

Segmentasi Citra Menggunakan Metode *Watershed Transform* Dengan Kombinasi *Threshold*, *HSV*, *Grayscale* dan *Morphology* Untuk Mendeteksi Sebaran Api

Rimba Prasasti¹, Nufri Wilis², Ade Achmad Zulfahmi³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri
Jalan Kramat Raya No. 18, Senen, Jakarta Pusat
Email : 14002449@nusamandiri.ac.id¹, 14002443@nusamandiri.ac.id²,
14002467@nusamandiri.ac.id³

ABSTRAK

Kebakaran hutan merupakan salah satu bencana yang sering terjadi karena unsur kesengajaan atau disebabkan proses alam. Penanganan dini untuk deteksi kebakaran hutan diperlukan untuk pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan. Banyak teknik deteksi untuk mengetahui titik api, namun belum mengungkap sebaran api. Penelitian ini mengusulkan metode deteksi api dengan segmentasi citra menggunakan watershed transform dengan kombinasi threshold, HSV (hue, saturation, value), grayscale dan morphology. Sebaran api yang tidak beraturan mengikuti arah angin, kecepatan angin dan tekanan aliran udara menghasilkan beragam hasil pengolahan citra dengan komposisi warna hasil pengolahan merupakan tantangan dalam penelitian. Evaluasi penelitian dilakukan dengan menghitung tingkat deteksi sampai dengan 83,2% dan berpotensi dapat digunakan mendeteksi kebakaran hutan.

Kata Kunci: *Api, Watershed; Threshold; Hsv; Morphology*

ABSTRACT

Forest fires are one of the disasters that often occur because of the element of intentionality or caused by natural processes. Early handling for forest fire detection is required for forest fire prevention. Many detection techniques to determine hot spots, but have not revealed the spread of fire. This research proposes a fire detection method with image segmentation using watershed transform with a combination of threshold, HSV (hue, saturation, value), grayscale, and morphology. Irregular spread of fire following wind direction, wind speed and air flow pressure causes produce a variety of image processing results with the composition of color processing results is a challenge in research. Evaluation of research was conducted by calculating detection rates up to 83.2% and potentially used to detect forest fires.

Keywords: *Fire, Watershed, Threshold, Hsv, Morphology*

Pendahuluan

Hutan merupakan kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumberdaya alam hayati yang didominasi per pohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan [1]. Kerusakan hutan dapat diakibatkan karena penebangan liar, perambahan hutan, bencana alam dan juga kebakaran hutan [2]. Kebakaran hutan adalah peristiwa terbakarnya hutan baik terjadi secara alami maupun oleh perbuatan manusia sehingga dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan yang menimbulkan kerugian ekologi, ekonomi, sosial budaya dan politik [3]. Negara Indonesia, Brazil dan China menyumbang 50% emisi global yang berasal dari kebakaran hutan [4].

Pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan perlu dilakukan tidak hanya oleh Pemerintah

namun juga melibatkan peran masyarakat [5]. Langkah pencegahan yakni dengan penerapan deteksi dini melalui berbagai macam metode pengamatan seperti deteksi melalui menara pengawas, aplikasi berbagai jenis kamera, penginderaan jauh, pengolahan atau penyebarluasan data dan informasi *hot spot* [6].

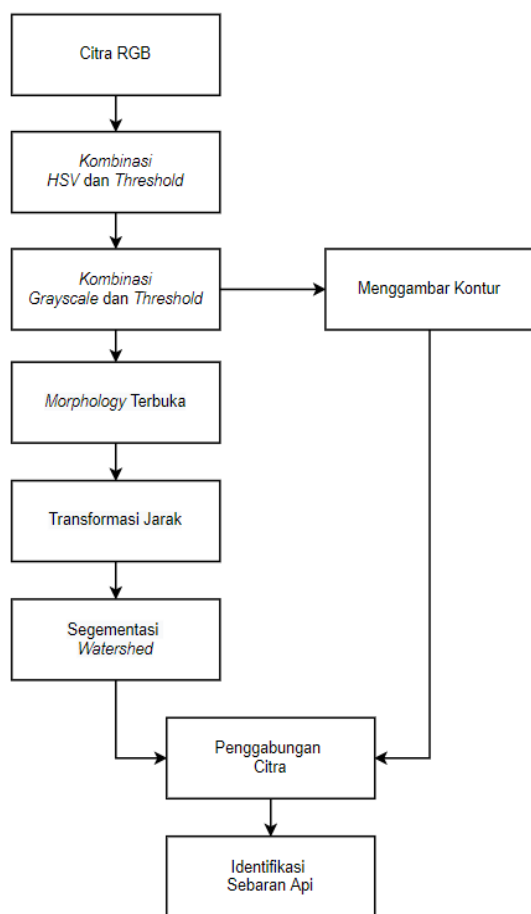
Penelitian untuk mendeteksi api sudah lama dilakukan. Beberapa pendekatan untuk mengetahui informasi lokasi api seperti mendeteksi citra api berdasar pada CNN (*convolutional neural network*) [7], mengidentifikasi citra api menggunakan SVM (*support vector machine*) [8], mengelompokkan sebaran titik panas menggunakan K-Medoids [9], dan lainnya.

Namun belum mendeteksi sebaran api pada citra api. Sebaran api yang tidak beraturan mengikuti arah angin, kecepatan angin, dan tekanan aliran udara [10].

Penelitian ini dibuat untuk mendeteksi sebaran api pada citra kebakaran hutan menggunakan metode *watershed transform* dengan kombinasi *threshold*, *HSV*, *grayscale* dan *morphology*. Dengan metode ini, peneliti mendeteksi bentuk sebaran api dari citra yang bersumber dari kumpulan citra api dari Kaggle (<https://www.kaggle.com/phyllake1337/fire-dataset>).

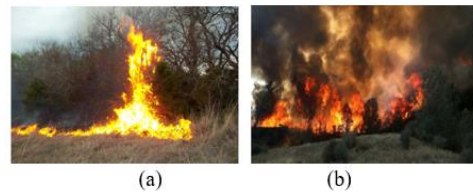
Metode Penelitian

Deteksi api dengan pengolahan citra dapat dilakukan dengan beragam metode dan menghasilkan hasil beragam. Pengolahan citra merupakan proses awal akuisisi citra dengan menggunakan beberapa alat kamera digital dan kamera termal [11]. Proses deteksi api yang dilakukan menggunakan metode segmentasi *watershed* dengan alur proses seperti Gambar 1. Bahasa pemrograman *Python* untuk mengolah citra api menggunakan metode *watershed*.



Gambar 1. Alur proses deteksi sebaran api dengan menggunakan watershed transform

Citra api yang digunakan berasal dari kumpulan citra api Kaggle seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Kumpulan citra api kaggle

Konversi citra RGB menjadi citra HSV dipakai untuk mengekstrak objek berwarna karena lebih mudah untuk merepresentasikan warna daripada ruang warna RGB. Model warna HSV mengacu pada subset cahaya tampak dalam ruang warna tiga dimensi H, S dan V, yang berisi semua warna dalam bidang warna tertentu [12]. Komponen *hue* (H) mengandung warna primer, warna sekunder dan campuran linier yang berhubungan dengan Panjang gelombang cahaya. Komponen *saturation* (S) memberikan ukuran warna putih, penurunan S sesuai dengan peningkatan warna putih. Komponen *value* (V) mengukur warna kecerahan, penurunan V sesuai dengan peningkatan kegelapan [13]. Pada citra 8-bit dan 16-bit dikonversi ke format floating-point dan dibuat skala dengan rentang 0 hingga 1. Jika $H < 0$ maka $H \leftarrow H + 360$ maka hasil yang didapat $0 \leq V \leq 1$, $0 \leq S \leq 1$, $0 \leq H \leq 360$ sesuai persamaan 1.

$$\begin{aligned}
 V &\leftarrow \max(R, G, B) \\
 S &\leftarrow \begin{cases} \frac{V - \min(R, G, B)}{V} & \text{if } V \neq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \\
 H &\leftarrow \begin{cases} 60(G - B) / (V - \min(R, G, B)) & \text{if } V = R \\ 120 + 60(B - R) / (V - \min(R, G, B)) & \text{if } V = G \\ 240 + 60(B - R) / (V - \min(R, G, B)) & \text{if } V = B \\ 0 & \text{if } R = G = B \end{cases} \quad (1)
 \end{aligned}$$

Dilakukan proses *threshold* guna memisahkan nilai piksel citra dari *threshold*, apabila lebih kecil daripada *threshold* maka diatur ke 0 dan sebaliknya diatur ke nilai maksimal. Hasil yang didapatkan untuk mengekstrak warna sesuai *threshold* sesuai persamaan 2.

$$dst(x, y) = \begin{cases} maxval & \text{if } src(x, y) > thresh \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

Citra kombinasi HSV dan *threshold* dilanjutkan dengan mengkonversi ke *grayscale* untuk membuat warna sesuai tingkat keabuan menggunakan persamaan 3. Kemudian dilakukan kembali proses *threshold* menggunakan persamaan 2.

$$Y \leftarrow 0.299 \cdot R + 0.587 \cdot G + 0.114 \cdot B \quad (3)$$

Untuk mengetahui bentuk dan deteksi serta pengenalan objek, peneliti menggunakan *contours* sebagai kurva yang menghubungkan semua titik yang memiliki warna atau intensitas sama. Penggambaran kontur citra api hanya mengambil kontur luar yang ekstrem dengan metode kompresi segmen horizontal, vertikal, dan diagonal dan hanya menyisakan titik ujungnya.

Transformasi *morphology* terbuka untuk menghilangkan noise pada citra. *Morphology* terbuka merupakan kombinasi proses citra digital dikenai operasi erosi dilanjutkan dengan dilasi. Operasi ini mempunyai efek memperhalus batas-batas objek, memisahkan objek-objek yang sebelumnya bergandengan, dan menghilangkan objek-objek yang lebih kecil daripada ukuran structuring. Dimana $A \circ B$ merupakan operasi erosi yang diikuti oleh dilasi. Operasi closing ditunjukkan pada Persamaan 4. Teknik ini berhasil untuk menghilangkan bercak citra yang dianggap mengganggu.

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (4)$$

Segmentasi *watershed* didasarkan proses morfologi dengan dikombinasikan dengan transformasi jarak. Transformasi jarak dari citra biner adalah jarak dari setiap piksel komponen objek yang merupakan piksel hitam ke piksel putih terdekat. Dalam citra biner hanya ada dua tingkat abu-abu 0 dan 1. Citra *watershed* tergambar ketika dua warna hitam terhubung [14].

Definisi jarak antara titik dan kumpulan titik didapatkan berdasarkan ukuran jarak antar titik sesuai dengan persamaan 5.

$$d(x, Y) = \inf_{y \in Y} d(x, y) \quad (5)$$

Segmentasi warna pada bagian *watershed* untuk memberikan arti pada metrik data. Pembagian warna ini berdasar pada *sequential, diverging, cyclic, qualitative* dan lainnya [15]. Visualisasi warna adalah bagaimana warna mempengaruhi cara data yang divisualisasikan dan diinterpretasikan, sehingga sangat penting untuk memilih peta warna yang benar [16].

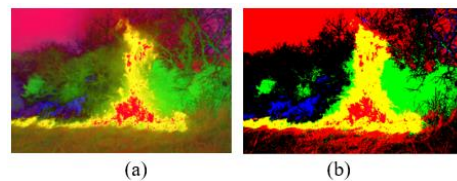
Mendeteksi sebaran api dengan melakukan penggabungan citra api RGB dengan citra segmentasi warna dan citra *contour*. Seperti diketahui, api tidak selalu muncul di posisi yang sama, dapat muncul di lokasi lain beberapa saat dan menghilang di saat berikutnya [12]. Sebaran api terdiri dari punggung api, sisi api, jari-jari api, teluk api, kepala api, pulau, areal yang telah terbakar, api loncar [17]. Hasil akhir dilakukan pengecekan tingkat akurasi pada kumpulan citra api Kaggle.

Hasil dan Pembahasan

Kumpulan citra api dari Kaggle seperti pada Gambar 3 dipakai untuk proses deteksi citra api. Citra RGB dilakukan proses kombinasi HSV dan *threshold* berupa konversi ke HSV seperti Gambar 4(a) dan dilakukan *threshold* menghasilkan Gambar 4(b).

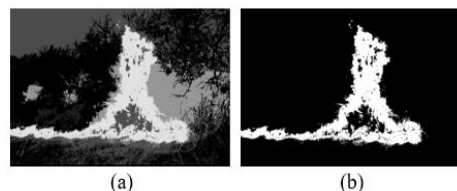


Gambar 3. Citra RGB



Gambar 4. Citra kombinasi HSV dan threshold

Kemudian dilakukan kombinasi *grayscale* dan *threshold* dengan proses konversi *grayscale* menghasilkan Gambar 5(a) dan dilakukan kembali *threshold* menghasilkan Gambar 5(b).



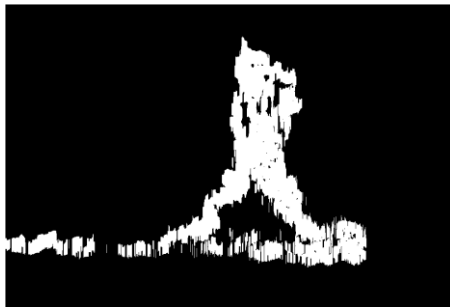
Gambar 5. Citra kombinasi grayscale dan threshold

Untuk mengetahui garis tepi citra api, dilakukan penggambaran kontur didapatkan seperti Gambar 6.



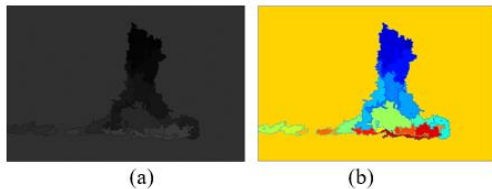
Gambar 6. Citra contour

Citra hasil kombinasi *grayscale* dan *threshold* seperti Gambar 5(b) dilakukan *morphology* terbuka untuk menghilangkan bercak yang mengganggu dan menghasilkan Gambar 7.



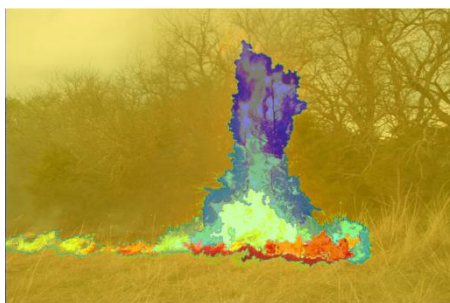
Gambar 7. Citra morphology terbuka

Segmentasi *watershed* dengan transformasi jarak menghasilkan citra seperti Gambar 8(a). Hasilnya diberi warna seperti Gambar 8(b).



Gambar 8. Citra segmentasi *watershed*

Citra *contour* Gambar 6 dan citra segmentasi warna Gambar 8(b) digabungkan dengan citra RGB Gambar 1 untuk memperoleh informasi deteksi sebaran warna api menghasilkan Gambar 9. Warna yang dihasilkan dari Gambar 8(b) terdiri gradasi dari warna merah, orange, kuning, hijau hingga biru. Warna yang terdekat dengan objek yang terbakar menunjukkan gradasi warna pertama dilanjutkan sampai dengan gradasi warna terakhir terjauh dari objek yang terbakar.



Gambar 9. Citra Penggabungan

Pengamatan dilakukan pada hasil deteksi api. Kemudian dilakukan pengujian pada 525 dataset citra api, sehingga hasil akhir tingkat deteksi sebaran api menggunakan persamaan 6 [18]. Pada Tabel 1 menjelaskan hasil pengujian sebesar 83.2% deteksi

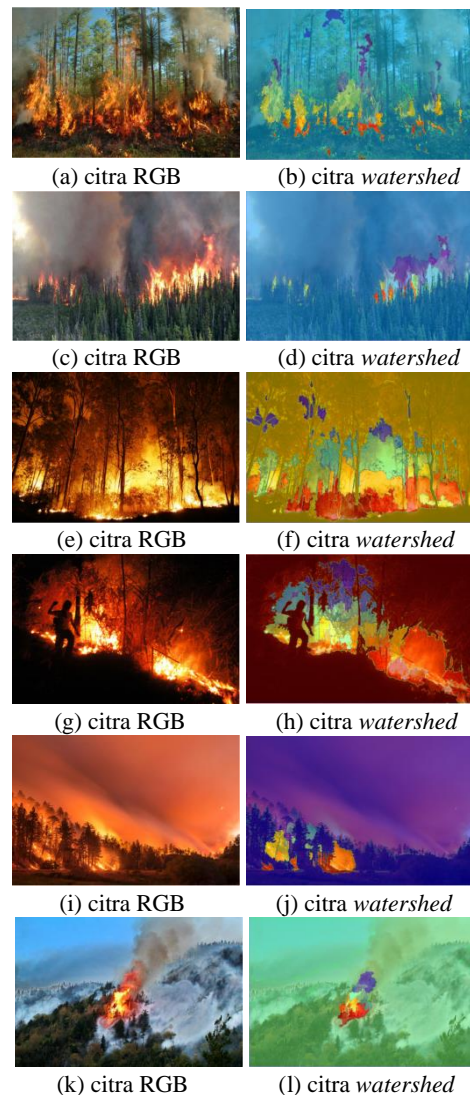
yang benar sedangkan kesalahan deteksi 12.2% dan tidak terdeteksi api sebesar 4.6%.

Tabel 1. Hasil Pengujian Citra Api Menggunakan *Watershed Transform*

	Total Citra	Deteksi Benar	Deteksi Salah	Tidak Terdeteksi
Citra Api	525	437	64	24
Presentase	100%	83.2%	12.2%	4.6%

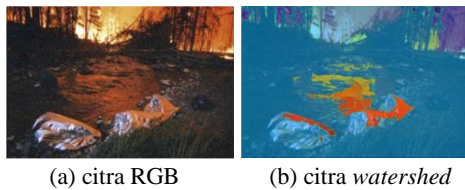
$$F_n = 100 \frac{nn}{N} \quad (6)$$

Hasil pengujian deteksi benar adalah dapat mendeteksi sebaran api. Berikut hasil pengujian pada citra kebakaran di hutan dan nampak bagian api sebagaimana pengamatan pada Gambar 10 citra RGB ditransformasi menjadi citra *watershed* untuk dilakukan identifikasi sebaran api.



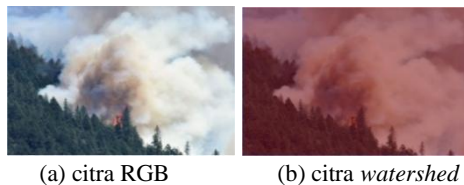
Gambar 10. Citra penggabungan

Sedangkan hasil pengujian deteksi salah pada citra kebakaran hutan dapat diamati bahwa komposisi variasi warna dari bagian api berbeda dan mendeteksi objek selain api seperti Gambar 11.



Gambar 11. Hasil pengujian watershed transform yang terdeteksi salah

Berdasar hasil pengujian tidak terdeteksi terdapat citra yang tidak menampilkan api, karena proses pembakaran tertutup latar depan atau asap sehingga bagian utama api belum nampak, dapat diamati pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil pengujian watershed transform yang tidak terdeteksi

Kesimpulan

Penelitian ini mencoba metode baru yang efektif untuk mendeteksi sebaran api dan memisahkan citra api dengan latar belakang dan latar depan yang kompleks.

Dengan menggunakan kombinasi *threshold*, HSV, dan *grayscale* berhasil dihilangkan bahkan dengan banyak *noise*, dan warna citra api terdeteksi. Meskipun masih terdapat area yang bukan merupakan sebaran api masih ikut terdeteksi sebagai sebaran api. Hal ini menyebabkan segmentasi *watershed* yang belum maksimal. Peluang penelitian selanjutnya dapat memisahkan objek selain api yang memiliki warna yang mirip dengan citra api sebagai pertimbangan untuk mengurangi kemungkinan deteksi salah atau tidak terdeteksi.

Deteksi dan lokalisasi menggunakan metode *watershed transform* dengan kombinasi *threshold*, HSV, dan *grayscale* akan membantu untuk mendeteksi sebaran api dari kebakaran hutan dengan benar, dan mudah diterapkan dengan akurasi yang baik.

Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.8/MENLHK/SETJEN/KUM.1/3/2018 tentang Prosedur Tetap Pengecekan Lapangan Informasi Titik Panas Dan/Atau Informasi Kebakaran Hutan Dan Lahan," pp. 1–36, 2018, [Online]. Available: <http://jdih.menlhk.co.id/katalog/peraturan/941>.
- [2] B. H. Saharjo, L. Syaufina, A. D. Nurhayati, E. I. Putra, R. D. Waldi, and Wardana, *Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan di Wilayah Komunitas Terdampak Asap*. 2018.
- [3] R. Septianingrum, U. G. Mada, I. Sumberdaya, A. Hidrologi, and K. Gunungsewu, "Dampak Kebakaran Hutan di Indonesia Tahun 2015 dalam Kehidupan Masyarakat," *Agric Ecosyst Env.*, pp. 129–137, 2018.
- [4] FAO, "Forest land emissions and removals Global , regional and country trends," 2020, [Online]. Available: <http://www.fao.org/3/cb1578en/CB1578EN.pdf>.
- [5] Pemerintah Indonesia, "Instruksi Presiden Nomor 3 Tahun 2020 Penanggulangan Kebakaran Hutan dan Lahan." 2020, [Online]. Available: <https://setkab.go.id/presiden-teken-inpres-nomor-3-tahun-2020-tentang-penanggulangan-karhutla/>.
- [6] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No P.32/MenLHK/Setjen/Kum.1/3/2016 tentang Pengendalian Kebakaran Hutan Dan Lahan," p. 69, 2016, [Online]. Available: <http://jdih.menlhk.co.id/katalog/peraturan/33>.
- [7] W. Wang and T. Li, "Fire Video Image Detection Based on a Convolutional Neural Network," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1453, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1453/1/012161.
- [8] M. A. I. Mahmoud and H. Ren, "Forest fire detection and identification using image processing and SVM," *J. Inf. Process. Syst.*, vol. 15, no. 1, pp. 159–168, 2019, doi: 10.3745/JIPS.01.0038.
- [9] D. F. Pramesti, Lahan, M. Tanzil Furqon, and C. Dewi, "Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 9, pp. 723–732, 2017, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [10] E. S. Yunvi *et al.*, "Analisis Potensi Kebakaran Hutan Menggunakan Data Titik Provinsi Riau," *eProceedings Eng.*, vol. 8, pp. 1798–1805, 2021.
- [11] S. Saifullah, "Segmentasi Citra Menggunakan Metode Watershed Transform Berdasarkan Image Enhancement Dalam Mendeteksi Embrio Telur," *Syst. Inf. Syst. Informatics J.*, vol. 5, no. 2, pp. 53–60, 2020, doi:

- 10.29080/systemic.v5i2.798.
- [12] S. Zhao, Y. Xie, W. Yue, and X. Chen, "A Machine Learning Method for State Identification of Superheat Degree with Flame Interference," *Miner. Met. Mater. Ser.*, pp. 199–208, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-05955-2_19.
- [13] A. Ajmal, C. Hollitt, M. Frean, and H. Al-Sahaf, "A Comparison of RGB and HSV Colour Spaces for Visual Attention Models," *Int. Conf. Image Vis. Comput. New Zeal.*, vol. 2018-Novem, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/IVCNZ.2018.8634752.
- [14] J. Öfverstedt, J. Lindblad, and N. Sladoje, "Stochastic Distance Transform: Theory, Algorithms and Applications," *J. Math. Imaging Vis.*, vol. 62, no. 5, pp. 751–769, 2020, doi: 10.1007/s10851-020-00964-7.
- [15] F. Cramer, G. E. Shephard, and P. J. Heron, "The misuse of colour in science communication," *Nat. Commun.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2020, doi: 10.1038/s41467-020-19160-7.
- [16] E. van der Velden, "CMasher: Scientific colormaps for making accessible, informative and 'cmashing' plots," *J. Open Source Softw.*, vol. 5, no. 46, p. 2004, 2020, doi: 10.21105/joss.02004.
- [17] Kementerian Kehutanan, "Keputusan Direktur Jenderal Perlindungan Hutan dan Kelestarian Alam Nomor 244 Tahun 1994 Tentang Petunjuk Teknis Pemadaman Kebakaran Hutan." 1994, [Online]. Available: <http://sipongi.menlhk.go.id/cms/images/files/1050.pdf>.
- [18] M. H. Malik, T. Zhang, H. Li, M. Zhang, S. Shabbir, and A. Saeed, "Mature Tomato Fruit Detection Algorithm Based on improved HSV and Watershed Algorithm," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 51, no. 17, pp. 431–436, 2018, doi: 10.1016/j.ifacol.2018.08.183.