

# Identifikasi Kematangan Daun Teh Berbasis Fitur Warna Hue Saturation Intensity (HSI) dan Hue Saturation Value (HSV)

## *(Identification Maturity Tea Leaves Based on Color Feature Hue Saturation Intensity (HSI) and Hue Saturation Value (HSV))*

Rahma Nur Auliasari<sup>1</sup>, Ledy Novamizanti<sup>2</sup>, Nur Ibrahim<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>*SI Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University*

<sup>1</sup>*auliasarirahma1@gmail.com*

**Abstrak** - Indonesia merupakan negara penghasil komoditi perkebunan teh terbesar di dunia. Saat ini, penentuan tingkat kematangan daun teh hanya menggunakan sistem gilir petik, dimana suatu blok tanam telah ditentukan kapan akan dipanen. Penelitian ini mengusulkan sistem identifikasi kematangan daun teh secara otomatis. Citra diambil di setiap blok dimana blok tersebut memiliki umur petik yang berbeda, antara lain blok yang sedang dipanen (matang), blok yang dalam waktu dekat akan dipanen (setengah matang), dan blok yang belum untuk dipanen (belum matang). Ekstraksi fitur menggunakan Hue Saturation Intensity (HSI) dan Hue Saturation Value (HSV). Metode klasifikasi menggunakan K-Nearest Neighbor (K-NN). Akurasi pada fitur warna HSI 100% dan HSV 83.33% dengan waktu komputasi masing-masing 28.4 mili detik dan 27.3 mili detik.

**Kata-kata kunci:** daun teh, HSI, HSV, K-NN

**Abstract** - Indonesia is the largest tea plantation commodity producing country in the world. Currently, the determination of the level of maturity of tea leaves only uses a rotating system, where a planting block has been determined when to be harvested. This study proposes an automatic tea leaf maturity identification system. Images are taken in each block where the block has a different picking age, namely blocks that are being harvested (ripe), blocks that are soon to be harvested (half ripe), and blocks that are not yet to be harvested (immature). Feature extraction using Hue Saturation Intensity (HSI) and Hue Saturation Value (HSV). The classification method uses K-Nearest Neighbor (K-NN). Accuracy on HSI color features 100% and HSV 83.33% with computation times of 28.4 ms and 27.3 ms, respectively.

**Kata-kata kunci:** tea leaves, HSI, HSV, K-NN

### I. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara tropis memiliki banyak keanekaragaman tumbuhan salah satunya teh. Tanaman teh (*Camellia sinensis*) adalah salah satu tanaman perdu yang berdaun hijau (*evergreen shrub*) yang dapat tumbuh dengan tinggi 6 – 9 meter. Indonesia juga merupakan salah satu negara produsen teh terbesar ketujuh di dunia [1]. Mutu dan kualitas teh yang dihasilkan sangat diperhatikan dari panen hingga pascapanen. Ada banyak cara pemetikan yang digunakan untuk memanen pucuk daun teh seperti pemetikan secara konvensional ataupun dengan alat petik. Sebelumnya petani sudah menghitung waktu panen dari pertama kali penanaman. Saat waktunya tiba, blok yang sudah ditentukan tersebut dipanen yang dinamakan gilir petik. Jika pada saat iklim sedang berada pada musim kemarau, maka pertumbuhan pucuk daun teh menjadi lebih lambat dan membuat sistem gilir petik akan mundur dari hari yang ditentukan [2]. Hal tersebut membuat sistem gilir petik tersebut kadang kala tidak tepat. Oleh karena itu, diperlukan sistem untuk mengidentifikasi tingkat kematangan pada daun teh secara otomatis, tepat, dan akurat. Sistem tersebut diharapkan dapat membantu para petani untuk menentukan gilir petik yang tidak hanya terpaku pada perhitungan hari seperti yang digunakan saat ini.

Penggunaan spektrum warna pada pengolahan citra merupakan sebuah cara untuk pengenalan dan ekstraksi objek dari suatu gambar, serta memungkinkan perluasan ruang domain dibandingkan dengan citra beraras keabuan [3]. Model warna HSI dan HSV hadir berdasarkan ide sistem visual manusia [4]. Famili HSI

dari ruang warna menggunakan koordinat silindris untuk representasi titik RGB. Pentingnya model warna HSI bergantung pada 2 aspek utama. Aspek pertama, yaitu komponen I dipisahkan dari *hue* (H) dan saturasi (S) yang merupakan komponen *chrominance*. Aspek kedua, komponen *chrominance* bergantung bagaimana manusia merasakan spektrum warna [5]. H mengacu pada rona untuk mengukur kemurnian warna, S menunjukkan tingkat warna putih yang tertanam pada warna tertentu, dan I merupakan intensitas [4]. Pada HSV, V menunjukkan nilai. HIS dan HSV digunakan untuk visi komputer dan analisis gambar untuk proses segmentasi. Warna HSV mudah didefinisikan oleh persepsi manusia tidak seperti RGB atau CMYK. Berbagai area aplikasi dari model warna HSI dan HSV, yaitu persepsi visual manusia, komputer grafis, pemrosesan citra, visi komputer, analisis gambar, desain gambar, visi manusia, perangkat lunak pengedit gambar, dan edit video [6].

Penelitian [7] mengusulkan tentang deteksi kematangan buah pisang menggunakan transformasi ruang warna *Hue, Saturation, Intensity* (HSI). Dari hasil penelitian 20 sampel buah dimana 10 buah pisang Ambon matang dihitung nilai rata-rata maksimal dan minimal *Hue* dan *Saturation* diperoleh akurasi kesesuaian sebesar 85%. Penelitian [8] merancang sistem untuk mendeteksi kematangan pada buah mangga harus manis berdasarkan ruang warna HSI. Ciri diperoleh dari nilai kesamaan (*similarity*) antara sampel citra latih dan uji dengan menggunakan metode *Cosine Similarity*. Jumlah data sebanyak 20 buah yang terdiri dari 10 citra latih dan 10 citra uji. Hasil pengujian sistem dalam mengklasifikasikan mangga matang dan mangga mentah, yaitu sebesar 87%. Penelitian [9] mengusulkan sistem klasifikasi jenis tanaman hias berdasarkan nilai *Hue, Saturation, Value* (HSV). Data sampel pada penelitian ini menggunakan 5 klasifikasi citra data latih dengan 10 data citra uji pada setiap data citra latih dan diperoleh nilai akurasi sebesar 92%. Penelitian [10] mengusulkan informasi tekstur dari ketiga saluran warna daun tanaman dengan mengubahnya menjadi sistem gravitasi yang disederhanakan. Penelitian [11] mengusulkan metode untuk mendapatkan informasi warna yang dapat diandalkan, yaitu kromatisitas dan kecerahan dari beberapa gambar berwarna yang diambil dengan ukuran *aperture* yang berbeda. Penelitian [12] mengusulkan sistem untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan berbagai jenis tulusi dari gambar daunnya dengan menganalisis warna dan tekstur.

Pendekatan yang diusulkan [13] menyelidiki kompleksitas dalam saluran warna R, G dan B untuk mengkarakterisasi sampel tekstur. Penelitian [14] mengusulkan kerangka kerja yang efisien untuk klasifikasi gambar *hyperspectral* (HSI) berdasarkan *superpixel* dan mesin pembelajaran ekstrim (ELM).

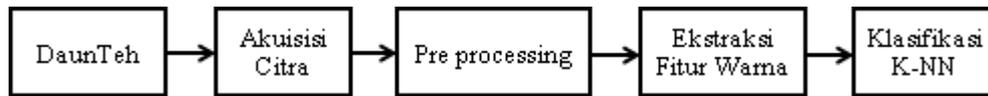
Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu sistem yang dapat mengidentifikasi kematangan daun teh berdasarkan fitur warna HSI dan HSV. Dari penelitian ini, akan dianalisis ruang warna yang memiliki fitur terbaik dalam menentukan kematangan teh berbasis *image processing*.

## II. METODE

Pada penelitian ini, sistem identifikasi kematangan daun teh untuk mengklasifikasikan apakah daun dalam kategori matang, setengah matang, atau belum matang. Data yang digunakan sebanyak 150 daun teh, yaitu 90 untuk citra latih dan 60 citra uji. Sebanyak 90 citra latih terdiri dari 30 daun teh matang, 30 daun teh setengah matang, dan 30 daun teh belum matang. Sedangkan 60 citra uji terdiri dari 20 daun teh matang, 20 daun teh setengah matang, dan 20 daun teh belum matang. Gambar 1 merupakan blok diagram sistem identifikasi kematangan daun teh berbasis fitur warna.

### A. Akuisisi Citra

Tahapan awal dari sistem ini adalah akuisisi citra. Kematangan daun teh dipengaruhi beberapa faktor seperti musim, ketinggian tempat, pupuk yang digunakan dan lain sebagainya. Pada PT. Perkebunan Nusantara VIII Unit Sinumbra terdapat dua jenis teh yang ditanam yakni Teh Gambung dan Teh TRI. Pada penelitian ini digunakan jenis teh dari klon varietas *Assamica*, yakni teh Gambung di PT. Perkebunan Nusantara VIII Unit Sinumbra di Rancabali, Jawa Barat. Teh Gambung yang peneliti ambil sampelnya berada pada musim kemarau menjelang musim hujan, dengan intensitas curah hujan yang rendah. Teh gambung yang ada pada PT. Perkebunan Nusantara VIII Unit Sinumbra ini termasuk dalam dataran tinggi. Citra daun teh diambil pada pencahayaan Lux 11.000 – 100.000 dari setiap blok. Kondisi teh pada setiap blok memiliki umur petik yang berbeda, yakni blok yang sedang dipanen (matang), blok yang dalam waktu dekat akan dipanen (setengah matang), dan blok yang belum untuk di panen (belum matang). Gambar 2 merupakan teh gambung dalam kondisi matang, setengah matang, dan belum matang.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

**B. Pre-Processing**

Tujuan dari tahap *pre-processing* adalah untuk mendapatkan area citra yang menghasilkan informasi paling besar. Pada penelitian ini, tahapan *pre-processing*, yang digunakan yaitu citra di-*resize*, dan segmentasi. *Resize* merupakan proses untuk mengubah ukuran citra. Semakin kecil ukuran citra, maka semakin sedikit informasi yang dihasilkan. Namun, waktu proses yang diperlukan dalam mengolah gambar menjadi lebih sedikit.

**C. Ekstraksi Ciri**

Fitur warna HSI mendefinisikan warna dalam terminologi *Hue* (H), *Saturation* (S), *Intensity* (I). *Hue* mendeskripsikan warna mewakili warna dasar, dan ditentukan oleh yang dominan panjang gelombang dalam distribusi spektrum panjang gelombang cahaya [15]. Perhitungan untuk konversi dari RGB ke HSI menggunakan persamaan (1), persamaan (2), dan persamaan (3):

$$H = \begin{cases} \alpha, & \text{jika } G \geq B \\ 360^\circ, & \text{selainnya} \end{cases} \quad (1)$$

$$S = 1 - \left( 3 \frac{\min R,G,B}{R+G+B} \right) \quad (2)$$

$$I = \frac{R+G+B}{3} \quad (3)$$

dengan  $\alpha$  diperoleh dengan menggunakan persamaan (4):

$$\alpha = \cos^{-1} \left( 0,5 \times \frac{R-G+R-B}{\sqrt{(R-G)(R-G)+(R-B)(R-B)}} \right) \quad (4)$$

dimana *R red* adalah lapisan pertama RGB, *G green* adalah lapisan kedua RGB, dan *B blue* adalah lapisan ketiga RGB [16]. Selanjutnya, nilai fitur HSI diperoleh dengan mengkombinasikan komponen warna *Hue*, *Saturation*, dan *Intensity* yang telah didefinisikan pada ruang warna HSI. Fitur warna berbasis HSI dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5):

$$feature = 9 * H + 3 * S + I \quad (5)$$

dimana *H* adalah nilai *hue*, *S* adalah nilai *saturation*, dan *I* adalah nilai *intensity* [6]. Nilai fitur inilah yang nantinya digunakan sebagai ciri tiap kelas.

Fitur warna HSV mendefinisikan warna dalam terminologi *Hue*, *Saturation*, dan *Value*. Warna *Hue* (H) mewakili warna dasar, dan ditentukan oleh yang dominan panjang gelombang dalam distribusi spektrum panjang gelombang cahaya, representasinya dalam bentuk derajat yakni merah pada 0 derajat, hijau pada 120 derajat, dan biru pada 240 derajat. *Saturation* (S) adalah keberwarnaan suatu warna. Semakin berwarna sebuah warna maka semakin besar nilai saturasinya. *Value* (V) adalah nilai kecerahan sebuah warna. Warna cerah memiliki nilai *value* yang tinggi dan begitupun sebaliknya. Perhitungan untuk konversi dari RGB ke HSV menggunakan persamaan (6), persamaan (7), dan persamaan (8):

$$H = \begin{cases} 0^\circ, & \text{jika } S = 0 \\ 60^\circ \times \left( \frac{G-B}{V_m} \bmod 6 \right), & \text{jika } V = R \\ 60^\circ \times \left( 2 + \frac{B-R}{V_m} \right), & \text{jika } V = G \\ 60^\circ \times \left( 4 + \frac{R-G}{V_m} \right), & \text{jika } V = B \end{cases} \quad (6)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{jika } V = 0 \\ \frac{V_m}{V}, & \text{jika } V > 0 \end{cases} \quad (7)$$

$$V = \max (R, G, B) \quad (8)$$

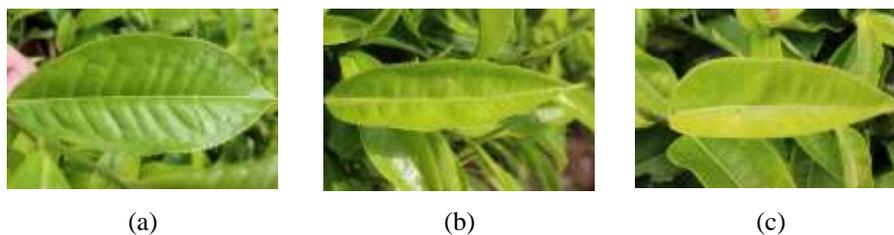
dengan *V<sub>m</sub>* diperoleh dengan menggunakan persamaan (9):

$$V_m = V - \min (R, G, B) \quad (9)$$

dimana *R red* adalah lapisan pertama RGB, *G green* adalah lapisan kedua RGB, dan *B blue* adalah lapisan ketiga RGB [16]. Nilai fitur HSV diperoleh dari komponen warna *Hue*, *Saturation*, dan *Value* yang telah didefinisikan pada ruang warna HSV. Fitur warna berbasis HSI dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (10):

$$feature = 9 * H + 3 * S + V \quad (10)$$

dimana *H* adalah nilai *hue*, *S* adalah nilai *saturation*, dan *V* adalah nilai *value* [8]. Nilai fitur inilah yang nantinya digunakan sebagai ciri tiap kelas.



Gambar 2. Teh Gambung (a) Matang, (b) Setengah Matang, (c) Belum Matang



Gambar 3. Hasil Pemrosesan Awal (a) Akuisisi citra, (b) Resize dan Segmentasi

#### D. Klasifikasi K-Nearest Neighbor

Setelah diperoleh nilai fitur HSI dan HSV, dilakukan pengklasifikasian citra menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Klasifikasi merupakan sebuah proses pengelompokan data, yaitu parameter hasil dari ekstraksi fitur berdasarkan pada kesamaan ciri yang dimiliki oleh data tersebut [17]. K-NN merupakan metode untuk melakukan klasifikasi kepada objek berdasarkan pada jarak yang paling dekat dengan objek tersebut [18]. Nilai jarak pada metode K-NN dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Euclidean Distance* (persamaan (11)), *City Block* (persamaan (12)), *Chebyshev* (persamaan (13)):

$$d(xy) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (11)$$

$$d(xy) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (12)$$

$$d(xy) = \max_{i=1 \rightarrow n} (|x_i - y_i|) \quad (13)$$

dimana  $x_i$  adalah nilai matriks  $i$ , dan  $y_i$  adalah nilai  $y$  [16], [18].

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan sebanyak 150 citra, yaitu 90 latih dan 60 uji. Sebanyak 90 latih terdiri dari 30 matang, 30 setengah matang, dan 30 belum matang. Sedangkan 60 citra uji terdiri dari 20 matang, 20 setengah matang, dan 20 belum matang. Sistem melakukan pengujian dengan menggunakan 90 data latih dengan mengubah parameter yang berpengaruh. Parameter-parameter tersebut adalah pencahayaan saat akuisisi, rasio ukuran, nilai  $K$ , dan jenis *distance*. Sistem disimulasikan menggunakan Matlab 2018a.

#### A. Pengaruh Intensitas Cahaya pada Akuisisi Citra

Data yang digunakan terdiri dari 3 kelompok data dengan pencahayaan yang berbeda yakni Lux meter dengan *range*  $\pm 11.000-20.000$ , lalu  $\pm 20.000$ , dan  $\pm 20.000-100.000$ . Parameter lain yang diuji yakni, rasio ukuran 0.3, jumlah  $K=1$ , dan jenis  $K-NN$  *Euclidean*. Hasil pengujian pada proses akuisisi dapat dilihat pada Tabel I dan Tabel II.

Berdasarkan Tabel I dan Tabel II, hasil pengujian Lux meter  $\pm 20.000$  memperoleh akurasi yang maksimal untuk kedua fitur warna sebesar 91.11% dan 87.78%. Pencahayaan dengan Lux  $\pm 20.000$  masih terdapat perbedaan warna tiap kelas citra, sehingga sistem mengenali dengan baik setiap masukan citra yang akan diproses. Pada penelitian ini, pengambilan data saat musim penghujan. Pencahayaan yang baik saat musim tersebut terdapat pada lux meter  $\pm 20.000$ , saat matahari tidak terlalu terik, jam 11.00 WIB. Lux meter dengan akurasi lebih tinggi, yaitu Lux  $\pm 20.000$  menghasilkan waktu komputasi yang lebih lama pula yakni sebesar 38.9 mili detik dan 35.1 mili detik untuk masing-masing HSI dan HSV. Semakin gelap ataupun semakin terang pencahayaan maka citra yang ditangkap kamera semakin sama warnanya. Oleh karena itu, pada tahap pengujian selanjutnya, digunakan citra Lux  $\pm 20.000$ .

#### B. Pengaruh Rasio Ukuran Citra pada Pre Processing

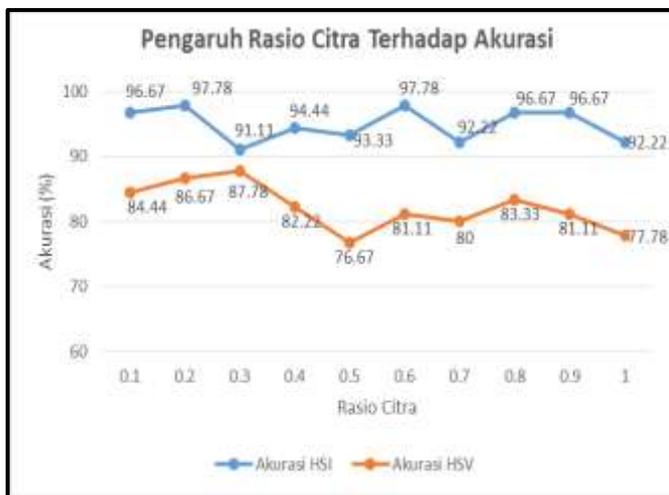
Parameter yang digunakan adalah data dengan akurasi terbaik pada pengujian akuisisi yakni Lux meter  $\pm 20.000$ . Parameter lainnya yang digunakan pada proses pengujian ini, yakni jumlah  $K=2$  dan jenis *distance* *Euclidean*. Hasil pengujian rasio citra dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

TABEL I  
HASIL PENGUJIAN LUX METER TERHADAP AKURASI

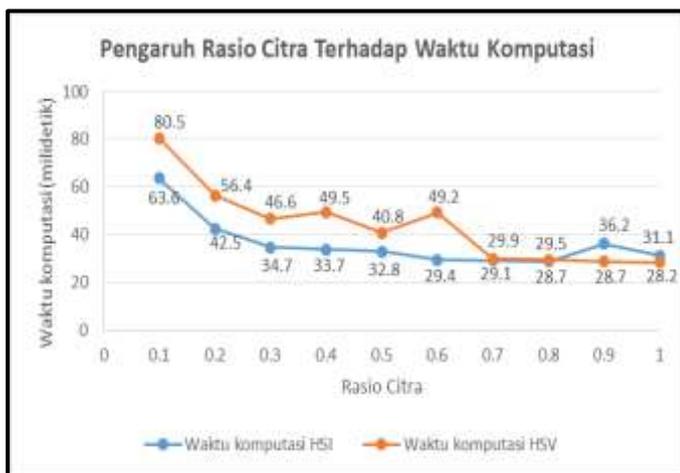
Lux Meter	Akurasi (%)	
	HSI	HSV
± 11.000 – 20.000	70	51.67
± 20.000	91.11	87.78
± 20.000 – 100.000	33.33	33.33

TABEL II  
HASIL PENGUJIAN LUX METER TERHADAP WAKTU KOMPUTASI

Lux Meter	Waktu komputasi (mili detik)	
	HSI	HSV
± 11.000 – 20.000	27.5	27.9
± 20.000	38.9	35.1
± 20.000 – 100.000	27.1	26.9



Gambar 4. Hasil Pengujian Rasio Citra Terhadap Akurasi



Gambar 5. Hasil Pengujian Rasio Citra Terhadap Waktu Komputasi

Hasil yang diperoleh pada Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa pengujian rasio ukuran berpengaruh pada akurasi dan waktu komputasi. Performansi terbaik fitur HSI yaitu pada rasio 0.6 dengan akurasi 97.78% dan waktu komputasi 29.4 mili detik. Sedangkan performansi terbaik fitur HSV yaitu pada rasio 0.3 dengan akurasi 87.78% dan waktu komputasi 46.6.4 mili detik. Pada fitur warna HSI terdapat dua akurasi yang sama yakni pada rasio 0.2 dan 0.6. Namun, diambil rasio ukuran 0.6 sebagai akurasi terbaik dikarenakan waktu komputasi yang dihasilkan paling minimum. Saat semakin kecil rasio citra maka waktu komputasi semakin besar. Hal tersebut dikarenakan sistem lebih banyak melakukan pengecekan fitur pada tiap piksel citra yang mana rasio ukuran 0.1 merupakan ukuran dari 100 × 1000 piksel. Oleh karena itu, sistem melakukan pengecekan fitur sebanyak 100.000 piksel.

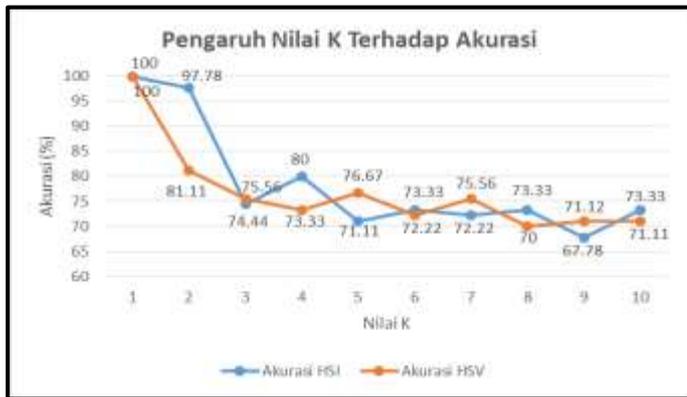
C. Pengaruh Nilai K pada Klasifikasi K-NN

Pada proses pengujian nilai K, sistem melatih nilai K yang digunakan pada tahap klasifikasi. Parameter yang digunakan merupakan parameter terbaik pada pengujian sebelumnya, yakni pencahayaan Lux meter ± 20.000 dengan rasio ukuran 0.6 untuk fitur warna HSI, dan rasio ukuran 0.3 untuk fitur warna HSV. Parameter lain yang digunakan yakni jenis *distance Euclidean*. Hasil pengujian nilai K dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6, menunjukkan bahwa pengujian nilai K memperoleh akurasi 100% pada K=1 untuk kedua fitur warna, HSI dan HSV. Pada nilai fitur K terdapat pada tetangga terdekat sebanyak 1. Semakin besar nilai K tetangga yang dipakai tidak akan mempengaruhi hasil prediksi.

D. Pengaruh Jenis Distance pada Klasifikasi

Pada proses pengujian jenis *distance*, sistem melatih jenis *distance* yang digunakan pada tahap klasifikasi. Parameter yang digunakan merupakan parameter terbaik pada pengujian sebelumnya yakni pencahayaan Lux meter ± 20.000, dan jumlah K=1. Selanjutnya rasio ukuran 0.6 untuk fitur warna HSI dan rasio ukuran 0.3 untuk fitur warna HSV. Tabel III dan Tabel IV menunjukkan hasil pengujian jenis *distance*.



Gambar 6. Hasil Pengujian Nilai K Terhadap Akurasi

TABEL III  
HASIL PENGUJIAN JENIS DISTANCE TERHADAP AKURASI

Nilai K	Akurasi (%)	
	HSI	HSV
Euclidean	100	100
Chebychev	100	100
Cityblock	100	100

TABEL IV  
HASIL PENGUJIAN JENIS DISTANCE TERHADAP WAKTU KOMPUTASI

Nilai K	Waktu komputasi (mili detik)	
	HSI	HSV
Euclidean	31.3	29.3
Chebychev	38.1	30.2
Cityblock	31.4	31.8

Berdasarkan Tabel III dan Tabel IV, saat  $K=1$  diperoleh akurasi 100% pada jenis *distance* *Euclidean*, *Chebychev*, dan *Cityblock*. Parameter  $K=1$  yaitu jarak ketetanggaan adalah sejumlah 1. Dengan demikian, semua percobaan jenis *distance* menghasilkan akurasi 100%. Sementara itu, hasil pengujian data disajikan pada Tabel V.

#### E. Performansi Sistem dengan Parameter Terbaik

Pada tahapan ini, telah diperoleh parameter-parameter terbaik pada tahap pelatihan yakni pencahayaan dengan Lux meter  $\pm 20.000$ , rasio ukuran 0.6 HSI dan rasio ukuran 0.3 HSV, jumlah  $K=1$ , jenis *distance* *Euclidean*. Tabel 5 merupakan hasil pengujian terhadap data uji sebanyak 60 citra dari setiap kelas.

TABEL V  
HASIL PENGUJIAN DATA LATIH DAN UJI

Data	Akurasi (%)		Waktu komputasi (mili detik)	
	HSI	HSV	HSI	HSV
Latih	100	100	32.1	29.3
Uji	100	83.33	28.4	27.3

Berdasarkan Tabel V, diperoleh akurasi 100% pada citra uji HSI dan akurasi 83.33% pada citra uji HSV. Layer warna HSI memiliki fitur lebih baik daripada layer warna HSV. Hal tersebut dikarenakan unsur *Saturation* pada HSV tergantung pada *Value* yang dihasilkan. Jika *Value* yang dihasilkan cukup gelap maka intensitas warna (*saturation*) yang dihasilkan pun akan gelap. Sedangkan HSI mendefinisikan setiap *layer* warnanya dengan tunggal tanpa bergantung pada komponen lainnya.

#### IV. PENUTUP

Penelitian ini menghasilkan sistem identifikasi kematangan daun teh berdasarkan fitur warna HSI dan HSV serta diklasifikasikan menggunakan K-NN. Fitur warna HSI menghasilkan akurasi sistem lebih tinggi dan waktu komputasi lebih cepat daripada ruang warna HSV. Akurasi HSI sebesar 100%, dan akurasi HSV sebesar 83.33%. Waktu komputasi dengan HSI sebesar 28.4 mili detik dan HSV sebesar 27.3 mili detik. Parameter terbaik saat nilai Lux meter  $\pm 20.000$ , rasio ukuran citra 0.6 dan 0.3. Parameter K-NN terbaik yaitu saat  $K=1$ . Euclidean *distance* menghasilkan waktu komputasi tercepat dibandingkan *distance* lainnya, yaitu *Chebychev*, dan *Cityblock*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rep Humas Jabar, "Upaya Jabar Tingkatkan Popularitas Teh Indonesia di Dunia," 22 Agustus 2019. [Online]. Available: <https://jabarprov.go.id/index.php/news/33928/2019/08/02/Upaya-Jabar-Tingkatkan-Popularitas-Teh-Indonesia-di-Dunia/>. [Accessed: 29 April 2020]
- [2] D. Setyamidjaja, *Budidaya dan Pengolahan Pasca Panen Tanaman Teh*. Yogyakarta: Kanisius, 2000.
- [3] N. A. Ibraheem, M. M. Hasan, R. Z. Khan, dan P. K. Mishra, "Understanding Color Models: A Review", *ARNP Journal of Science and Technology*, vol. 2, no.3, hal. 265-275, 2012, ISSN 2225-7217.
- [4] C. Wen dan C. Chou, "Color Image Models and its Applications to Document Examination", *Forensic Science Journal*, vol. 3, no. 1, pp. 23-32, 2004.
- [5] R. Lukac dan K. N. Plataniotis, "Color Image Processing: Methods and Applications," New York: CRC Press, 2007, doi: 10.1007/978-3-662-04186-4.
- [6] H. Edha, S. H. Sitorus, dan U. Ristian. "Penerapan Metode Transformasi Ruang Warna Hue Saturation Intensity (HSI) Untuk Mendeteksi Kematangan Buah Mangga Harum Manis," *Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi*. vol. 08, no. 1, hal. 1-10, 2020, ISSN: 2338-493X.
- [7] Indarto dan Murinto, "Deteksi Kematangan Buah Pisang

- Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS,” *JUITA*, vol. V, no. 1, hal. 15-21, 2017, p-ISSN: 2086-9398.
- [8] D. Syahid, J. Jumadi, dan D. Nursantika, “Sistem Klasifikasi Jenis Tanaman Hias Daun Philodendron Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Berdasarkan Nilai Hue, Saturation, Value (HSV),” *J. Online Inform.*, vol. 1, no. 1, hal. 20–23, 2016, doi: 10.15575/join.v1i1.6.
- [9] A. Kadir, L. E. Nugroho, A. Susanto, dan P. I. Santosa, "Leaf Classification Using Shape, Color, and Texture Features," *International Journal of Computer Trends and Technology*, hal. 225-230, 2011, ISSN: 2231-2803.
- [10] J. M. Sá Junior, A. Backes, dan P. Cortez, "Plant Leaf Classification Using Color on a Gravitational Approach," *Computer Analysis of Images and Patterns, CAIP 2013. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 8048, hal. 258-265. Berlin: Springer, 2013, doi: 10.1007/978-3-642-40246-3\_32.
- [11] A. Porebski, N. Vandenbroucke, dan L. Macaire, "Haralick feature extraction from LBP images for color texture classification," *Image Processing Theory, Tools and Applications*, hal. 1–8, 2008, doi: 10.1109/IPTA.2008.4743780.
- [12] K. Bharathan dan V.P. Deepasree, "Tulsi Leaves Classification System", *International Conference on Circuits and Systems in Digital Enterprise Technology (ICCSDET)*, 2018, doi: 10.1109/ICCSDET.2018.8821069.
- [13] A. R. Backes, D. Casanova, dan O.M, Bruno, "Color texture analysis based on fractal descriptors," *Pattern Recognition*, vol. 45, no. 5, hal. 1984–1992, 2012, doi: 10.1016/j.patcog.2011.11.009.
- [14] W. Duan, S. Li, dan L. Fang, "Spectral-Spatial Hyperspectral Image Classification Using Superpixel and Extreme Learning Machines". *Pattern Recognition. CCPR 2014. Communications in Computer and Information Science*, vol. 483. Berlin: Springer, 2014, doi: 10.1007/978-3-662-45646-0\_17.
- [15] P. Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata*. Bandung: Informatika, 2017.
- [16] R. H. Sianipar. *Dasar Pemrosesan Citra Digital dengan Matlab*. Yogyakarta: ANDI, 2018.
- [17] P. D. Wananda, L. Novamizanti, and R. D Atmaja, "Sistem Deteksi Cacat Kayu dengan Metode Deteksi Tepi SUSAN dan Ekstraksi Ciri Statistik," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi & Elektronika*, vol. 6, no. 1, hal. 140-152, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i1.140.
- [18] P. N. Andono, T.Sutojo, and Muljono, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi, 2017.

