Listrik Tenaga Air.

Berdasarkan pada bagaimana frekuensi bencana hidrometeorologi yang terjadi di Indonesia, Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) menjadi awalnya mula dari banyaknya pemanfaatan teknologi sebagai pengelolaan sumber daya air yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan PLTA dan air irigasi. Pada dua dekade terakhir, Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) mulai banyak dimanfaatkan dengan tujuan mitigasi terhadap bencana hidrometeorologi, khususnya bencana Kebakaran Hutan dan Lahan. Teknologi Modifikasi Cuaca ini telah dijadikan sebagai salah satu solusi permanen yang diusahakan dalam upaya pengendalian bencana Kebakaran Hutan dan Lahan yang sering terjadi di Indonesia. Sebagai contoh sendiri, penggunaan Teknologi Modifikasi Cuaca pertama kali mulai digunakan oleh Pemerintah Indonesia sebagai upaya penanggulangan bencana Kebakaran Hutan dan Lahan yang besar saat terjadinya bencana El Nino tahun 1997. Yang kemudian dilanjut pada tahun 2009 yang dilakukan untuk mitigasi

bencana Kebakaran Hutan dan Lahan secara rutin dilakukan setiap tahunnya di sejumlah provinsi yang rawan terhadap bencana Kebakaran Hutan dan Lahan, seperti di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan. Teknologi Modifikasi Cuaca telah menjadi sangat efektif yang berguna mempercepat proses terjadinya hujan, meluaskan daerah hujan, peningkatan intensitas hujan, dan memperpanjang durasi terjadinya hujan. Efektivitas pada Teknologi Modifikasi Cuaca dalam menangani bencana Kebakaran Hutan dan Lahan menjadi satu upaya utama dalam penanggulangan bencana ini, seperti

1. Siraman air hujan menjadi satu kesatuan utama dalam menangani masalah kebakaran hutan dan lahan dalam jangkauan yang luas dan besar
2. Secara Alami, apabila kebakaran dalam kondisi asap pekat, maka proses terjadinya hujan alami dalam 2 (dua) hal, yaitu :
 - a. asap pekat menghalangi masuknya radiasi ke dalam permukaan bumi yang berakibat pada suhu permukaan bumi yang tidak cukup hangat dalam membentuk proses labil profil vertikal pada temperatur udara. Profil vertikal pada temperatur udara ini penting dalam pembentukan awan secara alami, namun apabila hal ini terjadi, maka media terbentuknya awan akibat adanya aktivitas konveksi atau bisa disebut dengan pengangkatan massa udara agar menjadi proses kondensasi pada awan menjadi sulit terbentuk yang kemudian akan sulit terjadi hujan secara alami.
 - b. Asap pekat pada wilayah lain mampu merambat pada area lainnya (adveksi). Asap pekat ini dapat menyerap uap air yang ada pada awan yang tumbuh di wilayah lainnya, dengan begitu awan akan selalu berada dalam fase permulaan. Awan dalam fase permulaan ditandai dengan butiran-butiran awan yang berukuran kecil. Dengan begitu proses hujan akan sangat sulit terjadi juga di wilayah area di dekat wilayah asap pekat tersebut.
3. Teknologi Modifikasi Cuaca berperan penting dalam meningkatkan efisiensi proses hujan buatan karena mampu mengubah dan mempercepat pembentukan awan yang berada pada fase permulaan, sehingga dapat memasuki fase dewasa dan matang. Teknologi Modifikasi Cuaca dapat dilakukan dengan menaburkan bahan semai higroskopis berukuran besar (UGN: Ultra Giant Nuclei, 10-50 mikron). Bahan semai ini berfungsi dalam meningkatkan efisiensi tumbukan (collision) dan penggabungan (coalescence), yang menjadi kunci terjadinya proses hujan pada awan hangat di daerah tropis.

Sebab Kalimantan menjadi salah satu fokus pemerintah dalam upaya memecah solusi terhadap bencana Kebakaran Hutan dan Lahan ini maka, (BNPB) kota Pontianak telah mengambil beberapa skenario mulai dari operasi darat, operasi udara maupun menggunakan teknologi modifikasi cuaca. Dalam proses teknologi modifikasi cuaca ini, Kemudian BNPB menggandeng Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Badan Riset Nasional (BRIN)

dan TNI AU dalam menjalankan operasi Teknologi Modifikasi Cuaca yang dilakukan untuk menghalau awan pembuat hujan dan mempercepat turunnya hujan di wilayah tertentu sebagai bentuk mengurangi dampak bencana hidrometeorologi basah. Sedangkan untuk penanganan Kebakaran Hutan dan Lahan, pelaksanaan operasi Teknologi Modifikasi Cuaca dilakukan sebagai bentuk menurunkan hujan di wilayah yang terdampak bencana Kebakaran Hutan dan Lahan. Langkah-langkah antisipasi ini menunjukkan keseriusan pemerintah Kalimantan terhadap bencana Kebakaran Hutan dan Lahan yang sudah merajalela terjadi sejak beberapa tahun terakhir ini.

KESIMPULAN

Kalimantan, salah satu pulau terbesar di Indonesia, terkenal dengan hutan hujan tropisnya yang kaya akan keanekaragaman hayati. Namun, aktivitas manusia seperti pembukaan lahan untuk perkebunan kelapa sawit dan teknik tebang dan bakar telah menyebabkan kebakaran hutan yang luas. Dari tahun 2015 hingga 2019, rata-rata lebih dari 1 juta hektar lahan terbakar setiap tahunnya, merusak habitat alami dan mengakibatkan hilangnya spesies flora dan fauna yang langka dan terancam punah. Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah Indonesia telah menerapkan berbagai kebijakan yang mendukung penggunaan bioteknologi sebagai solusi inovatif, seperti Undang-Undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Peraturan Pemerintah tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut, dan Peraturan Presiden tentang Pengelolaan Kebakaran Hutan dan Lahan.

Penggunaan bioteknologi mencakup pengembangan bibit tanaman tahan api, pemanfaatan mikroorganisme untuk memperbaiki tanah, teknologi pemantauan dan deteksi dini kebakaran, serta teknik rehabilitasi ekosistem pasca kebakaran. Meski menghadapi tantangan seperti biaya tinggi dan resistensi dari masyarakat lokal, dukungan kebijakan yang kuat dan investasi dalam penelitian dapat menjadikan bioteknologi solusi efektif dalam melindungi keanekaragaman hayati dan mengurangi dampak kebakaran hutan. Pada tahun 2023, pemerintah juga memperkuat patroli pencegahan kebakaran hutan, melibatkan berbagai pihak seperti TNI, POLRI, dan komunitas peduli api, serta meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat. Selain itu, perusahaan yang terbukti melakukan pembakaran hutan akan dikenakan sanksi berat. Fokus penanganan kebakaran juga diarahkan pada enam provinsi rawan kebakaran, termasuk beberapa wilayah di Kalimantan dan Sumatera. Upaya ini diharapkan dapat membawa perubahan positif bagi ekosistem hutan Kalimantan dan kesejahteraan masyarakat setempat.

Sebagai Bentuk penerapan Bioteknologi memiliki beragam modifikasi teknologi yang dapat dijadikan sebagai solusi utama terhadap penanganan permasalahan bencana kebakaran hutan dan lahan. Sebagai salah satu contohnya adalah penggunaan pengembangan modifikasi rekayasa drone pemadam kebakaran dan Teknologi Modifikasi Cuaca. Bentuk dari solusi Bioteknologi ini menjadi salah satu bentuk memaksimalkan perkembangan dunia teknologi terhadap Global yang mampu meringankan dan mempersingkat perluasan terhadap titik api pada kebakaran hutan dan lahan. sehingga perlu sekali dikaji lebih serius adanya perkembangan teknologi ini sebagai upaya permanen terhadap penanganan bencana kebakaran hutan dan lahan. Drone pemadam kebakaran yang

di dasari pada perkembangan operasi pesawat terbang relatif memiliki kajian data yang lengkap dan relatif terjangkau. Sementara Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) menjadi solusi terhadap bagaimana mempercepat pemadaman kebakaran yang terjadi di hutan dan lahan yang relatif mudah mengalami kebakaran. Sebab selain harganya yang terjangkau murah, jangkauan air hujan buatan mampu mencakup hingga luas dan tersebar merata di berbagai titik api pada kebakaran hutan dan lahan.

Saran

Untuk menangani kebakaran hutan di Kalimantan, diperlukan penguatan kebijakan dan penegakan hukum yang lebih tegas terhadap praktik pembukaan lahan dengan cara tebang dan bakar, serta penerapan sanksi berat secara konsisten terhadap perusahaan yang melanggar peraturan. Selain itu, investasi dalam penelitian dan pengembangan bioteknologi harus ditingkatkan, terutama untuk menciptakan bibit tanaman tahan api dan teknologi pemantauan kebakaran yang lebih canggih. Edukasi dan pelibatan masyarakat sangat penting dalam meningkatkan kesadaran akan bahaya kebakaran hutan dan cara pencegahannya, termasuk melibatkan komunitas lokal dalam patroli dan upaya pencegahan dengan memberikan pelatihan yang memadai. Program rehabilitasi ekosistem pasca kebakaran juga perlu diimplementasikan menggunakan teknik kultur jaringan dan pembibitan vegetatif untuk memulihkan keanekaragaman hayati, serta memanfaatkan mikroorganisme untuk memperbaiki kondisi tanah yang rusak. Penggunaan teknologi seperti biosensor dan satelit untuk deteksi dini kebakaran akan memungkinkan respons cepat sebelum api menyebar lebih luas. Peningkatan kerjasama internasional dalam pertukaran teknologi, pengetahuan, dan sumber daya juga krusial, serta partisipasi dalam forum internasional yang fokus pada mitigasi perubahan iklim dan pengurangan risiko bencana alam. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan Indonesia dapat lebih efektif dalam menangani kebakaran hutan di Kalimantan, melindungi keanekaragaman hayati, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat.

Sebagai bentuk tindakan penanganan lebih inovatif yang mengikuti perkembangan zaman di era perkembangan IPTEK, diperlukan juga adanya pemahaman pengentasan masalah terhadap bencana Kebakaran Hutan dan Lahan. Sebab, Indonesia kerap sering terjadi bencana kebakaran hutan dan lahan. Selain dapat merugikan sektor sosial dan ekonomi, kebakaran hutan dan lahan dapat mempengaruhi sektor kesehatan masyarakat dan polusi. Sehingga diperlukan adanya pengembangan dan penerapan metode Bioteknologi sebagai upaya utama dan permanen terhadap penanganan bencana kebakaran hutan dan lahan yang dilakukan secara merata di daerah-daerah Indonesia yang kerap sangat rawan dengan bencana Kebakaran Hutan dan Lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Vony Apriliani/BPBD Kota Pontianak, (2023), Waspada Karhutla 2023, Kalimantan Barat Jadi Prioritas.
- Budi Harsoyo/Ibnu Athoillah, (2022), Paradigma Baru Pemanfaatan Teknologi Modifikasi Cuaca Dalam Upaya Penanganan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia.

- Budiawan Sidik Arifianto, (2023), *Mencermati Siklus Bencana Karhutla di Indonesia*.
- Pusat Krisis Kesehatan Kemenkes RI, (2023), *Kebakaran Hutan dan Lahan di Tanah Bumbu Kalimantan Selatan*.
- Malik, Ulya Alviredieta, Aswin Hindami Zaradini, Mochamad Firmansyah, Hafisah, and Muhammad Gidry Abdurrazak, 'Airfine: Masker Dengan Mikrofilter Berbasis Biopolimer Dari Limbah Ampas Tapioka (Cassava Waste Pulp)', 2015, 1–35
- Sujiwa, Akbar, and Widodo Widodo, 'Rancang Bangun Drone Pemadam Otonom Dengan Mekanisme Water Bombing Berbasis Navigasi Waypoint GPS', *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 11.4 (2023), 401 <<https://doi.org/10.24036/voteteknika.v11i4.125961>>
- Nunu Anugrah/Plt. Kepala Biro Hubungan Masyarakat, KLHK., (2023), *Kinerja Pengendalian Kebakaran Hutan Dan Lahan Tahun 2023*.