

# SISTEM KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH KOPI MENGUNAKAN METODE *K-NEAREST NEIGHBOR*

Fadhilah Dhia Azzahra<sup>1)</sup>, Rahmi Hidayati<sup>2)</sup>, Kartika Sari<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura  
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

Email: <sup>1</sup>fadhilahdhia23@student.untan.ac.id, <sup>2</sup>rahmihidayati@siskom.untan.ac.id, <sup>3</sup>kartika.sari@siskom.untan.ac.id

## Abstract

*Coffee fruit is an agricultural product with high economic value and is one of the main plantation commodities in many tropical countries. In its utilization, coffee fruit can be processed into beverages, medicines, and beauty products. To produce high-quality processed products, the sorting of coffee fruit is essential. The coffee fruit classification process is still done manually, namely by sorting them one by one based on their color. This research developed a system to classify the ripeness of coffee fruit. The coffee fruit has varying of ripeness, indicated different colors. The sensor used is the TCS3200 color sensor to detect the color of the coffee fruit, and the K-Nearest Neighbor (K-NN) method is implemented for classification. Data from the TCS3200 sensor is used as training and testing data for K-NN classification. In this study, a total of 120 training data and 45 testing data were used. The results of this research classify the ripeness of coffee fruit into three categories: unripe, ripe, and overripe. Based on testing results using a confusion matrix with different K values, the highest accuracy achieved was 88.9% with K=3.*

**Keywords:** Ripeness, Coffee Fruit, K-NN, Classification, TCS3200

## Abstrak

*Buah kopi adalah hasil pertanian yang memiliki nilai ekonomis tinggi serta merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di banyak negara tropis. Pada pemanfaatannya, buah kopi dapat diolah menjadi minuman kopi, obat – obatan dan produk kecantikan. Agar dapat menghasilkan produk olahan yang berkualitas, maka proses pemilahan buah kopi perlu dilakukan. Proses klasifikasi buah kopi masih dilakukan secara manual yaitu dengan cara memilah satu persatu berdasarkan warnanya. Pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem yang dapat melakukan klasifikasi terhadap tingkat kematangan buah kopi. Buah kopi memiliki tingkat kematangan dengan warna yang bervariasi. Sensor yang digunakan adalah sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi warna pada buah kopi dan mengimplementasikan metode K-Nearest Neighbor (K-NN) untuk mengklasifikasikannya. Data dari sensor TCS3200 digunakan sebagai data latih dan data uji untuk klasifikasi K-NN. Pada penelitian jumlah data latih yang digunakan adalah 120 data dan data uji yang digunakan adalah 45 data. Hal yang didapatkan dari penelitian ini yaitu berupa tingkat kematangan buah kopi yang diklasifikasikan menjadi 3 kategori yaitu mentah, matang dan tua. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan confusion matrix dengan nilai K yang berbeda maka didapatkan tingkat akurasi tertinggi sebesar 88,9% dengan nilai K=3.*

**Kata Kunci:** Kematangan, Buah Kopi, K-NN, Klasifikasi, TCS3200

## 1. Pendahuluan

Buah kopi adalah salah satu jenis tanaman perkebunan yang sejak lama dibudidayakan dan memiliki harga nilai jual yang sangat tinggi. Buah kopi berasal dari Benua Afrika, yaitu pegunungan di Ethiopia. Buah kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Selain itu, buah kopi juga merupakan sumber penghasilan bagi sebagian besar para petani di Indonesia [1]. Buah kopi dapat diproses menjadi salah satu minuman yang banyak digemari masyarakat. Sebelum menjadi minuman yang siap disajikan, buah kopi di proses terlebih dahulu melalui beberapa tahapan proses pengolahan, diantaranya yaitu pemilihan kualitas buah kopi yang dipetik, pengeringan dan tahapan akhir penyangraian biji kopi. Pada tahap penyangraian, biji kopi di sangrai hingga mencapai tingkat kematangan sempurna [2].



Buah kopi dapat tumbuh dengan baik apabila faktor-faktor yang mempengaruhi dapat dioptimalkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan yaitu curah hujan, ketinggian tempat, radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara, pemeliharaan dan tanah [3]. Para petani biasanya memetik buah kopi secara bersamaan sehingga buah kopi yang mentah, matang dan tua bercampur yang menyebabkan kualitas biji kopi kurang baik. Buah kopi memiliki warna yang bervariasi, buah matang ditandai oleh perubahan warna kulit buah. Buah kopi mentah berwarna hijau, buah kopi matang berwarna merah dan buah kopi tua berwarna coklat hingga hitam [4].

Seiring dengan pemahaman tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan buah kopi dan pentingnya pemetikan yang tepat untuk menjaga kualitas biji kopi, salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini dengan menggunakan metode klasifikasi, seperti *K-Nearest Neighbor* (K-NN), untuk menentukan tingkat kematangan buah kopi.

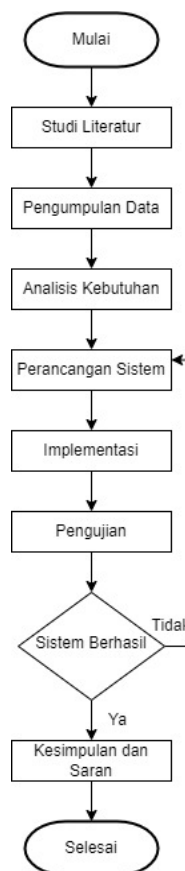
Klasifikasi merupakan proses mengategorikan suatu objek sesuai dengan pembagian kelas-kelasnya. Klasifikasi banyak digunakan untuk memprediksi kelas pada suatu label tertentu, yaitu dengan mengklasifikasi data berdasarkan data latih dan nilai-nilai (label kelas) dalam mengklasifikasikan atribut tertentu dan menggunakannya untuk mengklasifikasikan data baru [5]. Salah satu metode yang diterapkan pada sistem klasifikasi tingkat kematangan buah kopi adalah metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Algoritma K-NN melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan dari data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek yang diuji [6].

Adapun penelitian terdahulu yang membahas tentang tingkat kematangan biji kopi. Pada penelitian ini klasifikasi tingkat kematangan biji kopi menggunakan Metode K-NN. Tingkat kematangan biji kopi diuji dengan mengambil sampel gambar dari biji kopi dan diolah menggunakan fitur HSV untuk menilai RGB dari data gambar [7].

Penelitian ini bertujuan membantu para petani buah kopi dalam mengklasifikasikan buah kopi berdasarkan tingkat kematangannya yang dikelompokkan menjadi mentah, matang dan tua. Dengan adanya sistem klasifikasi dapat membantu peningkatan proses dalam pemilahan buah kopi.

## 2. Metode

Metode yang digunakan dalam membangun sistem klasifikasi tingkat kematangan buah kopi melalui beberapa tahapan proses. Berikut tahapan yang dilakukan :



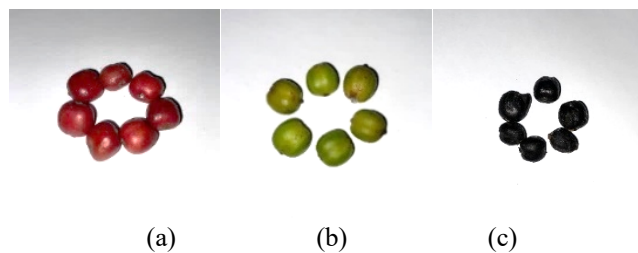
Gambar 1. Diagram alir Penelitian

Tahapan penelitian yang ditunjukkan Gambar 1 dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi literatur : Pada tahap ini mengumpulkan referensi yang berkaitan dengan penelitian yaitu berasal dari buku, jurnal, artikel dan wawancara.
2. Pengumpulan Data : pada tahap ini dapat dilakukan dengan mencari sumber dari buku, jurnal atau artikel terkait dengan tanaman buah kopi, selain itu juga dilakukan dengan mewawancarai petani buah kopi.

#### a. Buah Kopi

Buah kopi merupakan suatu jenis tanaman tropis. Buah kopi juga merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang banyak dikonsumsi sebagai minuman yang tidak mengandung alkohol dan memiliki kafein. Banyak manfaat yang didapatkan dari mengonsumsi kopi, diantaranya kafein yang terkandung didalamnya dapat meningkatkan laju metabolisme tubuh dan daya tahan tubuh. Kopi juga mempunyai sifat anti bakteri yang baik hingga memungkinkan untuk menyembuhkan berbagai masalah yang berkaitan dengan kesehatan [8]. Buah kopi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Buah Kopi (a) mentah, (b) matang dan (c) tua

3. Analisis Kebutuhan : Pada tahap ini menganalisa kebutuhan apa saja yang dibutuhkan dalam membangun sistem. Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan data, perangkat keras dan perangkat lunak. Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa komponen dan algoritma untuk mengaplikasikan perangkat keras pada sistem klasifikasi tingkat kematangan buah kopi, antara lain sebagai berikut :

#### a. Flowchart

*Flowchart* adalah penggambaran secara grafik yang disertai langkah-langkah dan urutan suatu prosedur dari suatu program. *Flowchart* digunakan untuk memberikan gambaran suatu proses produksi agar mudah dipahami berdasarkan urutan langkahnya dari proses satu ke proses lainnya dan memberikan kesederhanaan pada rangkaian proses untuk memudahkan pemahaman pengguna terhadap informasi yang dibutuhkan [9].

#### b. Confusion Matrix

*Confusion matrix* merupakan alat evaluasi yang digunakan dalam pengujian akurasi untuk memvisualisasikan performa model klasifikasi. Informasi dalam *confusion matrix* membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang seharusnya. Evaluasi dengan *confusion matrix* menghasilkan nilai *accuracy* [10]. Pengujian akurasi dengan *confusion matrix* dapat dilihat pada persamaan 1.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (1)$$

Perhitungan pada *confusion matrix* memiliki keterangan sebagai berikut:

- TP (*True Positive*) : data yang diidentifikasi bernilai positif, pada kenyataannya benar bernilai positif.  
 TN (*True Negative*) : data yang diidentifikasi bernilai negatif, pada kenyataannya benar bernilai negatif.  
 FP (*False Positive*) : data yang diidentifikasi keliru bernilai positif, pada kenyataannya bernilai negatif.  
 FN (*False Negative*): data yang diidentifikasi keliru bernilai negatif, pada kenyataannya bernilai positif.

#### c. Algoritma K- Nearest Neighbor (K-NN)

Algoritma *K-Nearest Neighbor* melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Algoritma ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa setiap titik data yang berdekatan satu sama lain akan berada di kelas yang sama dengan kata lain K-NN mencari jarak terdekat antara data yang akan dievaluasi dengan K-NN terdekat pada data latih [11]. Metode K-NN diterapkan pada sensor TCS3200 untuk mengklasifikasikan warna yang terdeteksi oleh sensor.

Adapun langkah-langkah untuk menghitung metode K-NN adalah sebagai berikut :

1. Menentukan parameter K (jumlah tetangga terdekat).
2. Menghitung jarak (*euclidean*) antara data yang akan dievaluasi dengan setiap data pelatihan.
3. Kemudian mengurutkan hasil perhitungan masing-masing jarak kedalam kelompok yang mempunyai nilai jarak terkecil.

4. Mengumpulkan kelas terbanyak sesuai dengan urutan jarak terkecil dalam jangkauan sesuai dengan nilai K yang ditentukan.
  5. Kelas terbanyak dalam jangkauan nilai K adalah hasil klasifikasi untuk data yang diuji.
- Untuk menghitung jarak antara data yang akan dievaluasi dengan semua data latih, digunakan rumus *Euclidean Distance* menggunakan persamaan 2.

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \tag{2}$$

Keterangan :  
 d(x,y) : Jarak *Euclidean*  
 x<sub>i</sub> : Data latih  
 y<sub>i</sub> : Data uji  
 i : Variabel data  
 n : Dimensi data

Pada penelitian ini menggunakan data latih sebanyak 120 data latih dengan 40 data di setiap kelas yaitu 40 data kelas mentah, 40 data kelas matang dan 40 data kelas tua. Berikut data latih yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 :

**Tabel 1.** Data Latih Buah Kopi

No	R	G	B	Tingkat kematangan
1	140	150	99	Mentah
2	140	150	95	Mentah
3	137	147	96	Mentah
4	136	147	95	Mentah
5	142	147	95	Mentah
6	136	153	95	Mentah
7	127	138	86	Mentah
8	132	144	86	Mentah
9	126	138	85	Mentah
10	127	138	86	Mentah
11	132	144	86	Mentah
12	126	138	85	Mentah
13	112	118	71	Mentah
14	112	122	69	Mentah
15	105	108	59	Mentah
16	105	108	59	Mentah
17	98	102	54	Mentah
18	128	133	73	Mentah
19	126	132	71	Mentah
20	108	124	68	Mentah
21	132	150	85	Mentah
22	126	134	83	Mentah
23	134	150	75	Mentah
24	127	139	84	Mentah
25	104	121	64	Mentah
26	131	145	82	Mentah
27	114	122	68	Mentah
28	123	136	72	Mentah
.....				.....
120	12	14	4	Tua

Adapun perangkat keras yang digunakan di dalam sistem sebagai berikut :

**d. Arduino Mega 2560**

Arduino mega 2560 adalah piranti mikrokontroler berbasis ATmega 2560. Arduino mega 2560 memiliki 54 *pin* digital *input* atau *output*. Dimana 15 *pin* digunakan untuk PWM *output* dan 16 *pin* digunakan sebagai analog *input*, 14 *pin* untuk UART (*Port serial Hardware*), selain itu arduino mega ini juga memiliki 16 MHz kristal osilator, koneksi *USB*, *power jack ICSP header*, dan tombol *reset*. Modul ini memiliki segala yang diperlukan untuk memprogram mikrokontroler seperti kabel *USB* dan catu daya melalui *adaptor* atau baterai [12].

#### e. Sensor TCS3200

Pada prinsipnya Sensor TCS3200 dilakukan secara bertahap yaitu dengan membaca frekuensi warna dasar secara simultan dengan cara memfilter pada setiap warna dasar, maka dari itu diperlukan sebuah pengaturan atau pemrograman untuk memfilter setiap warna tersebut [13]. Pada penelitian ini, sensor TCS3200 digunakan untuk mendeteksi warna pada buah kopi.

#### f. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah aktuator putar yang disebut motor dan dirancang menggunakan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo). Sehingga dapat diatur untuk menentukan sudut dari poros *output* motor. Motor servo terdiri dari motor DC, *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer berfungsi sebagai penentu batas sudut putaran servo [14].

#### g. Modul LCD

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu bagian dari modul peraga yang dapat menampilkan karakter yang diinginkan layar LCD menggunakan dua buah lembaran bahan cair yang dapat mempolarisasikan dan kristal cair diantara kedua lembaran tersebut. LCD dapat berfungsi menampilkan nilai dari hasil sensor, menampilkan teks atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler [15].

Adapun perangkat lunak yang digunakan didalam sistem sebagai berikut :

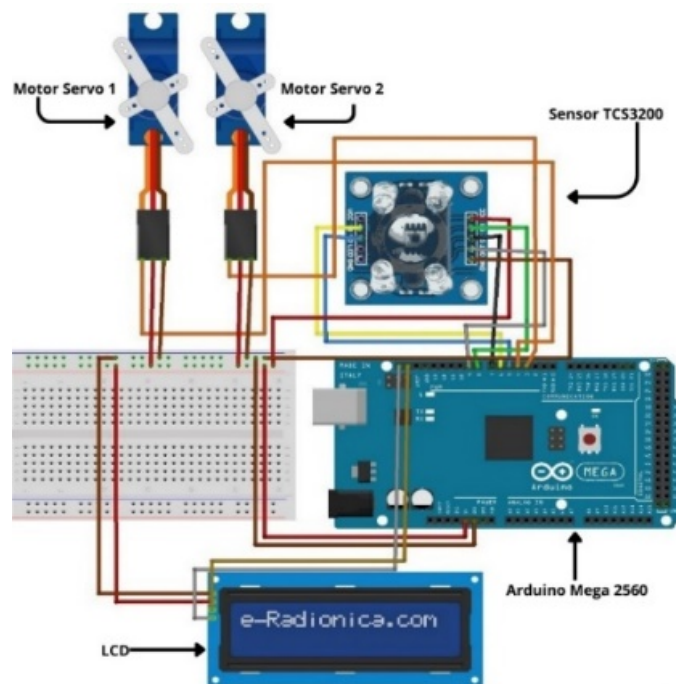
#### h. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrate Development Enviroment*) adalah sebuah *software* untuk menuliskan *listing* program Arduino Mega, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler, sehingga sistem Arduino Mega yang sudah dibuat dapat bekerja dengan baik dan memberikan *output* sesuai yang diinginkan [16].

4. Perancangan Sistem : Pada tahap ini merancang perancangan sistem secara keseluruhan dan diagram alir algoritma *K-Nearest Neighbor*.

#### a. Perancangan Keseluruhan Sistem

Perancangan perangkat keras dimulai dengan merancang rangkaian alat dan beberapa komponen pendukung menjadi sebuah sistem yang saling terhubung dan bekerja dengan baik. Perancangan keseluruhan sistem terdiri dari Arduino Mega 2560, sensor TCS3200, motor servo 1, motor servo 2 dan LCD. Adapun perancangan keseluruhan sistem dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Perancangan Keseluruhan Sistem

### b. Perancangan *K-Nearest Neighbor* (K-NN)

Perancangan sistem menggunakan metode K-NN membutuhkan beberapa tahapan proses untuk mendapatkan hasil keputusan *output* dari sistem sesuai dengan perhitungan K-NN. Perancangan menggunakan metode K-NN dimulai dengan memasukkan data uji berupa nilai RGB buah kopi, selanjutnya menentukan nilai K, selanjutnya menghitung jarak menggunakan rumus *Euclidean Distance*, selanjutnya data diurutkan dari yang terkecil ke terbesar lalu kemudian menentukan kategori data berdasarkan label mayoritas pada K, hasil klasifikasi terdiri dari kelas yaitu mentah, matang dan tua. Adapun perancangan K-NN dapat dilihat pada Gambar 8.

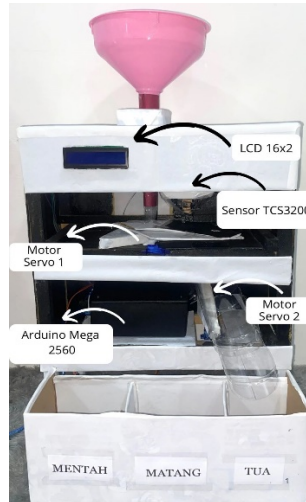


Gambar 8. Perancangan *K-Nearest Neighbor*

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Implementasi Keseluruhan Sistem

Implementasi keseluruhan sistem klasifikasi otomatis merupakan gabungan dari seluruh implementasi perangkat keras yang digunakan yaitu Arduino Mega 2560, sensor TCS3200, motor servo SG90 dan LCD 16x2. *Output* yang dihasilkan terdiri dari 3 kategori yaitu mentah, matang dan tua. Hasil implementasi keseluruhan sistem klasifikasi otomatis dapat dilihat pada Gambar 9.













**Gambar 9.** Implementasi Keseluruhan Sistem

### 3.3 Pengujian Sensor TCS3200

Pada pengujian Sensor Warna TCS3200 ini sensor warna akan membaca RGB buah kopi kemudian data hasil pembacaan sensor tersebut dikirimkan ke Arduino Mega 2560 untuk dilakukan klasifikasi K-NN. Pembacaan warna RGB untuk data uji menggunakan 3 buah kopi mentah, 3 buah kopi matang dan 4 buah kopi tua. Berikut adalah hasil pembacaan sensor warna TCS3200 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Sensor TCS3200

Sampel	Gambar	R	G	B	Tingkat Kematangan
Ke-1		140	150	99	Mentah
Ke-2		140	150	95	Mentah
Ke-3		137	147	96	Mentah
Ke-4		124	70	60	Matang
Ke-5		130	70	61	Matang
Ke-6		130	70	10	Matang
Ke-7		20	19	10	Tua
Ke-8		27	21	18	Tua
Ke-9		20	19	10	Tua
Ke-10		1	15	17	Tua

### 3.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem merupakan tahapan yang dilakukan pada proses pengujian klasifikasi tingkat kematangan pada buah kopi secara keseluruhan untuk memastikan apakah sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Berikut adalah hasil pengujian keseluruhan sistem dengan menggabungkan seluruh komponen perangkat keras dan mengklasifikasinya berdasarkan data latih menggunakan algoritma K-NN. Pada pengujian menggunakan 45 data uji yang terdiri dari 15 data setiap kelas tingkat kematangannya. Hasil pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Sampel	R	G	B	Jenis Buah Sebenarnya	Hasil KNN K=3	Hasil KNN K=5	Hasil KNN K=7
Ke-1	95	109	56	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-2	102	105	56	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-3	82	90	34	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-4	84	93	35	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-5	108	106	57	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-6	116	117	59	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-7	108	106	57	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-8	111	117	68	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-9	85	92	39	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-10	73	86	49	Mentah	Mentah	Matang	Matang
Ke-11	83	73	40	Mentah	Matang	Matang	Matang
Ke-12	116	98	43	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-13	91	87	49	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-14	112	113	68	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah

**Tabel 3.** (Lanjutan)

Ke-15	141	126	78	Mentah	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-16	116	49	34	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-17	116	48	50	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-18	106	37	17	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-19	109	44	35	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-20	107	47	37	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-21	118	61	46	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-22	119	69	46	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-23	112	39	28	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-24	87	44	32	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-25	50	11	7	Matang	Tua	Tua	Tua
Ke-26	104	70	46	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-27	124	72	50	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-28	161	113	84	Matang	Mentah	Mentah	Mentah
Ke-29	119	84	60	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-30	120	74	67	Matang	Matang	Matang	Matang
Ke-31	17	45	36	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-32	15	20	10	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-33	17	19	9	Tua	Tua	Tua	Tua

Ke-34	10	13	6	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-35	10	27	18	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-36	20	31	22	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-37	7	26	13	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-38	7	14	6	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-39	14	21	8	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-40	19	9	32	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-41	21	17	5	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-42	35	21	10	Tua	Tua	Tua	Tua
Ke-43	80	26	27	Tua	Matang	Matang	Matang
Ke-44	91	68	55	Tua	Matang	Matang	Matang
Ke-45	19	12	10	Tua	Tua	Tua	Tua

Pada Tabel 2 terdapat 45 data uji dengan 15 data disetiap kelasnya. Pada kelas mentah dengan menggunakan nilai  $K = 3$  terdapat 1 buah yang tidak sesuai kelasnya yaitu menjadi matang, saat menggunakan nilai  $K = 5$  dan  $K = 7$  terdapat 2 buah yang tidak sesuai kelasnya yaitu menjadi matang. Pada kelas matang dengan menggunakan nilai  $K = 3,5$  dan  $7$  terdapat 2 buah yang tidak sesuai kelasnya yaitu menjadi mentah dan tua. Pada kelas tua dengan menggunakan nilai  $K = 3,5$  dan  $7$  terdapat 2 buah yang tidak sesuai kelasnya yaitu menjadi matang.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan hasil yang didapatkan dari proses klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor* menggunakan 120 data latih dan 45 data uji dapat mengklasifikasikan buah kopi sesuai tingkat kematangannya yaitu mentah, matang dan tua. Pada metode K-NN input data yang digunakan dalam klasifikasi buah kopi adalah data latih dari nilai RGB buah kopi. Setelah memasukkan data uji terhadap data latih, maka dihasilkan keluaran sistem berupa tingkat kematangan buah kopi. Akurasi tertinggi yang diperoleh sebesar 88,9% saat menggunakan nilai  $K = 3$ .

#### Daftar Pustaka

- [1] S. A. Sembiring, P. Marbun, and kemala sari Lubis, "Kajian Jumlah Biji Basah Dan Berat Biji Basah Kopi Robusta (*Coffea Robusta* Lindl.) pada Beberapa Ketinggian, Kemiringan Lereng Dan Jenis Tanah Di Kecamatan Silima Pungga-Pungga Kabupaten Dairi," *J. Agroekoteknologi*, vol. 4, no. 1, pp. 1857–1864, 2016.
- [2] A. Ahyuna and H. Herlinda, "Pembuatan Alat Pemisah Buah Kopi Otomatis Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Warna Tcs230 Berbasis Mikrokontroler," *J. Ilm. Matrik*, vol. 22, no. 2, pp. 139–146, 2020, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v22i2.940.
- [3] T. Iflah and D. N. Rokhmah, "Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Dan Citarasa Kopi," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 10, pp. 10294–10299, 2019.
- [4] S. Srikandi, A. W. Kristanti, and R. Sutamihardja, "Tingkat Kematangan Biji Kopi Arabica (*Coffea arabica* L.) Dalam Menghasilkan Kadar Kafein," *J. Sains Nat.*, vol. 9, no. 1, p. 22, 2019, doi: 10.31938/jsn.v9i1.189.
- [5] J. W. G. Putra, *Pengenalan Konsep Pembelajaran Mesin dan Deep Learning*, vol. 4. 2020. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/323700644>
- [6] P. P. Anchalia and K. Roy, "The k-nearest neighbor algorithm using MapReduce paradigm," *Proc. - Int. Conf. Intell. Syst. Model. Simulation, ISMS*, vol. 2015-September, pp. 513–518, 2015, doi: 10.1109/ISMS.2014.94.
- [7] Marisa Fitri *et al.*, "Pengukuran Tingkat Kematangan Kopi Arabika Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbour," *JIMP J. Inform. Merdeka Pasuruan*, vol. vol.6 no.3, no. 3, pp. 4–8, 2021.
- [8] D. Ennis, "The Effects of Caffeine on Health: The Benefits Outweigh the Risks," *Perspectives (Montclair)*, vol. 6, no. 1, pp. 1–5, 2014.
- [9] Malabay, "Pemanfaatan Flowchart Untuk Kebutuhan Deskripsi Proses Bisnis," *J. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 1, pp. 21–26, 2016, [Online]. Available: <https://digilib.esaunggul.ac.id/pemanfaatan-flowchart-untuk-kebutuhan-deskripsi-proses-bisnis-9347.html>

- 
- [10] Mustika *et al.*, *Data Mining dan Aplikasinya*. 2021. [Online]. Available: <https://repository.penerbitwidina.com/uk/publications/351768/data-mining-dan-aplikasinya>
- [11] N. N. Dzikrulloh and B. D. Setiawan, "Penerapan Metode K – Nearest Neighbor ( KNN ) dan Metode Weighted Product ( WP ) Dalam Penerimaan Calon Guru Dan Karyawan Tata Usaha Baru Berwawasan Teknologi ( Studi Kasus : Sekolah Menengah Kejuruan Muhammadiyah 2 Kediri )," *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 5, pp. 378–385, 2017.
- [12] A. Iskandar, M. Muhajirin, and L. Lisah, "Sistem Keamanan Pintu Berbasis Arduino Mega," *J. Inform. Upgris*, vol. 3, no. 2, pp. 99–104, 2017, doi: 10.26877/jiu.v3i2.1803.
- [13] I. F. Rahmad, "Pendeteksi Kesegaran Buah Menggunakan Sensor Warna dan Kelembaban," *Jurikom*, vol. 6, no. 5, pp. 550–558, 2019, [Online]. Available: <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/jurikom%7CPage550>
- [14] A. R. Wiguna, "Analisis Cara Kerja Sensor Ultrasonic Dan Motor Servo Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Pengusir Hama Disawah Smart Room View project Fuzzy Inference System View project," *Univ. Bandar Lampung*, 2020, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/347690066>
- [15] A. N. Putra, "Sistem Otomasi Pengering Pakaian Berbasis Mikrokontroler Arduino," *J. Saintek*, vol. 13, no. 2, pp. 126–131, 2016.
- [16] M. Yusup, P. A. Sunarya, and K. Aprilyanto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengukuran Volume Air Berbasis IoT Menggunakan Arduino Wemos," *J. CERITA*, vol. 6, no. 2, pp. 147–153, 2020, doi: 10.33050/cerita.v6i2.1136.