

Deteksi Tingkat Kematangan Buah Kopi Arabika Menggunakan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino Uno

Juprianus Rusman¹, Aryo Michael², Nofrianto Pasae³

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Kritis indonesia Toraja, Jl. Nusantara No. 12 Tana Toraja Sulawesi Selatan

³Teknik Mesin Universitas Kritis indonesia Toraja, Jl. Nusantara No. 12 Tana Toraja Sulawesi Selatan

^{1*} rusman.jr@ukitoraja.ac.id; ² aryomichael@ukitoraja.ac.id; ³ nofriantopasae@ukitoraja.ac.id

*corresponding author

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata Kunci: Kopi Arabika Deteksi Warna RGB TCS3200 Arduino Uno</p>	<p>Pengolahan buah kopi yang baik mempengaruhi mutu dan kualitas kopi yang dihasilkan. Pengolahan buah kopi meliputi proses sortasi buah dan proses pemisahan kulit buah dengan biji. Proses sortasi buah dilakukan dengan memilah buah kopi berdasarkan tingkat kematangannya. Hal tersebut dilakukan karena tidak seragamnya kematangan buah kopi yang dipetik saat panen dan standar yang ditetapkan oleh tengkulak. Petani kopi arabika lokal di Pedamaran melakukan sortasi buah secara konvensional yaitu mengandalkan indra penglihatan. Proses tersebut memiliki kendala yaitu tidak seragamnya tingkat kematangan buah kopi yang dipengaruhi faktor subjektivitas. Warna buah kopi memberikan informasi terkait tingkat kematangannya. Pada penelitian ini, fitur warna buah kopi dideteksi menggunakan sensor TCS3200 dalam ruang warna red, green dan blue (RGB) kemudian diproses menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk menentukan tingkat kematangannya. Penggunaan sensor TCS3200 untuk mendeteksi tingkat kematangan buah kopi arabika pada sistem yang dibangun memberikan akurasi 71,25%</p>
<p>Keywords: Arabica Coffee Detection RGB Color TCS3200 Arduino Uno</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>Good processing of coffee fruit affects the quality and quality of coffee produced. Coffee fruit processing includes the process of sorting fruit and the process of separation of fruit skin with seeds. The process of sorting fruit is done by sorting the coffee fruit based on its maturity level. This is done because of the lack of maturity of coffee fruit picked during harvest and the standards set by middlemen. Local arabica coffee farmers in Pedamaran do fruit sorting conventionally, which is to rely on the senses of vision. The process has constraints that are not the uniform level of maturity of coffee fruit that is influenced by subjectivity factors. The color of the coffee fruit provides information regarding its maturity level. In this study, the color feature of coffee fruit was detected using TCS3200 sensor in red, green, and blue (RGB) color space and then processed using Arduino Uno microcontroller to determine its maturity level. The use of TCS3200 sensors to detect the maturity level of arabica coffee fruit in the built system provides 71.25% accuracy</p> <p>This is an open access article under the CC-BY-SA license.</p> 

Pendahuluan

Komoditas kopi di Indonesia merupakan salah satu sumber penghasilan bagi para petani kopi dan devisa bagi negara. Upaya meningkatkan produktivitas dan mutu kopi terus dilakukan agar daya saing di pasar dunia tetap terjaga. Hal tersebut dapat dilakukan dengan dukungan dari semua pihak yang terkait dalam proses produksi, pengolahan dan pemasaran[1]. Baik buruknya mutu kopi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sarana pengolahan, pengawasan mutu dan penerapan teknologi pada proses pengolahan kopi. Tahapan pengolahan buah kopi dimulai pasca panen yang meliputi proses sortasi buah, proses pemisahan kulit buah dengan biji, proses fermentasi biji, proses pengeringan biji dan proses sortasi biji. Setelah proses sortasi biji, biji kopi dapat dipasarkan ataupun dilanjutkan dengan proses pemanggangan (sangrai) biji kemudian proses penghalusan biji serta proses pengemasan kemudian dipasarkan[2].

Proses/waktu panen dapat ditentukan dari perubahan warna kulit buah kopi. Perubahan warna pada buah kopi memberikan informasi terkait tingkat kematangannya. Buah kopi arabika berwarna hijau menandakan usia muda, berwarna kekuningan sampai kemerahan menandakan usia setengah tua, berwarna merah terang hingga merah gelap menandakan sudah tua dan siap untuk dipanen[3]. Salah satu kendala yang dihadapi petani kopi mengenai mutu adalah tidak konsistennya atau kurang seragamnya tingkat kematangan buah kopi yang dihasilkan. Kendala tersebut terjadi karena para petani cenderung melakukan panen racutan yang dianggap lebih cepat dibanding dengan panen secara selektif. Padahal tingkat kematangan buah kopi yang seragam merupakan kriteria yang penting dalam menyeleksi kopi sehingga dapat menghasilkan mutu kopi yang baik[4]. Pasca panen, barulah proses sortasi buah kopi dilakukan. Buah yang matang dipisahkan dengan buah yang belum matang satu per satu secara tradisional yaitu dengan mengandalkan penglihatan pada manusia (subjektif). Cara tersebut membutuhkan waktu ekstra dan memberikan hasil sortasi yang berbeda-beda.



Gambar 1. Proses Sortasi Buah Kopi

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dikembangkan suatu metode yang dapat membantu proses sortasi buah kopi arabika berdasarkan warna tingkat kematangannya. Perubahan warna pada buah kopi yang menandakan tingkat kematangannya dapat dideteksi dengan sensor TCS3200. Sensor TCS3200 merupakan piranti yang mendeteksi warna berdasarkan ruang warna RGB (*red, green, blue*)[5] dan Arduino Uno sebagai piranti controller.

Beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu: Nadia dkk tahun 2015 mendeteksi tingkat kematangan buah tomat dengan metode *fuzzy logic* menggunakan kamera Raspberry PI dan menyimpulkan bahwa kondisi yang baik untuk melakukan pendeteksian buah tomat yaitu pada kondisi *indoor* 100 Lux berlatar belakang gelap agar dapat mengurangi pantulan cahaya berlebih sehingga RGB citranya tidak terlalu tinggi[10]. Indarto dkk tahun 2017 mendeteksi tingkat kematangan buah pisang berdasarkan fitur warna citra kulit pisang dengan metode transformasi ruang warna HIS. Peneliti menggunakan kamera untuk mengambil citra pisang selanjutnya melakukan *cropping* kulit, ekstraksi ciri, menghitung nilai fitur RGB dan melakukan transformasi ke ruang warna HIS. Hasil penelitian dari 20 sampel buah dimana 10 buah pisang mentah dan 10 buah pisang matang dengan persentase rata-rata 85%[11].

Teuku dkk tahun 2018 merancang *prototype* penyortir buah kopi berdasarkan tingkat kematangannya menggunakan metode RGB. Kamera *webcam* sebagai piranti mengakuisisi data dan Arduino Uno sebagai pemroses data. Hasil penelitian dari 90 sampel buah kopi masing-masing 30 buah kopi berwarna merah dengan akurasi 93,333%, 30 buah kopi berwarna orange dengan akurasi 100% dan 30 buah kopi berwarna hijau dengan akurasi 86,666% serta rata-rata waktu pemilahan perbuah 10,463924 detik[6]. Eko dkk tahun 2018 mengukur tingkat kematangan kopi robusta menggunakan metode HSV dan KNN. Hasil penelitian dengan 30 sample citra kopi dengan akurasi klasifikasi 93,33%[4]. Serta Rendy dkk tahun 2019 mendeteksi kematangan buah tomat berdasarkan fitur warna menggunakan metode transformasi ruang warna HIS dengan akurasi 94,28%[12].

Metode

A. Buah Kopi

Buah/cery kopi merupakan hasil dari tanaman kopi. Pada skala global, terdapat dua jenis spesies kopi yang ditanam yaitu kopi arabika (*coffea arabica*) dan kopi robusta (*coffea canephora var. robusta*). Kualitas kopi arabika lebih banyak disukai karena kopi arabika memiliki kadar kafein lebih rendah dan cita rasa tinggi dibanding dengan kopi robusta[1]. Hal ini membuat harga kopi arabika lebih mahal. Namun tanaman kopi arabika rentan terserang penyakit karat daun. Di Indonesia, area penanaman kopi robusta lebih luas daripada kopi arabika yang terbatas pada lahan dataran tinggi di atas 1.000 meter dari permukaan laut agar tidak terserang karat daun kopi[2].

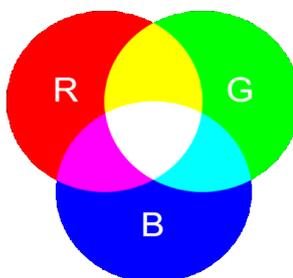


Gambar 2. Buah Kopi

B. Ruang Warna RGB

Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna yang berwarna putih. Identitas suatu warna ditentukan oleh panjang gelombang cahaya tersebut. Panjang gelombang warna yang dapat dilihat mata manusia berkisar antara 380-780 nanometer (nm). Setiap warna tersusun dari warna dasar yaitu warna merah, hijau dan biru, atau lebih dikenal dengan istilah RGB (*red, green, blue*).

Kegunaan utama model warna RGB adalah untuk menampilkan citra/gambar dalam perangkat elektronik. Sebelum era elektronik, model warna RGB telah memiliki landasan yang kuat berdasarkan pemahaman manusia terhadap teori trikromatik[7]. Dalam peralatan optis, warna berarti interpretasi otak terhadap campuran tiga warna primer merah, hijau, dan biru yang dapat digabungkan dalam komposisi tertentu untuk menghasilkan warna lain. Misalnya pencampuran 100% merah, 0% hijau, dan 100% biru akan menghasilkan interpretasi warna magenta[5]. Dalam proses komputasi, warna dapat diolah untuk mengetahui nilai fitur unsur dasar penyusun suatu warna.



Gambar 3. Ruang Warna RGB

C. Sensor TCS3200

Sensor warna TCS3200 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi fotodiode silikon dan konverter arus ke frekuensi dalam IC CMOS *monolithic*. TCS3200 dapat diaplikasikan untuk membaca strip tes, menyortir warna, mendeteksi dan mengkalibrasi cahaya dan warna yang serasi[8]. Keluaran dari sensor ini adalah gelombang kotak (*duty cycle* 50%) dengan frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (*irradiance*)[3].



Gambar 4. Sensor TCS3200

Pada TCS3200, konverter cahaya ke frekuensi membaca sebuah *array* potodiode 8×8, 16 potodiode mempunyai penyaring warna biru, 16 potodiode mempunyai penyaring warna merah, 16 potodiode mempunyai penyaring warna hijau, dan 16 potodiode untuk warna terang tanpa penyaring[5].

D. Arduino UNO

Mikrokontroler merupakan sebuah *chip* yang terdiri atas mikroprosesor, RAM, ROM, dan piranti I/O. Arduino Uno adalah sebuah modul mikrokontroler dimana desain skematik dan PCB bersifat *open source* sehingga dapat dikembangkan dan dimodifikasi. Arduino Uno menggunakan *chip* mikrokontroler Atmel AVR 328[9] dengan 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 analog *input*, *crystal oscillator* 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mendukung

mikrokontroler agar dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB maupun dengan perangkat lain menggunakan pin *input/output*[6].

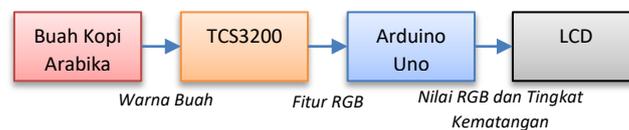
Prinsip kerja Arduino Uno yaitu menerima sinyal *input* dan memberikan sinyal *output*. Sinyal *input* maupun sinyal *output* merupakan sinyal digital, 1 atau HIGH mewakili tegangan 5 volt, dan 0 atau LOW mewakili tegangan 0 volt[5].



Gambar 5. Arduino UNO

E. Perancangan Sistem

Blok diagram perancangan sistem diperlihatkan pada gambar 6 berikut.



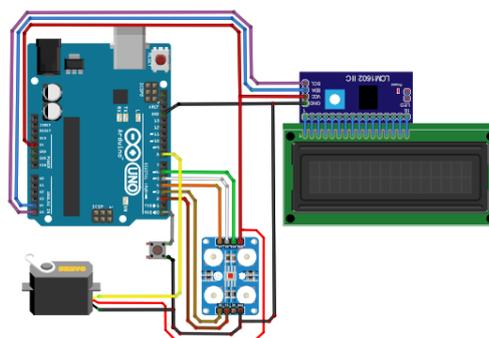
Gambar 6. Blok Diagram Sistem

Prinsip kerja dari sistem yang dibangun dimulai dari penyaringan fitur warna merah, hijau, biru (RGB) buah kopi arabika dengan menggunakan sensor warna TCS3200. Selanjutnya fitur warna tersebut diproses pada mikrokontroler Arduino Uno untuk mendapatkan nilai setiap fitur menggunakan pendekatan ruang warna RGB. Nilai fitur-fitur ini disimpan dan digunakan sebagai data latih dan data sampel untuk menentukan tingkat kematangan buah kopi. Selanjutnya hasil pendeteksi ditampilkan pada LCD berukuran 2x16 karakter.

Hasil dan Pembahasan

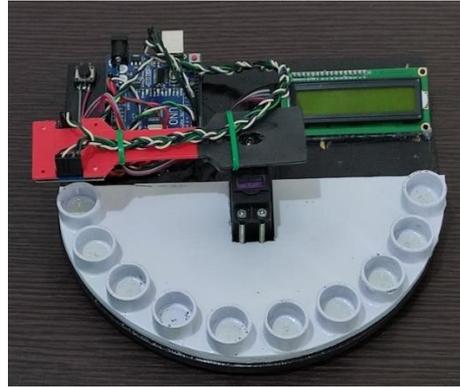
A. Perangkat Keras

Modul Arduino Uno, sensor TCS3200 serta komponen lainnya kemudian dirangkai. Skema rangkaian perangkat keras ditunjukkan Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Skema Rangkaian

Perangkat keras yang berhasil dibangun berdasarkan skema rangkaian diperlihatkan pada Gambar 7. Perangkat ini menggunakan sumberdaya 9V 1A.



Gambar 8. Perangkat Keras

B. Perangkat Lunak

Algoritma alur program yang digunakan sebagai berikut :

- Inisialisasi file header, pin Arduino dengan sensor TCS3200, LCD dan motor Servo.
- Deklarasi variable untuk warna RGB, tombol trigger dan tingkat kematangan
- Scan dan filter frekuensi input dari sensor TCS3200 masing-masing filter frekuensi warna merah, hijau dan biru (RGB) sebanyak 10 kali.

Selanjutnya untuk data sampel dilanjutkan ke tahap berikut (setelah tahap 1 sampai 3):

- Hitung nilai rata-rata frekuensi fitur warna merah, hijau dan biru (RGB) dilengkapi keterangan tingkat kematangan sesuai dengan data yang diakuisisi. (Matang sempurna, matang normal, matang setengah, mentah).
- Simpan sebagai data sampel.

Sedangkan untuk data uji, dilakukan tahap berikut (setelah tahap 1 sampai 3):

- Hitung nilai rata-rata frekuensi fitur warna merah, hijau dan biru (RGB)
- Bandingkan nilai rata-rata frekuensi fitur warna merah, hijau dan biru (RGB) dengan nilai rata-rata frekuensi fitur warna merah, hijau dan biru (RGB) data sampel.
- Tampilkan hasil deteksi (tingkat kematangan) pada LCD.

Implementasi dari algoritma yang digunakan menggunakan Arduino IDE seperti yang ditunjukkan Gambar 9 berikut.

```

Kopi | Arduino 1.8.10
File Edit Sketch Tools Help

Kopi 5

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <Servo.h>
const int s0 = D4; // pada arduino pin 3
const int s1 = D5; // pada arduino pin 2
const int s2 = D7; // pada arduino pin 8
const int s3 = D8; // pada arduino pin 4
const int outPin = D6; //pada arduino pin 6

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

int red;
int grn;
int blu;
String tingkat;
int count = 0;

const int in = 3;
Servo myservo;

void setup(){
  pinMode(s0, OUTPUT);
  pinMode(s1, OUTPUT);
  pinMode(s2, OUTPUT);
  pinMode(s3, OUTPUT);
  pinMode(outPin, INPUT); //out from sensor becomes input to arduino

  // Serial.println("Kopi 5");
  
```

Gambar 9. Sketch Perangkat Lunak

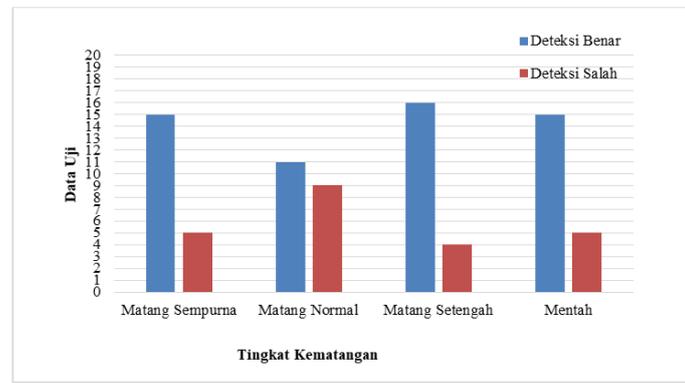
C. Pengujian Sistem

Buah kopi yang digunakan adalah buah kopi arabika yang telah dipetik maksimal satu hari pasca panen. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi perubahan warna yang signifikan pada buah kopi akibat mengeringnya kulit buah. Pada tahap pengujian digunakan buah kopi yang dipilih secara acak. Terdapat empat tingkat kematangan buah kopi yaitu matang sempurna, matang normal, matang setengah dan mentah. Jumlah data yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Data Penelitian

Tingkat Kematangan	Data Sample	Data Uji
Mentah	50	20
Matang Setengah	50	20
Matang Normal	50	20
Matang Sempurna	50	20

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan sistem yang telah dibangun. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian Sistem

Berdasarkan hasil pengujian, maka temuan yang diperoleh pada penelitian ini antara lain :

- Akurasi sistem pendeteksi yang dibangun adalah 71,25%.
- Kegagalan deteksi diakibatkan oleh beberapa hal, diantaranya :
 - a) Buah kopi yang dalam masa transisi tingkat kematangan sehingga memiliki variasi warna yang tidak dominan seperti transisi dari matang setengah ke matang normal.



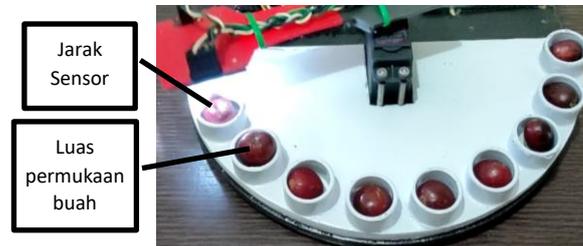
Gambar 11. Buah dalam Masa Transisi Kematangan

- b) Buah kopi yang memiliki variasi warna akibat cacat buah (kering sebelah atau terkupas sebelah).



Gambar 12. Cacat Buah

- Variasi pencahayaan atau pantulan cahaya yang diterima sensor karena sensor TCS3200 sensitive terhadap perubahan cahaya.
- Jarak sensor dengan buah kopi. Jarak yang bervariasi memberikan pantulan cahaya yang berbeda meskipun dengan buah yang sama.
- Luas permukaan buah kopi yang memantulkan cahaya saat disensing (kadang agak datar, kadang miring).



Gambar 13. Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Pendeteksian

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal yaitu penggunaan sensor TCS3200 untuk mendeteksi tingkat kematangan buah kopi arabika pada sistem yang dibangun memberikan akurasi 71,25%. Perlu dilakukan penelitian untuk mencari tahu intensitas cahaya ideal untuk sensor TCS3200, demikian halnya dengan jarak ideal antara sensor dengan objeknya. Implementasi sensor TCS3200 selanjutnya, sebaiknya kedap cahaya agar cahaya eksternal tidak mempengaruhi hasil pendeteksian.

Daftar Pustaka

- [1] P. Rahardjo, *KOPI*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup, 2012.
- [2] P. Rahardjo, *Berkebun Kopi*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2017.
- [3] S. Srikandi, A. W. Kristanti, and R. T. M. Sutamihardja, "Tingkat Kematangan Biji Kopi Arabica (*Coffea Arabica* L.) dalam Menghasilkan Kadar Kafein," *J. Sains Nat.*, vol. 9, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2019, doi: 10.31938/jsn.v9i1.189.
- [4] E. H. Rachmawanto and A. Salam, "Pengukuran Tingkat Kematangan Kopi Robusta Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor," p. 7, 2018.
- [5] I. Zulkarnain, M. Ramadhan, and B. Anwar, "Implementasi Alat Pendeteksi Warna Benda Menggunakan Fuzzy Logic dengan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino," p. 12.
- [6] T. R. Nanda, Z. Zulhelmi, and M. Syaryadhi, "Perancangan Sistem Sortir Buah Kopi Berdasarkan Warna Dengan Teknik Citra Digital Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p," *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2018, Accessed: Sep. 24, 2020. [Online]. Available: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/kitektro/article/view/11401>.
- [7] S. F. Athifa and H. H. Rachmat, "Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna RGB Sensor TCS3200 Berdasarkan Jarak Dan Dimensi Objek," *JETri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 16, no. 2, p. 105, Feb. 2019, doi: 10.25105/jetri.v16i2.3459.
- [8] S. F. Pane, F. S. Lase, and O. B. Mali, *Smart Conveyor Pada Outbound Dengan Arduino*. Kreatif, 2020.
- [9] H. Andrianto and A. Darmawan, *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung, 2016.
- [10] N. Muthiati, H. Herlinawati, S. R. Sulistiyanti, and S. Purwiyanti, "Deteksi Tingkat Kematangan Buah Tomat dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Modul Kamera Raspberry PI," *Electrician*, vol. 13, no. 2, Art. no. 2, Jun. 2019, doi: 10.23960/elc.v13n2.2105.
- [11] I. Indarto and M. Murinto, "Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS," *JUITA J. Inform.*, vol. 5, no. 1, Art. no. 1, Oct. 2017, doi: 10.30595/juita.v5i1.1461.
- [12] R. Pratama, A. Fuad, and F. Tempola, "Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS," *JIKO J. Inform. Dan Komput.*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, Oct. 2019, doi: 10.33387/jiko.v2i2.1318.