

Rancang Bangun Alat Pemisah Buah Kopi Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Sensor TCS3200 Berbasis Android

Irma Salamah, Mega Muliawati, Mohammad Fadhli*

Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia

Email: ¹irmasalamah@yahoo.com, ²megamuliawati65@gmail.com, ^{3,*}Mohammad.fadhli@polsri.ac.id

Email PenulisKorespondensi: Mohammad.fadhli@polsri.ac.id

Submitted: 21/07/2022; Accepted: 18/08/2022; Published: 30/09/2022

Abstrak– Pemrosesan kopi sebelum dapat diminum melalui proses yang panjang, yaitu pemanenan buah kopi yang telah matang baik dengan cara mesin ataupun dengan tangan, kemudian dilakukan pemrosesan buah kopi dan pengeringan sebelum menjadi kopi gelondong. Sebelum proses penyangraian, buah kopi tersebut dipilih dahulu kematangannya agar dapat menghasilkan hasil terakhir proses kopi yang terbaik. Setelah buah kopi tersebut dipilih, proses selanjutnya yaitu pengupasan buah kopi yang telah matang agar dapat mempercepat proses pasca pemanenan dari buah kopi. Pemanenan juga akan mempengaruhi mutu dan citarasa kopi, pemanenan biasanya dilakukan apabila buah kopi yang telah matang secara fisiologi yang ditandai terjadinya warna pada kulit buah menjadi warna merah. Pada tingkat kematangan buah kopi masih terjadi secara tidak serentak sehingga proses pemanenan membutuhkan waktu yang cukup lama. Ketika masa panen tiba, pemisahan buah kopi masih banyak dilakukan dengan manual dengan cara dipetik dengan cara serentak. Pemisahan buah kopi secara serentak ini membuat tercampurnya buah kopi yang masih mentah, setengah matang, dan sudah matang sehingga menyebabkan kualitas rasa yang kurang baik, karena itulah penulis mendapatkan gagasan untuk membuat alat yang bisa membuat proses pemanenan kopi yang lebih simple dan efisien yaitu alat pemisah buah kopi berdasarkan tingkat kematangan bertujuan untuk mengetahui bagaimana kinerja alat dalam mendeteksi buah kopi berdasarkan tingkat kematangan dan bagaimana kinerja dari alat pengupas buah kopi. Alat ini dapat menghasilkan terpisahnya buah kopi berdasarkan tingkat kematangan yaitu dalam kategori matang, setengah matang dan mentah. Ketika buah kopi yang masih belum terpisah antara yang matang, setengah matang dan mentah, diletakkan diatas conveyor, maka sensor warna TCS3200 akan mendeteksi buah kopi sesuai warnanya. Buah kopi akan dipilah secara otomatis ke wadah yang telah disediakan yang dikendalikan oleh motor servo yang telah diprogram arduino sebelumnya. Setelah data dari pemisah buah kopi sudah terbaca oleh sensor, maka arduino akan mengirimkan data tersebut ke android melalui koneksi bluetooth. Selanjutnya buah kopi berwarna merah atau buah kopi dalam kategori matang akan dilanjutkan ke tahap pengupasan. Pada tahapan pengupasan, buah kopi matang akan dikupas pada mesin pengupas yang dikendalikan oleh motor servo.

Kata Kunci: Alat Pemisah Buah Kopi; Sensor TCS3200; Android; Arduino UNO; Motor Servo

Abstract–The processing of coffee before it can be drunk goes through a long process, namely harvesting coffee fruits that have matured either by machine or by hand, then processing coffee fruits and drying before they become spindle coffee. Before the roasting process, the coffee fruit is chosen first to be ripe in order to produce the last result of the best coffee process. After the coffee fruit is selected, the next process is stripping the ripe coffee fruit in order to speed up the post-harvest process of the coffee fruit. Harvesting will also affect the quality and taste of coffee, harvesting is usually done when the coffee fruit that has matured physiologically which is characterized by the color of the fruit skin becomes a red color. At the level of maturity of coffee fruits still occurs not simultaneously so that the harvesting process takes a long time. When the harvest period comes, the separation of coffee fruits is still mostly done manually by picking them in a simultaneous way. This simultaneous separation of coffee fruits makes the mixing of coffee fruits that are still raw, half-ripe, and already ripe, causing poor taste quality, that's why the author got the idea to make a tool that can make the coffee harvesting process simpler and more efficient, namely a coffee fruit separator tool based on maturity level aims to find out how the tool performs in detecting coffee fruits based on maturity levels and how performance from a coffee fruit peeler. This tool can produce separate coffee fruits based on the degree of maturity, namely in the category of ripe, half-ripe and unripe. When coffee fruits that are still not separated between ripe, half-ripe and raw, are placed on the conveyor, the TCS3200 color sensor will detect the coffee fruit according to its color. The coffee fruit will be sorted automatically into a container that has been provided which is controlled by a servo motor that has been pre-programmed by Arduino. After the data from the coffee fruit separator has been read by the sensor, the Arduino will send the data to android via bluetooth connection. Furthermore, red coffee fruits or coffee fruits in the ripe category will proceed to the stripping stage. At the stripping stage, ripe coffee fruits will be peeled on a peeling machine controlled by a servo motor.

Keywords: Coffee Fruit Separator; TCS3200 Sensor; Android; Arduino UNO; Servo Motor

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu dari tiga minuman non-alkoholik (kopi, teh, coklat) yang tersebar luas. Tanaman kopi merupakan tanaman yang termasuk dalam famili *Rubiaceae* [1]. Secara komersial, kita mengenal dua jenis kopi, yaitu kopi arabica dan kopi robusta. Akan tetapi kopi memiliki nama latin dengan jenis masing-masing, antara lainnya ialah *Coffea Arabica*, *Coffea Canephora*, *Coffea Liberica* dan *Coffea Excelsa*. Negara asal tanaman kopi adalah Ethiopia yang tumbuh di dataran tinggi. Kopi sendiri memiliki nama latin *Coffea sp.* [2]

Salah satu provinsi penghasil kopi terbesar yaitu Provinsi Sumatera Selatan, dengan luasan sekitar 21% dan luas kebun kopi nasional dan 26,73% produksi kopi nasional. Mayoritas kopi yang diproduksi adalah jenis kopi robusta (*Coffea canephora*). Jenis kopi ini tumbuh baik di ketinggian 400-700 mdpl, temperatur 21-24°C dengan bulan kering 3-4 bulan kali hujan kiriman. Produksi kopi di Sumatera Selatan seluruhnya dilakukan melalui perkebunan rakyat (*small holder*). [3]

Kopi merupakan minuman hasil dari seduhan biji kopi yang telah disangrai dan dihaluskan menjadi bubuk. Pemrosesan kopi sebelum dapat diminum melalui proses yang panjang, yaitu pemanenan buah kopi yang telah matang baik dengan cara mesin ataupun dengan tangan, kemudian dilakukan pemrosesan biji kopi dan pengeringan sebelum menjadi kopi gelondong [4]. Sebelum proses penyangraian, buah kopi dipilih dahulu kematangannya agar dapat menghasilkan hasil terakhir proses kopi yang terbaik. Setelah buah kopi tersebut dipilih, proses selanjutnya yaitu pengupasan buah kopi yang telah matang agar dapat mempercepat proses pasca pemanenan dari buah kopi. Selanjutnya, buah kopi disangrai dengan tingkat derajat yang bervariasi. Setelah melalui proses penyangraian, biji kopi digiling atau dihaluskan menjadi bubuk kopi sebelum kopi dapat diminum [5].

Cybert Pertanian mengatakan, faktor yang mempengaruhi mutu dan citarasa kopi antara lain genetis bahan tanam, lingkungan tempat tumbuh tanaman kopi, metode pengolahan dan fermentasi, metode penyangraian (*roasting*) dan metode penyeduhan. Pemanenan juga akan mempengaruhi mutu dan citarasa kopi, pemanenan biasanya dilakukan apabila buah kopi yang telah matang secara fisiologi yang ditandai terjadinya warna pada kulit buah menjadi warna merah [6]. Perubahan warna kulit buah akan mempengaruhi aroma dan kekentalan dari kopi yang dihasilkan dimana kulit buah yang masih hijau akan menghasilkan aroma yang kurang mantap bahkan kadangkala menimbulkan citarasa *winey* (asam alkohol) dan *grassy*. Sebaliknya, untuk buah kopi yang dipanen saat kulit buah berwarna merah akan menghasilkan aroma dan kekentalan yang sesuai harapan [7].

Tingkat kematangan buah kopi tidak terjadi secara serentak sehingga proses pemanenan membutuhkan waktu yang cukup lama [8]. Ketika masa panen tiba, pemisahan buah kopi masih banyak dilakukan dengan manual dengan cara dipetik dengan cara serentak. Pemisahan buah kopi secara serentak ini membuat tercampurnya buah kopi yang masih mentah, setengah matang, dan sudah matang sehingga menyebabkan kualitas rasa yang kurang baik. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibutuhkan suatu perangkat yang dapat membantu petani buah kopi dalam memisahkan antara buah kopi yang masih mentah dan sudah matang [9].

Sebuah hasil penelitian dari Susilawati dan tim pada tahun 2020 dilakukan perancangan alat yang menggunakan sensor APDS GY-9960 untuk memisahkan buah kopi berdasarkan warna. Berdasarkan hasil penelitian, alat ini memiliki kendala apabila sensor APDS GY-9960 mendeteksi buah kopi masih ada beberapa buah kopi yang tidak terdeteksi atau *error* ketika terkena sensor, dikarenakan sensor APDS GY-9960 tersebut menggantung nilai pada cahaya ruangan sehingga nilai pada sensor akan berubah-ubah ketika cahaya ruangan dalam keadaan tidak stabil [10]. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Damayanti dkk pada tahun 2022 menggunakan sensor load cell ini memerlukan waktu yang cukup lama untuk sampai ke motor servo, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk pengujian alat ini [11]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Syaryadhi dkk pada tahun 2018 menggunakan web camera untuk mendeteksi warna kematangan pada buah kopi yang digerakkan oleh motor servo. Sistem proses pengolahan citra warna dengan memberikan nilai acuan pemilahan buah kopi yang akan menyortir buah kopi berdasarkan warna merah dan hijau [12]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Herlinda dkk pada tahun 2020 menghasilkan Sensor TCS320 akan menetapkan beberapa jenis warna kopi menggunakan satuan ukur RGB (Red, Green, Blue) dengan berdasarkan nilai satuan ukur tersebut [13]. Selanjutnya pengujian yang dilakukan oleh Sarjana dkk pada tahun 2017 yaitu mengukur keluaran dari sensor untuk buah kopi. Selanjutnya ditunjukkan hasil pengukuran pergerakan motor servo dengan osiloskop dan dengan pengendali jarak jauh dengan percobaan range test dengan xbee pro, dengan adanya packet loss dan perbedaan kekuatan sinyal, semakin jauh jarak transmitter dari receiver, maka semakin lemah juga sinyal yang diterima modul xbee pro [14].

Pada percobaan penelitian kali ini, penulis mencoba membuat inovasi terbaru agar dapat mengefisienkan waktu untuk para pemanen buah kopi untuk menjaga kualitas terbaik dari buah kopi dengan cara menggunakan sensor warna TCS320 untuk mengatasi kendala yang ada, agar dapat lebih mengoptimalkan pendeteksian warna pada sensor terhadap buah kopi. Sensor warna TCS320 ini memiliki nilai konversi yang tinggi terhadap resolusi intensitas cahaya ke frekuensi. Penelitian ini juga dilengkapi dengan modul *Bluetooth* sebagai media komunikasi antara arduino ke aplikasi android untuk penyimpanan dan menampilkan jumlah perhitungan buah kopi. Selain itu, pada alat ini juga terdapat pengupas buah kopi agar mempercepat proses pasca pemanenan dari buah kopi. Oleh karena itu, penulis mendapatkan gagasan untuk membuat alat yang bisa membuat proses pemanenan kopi yang lebih simple dan efisien yaitu Rancang Bangun Alat Pemisah Buah Kopi Berdasarkan Tingkat Kematangan menggunakan Sensor TCS320 Berbasis Android. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari, mengamati dan mengetahui bagaimana proses pembuatan, perancangan, maupun kinerja dari alat pemisah buah kopi berdasarkan tingkat kematangan menggunakan sensor warna berbasis android serta pengupas buah kopi yang telah matang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian ekperimental, metode ini dapat menguji secara hipotesis yang menyangkut hubungan kausal melalui *Design Science Research Method* (DSRM) [15].

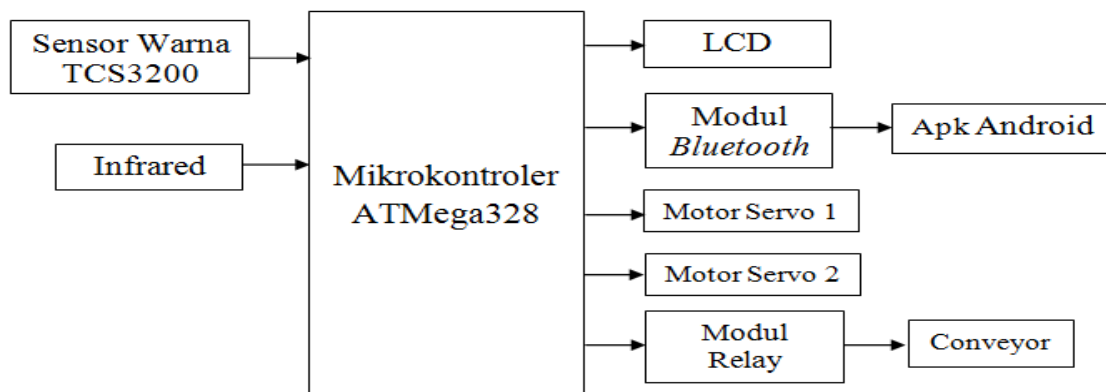


Gambar 1. Metode Penelitian

- Studi Literatur, adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian.
- Identifikasi Masalah, adalah upaya untuk menjelaskan masalah dan membuat penjelasan dapat diukur. Identifikasi ini dilakukan sebagai langkah awal penelitian.
- Perancangan Alat, adalah tahapan penelitian berupa kegiatan merancang perangkat keras dan perangkat lunak sebagai implementasi dari solusi yang ditemukan.
- Pengujian Alat dilakukan terhadap respon objek yang dihasilkan dari komponen input serta dilakukan analisis dari output yang dihasilkan.
- Penerapan Alat, tentunya harus dengan berdasarkan tingkat kelayakan dan kenyamanan dari alat yang telah dibuat sehingga nantinya dapat bekerja secara efektif.
- Evaluasi bertujuan untuk mengetahui ketercapaian tujuan dari program yang dilaksanakan, sehingga nantinya dapat dilakukan perbaikan dan pengembangan menjadi lebih baik lagi.

2.2 Rancangan Hardware

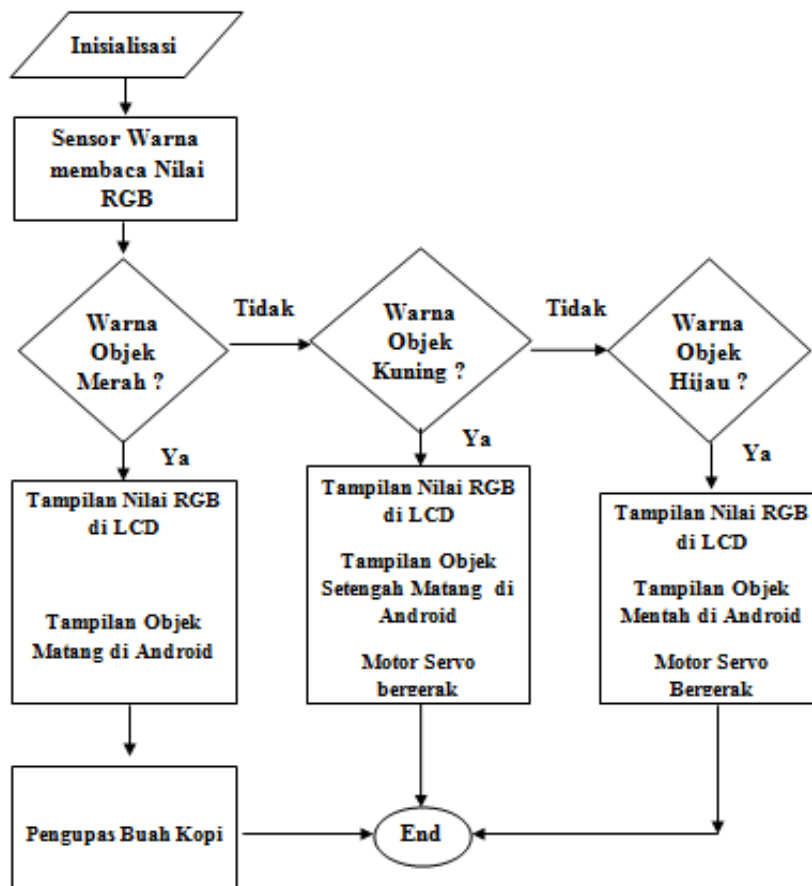
Pada perancangan alat kali ini akan dibuat sebuah alat pemisah buah kopi yang terhubung dengan alat pengupas buah kopi. Alat ini adalah sebuah inovasi terbaru agar dapat mengefisienkan waktu untuk para pemanen buah kopi untuk menjaga kualitas terbaik dari buah kopi. Alat ini dirancang dengan sedemikian rupa sehingga dapat layak dan nyaman digunakan bagi pemanen buah kopi. Adapun pembuatan blok diagram keseluruhan dari rancangan desain alat yang akan dibuat dapat dilihat pada diagram blok sehingga akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan atau dapat bekerja secara runtun.



Gambar 2. Blok Diagram

2.3 Rancangan Software

Perangkat lunak tentunya tidak lepas dari kebutuhan pembuatan aplikasi. Perangkat lunak ini menggunakan *software* yang mempunyai *Open-Source* yang banyak digunakan oleh semua kalangan baik mahasiswa maupun masyarakat industri. Perancangan perangkat lunak dilakukan untuk mengontrol sistem dan mengirimkan data ke server untuk ditampilkan di android. Perancangan perangkat lunak dibuat dengan *flowchart* berikut:



Gambar 3. Flowchart

2.4 Sensor TCS3200

Pada perancangan ini, sistem pendeteksi warna dimulai dari Sensor TCS3200 yang melakukan sensor terhadap buah kopi kemudian Sensor TCS3200 mengirim hasil sensor kepada arduino uno. Arduino uno akan memproses dan memberi hasilnya kepada LCD untuk ditampilkan warna yang di dapat setelah itu arduino akan memberikan notifikasi kepada aplikasi android melalui modul *bluetooth*.

2.5 Perancangan Aplikasi Android

Perancangan aplikasi bertujuan sebagai gambaran dari tampilan aplikasi. Adapun untuk membuat aplikasi tersebut dibutuhkan perangkat lunak yang mendukung. Perangkat lunak yang akan digunakan pada perancangan ini yaitu MIT App Inventor.

2.6 Pengujian Alat

Setelah disusun rancangan, maka akan dilakukan pengujian alat untuk pemisahan buah kopi. Pengujian dilakukan pada alat secara dua tahap. Pada tahap yang pertama pengujian dilakukan terhadap cara kerja komponen input seperti sensor warna TCS3200. Pengujian tahap kedua dilakukan terhadap respon objek yang dihasilkan dari komponen input serta dilakukan analisis dari output yang dihasilkan.

Ketika buah kopi yang masih belum terpisah antara yang matang, setengah matang dan mentah, dimasukkan kedalam alat, maka sensor warna TCS3200 akan mendeteksi buah kopi sesuai warnanya. Buah kopi yang berwarna merah, oranye dan hijau akan dipilah secara otomatis ke wadah yang telah disediakan yang dikendalikan oleh motor servo yang telah diprogram sebelumnya. Setelah data dari pemisah buah kopi sudah terbaca oleh sensor, maka arduino akan mengirimkan data tersebut ke android melalui koneksi *bluetooth*. Selanjutnya buah kopi berwarna merah atau buah kopi dalam kategori matang akan dilanjutkan ke tahap pengupasan. Pada tahapan pengupasan, buah kopi matang akan dikupas pada mesin pengupas yang dikendalikan oleh motor servo.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Rancangan perangkat keras pada pengujian alat pemisah buah kopi. Pengujian alat dilakukan pada alat secara dua tahap. Pada tahap yang pertama pengujian dilakukan terhadap cara kerja komponen input seperti sensor warna

TCS3200. Pengujian tahap kedua dilakukan terhadap respon objek yang dihasilkan dari komponen input serta dilakukan analisis dari output yang dihasilkan.

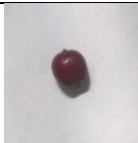

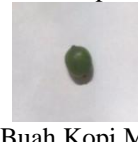
a. Pengujian pada Sensor TCS3200

Pada pengujian Sensor TCS3200 ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor TCS3200 ini bekerja dapat dengan baik. Pada pengujian ini digunakan kertas warna dan buah kopi untuk melihat perbandingan nilai frekuensi dari warna yang dikeluarkan.

Tabel 1. Pengujian Sensor TCS3200 pada Kertas Warna

Percobaan	Kertas Warna Merah	Kertas Warna Oranye	Kertas Warna Hijau
1	R = 6814 G = 8455 B = 2472 Rata-Rata = 5913	R = 6596 G = 7624 B = 2318 Rata-Rata = 5512	R = 8960 G = 8552 B = 2738 Rata-Rata = 6750
2	R = 6807 G = 8520 B = 2472 Rata-Rata = 5933	R = 6395 G = 7492 B = 2221 Rata-Rata = 5369	R = 9024 G = 8622 B = 2738 Rata-Rata = 6784
3	R = 6765 G = 8513 B = 2476 Rata-Rata = 5918	R = 6389 G = 7408 B = 2272 Rata-Rata = 6356	R = 8954 G = 8544 B = 2733 Rata-Rata = 6773

Tabel 2. Pengujian Sensor TCS3200 pada Buah Kopi


Warna Buah	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
 Buah Kopi Matang	R = 6542 G = 7824 B = 2111 Rata-Rata = 5492	R = 6487 G = 7793 B = 2098 Rata-Rata = 5459	R = 6479 G = 7811 B = 2103 Rata-Rata = 5464
 Buah Kopi Setengah Matang	R = 6293 G = 7325 B = 2016 Rata-Rata = 5211	R = 6143 G = 7365 B = 2009 Rata-Rata = 5172	R = 6200 G = 7232 B = 1997 Rata-Rata = 5143
 Buah Kopi Mentah	R = 6411 G = 8078 B = 2251 Rata-Rata = 5580	R = 6378 G = 7987 B = 2245 Rata-Rata = 5536	R = 6409 G = 7992 B = 2222 Rata-Rata = 5441

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan pada Tabel 1 dan Tabel 2, *output* yang dihasilkan oleh sensor warna TCS3200 menghasilkan nilai perbandingan frekuensi RGB yang tidak jauh berbeda pada objek yang dideteksi oleh sensor. Setelah dilakukan percobaan didapatkan kesimpulan bahwa intensitas cahaya dapat mempengaruhi hasil percobaan semakin terang intensitas cahayanya maka pengujian alat akan semakin akurat. Begitupun sebaliknya semakin rendah intensitas cahayanya maka semakin berkurang pula tingkat akurasi dari sensor tersebut.

b. Pengujian pada LCD

Pada pengujian LCD ini menghasilkan keluaran warna dari buah kopi yang di deteksi pada sensor TCS3200 sehingga nilai warna muncul pada layar LCD.

Tabel 3. Pengujian pada LCD

Pengujian Buah Kopi	Gambar LCD
1. Pengujian LCD untuk buah kopi matang	

2. Pengujian LCD untuk buah kopi setengah matang



3. Pengujian LCD untuk buah kopi mentah

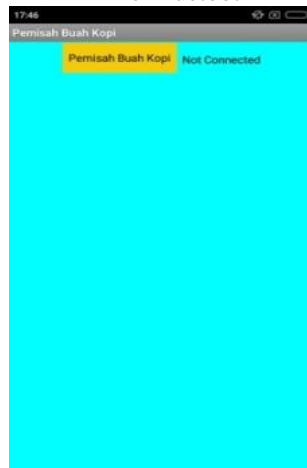


3.2 Perangkat Lunak (software)

Pada pengujian Android ini menghasilkan keluaran warna dari buah kopi yang di deteksi pada sensor TCS3200 sehingga warna tersebut muncul pada layar HP yang terhubung melalui modul *Bluetooth*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengujian pada Android, hasil akan muncul jika android terhubung dengan modul *Bluetooth*, akan tetapi jika HP terlalu jauh dari alat makan koneksi ke android lama kelamaan akan terputus.

Tabel 4. Pengujian pada Perangkat Lunak Android

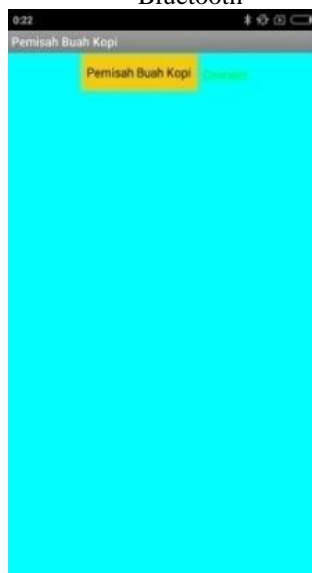
(a) Tampilan Awal Aplikasi Sebelum Terhubung ke Bluetooth



(d) Tampilan Aplikasi untuk menunjukkan Warna Buah Setengah Matang



(b) Tampilan Aplikasi Setelah Terhubung ke Bluetooth



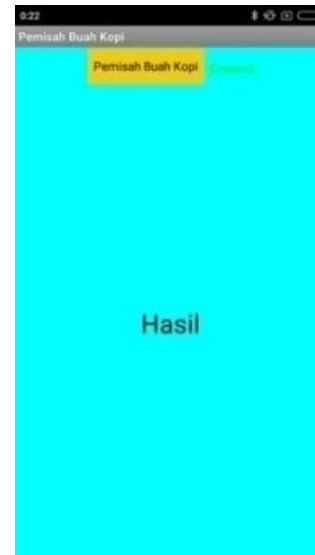
(e) Tampilan Aplikasi untuk menunjukkan Warna Buah Mentah



(c) Tampilan Aplikasi untuk menunjukkan Warna Buah Matang



(f) Tampilan Aplikasi untuk menunjukkan Hasil



3.3 Pengujian pada Pengupas Buah Kopi

Pengujian dan analisa pada pengupas buah kopi ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja dengan baik atau tidak.



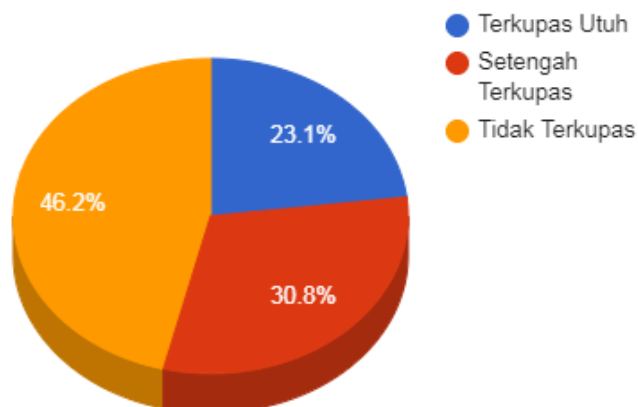
Gambar 10. Buah Mentah



Gambar 11. Buah 1/2 Matang



Gambar 12. Buah Matang



Gambar 13. Persentase hasil dari pengupas buah kopi

Pada pengujian pengupas buah kopi ini dilakukan sebanyak 13 buah kopi kategori matang dimasukkan ke alat pengupas buah kopi. Alat ini menghasilkan 3 output, yaitu Gambar 10 dengan hasil buah kopi terkupas utuh sebanyak 3 buah kopi, Gambar 11 dengan hasil buah kopi setengah terkupas sebanyak 4 buah dan Gambar 12 dengan hasil buah kopi masih utuh atau tidak terkupas sama sekali sebanyak 6 buah. Pada gambar 13, persentase menunjukkan 23,1% untuk buah terkupas utuh, 30,8% untuk buah setengah terkupas, dan 46,2% untuk buah yang tidak terkupas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengujian dari pengupas buah kopi ini berhasil dilakukan pengujian berulang untuk mendapatkan hasil maksimal agar buah kopi terkupas secara utuh.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, sensor TCS3200 digunakan untuk memilah buah kopi berdasarkan warna yaitu merah untuk kategori matang, oranye untuk kategori setengah matang dan hijau untuk kategori mentah. Terdapat 3 parameter dalam pemilahan buah kopi berdasarkan 3 jenis warna ini yaitu Red, Green, dan Blue. Setelah buah kopi dimasukkan ke alat otomatis sensor mengelompokkan buah kopi tersebut berdasarkan warnanya. Setelah dilakukan percobaan didapatkan kesimpulan bahwa intensitas cahaya dapat mempengaruhi hasil percobaan semakin terang intensitas cahayanya maka pengujian alat akan semakin akurat. Begitupun sebaliknya semakin rendah intensitas cahayanya maka semakin berkurang pula tingkat akurasi dari sensor tersebut. Pada saat arduino uno memproses dan memberi hasilnya kepada LCD untuk ditampilkan warna yang di dapat setelah itu arduino memberikan notifikasi kepada aplikasi android melalui modul *bluetooth*, android harus berada didekat alat karena terhubung dengan modul bluetooth, apabila android berada jauh dari alat maka arduino tidak bisa memberikan notifikasi ke android. Dengan memanfaatkan perancangan alat pendeteksi buah kopi berdasarkan tingkat kematangan ini dapat meringankan peran para pemilah buah kopi dalam penyortiran buah kopi.

REFERENCES

- [1] "Analisis Pengaruh Kualitas Pelayanan, Kualitas Produk, Harga terhadap Keputusan Pembelian di Coffeeshop Hakui Tulungagung", [Online]. Available: <https://eprints.umm.ac.id/82175/50/BAB I.pdf>
- [2] "KOPI oleh Pudji Rahardjo", [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=DMJNCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Tanaman+kopi+merupakan+anaman+yang+termasuk+dalam+famili+Rubiaceae.+Di+Dunia+perdagangan,+kopi+dikenal+dengan+beberapa+jenis,+antara+lainnya+ialah+Coffea+Arabica,+Coffea+Canephora,+Coffea+Liberica+dan+Coffea+Excelsa.+Negara+asal+tanaman+kopi+adalah+Ethiopia&ots=FAC_7mcAm-&sig=H5ioxNkuzhYxyy4_o1TrJw90t60&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- [3] "INTEGRASI SIG DAN SPKL UNTUK EVALUASI KESESUAIAN LAHAN TANAMAN KOPI ROBUSTA DAN ARAHAN PENGEMBANGAN PERTANIAN DI KABUPATEN LAHAT, SUMATERA SELATAN", [Online]. Available: <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=515099&val=6937&title=INTEGRASI SIG DAN SPKL UNTUK EVALUASI KESESUAIAN LAHAN TANAMAN KOPI ROBUSTA DAN ARAHAN PENGEMBANGAN PERTANIAN DI KABUPATEN LAHAT SUMATERA SELATAN>
- [4] "DAMPAK CORONAVIRUS DISEASES (COVID 19) TERHADAP PERILAKU KONSUMEN PENGGEMAR KOPI GIRAS di JAWA TIMUR".
- [5] "Aplikasi Klasifikasi Tingkat Kematangan Berdasarkan Hasil Roasting Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means", [Online]. Available: <http://etheses.uin-malang.ac.id/12536/1/11650103.pdf>
- [6] "Teknologi Pengolahan Kopi Terkini".
- [7] "Faktor yang Mempengaruhi Mutu dan Citarasa Kopi", [Online]. Available: <https://dinpertenanpangan.demakkab.go.id/?p=2845>
- [8] "KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH KOPI BERDASARKAN DETEKSI WARNA MENGGUNAKAN METODE KNN DAN PCA", [Online]. Available: <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/thetaomega/article/viewFile/3913/1895>
- [9] "Cara memanen buah kopi", [Online]. Available: <https://alamtani.com/buah-kopi/>



- [10] “PROTOTYPING ALAT PENDETEKSI KEMATANGAN BUAH KOPI BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR APDS GY-9960.”, [Online]. Available: <https://journal.uniga.ac.id/index.php/JPPB/article/view/966/815>
- [11] “RANCANG BANGUN PENGEMBANGAN MESIN PEMILAH BUAH KOPI SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO”, [Online]. Available: <http://ejournal.poltektedc.ac.id/index.php/tedc/article/view/555>
- [12] “Perancangan Sistem Sortir Buah Kopi Berdasarkan Warna Dengan Teknik Citra Digital Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p”, [Online]. Available: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/kitektro/article/view/11401>
- [13] 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.
- [14] K. Menggunakan and S. Tcs, “Sistem Koneksi X – Bee Sebagai Kendali Jarak Untuk Pengelompokan Buah Kopi”.
- [15] “Rancang Bangun Model Simulasi Sistem Pendeteksi Dan Pembuangan Asap Rokok Otomatis Berbasis Arduino”, [Online]. Available: <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/jtk/article/view/8683/pdf>