

**DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN CABAI RAWIT (*CAPSICUM
FRUTESCENS*) MENGGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200
BERBASIS ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Oleh:
UMI HANIK
NIM. 15640032



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN CABAI RAWIT (*CAPSICUM
FRUTESCENS*) MENGGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200
BERBASIS ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**Umi Hanik
NIM. 15640032**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN CABAI RAWIT (*CAPSICUM FRUTESCENS*) MENGGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200 BERBASIS ARDUINO UNO

SKRIPSI

Oleh:
Umi Hanik
NIM. 15640032

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji,
Pada Tanggal, 21 Juni 2022

Pembimbing I



Farid Samsu Hananto, M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

Pembimbing II



Dr. Umairatus Syarifah, M.A
NIP. 19820925200901 2 005

Mengetahui
Ketua Program Studi,



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

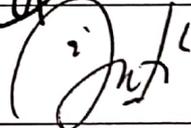
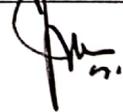
HALAMAN PENGESAHAN

DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN CABAI RAWIT (*CAPSICUM FRUTESCENS*) MENGGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200 BERBASIS ARDUINO UNO

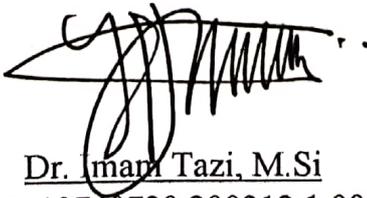
SKRIPSI

Oleh:
Umi Hanik
NIM. 15640032

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S.Si)
Pada Tanggal, 21 Juni 2022

Penguji I	:	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> <u>NIP. 19740730 200312 1 002</u>	
Penguji II	:	<u>Muthmainnah, M.Si</u> <u>NIP. 19860325 201903 2 009</u>	
Pembimbing I	:	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> <u>NIP. 19740513 200312 1 001</u>	
Pembimbing II	:	<u>Dr. Umaiatus Syarifah, M.A</u> <u>NIP. 19820925200901 2 005</u>	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi,



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : UMI HANIK

NIM : 15640032

Program Studi : FISIKA

Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI

Judul Penelitian : Deteksi Tingkat Kematangan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Menggunakan Sensor Warna TCS3200 Berbasis Arduino Uno

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 21 Juni 2022
Yang Membuat Pernyataan



Umi Hanik
NIM. 15640032

MOTTO

“Terkadang orang dengan masa lalu paling kelam akan menciptakan masa depan paling cerah.” – Umar bin Khattab

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur, Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- *Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini. Puji syukur yang tak terhingga yang telah meridhoi dan mengabulkan segala do'a karena hanya atas Karunia-Nyalah skripsi ini dapat selesai.*
- *Kedua orang tua saya, Bapak M. Asaly dan Ibu Siti Anisah tercinta yang senantiasa mendoakan, menasihati dan mendukung saya dalam menyelesaikan skripsi ini.*
- *Teman – teman angkatan 2015 Program Studi Fisika yang selalu berkesan dihati selama kebersamaan di dalam dan di luar bangku kuliah.*
- *Semua orang yang menanyakan kapan saya wisuda.*
- *Almamaterku, Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. karena atas berkat, rahmat, serta hidayah-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Deteksi Tingkat Kematangan Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens*) Menggunakan Sensor Warna TCS3200 Berbasis Arduino Uno”. Sholawat dan salam semoga senantiasa selalu menuntun dan mengiringi langkah dan aktivitas kita dalam melangkah menggapai ridhlo-NYA. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan beribu-ribu terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, mendampingi, dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H.M. Zainuddin, MA. selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang memberikan arahan untuk penulis sehingga mampu menyelesaikan proposal ini dengan baik.
4. Farid Samsu Hananto, M.T selaku dosen Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan skripsi.
5. Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si selaku Dosen Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus dosen pembimbing yang telah membantu dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan proposal skripsi.
6. Segenap dosen, laboran dan admin Program Studi Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.

7. Keluarga fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu dan senantiasa memberi semangat.
8. Ayah, Ibu dan keluarga yang selalu memberi semangat, motivasi, dan dukungan dalam penulisan proposal skripsi.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis berharap skripsi ini dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Malang, 21 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
المخلص	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Cabai Rawit.....	6
2.2 Sortasi dan Penggolongan Mutu	8
2.3 Jenis-Jenis Sortasi	10
2.3.1 Sortasi Berdasarkan Ukuran	10
2.3.2 Sortasi Berdasarkan Tingkat Kematangan	10
2.4 Sensor Warna TCS3200	11
2.5 Arduino UNO.....	15
2.6 Colorimetry	18
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Jenis Penelitian.....	22
3.3 Studi Literatur	22
3.4 Alat dan Bahan	23
3.4.1 Alat Penelitian	23
3.4.2 Bahan Penelitian	23
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.4.1 Perancangan Sistem Pengambilan Data	25
3.4.2 Blok Rangkaian Sistem.....	26
3.5 Kalibrasi	27
3.6 Metode Pengambilan Data	27

3.7 Pengolahan Data	28
3.8 Analisis Data	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	30
4.1.1 Hasil Kalibrasi Alat	30
4.1.2 Hasil Pengukuran Sensor Warna TCS3200.....	31
4.1.3 Hasil Pengukuran Colorimetry	33
4.1.4 Perancangan Protipe	36
4.2 Pembahasan	38

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sensor Warna TCS3200	12
Gambar 2.2	Blok Diagram Sensor Warna TCS3200	12
Gambar 2.3	Campuran warna merah, hijau dan biru menghasilkan warna putih	14
Gambar 2.4	Board Arduino UNO	16
Gambar 2.5	Diagram Warna CIELAB	19
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2	Perancangan Sistem Pengambilan data	25
Gambar 3.3	Blok Rangkaian Sistem	26
Gambar 4.1	Skema Rangkaian Rancang Bangun Alat Deteksi Tingkat Kematangan Cabai Rawit	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan Capsaicin Cabai	6
Tabel 2.2	Sebaran Nilai RGB Pada Variasi Tingkat Kematangan Cabai Rawit..	8
Tabel 2.3	Mode Pemilihan Photodiode Pembaca Warna.....	14
Tabel 2.4	Hasil Pengukuran Rangkaian Sensor Warna.....	15
Tabel 3.1	Format Rencana Pengambilan Data Nilai RGB Cabai Rawit	27
Tabel 4.1	Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Mentah Terhadap Penentuan Nilai Perbedaan Warna.....	31
Tabel 4.2	Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Setengah Matang Terhadap Penentuan Nilai Perbedaan Warna.....	32
Tabel 4.3	Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Matang Terhadap Penentuan Nilai Perbedaan Warna.....	33
Tabel 4.4	Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Mentah Menggunakan Colorimetry	34
Tabel 4.5	Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Setengah Matang Menggunakan Colorimetry	35
Tabel 4.6	Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Setengah Matang Menggunakan Colorimetry	36

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kalibrasi Kertas Berwarna Merah
- Lampiran 2 Kalibrasi Kertas Berwarna Hijau
- Lampiran 3 Kalibrasi Kertas Berwarna Biru
- Lampiran 4 Perhitungan Persentase Eror Cabai Rawit

ABSTRAK

Hanik, Umi. 2022. Deteksi Tingkat Kematangan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Menggunakan Sensor Warna TCS3200 Berbasis Arduino Uno. Skripsi. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Farid Samsu Hananto, M.Si (II) Umaiyyatus Syarifah, M.A

Kata Kunci: Cabai Rawit, Arduino Uno, Sensor Warna TCS3200

Cabai merupakan salah satu bahan masakan yang disukai masyarakat Indonesia. Salah satu cabai yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan masakan yaitu cabai rawit. Tingkat kematangan cabai rawit dibagi menjadi 3, yaitu: hijau, kuning- kemerahan dan merah. Pada saat ini masih banyak petani yang menggunakan tenaga pekerja dalam mengidentifikasi kematangan cabai untuk proses penyortiran. Penyortiran dilakukan secara visual yakni berdasarkan warna. Cara ini membutuhkan tenaga lebih banyak padahal persepsi manusia bisa berbeda-beda sehingga menimbulkan ketidakkonsistenan hasil yang diperoleh dan memiliki keterbatasan dalam waktu pengerjaan. Oleh karenanya, penelitian ini dilakukan untuk membantu meringankan pekerjaan manusia dalam proses klasifikasi kematangan cabai rawit. Pengujian dilakukan terhadap 60 data cabai rawit, yaitu 20 cabai rawit mentah, 20 cabai rawit setengah matang dan 20 cabai rawit matang. Dalam penelitian ini menggunakan sensor warna TCS3200 untuk proses sortasi menentukan warna cabai rawit. Setelah melakukan pengujian pengambilan data tersebut maka didapatkan nilai RGB dari masing- masing sampel.

ABSTRACT

Hanik, Umi. 2022. Detection of Maturity Level of Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens*) Using Arduino Uno-Based TCS3200 Color Sensor. Thesis. Physics Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor: (I) Farid Samsu Hananto, M.Si (II) Umaiatus Syarifah, M.A

Keywords: Chili Rawit, Arduino Uno, TCS3200 Color Sensor

Chili is one of the most popular ingredients in Indonesian cuisine. One of the chilies that is widely used as a cooking ingredient is cayenne pepper. The maturity level of cayenne pepper is divided into 3, namely: green, yellow-reddish and red. At this time there are still many farmers who use workers in identifying chili maturity for the sorting process. Sorting is done visually that is based on color. This method requires more energy even though human perceptions can vary, causing inconsistency in the results obtained and having limitations in processing time. Therefore, this research was conducted to help ease the work of humans in the process of classifying the maturity of cayenne pepper. The test was carried out on 60 cayenne pepper data, namely 20 raw cayenne pepper, 20 half-cooked cayenne pepper and 20 ripe cayenne pepper. In this study, the TCS3200 color sensor was used for the sorting process to determine the color of cayenne pepper. After testing the data collection, the RGB value of each sample is obtained.

هانيك ، أومي. 2022. الكشف عن مستوى نضج فلفل حريف (الفليفلة frutescens) باستخدام مستشعر ألوان TCS3200 من Arduino Uno-Based. فرضية. برنامج دراسة الفيزياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، مولانا مالك إبراهيم الدولة الإسلامية جامعة مالانج. مشرف: (الأول) فريد سامسو هانانتو ماجستير تكنيك، (ثانياً) أمية الشريفة ماجستير في الدين

الكلمات الرئيسية: المجال الكهربائي ، السكون ، الإنبات ، المغناطيس الكهربائي

تزايد الحاجة إلى الذرة في إندونيسيا بسرعة تماشياً مع الحاجة المتزايدة للأغذية والأعلاف الحيوانية والمواد الخام الصناعية. البذور هي أصغر مكون في النظام الاقتصادي الزراعي بأكمله ، ولكنها تلعب دوراً مهماً لأنها تحدد محصول / إنتاج النباتات. ستكون بذور النبات قادرة على النمو إذا تم استيفاء الشروط التي تحتاجها البذور لتنمو. ومع ذلك ، هناك بذور نباتية مناسبة ، على الرغم من الظروف البيئية (الماء والهواء والضوء والحرارة) ، لكنها لا تزال لا تنمو. يسمى هذا الحدث بفترة سكون البذور. يمكن أن يتفاعل المجال الكهربائي مع غشاء الخلية. يؤدي تفاعل المجال الكهربائي مع غشاء الخلية إلى زيادة نفاذية الغشاء. يهدف توفير مجال كهربائي نبضي على بذور الذرة إلى مراقبة معدل نمو الذرة مع مؤشرات القياس بما في ذلك فترة السكون وارتفاع النبات وعمر الإزهار. أظهرت المعالجة بالتعرض للمجالات الكهربائية بترددات 20 و 40 و 60 و 80 و 100 هرتز نتائج جيدة. كان متوسط النتائج المتحصل عليها من قياسات السكون وارتفاع النبات وعمر الإزهار خطية ومرتبطة بالمعاملة المستخدمة. ومع ذلك ، أظهرت نتائج قياس النسبة المنوية للبراعم الطبيعية عدم وجود علاقة مع العلاج المعطى كما هو موضح في الجدول والرسم البياني أعلاه. بناءً على الرسوم البيانية 4.1 إلى 4.8 ، زاد تعرض المجال الكهربائي لعملية نمو نباتات الذرة في المجموعة التجريبية. بالإضافة إلى النسبة المنوية لمعلمات الإنبات ، حصلت المجموعة التجريبية بتردد 20 هرتز إلى 100 هرتز على متوسط نتيجة أعلى من المجموعة الضابطة

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merupakan salah satu komoditi tanaman pangan yang berperan cukup besar dalam memenuhi kebutuhan rumah tangga dan industri pangan. Cabai merupakan salah satu bahan masakan yang disukai masyarakat Indonesia. Salah satu cabai yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan masakan yaitu cabai rawit.

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu spesies genus *Capsicum* yang banyak dibudidayakan di Indonesia (Kartikasari, et al.,2016). Tanaman cabai dapat tumbuh di wilayah Indonesia dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Cabai memiliki peluang pemasaran yang besar dan luas dengan rata-rata konsumsi cabai 5 kg/ kapita/ tahun (2013) dan 90 persen cabai dikonsumsi dalam bentuk segar (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020).

Pergantian musim berpengaruh akan harga cabai rawit di pasar. Pada musim kemarau produktifitas cabai rawit akan menurun namun kebutuhan pasar meningkat sehingga terjadi lonjakan harga di pasar cukup tinggi. Hal ini berakibat beberapa petani cabai berlomba-lomba memanen cabai rawit tanpa memikirkan tingkat kematangan untuk memenuhi kebutuhan pasar (Fitri, dkk, 2020).

Sebelum melakukan distribusi cabai, maka diperlukan pemilihan cabai yang baik dan berkualitas untuk meningkatkan produksi yang bermutu dan berdaya saing. Salah satu cara meningkatkan nilai ekonomis cabai yaitu dengan melakukan sortasi tingkat kematangan cabai sebelum dilakukan pengiriman ke pasar. Seperti yang tersurat dalam QS. Al-An'am ayat 99 yang berbunyi:

أَنْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman” (QS. Al-An’am: 99).

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa tumbuhan itu begitu penting bagi kecukupan pangan manusia, sehingga ada perintah khusus untuk memperhatikan buah tersebut ketika pohon sedang berbuah dan ketika buah itu telah masak (Q.S. Al An’am: 99). Jika kita melaksanakan perintah ini, insyaallah kita bisa memaksimalkan manfaat dari setiap jenis buah, sehingga mendapatkan buah yang baik, berkualitas dan bermutu serta meminimalkan buah yang terbuang karena busuk atau karena dimakan kalong (codot) dan sejenisnya.

Sekarang ini, mayoritas yang terjadi di pasaran, cabai dijual kurang selektif. Maksudnya cabai yang mentah tercampur dengan cabai yang sudah matang bahkan yang hampir busuk. Proses penentuan kematangan ini biasanya dilakukan secara manual oleh petani dengan memperhatikan warna, ukuran, bentuk dan tekstur cabai rawit. Hal ini terkadang menimbulkan ketidak konsistenan hasil yang diperoleh karena manusia memiliki keterbatasan dalam waktu pengerjaan dan berpikir serta seringkali merasa jenuh atau lalai ketika melakukan kegiatan penyortiran dalam waktu yang lama. Sehingga untuk meminimalisir hal tersebut, proses sortasi secara mekanis dengan teknologi sangat membantu dalam pekerjaan skala besar agar lebih efektif dan efisien.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kematangan cabai rawit dengan membuat perancangan alat panforte kematangan cabai rawit tersebut. Sensor warna TCS3200 digunakan untuk mendeteksi kematangan cabai rawit, Arduino UNO digunakan sebagai pengolah data dan Mikrokontroler ATmega sebagai pusat pengatur sistem kendali.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dikaji mengenai deteksi tingkat kematangan buah dengan menggunakan alat pendeteksi tertentu. Salah satunya yakni penelitian yang dilakukan oleh Indra dan Murinto pada tahun 2015 tentang Aplikasi Pengolahan Citra Mendeteksi Kualitas Cabai Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Transformasi Warna YCbCr. Data dalam penelitian ini menggunakan citra cabai yang diambil dengan kamera (cropping) yang kemudian akan diekstrak ciri warnanya, dan dikalkulasi tingkat kadar warna dari R (red), G (green), dan B (blue) yang diubah ke YcbCr. Aplikasi diuji dengan memasukkan citra cabai dari warna yang berbeda dalam format .JPG.

Penelitian sebelumnya pada tahun 2019, Rendy, dkk., telah melakukan penelitian tentang Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS. Penelitian ini dilakukan secara computing (berbasis teknologi) dengan menerapkan pengolahan citra menggunakan metode transformasi ruang warna HIS (Hue, Saturation, Intensity). Model warna HIS (Hue, Saturation, Intensity) memisahkan komponen intensitas dari informasi warna yang dibawa (hue dan saturation) dalam warna citra.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Putra pada tahun 2019 yaitu Pengaplikasian Sensor Warna pada Penentuan Kematangan Buah Tomat (*Solanum Lycopersicum, L*) pada Alat Sortasi Tipe Gravitasi. Penelitian alat sortasi buah

tomat ini didesain dengan sistem elevasi (kemiringan) pada pintu output (keluaran) yang terdapat di hopper (bak penampung) dan dengan bantuan teknologi yaitu sensor warna untuk menentukan kematangan buah, hasil sortasi yang mengandalkan sistem gravitasi untuk perpindahan buah tomat dengan motor servo sebagai tenaga penggerak pintu output hasil sortasi, dengan suatu sistem desain pengumpan buah otomatis.

Teknologi merupakan salah satu inovasi terbaru yang dapat membantu dalam pemilihan buah dan alat penyortiran buah yang sebelumnya hanya menentukan berdasarkan ukuran saja. Maka peneliti ingin mengembangkan alat tersebut untuk menentukan kematangan buah dengan bantuan teknologi, sehingga menambah efektif dan efisien dalam pemilihan buah tersebut. Oleh karenanya, peneliti mengangkat judul “Deteksi Tingkat Kematangan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Menggunakan Sensor Warna TCS3200 Berbasis Arduino Uno”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil pengklasifikasian cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) menggunakan sensor warna TCS3200 berbasis Arduino UNO?
2. Bagaimana karakteristik sensor warna TCS3200 untuk pengklasifikasian cabai rawit?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengklasifikasikan cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) menggunakan sensor warna TCS230 berbasis Arduino Uno.
2. Mengetahui karakteristik sensor TCS3200 untuk pengklasifikasian cabai rawit.

2.1 Manfaat Penelitian

Setelah mengetahui alat pendeteksi kematangan cabai rawit ini, diharapkan agar penanganan pasca panen cabai rawit dapat meningkatkan kualitas penyortiran cabai rawit yang mentah, matang dan busuk. Sehingga didapatkan pemilihan cabai rawit yang baik dan berkualitas untuk meningkatkan produksi yang bermutu dan berdaya saing.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah penelitian ini hanya dilakukan pada cabai rawit. Untuk penyortiran cabai rawit berdasarkan tingkat kematangan saja.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cabai Rawit

Tanaman cabai berasal dari daerah tropik dan subtropik Benua Amerika, khususnya Colombia, Amerika Selatan, dan terus menyebar ke Amerika Latin. Penyebaran cabai ke seluruh dunia termasuk negara-negara di Asia, seperti Indonesia dilakukan oleh pedagang Spanyol dan Portugis. Diperkirakan terdapat 20 spesies cabai yang sebagian besar hidup dan berkembang di Benua Amerika, tetapi masyarakat Indonesia umumnya hanya mengenal beberapa jenis saja, yakni cabai besar, cabai keriting, cabai rawit, dan paprika (Harpenas dan Dermawan, 2010). Tiap jenis cabai mempunyai tingkat kepedasan yang berbeda. Hal ini ditunjukkan dengan kandungan capsaicin buah cabai tiap jenis juga berbeda (Tabel 2.1) (Sukrasno dkk., 1997).

Tabel 2.1 Kandungan Capsaicin Cabai (Sumber: Sukrasno dkk., 1997)

Nama Lokal	Nama Ilmiah	Kandungan Capsaicin (mg/g berat kering)
Cabai Rawit Putih	<i>Capsicum frutescens</i>	13,5
Cabai Rawit Ceplik	<i>Capsicum frutescens</i>	3,5
Cabai Rawit Ceplik Hijau	<i>Capsicum frutescens</i>	1
Cabai Besar	<i>Capsicum annum</i>	0,7
Cabai Keriting	<i>Capsicum annum</i>	2,9
Cabai Merah Keriting	<i>Capsicum annum</i>	4,6
Cabai Merah	<i>Capsicum annum</i>	0,2
Cabai Hijau	<i>Capsicum annum</i>	0,3
Paprika	<i>Capsicum annum</i>	0

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura dari famili Solanaceae yang tidak saja memiliki nilai ekonomi tinggi, tetapi juga karena buahnya yang memiliki kombinasi warna, rasa, dan nilai nutrisi yang lengkap (Kouassi et al, 2012). Cabai rawit termasuk tanaman semusim atau tanaman berumur pendek yang tingginya dapat mencapai 1,5 m. Karakteristik yang menonjol pada cabai rawit yaitu zat capsaicin yang membuat rasa pedas (0,1 – 1%), tekstur dan warna dari cabai rawit (Cahyono, 2003).

Cabai rawit setelah panen masih melakukan aktifitas hidup seperti respirasi. Respirasi dapat diuraikan sebagai pemecahan oksidatif dari bahan – bahan yang kompleks yang biasanya terdapat di dalam sel seperti zat pati, asam – asam organik, dan lain-lain menjadi molekul – molekul yang lebih sederhana seperti CO₂ dan H₂O (Apandi, 1984).

Menurut Cahyono (2003), kedudukan tanaman cabai rawit sebagai berikut:

1. Divisi : Spermathophyta (tumbuhan berbiji)
2. Subdivisi : Angiospermae (biji berada di dalam buah)
3. Kelas : Dicotyledoneae (biji berkeping dua)
4. Bangsa : Corolliforea
5. Suku : Solanaceae
6. Marga :Capsicum
7. Jenis :Capsicum frutescens

Klasifikasi merupakan metode yang digunakan untuk mengelompokkan data dengan bantuan pembanding atau data training (Yahyaoui, dkk, 2015). Pada umumnya identifikasi kematangan cabai rawit dilakukan secara manual berdasarkan warna visual. Cabai rawit mentah (berwarna hijau) yang dipanen 45

HST (Hari Setelah Tanam), cabai rawit setengah matang (berwarna hijau kemerah–merahan) yang dipanen 55 HST dan cabai rawit matang (berwarna merah) yang dipanen 65 HST (Natalia, dkk, 2016).

Sebelum dilakukan pengambilan data, dilakukan proses identifikasi warna merah, hijau dan biru (RGB) cabai rawit menggunakan perangkat lunak citra digital. Cabai rawit yang dikategorikan matang adalah cabai rawit dengan nilai R diatas 150 (0-255), nilai G dibawah 50 (0-255) dan nilai B dibawah 70 (0-255).

Tabel 2.2. Sebaran nilai RGB pada variasi tingkat kematangan cabai rawit

Buah	Nilai R	Nilai G	Nilai B
Cabai Rawit Merah	176,53	35,86	66,37
Cabai Rawit Kuning	193,31	127,07	24,59
Cabai Rawit Hijau	84,95	136,85	48,07

2.2 Sortasi dan Penggolongan Mutu

Sortasi dan penggolongan mutu sangatlah penting untuk penggolongan buah yang sesuai dengan ukuran dan tidak ada kerusakan pada buah tersebut. Penggolongan mutu atau grading adalah klasifikasi mutu komoditi kedalam kelompok menurut standar yang secara komersial dapat diterima. Menurut Wasonowati (2011) Proses penggolongan mutu dalam suatu proses pengemasan meliputi kegiatan utama berikut, yaitu:

- a. Menyortir buah, memisahkan buah yang berkualitas tinggi, sedang dan rendah.
- b. Melakukan klasifikasi dari hasil tersebut.

Menurut Satuhu (1996), tujuan dilakukannya penggolongan mutu adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan buah yang mempunyai keseragaman, baik dalam ukuran maupun kualitas.
2. Mempermudah penyusunan dalam kemasan.
3. Mendapatkan harga yang tinggi dipasaran.
4. Mempermudah dalam perhitungan.
5. Mempermudah pembeli untuk mendapatkan buah seperti yang diinginkan juga dalam upaya perlindungan konsumen.

Pada dasarnya penggolongan mutu bermaksud untuk memberikan informasi kepada pasar yang diberikan antara pembeli dan penjual, sehingga memudahkan pemasarannya. Hal tersebut memudahkan konsumen untuk membeli buah sesuai dengan kualitas yang disenangi dan kemampuan daya beli, sehingga berdampak positif karena ikut merangsang petani untuk meningkatkan buah yang dihasilkan. Mutu buah untuk pasar lokal, swalayan, dan untuk ekspor tidak sama karena mutu buah ekspor harus baik dan standar yang diinginkan umumnya ditentukan negara tujuan. Standar ini bisa berbeda antara satu negara dengan negara lain (Satuhu, 1996).

Umumnya sortasi dilakukan pada gudang atau bangsal buah tanpa meja khusus. Sortasi dilakukan langsung dengan memisahkan buah kedalam keranjang atau peti berdasarkan ukuran. Padahal sortasi akan lebih rapi dan efisien bila dilakukan pada meja khusus. Meja sortasi sebaiknya berupa meja bundar berlapis aluminium yang dapat berputar sehingga dapat memudahkan pelaksanaan sortasi. Meja sortasi dapat berputar dengan tangan atau kaki. Alat grading atau pengkelompokkan yang digunakan dapat berupa alat mekanis yang dirancang atau dengan melihat bentuk atau ukuran secara visual (Satuhu, 1996).

2.3 Jenis-Jenis Sortasi

2.3.1 Sortasi Berdasarkan Ukuran

Ukuran dapat digunakan sebagai parameter utama untuk mengetahui ukuran buah yang sesuai dengan standar mutu buah. Sebagian besar mutu dari buah-buahan dikategorikan dalam beberapa ukuran (volume, berat, garis tengah, dan panjang). Sortasi berdasarkan ukuran dilakukan untuk menentukan harga yang akan disesuaikan pada kelasnya masing-masing. Selain untuk menentukan harga, pengkelompokan berdasarkan ukuran juga digunakan untuk mendesain bentuk besar kemasan yang akan digunakan. Umumnya semakin besar ukuran buah semakin tinggi harganya. Meskipun demikian tidak semua buah yang besar memenuhi standar mutu dan disukai konsumen (Trisnawati dan Setiawan, 2002).

Menurut Cahyono (2008) menggolongkan mutu dan kualitas tomat berdasarkan ukuran dalam 3 golongan yaitu:

1. Mutu I, berat buah untuk mutu I lebih besar dari 150 gr, yang berwarna merah, mulus (mengkilap), sehat, tidak ada cacat retak, tidak ada luka akibat sinar matahari, bentuk buah bulat serta keras dan aroma baik.
2. Mutu II, berat buah untuk mutu II antara 100-150 gr, yang berwarna hijau kemerah-merahan (setengah matang), mulus (mengkilap), sehat tidak ada cacat retak dan luka akibat sinar matahari, bentuk buah bulat serta keras.
3. Mutu III, Berat buah untuk mutu III kurang lebih dari 100 gr.

2.3.2 Sortasi Berdasarkan Tingkat Kematangan

Kematangan buah ditentukan warna dan kekerasan. Buah yang matang warna kulitnya kemerahan dan tekstur buahnya lunak. Buah yang matang dipisahkan hanya untuk keperluan pasar lokal, buah yang akan dipasarkan ke tempat yang jauh

dipilih yang tua tetapi belum yang sebab buah yang matang sangat rentan terhadap kerusakan yang kecil sekalipun (Cahyono, 2008).

Grading bisa dikerjakan bersamaan dengan penyortiran atau dilakukan secara terpisah. Buah tomat yang dikumpulkan dari pemetikan kemudian dipisahkan menjadi 3 grade sesuai tingkat mutu diatas. Pemilihan buah tomat di Indonesia masih secara manual, yaitu dengan cara memilih satu-persatu. Padahal dinegara maju sudah menggunakan mesin penyortir. Pekerjaan secara manual biasanya memerlukan orang tahu betul masalah mutu buah tomat. Cara penyortiran secara manual, pertamanya kelopak bunga yang masih menempel pada buah yang dihilangkan. Kemudian buah dipisahkan berdasarkan ukuran yang sama. Biasanya untuk salah satu sortasi ukuran erat kaitannya dengan pemasaran. Ukuran biasanya cukup bervariasi pada umumnya. Setelah proses grading dan sortasi tahap selanjutnya ialah pembersihan, penyimpanan (pendinginan), pengemasan dan siap untuk dipasarkan (Wiryanta, 2002).

2.4 Sensor Warna TCS3200

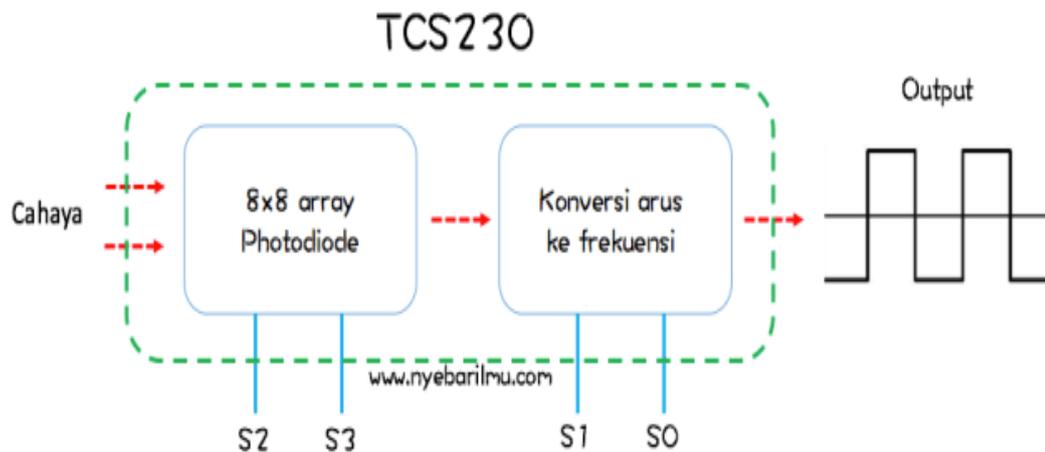
Sensor warna TCS3200 merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi objek benda atau warna yang dimonitor. Sensor warna TCS3200 juga digunakan sebagai sensor gerak, yakni sensor yang mendeteksi gerakan suatu object berdasarkan perubahan warna yang diterima sensor (Ratnawati dan Vivianti, 2018).

Sensor warna TCS3200 merupakan sensor cahaya yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi dan dilengkapi dengan filter cahaya untuk warna dasar (primer) RGB (red-green-blue) sehingga sensor tersebut mengkonversi warna cahaya ke frekuensi dengan output berbentuk sinyal kotak yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi array 8x8

dari photodiode (warna). Keluaran dari sensor ini berupa gelombang persegi dengan modulasi (duty cycle 50%) frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang terbaca oleh sensor. Modul ini merupakan modul sensor warna yang berbasis sensor TAOS TCS3200. Modul ini dilengkapi EPROM, sehingga dapat menyimpan 25 buah data (Prihono, 2009).



Gambar 2.1 Sensor Warna TCS3200



Gambar 2.2 Blok Diagram Sensor Warna TCS3200

Pada dasarnya sensor warna TCS3200 merupakan sensor cahaya yang dilengkapi dengan filter cahaya untuk warna dasar RGB (Red-Green-Blue). Photodiode dalam sensor warna TCS3200 disusun secara array 8x8 dengan

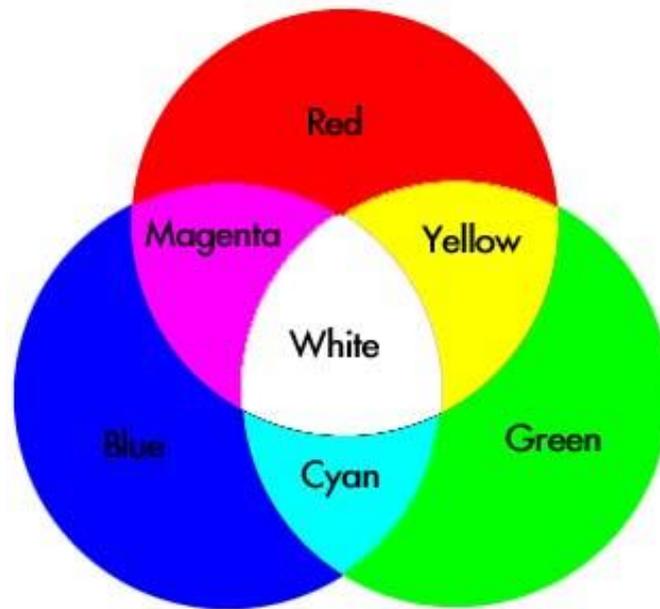
konfigurasi internal sensor photodiode adalah 16 photodiode untuk sensor cahaya dengan filter cahaya merah, 16 photodiode untuk sensor cahaya dengan filter cahaya hijau, 16 photodiode untuk sensor cahaya dengan filter cahaya biru, dan 16 photodiode untuk sensor cahaya tanpa filter warna (Priyadi, 2012).

Pada pengolahan warna gambar, ada bermacam-macam model salah satunya yaitu RGB. Model pengolahan ini merupakan pengolahan warna dengan menghitung presentase warna RGB dalam sebuah citra. Dengan menggunakan model ini, sebuah objek dengan warna tertentu dapat dideteksi dan terbebas dari pengaruh perubahan intensitas cahaya dari luar sehingga cahaya sangat berpengaruh. Berdasarkan hasil penelitian, ternyata warna merupakan pembeda yang andal untuk menyederhanakan proses identifikasi dan ekstraksi objek dari sekitarnya. Oleh karena itu, teknik khusus untuk memanipulasi warna diperlukan sehingga warna citra bisa diolah dan digunakan untuk membantu proses penyederhanaan identifikasi dan ekstraksi objek (Sutoyo, dkk, 2009).

Warna primer dapat digunakan untuk menghasilkan warna sekunder seperti (Ahmad, 2005):

- a. Magenta = merah + biru
- b. Cyan = hijau + biru
- c. Kuning = merah + hijau

Mencampurkan 3 warna primer atau 1 warna sekunder dan 1 warna primer yang berseberangan akan menghasilkan warna putih, seperti pada gambar 1.



Gambar 2.3 Campuran warna merah, hijau, dan biru menghasilkan warna putih.

Sensor warna TCS3200 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh LED super bright terhadap objek, pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrik 8x8 photodiode, dimana 64 photo diode tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna, setiap warna yang disinari LED akan memantulkan sinar LED menuju photodiode, pantulan sinar tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda, tergantung pada warna objek yang terdeteksi (Husni, dkk, 2019). Inilah yang menyebabkan sensor warna TCS3200 dapat membaca beberapa macam warna. Mode pemilihan photodiode dalam membaca warna dapat dilihat pada Tabel 2.3 (TAOS. 2011).

Tabel 2.3 Mode Pemilihan Photodiode Pembaca Warna

S2	S3	Photodiode
0	0	Merah
0	1	Biru
1	0	Clear (no filter)
1	1	Hijau

Rangkaian sensor warna adalah rangkaian yang berfungsi sebagai input yang akan mengirimkan data pembacaan warna ke mikrokontroler sesuai dengan data yang dibaca. Pada rangkaian ini, dilakukan pengujian dengan alat ukur AVO meter yang bertujuan untuk mengetahui besar tegangan output yang dihasilkan oleh sensor saat bekerja (Darminta, dkk. 2017).

Berdasarkan data pengukuran menggunakan AVO meter pada anoda photodiode didapatkan hasil pengukuran sensor untuk masing-masing warna yaitu warna merah mendapat hasil pengukuran R = 4,1 Vdc; G = 2,1 Vdc; B = 1 Vdc; Warna hijau mendapat hasil pengukuran R = 2,3 Vdc; G = 3,6 Vdc; B = 1,2 Vdc; Sedangkan biru mendapat hasil pengukuran R = 1,1 Vdc; G = 1,3 Vdc; B = 4,0 Vdc; Warna kuning mendapat hasil pengukuran R = 3,8 Vdc; G = 2,0 Vdc; B = 1 Vdc. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 2.4 (Darminta, dkk. 2017).

Tabel 2.4 Hasil Pengukuran Rangkaian Sensor Warna

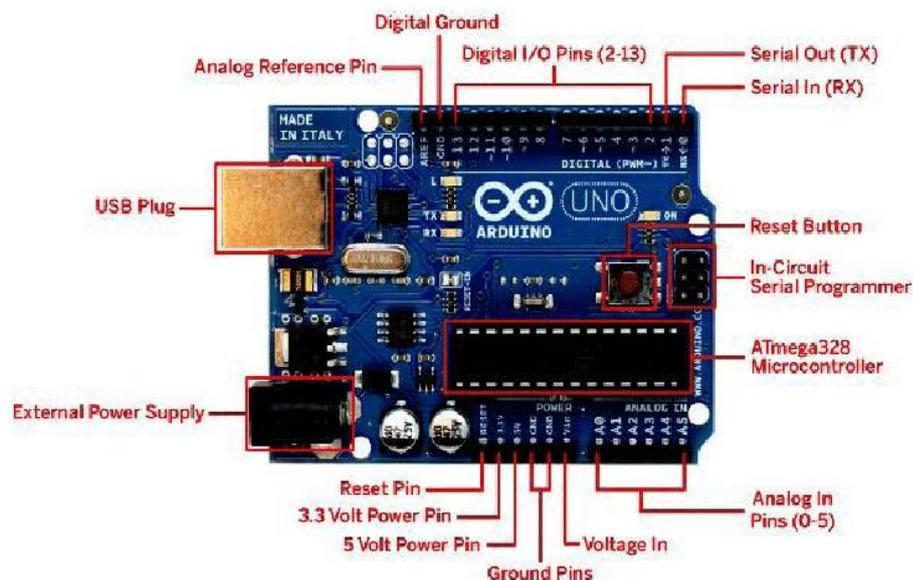
Warna Objek	Pengukuran Tegangan Pada Anoda Photodiode		
	R (Vdc)	G (Vdc)	B (Vdc)
Merah	4,1	2,1	1
Hijau	2,3	3,6	1,2
Biru	1,1	1,3	4
Kuning	3,8	2	1

2.5 Arduino UNO

Arduino UNO adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input/output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, yang dimana Sinyal PWM berfungsi untuk mengatur kecepatan perputaran motor), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack

listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya (Kadir, 2012).

Kelebihan Arduino diantaranya adalah tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer, Arduino sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah (bahasa C) karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap, dan Arduino memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya shield GPS, Ethernet, SD Card, dll (Putra, 2009).



Gambar 2.4 Board Arduino UNO

Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau power supply. Powernya diselect secara otomatis. Power supply dapat menggunakan adaptor DC

atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi port input supply. Board arduino dapat dioperasikan menggunakan supply dari luar sebesar 6-20 volt. Jika supply kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan board bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada board. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt. Menurut Wiryadinata dan Alimuddin (2014) bahwa tiap-tiap pin power pada Arduino mempunyai fungsi masing-masing, berikut penjelasan sebagai berikut:

1. vin : Tegangan input ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan supply menggunakan power jack, aksesnya menggunakan pin ini.
2. 5V: Regulasi power supply digunakan untuk power mikrokontroler dan komponen lainnya pada board. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada board, atau supply oleh USB atau supply regulasi 5V lainnya.
3. Memori : ATmega328 memiliki 32 KB flash memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader. ATmega328 memiliki ukuran 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM.
4. input & output (I/O) : Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maximum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (disconnected oleh default) 20-50K Ohm.

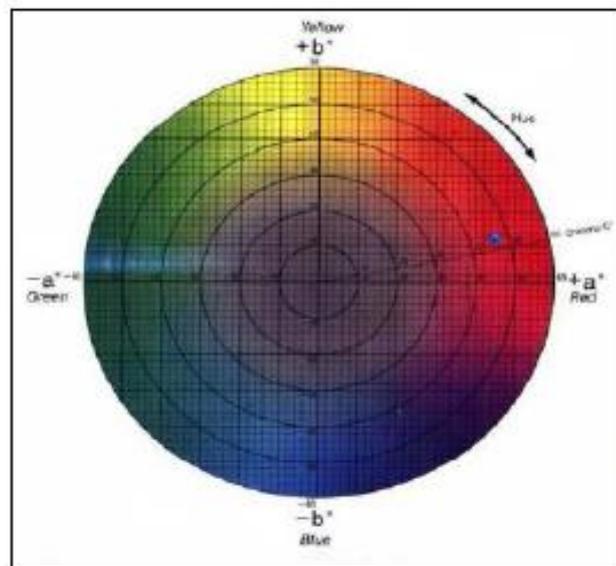
5. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL chip serial.
6. Interrupt eksternal : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk trigger sebuah interap pada low value, rising atau falling edge, atau perubahan nilai.
7. Pwm : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit output PWM dengan fungsi `analogWrite()`.
8. Spi : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mensupport komunikasi SPI, yang mana masih mendukung hardware, yang tidak termasuk pada bahasa arduino yaitu bahasa C.
9. Led : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati.
10. Komunikasi, Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Firmware Arduino menggunakan USB driver standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file ini diperlukan perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino. RX dan TX LED di board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer.

2.6 Colorimetry

Ruang warna CIE $L^*a^*b^*$ atau *CIELAB* adalah ruang warna yang paling lengkap yang ditetapkan oleh Komisi Internasional tentang iluminasi warna

(*Commission Internationale de leclairage*, dikenal sebagai CIE). Ruang warna ini mampu menggambarkan semua warna yang dapat dilihat dengan mata manusia dan seringkali digunakan sebagai referensi ruang warna (Rulaningtyas, dkk., 2015).

CIELAB merupakan model warna yang dirancang untuk menyerupai persepsi penglihatan manusia. Diagram warna *CIELAB* ditunjukkan pada gambar 4.3 di bawah ini:



Gambar 2.5 Diagram Warna *CIELAB*

Pada model warna *CIELAB* terdapat tiga komponen warna yaitu L sebagai *luminance* (pencahayaan), a dan b sebagai dimensi warna yang berlawanan. Diagram warna *CIELAB* pada gambar 4.3 di atas dapat diketahui lokasi warna pada sistem ditentukan dengan koordinat L^* , a^* , dan b^* . Nilai skala yang digunakan untuk warna $l^*a^*b^*$ adalah untuk lightness/luminance yaitu 0 - 100, sedangkan nilai kromatik a dan b adalah -120 sampai 120. Notasi L^* : 0 (hitam); 100 (putih) menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik putih, abu-abu, dan hitam. Notasi a^* : warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai $+a^*$ (positif) dari 0 sampai +80 untuk warna merah dan nilai $-a^*$ (negatif) dari 0 sampai -80

untuk warna hijau. Notasi b^* : warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai $+b^*$ (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai $-b$ (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru.

Dalam proses konversi model warna RGB ke model warna *CIELAB* terlebih dahulu dilakukan proses konversi warna RGB ke XYZ, kemudian dilakukan konversi model warna XYZ ke *CIELAB*.

Konversi RGB ke XYZ dimulai dengan menormalisasikan koordinat RGB dengan menggunakan persamaan (2.1) berikut ini (Rulaningtyas, dkk., 2015):

$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = \frac{1}{255} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Selanjutnya, rgb didefinisikan berdasarkan persamaan (2.2) berikut ini:

$$f(n) = \begin{cases} \frac{n}{12,92} & , \text{jika } n < 0,04045 \\ \left(\frac{n+1,055}{1,055}\right)^{2,44} & , \text{untuk yang lain} \end{cases} \quad (2.2)$$

Setelah didapatkan hasil normalisasi dari komponen r , g , b , maka proses selanjutnya adalah transformasi rgb ke XYZ dengan menggunakan persamaan (2.3) berikut ini:

$$\begin{aligned} X &= 0,4124565r + 0,357561g + 0,1804375b \\ Y &= 0,2126729r + 0,7151522g + 0,0721750b \\ Z &= 0,0193339r + 0,01191920g + 0,9503041b \end{aligned} \quad (2.3)$$

Kemudian dilakukan transformasi koordinat warna XYZ ke *CIELAB* dengan menggunakan persamaan (2.4) berikut ini :

$$\begin{bmatrix} X_n \\ Y_n \\ Z_n \end{bmatrix} = \frac{1}{100} \begin{bmatrix} 95,0470 \\ 100,000 \\ 108,880 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

Setelah itu, $L^*a^*b^*$ didefinisikan berdasarkan persamaan (2.5) berikut ini:

$$\begin{aligned}L^* &= 116 f(Y_n) - 16 \\a^* &= 500 [f(X_n) - f(Y_n)] \\b^* &= 200 [f(Y_n) - f(X_n)]\end{aligned}\tag{2.5}$$

Dalam hal ini, $f(q)$ dihitung berdasarkan persamaan (2.6) berikut ini:

$$f(q) = \begin{cases} q^{\frac{1}{3}}, & \text{jika } q > 0,008856 \\ 7,787q + \frac{16}{116}, & \text{untuk yang lain} \end{cases}\tag{2.6}$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Mei 2021 di 2 tempat, yaitu: ruang Optik Jurusan Fisika (gedung B.J. Habibie lantai 2 Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang) sebagai tempat pengambilan data nilai RGB cabai rawit dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur (BPTP Jatim) sebagai tempat pengambilan data nilai LAB cabai rawit menggunakan alat colorimeter.

Penelitian yang akan digunakan terdiri dari studi literatur, perancangan metode, pengujian metode dan analisa hasil uji coba.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilaksanakan adalah penelitian yang bersifat eksperimental sekaligus rancang bangun alat deteksi tingkat kematangan cabai rawit. Penelitian bersifat eksperimental dengan melakukan pengambilan data RGB dan LAB cabai rawit, kemudian dilakukan perancangan alat deteksi tingkat kematangan cabai rawit. Jenis *output* pada penelitian kali ini berupa data yang ditampilkan di serial monitor dan LCD.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang berhubungan dengan teori-teori relevan yang mendukung dalam pengambilan data dan perancangan alat. Kajian pustaka yang diperlukan penelitian ini mengenai Cabai Rawit, Sensor Warna TCS3200 dan Arduino UNO.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat Penelitian

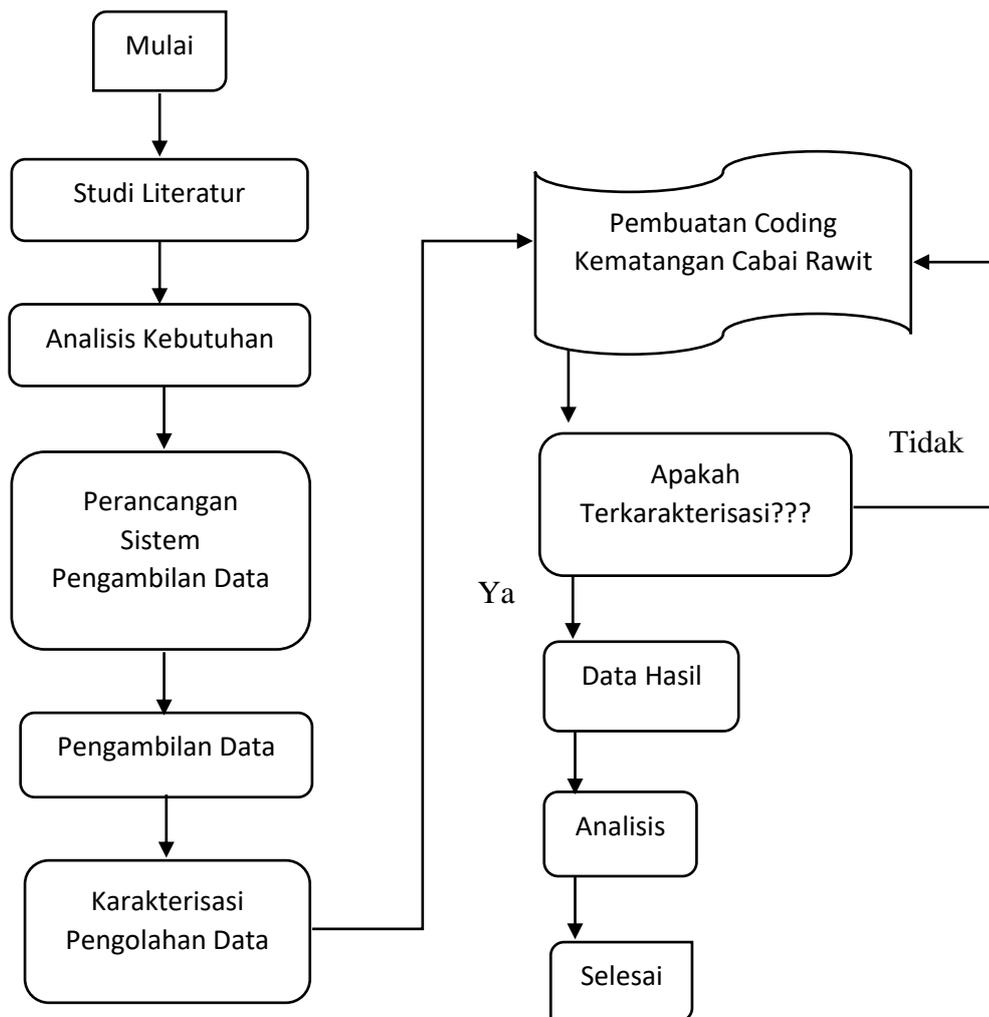
1. Penggaris 1 Buah
2. Kalkulator 1 Buah
3. Kamera Digital 1 Buah
4. Laptop 1 Buah
5. Kabel Jumper (Penghubung) 15 Buah
6. Adaptor 1 Buah
7. Arduino UNO 1 Buah
8. Sensor warna TCS3200 1 Buah
9. Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 I2C 1 Buah
10. Motor Servo MG90 1 Buah
11. Colorimeter HP 2136 1 Buah
12. *Software*:
 - a. Arduino IDE
 - b. Microsoft Excel 2013

3.4.2 Bahan Penelitian

1. Cabai Rawit Mentah 20 Buah
2. Cabai Rawit Setengah Matang 20 Buah
3. Cabai Rawit Matang 20 Buah

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian deteksi tingkat kematangan cabai rawit berbasis Arduino UNO ini menggunakan sensor warna TCS3200 dengan LCD sebagai tampilan outputnya. Adapun tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut:

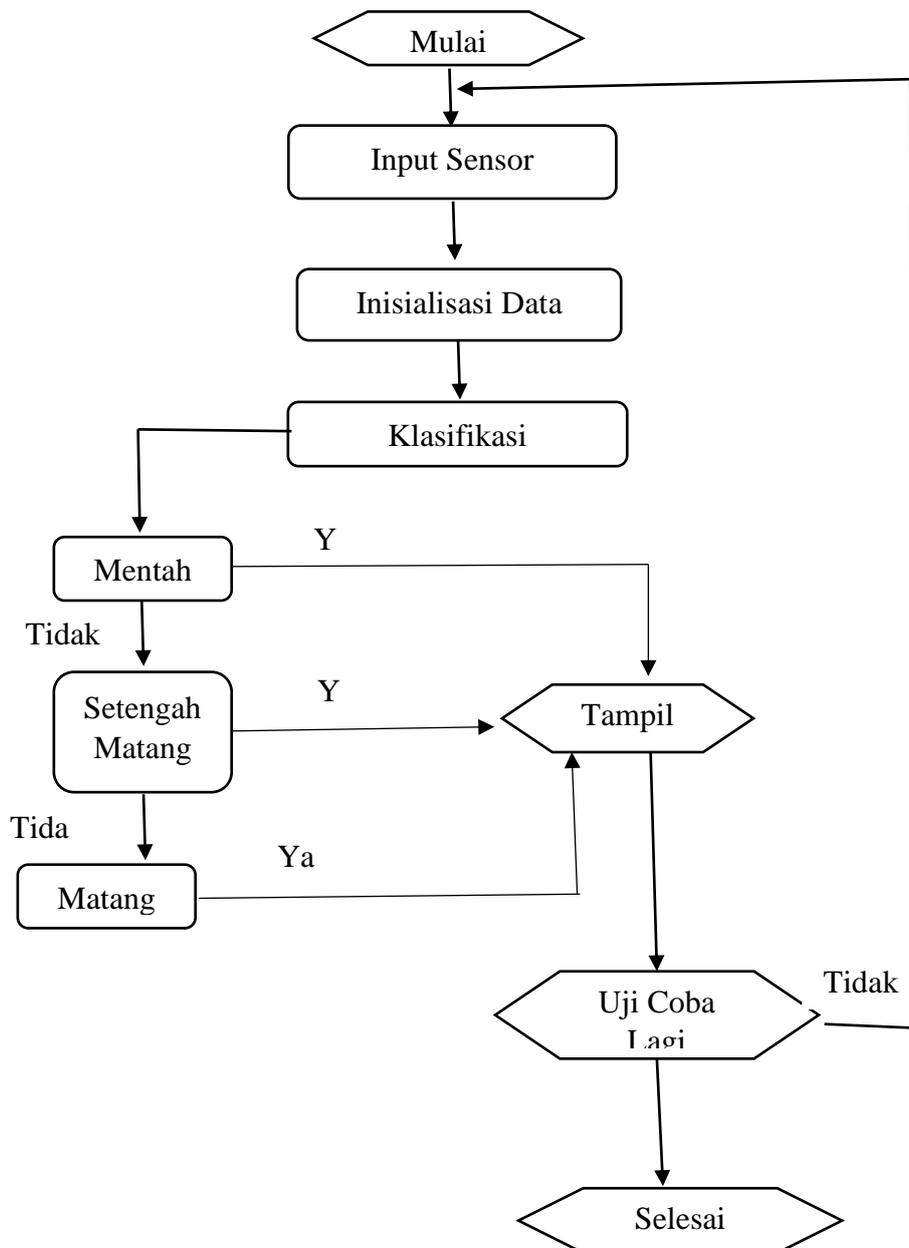


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian dimulai dari studi literatur dengan melakukan pencarian dari berbagai sumber, baik berupa jurnal, artikel, buku atau dokumen-dokumen yang relevan dengan permasalahan yang dikaji. Kemudian analisis kebutuhan yaitu menyiapkan alat dan bahan penelitian. Setelah itu dirancang sistem pengambilan data lalu dikarakterisasi. Kemudian membuat coding kematangan cabai rawit. Jika

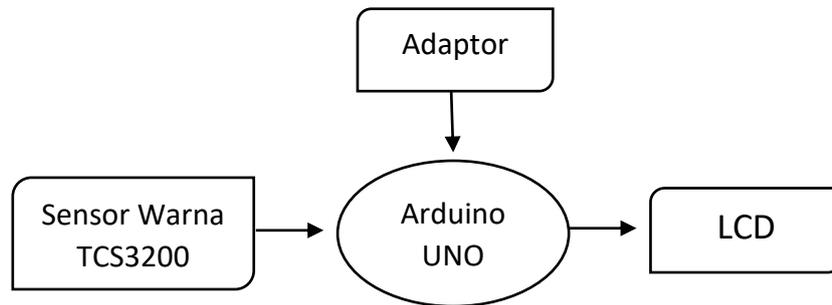
sudah selesai, dilakukan pengujian alat apakah sensor mampu mengkarakterisasi nilai RGB cabai rawit. Jika alat tidak mampu menentukan karakterisasi kematangan buah cabai rawit berupa nilai RGB, maka dilakukan perbaikan dengan perancangan ulang. Jika alat berhasil mengkarakterisasi kematangan cabai rawit, maka hasil pembacaan sensor akan ditampilkan di LCD.

3.4.1 Perancangan Sistem Pengambilan Data



Gambar 3.2 Perancangan Sistem Pengambilan Data

3.4.2 Blok Rangkaian Sistem



Gambar 3.3 Blok Rangkaian Sistem

Dari gambar tersebut fungsi dari setiap komponen adalah:

1. Sensor TCS3200 berfungsi untuk membaca atau mendeteksi warna dan sebagai input ke Arduino Uno.
2. Arduino Uno berfungsi sebagai pengkonversi, pengolah dan pusat kontrol data dari sensor yang diterima.
3. LCD berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan dari sensor warna dalam bentuk karakter.
4. Adaptor berfungsi untuk suplai energi listrik ke dalam rangkaian yang terdapat dalam sistem.

Perbedaan tingkat kematangan buah dapat dilihat dari perbedaan warna kulit buah yang dideteksi sensor warna yang diolah oleh mikrokontroler. Hasil dari mikrokontroler berupa range warna dimana ada 3 warna yang dihasilkan yaitu intensitas warna RGB (Red, Green, Blue) dan dapatlah dideteksi warna kulit buah dari kadar 3 warna ini.

3.5 Kalibrasi

Sebelum melakukan pengambilan data cabai rawit, maka dilakukan pengujian alat atau kalibrasi terlebih dahulu. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kertas berwarna merah, hijau dan biru. Pengujian alat pada penelitian ini digunakan untuk proses *validasi* dari kinerja perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat alat deteksi kematangan cabai rawit.

3.6 Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melakukan pengambilan data secara eksperimen dengan pengaplikasian sensor warna untuk menentukan kematangan (mentah, setengah matang dan matang) cabai rawit. Menurut Deswari, dkk (2013) bahwa pada saat sensor warna mengambil nilai RGB, sensor tersebut membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh led terhadap objek. Pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrik 8x8 photodiode dimana 64 photodiode tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna, setiap warna yang disinari led akan memantulkan sinar led menuju photodiode, sehingga pantulan tersebut memiliki nilai RGB yang berbeda-beda tergantung pada warna objek yang terdeteksi, maka sensor warna dapat membaca beberapa macam warna, kemudian mikrokontroler akan mulai menginisialisasi nilai RGB pada sensor warna.

Tabel 3.1 Format Rencana Pengambilan Data Nilai RGB Cabai Rawit

Buah Cabai Rawit	Nilai R	Nilai G	Nilai B
1			
2			
3			
4			
5			
6			

7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

3.7 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data terdiri dari dua tahapan, yaitu:

1. Perancangan perangkat lunak (software) yang dapat membangkitkan warna Red (merah), Green (hijau) dan Blue (biru) . Selain itu dilakukan juga penyusunan bahasa program pada mikrokontroler Arduino UNO yang merupakan tempat pengolahan data dari sensor ke aktuator.
2. Perancangan struktural. Sensor warna TCS3200 akan menangkap sinyal berupa nilai RGB yang dijadikan dasar untuk memisahkan cabai rawit mentah, setengah matang dan matang. Sinyal tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler dan akan diolah untuk dapat ditampilkan pada serial monitor dan LCD.

Cara kerja alat ini yaitu buah cabai rawit diletakkan diatas sensor dengan jarak yang telah ditentukan, kemudian nilai RGB akan dibaca untuk dapat menentukan tingkat kematangan cabai rawit. Hasil pembacaan sensor akan ditampilkan di LCD.

3.8 Analisis Data

Dalam penelitian ini, data dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif dan data disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah nilai yang didapatkan dari sensor warna TCS3200 akurat atau tidak. Setelah melakukan pengujian dan mendapatkan data nilai R,G dan B dari masing-masing sensor maupun alat ukur colorimeter. Kemudian hitung selisih dari hasil pembacaan sensor dan alat ukur untuk mendapatkan persentase eror dari sensor. Untuk menghitung persentase eror menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase eror} = \frac{\text{selisih pembacaan}}{\text{pembacaan alat ukur}} \times 100\% \quad (3.1)$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian deteksi tingkat kematangan cabai rawit (*Capsicum Frutescens*) menggunakan sensor warna TCS3200 berbasis Arduino Uno ini memerlukan pengambilan data secara eksperimental dan rancang bangun pembuatan alat deteksi tersebut. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah cabai rawit dengan 3 kelompok, yaitu cabai rawit mentah, setengah matang dan matang. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mengaplikasikan sensor warna TCS3200 berbasis Arduino Uno untuk menentukan kematangan cabai rawit. Sensor tersebut membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh led terhadap objek dengan output berupa angka yang ditampilkan di serial monitor dan dibaca karakternya di LCD.

4.1.1 Hasil Kalibrasi Alat

Kalibrasi pada penelitian ini mencakup warna Red (merah), Green (Hijau) dan Blue (Biru). Yang diinputkan di program kalibrasi nya adalah data yang rata-rata sering keluar pada R, G, dan B. Jadi, data yang diinputkan ke dalam program kalibrasi memberikan output sebagai berikut:

1. Kalibrasi Kertas Berwarna Merah
 - a. $R_a = 75$
 - b. $R_b = 175$
 - c. $R_c = 12$

2. Kalibrasi Kertas Berwarna Hijau

- a. $G_a = 135$
- b. $G_b = 110$
- c. $G_c = 125$

3. Kalibrasi Kertas Berwarna Biru

- a. $B_a = 185$
- b. $B_b = 150$
- c. $B_c = 75$

4.1.2 Hasil Pengukuran Sensor Warna TCS3200

Pada penelitian ini diharapkan mampu menampilkan hasil klasifikasi jenis warna kulit cabai rawit baik hasil pengolahan citra dan klasifikasi dalam fase kematangan cabai rawit. Setelah melakukan pengujian pengambilan data sebanyak 20 data cabai rawit mentah, 20 cabai rawit setengah matang dan 20 cabai rawit matang maka didapatkan nilai RGB dari masing- masing sampel.

Tabel 4.1 Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Mentah Terhadap Penentuan Nilai Perbedaan Warna

NO	Nilai		
	R	G	B
1	18.8	21.4	18
2	17.4	20.4	17.2
3	19	21.8	18.4
4	20	23.2	19.2
5	19.2	21.8	19
6	19.8	22.6	19
7	16.6	20.6	17.6
8	17.4	20	17
9	18	21	18
10	17	20.6	17
11	19	21.6	18.4
12	19.2	22.2	19
13	19	23.6	17.8
14	17	21	18
15	19	22.6	19

16	18	23	19
17	18.8	21.6	18
18	17.2	22	18.4
19	18	21	18
20	18.4	21.4	18.6

Berdasarkan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.1 memuat 20 sampel cabai rawit mentah dengan menggunakan sensor warna TCS3200 maka diperoleh nilai rata-rata untuk cabai rawit mentah adalah $R= 18.34$, $G= 21.67$ dan $B= 18.23$.

Tabel 4.2 Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Setengah Matang Terhadap Penentuan Nilai Perbedaan Warna

NO	Nilai		
	R	G	B
1	18.4	24.8	19.7
2	18.8	24.9	19.9
3	18	23.5	18.8
4	17.2	23.9	19.6
5	17.3	23.8	19
6	17	22.6	18
7	16.9	22.9	18.1
8	17	24	19.1
9	17	23.2	19.5
10	16.8	24.2	19.6
11	17.5	23.9	19.2
12	17.6	24	18.8
13	17.6	24	19.3
14	17	23.4	19
15	16.7	22.8	18.4
16	17	23	18.3
17	17	24	19.2
18	17	23.9	18.9
19	17.6	23.4	18.5
20	17.8	24.4	19.3

Berdasarkan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.2 memuat 20 sampel cabai rawit setengah matang dengan menggunakan sensor warna TCS3200 maka diperoleh nilai rata-rata untuk cabai rawit setengah matang adalah $R= 17.36$, $G= 23.73$ dan $B= 19.01$.

Tabel 4.3 Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Matang Terhadap Penentuan Nilai Perbedaan Warna

NO	Nilai		
	R	G	B
1	72	200	178
2	91	187	175
3	63	215	147
4	77	198	186
5	87	218	188
6	62	160	142
7	85	222	195
8	73	191	175
9	89	215	188
10	86	213	192
11	92	216	194
12	95	207	190
13	79	193	173
14	69	168	154
15	73	177	163
16	82	208	188
17	77	203	193
18	79	180	172
19	76	187	172
20	83	194	181

Berdasarkan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.3 memuat 20 sampel cabai rawit matang dengan menggunakan sensor warna TCS3200 maka diperoleh nilai rata-rata untuk cabai rawit matang adalah $R= 79.5$, $G= 197.6$ dan $B= 177.3$.

4.1.3 Hasil Pengukuran Colorimetry

Untuk mengkalibrasi nilai RGB pada cabai rawit dengan kategori mentah, setengah matang dan matang digunakan colorimetry. Hasil pengukuran dengan colorimetry disajikan sebagai berikut:

Tabel 4.4 Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Mentah Menggunakan Colorimetry

NO	1			2			3			4			5		
	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B
1	66.3	-2.4	37.9	67.4	-3	38.4	65.7	-2.3	38.2	65.3	-3.5	38.4	65	-1.2	35.4
2	66.4	1.4	42	70.8	-0.4	46	69.9	2.3	40.5	66.3	1.1	37.3	59.3	1.1	31.1
3	43.7	4.5	25.5	56.7	4.5	38.1	57.2	0.8	35.9	62.3	-2	46.6	60.3	-0.6	37.3
4	62.6	-6.4	38.6	62.1	-5.9	36.2	61.9	-7.2	37.7	62.2	-6.3	37.7	60.5	-8	39.7
5	59.9	4.3	29.9	58.3	0.2	28.1	61.2	4.1	33.5	58.2	-2.9	31.1	57	1.3	26.3
6	57.6	-8.2	33.3	58	-6.1	35.5	57	-5.1	28.5	56.5	-6.1	29.9	52.4	-4.5	27.9
7	58.3	-1.2	30	61	-4.6	34	63.5	-3.4	33.1	62.2	-5.6	37.1	64.2	-4.4	33.8
8	67.3	1.7	24.4	66.6	0.7	32.9	60.7	0.4	24.9	66.6	-1.1	33.2	67.9	1.5	36.8
9	57.7	-5.8	37.5	57.8	-4.5	40	59.1	-4.3	35.2	58.4	-5.1	36.3	60.6	-6.1	42.5
10	56.1	3.2	40.9	64.7	-1.6	46.2	60.8	-0.4	39.2	59.7	5.5	43.3	59.2	0.6	36.5
11	63.4	-4.1	27.2	63.5	0	24.8	61.1	-2.6	25.3	66.3	-1.9	27.5	62.4	-3.5	28.9
12	62.6	-5.4	33.9	59.3	-5.2	34.4	58.9	-5.2	35	58.1	-4.2	33.5	59.6	-4.5	34
13	64.5	0.3	44.1	64.5	2.2	36.6	63.6	0.3	44.6	61.1	4.3	33.9	62.7	1.6	34.7
14	63.7	3.6	38.8	59.4	3.8	36	65.7	-0.6	43.3	65.8	0.3	49.4	59.7	3.6	36.2
15	57.3	-3.6	32.3	55.6	-3.8	27.7	58.8	-4.4	35.8	55.4	-4.1	29.9	57.2	-2.9	30.1
16	59.9	-4.1	34.5	56.3	-3.9	38.6	55.9	-3.1	37.6	54.7	-2.5	33	59.8	-2.3	37.5
17	64.4	-6.8	29.5	61	-8	31.5	53.9	-4.6	28.4	55.9	-7.5	26.6	55.2	-5.3	26.9
18	60.7	-3.9	29.8	61	-3.8	31.1	61.8	-3.1	29.2	61	-4.6	30.6	64.9	-1.3	31.1
19	64.6	-5.6	29	66.6	-2.6	26.2	63.7	-2	25	64.7	-2.8	27.3	62.4	-3.2	25.4
20	53.8	-5.9	28.9	56.7	-7.4	29	56	-6.2	28	51.3	-5.3	27.4	52	-6.1	26.9

Berdasarkan tabel 4.4 diperoleh nilai pengukuran cabai rawit mentah memiliki nilai rata-rata $L = 60.66$, $A = -2.38$ dan $B = 33.87$. Jika dikonversi ke nilai RGB maka diperoleh nilai $R = 162$, $G = 145$ dan $B = 85$.

Tabel 4.5 Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Setengah Matang Menggunakan Colorimetry

NO	Pengulangan 1			Pengulangan 2			Pengulangan 3			Pengulangan 4			Pengulangan 5		
	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B
1	49.9	40.3	37.4	50.7	43.2	39.9	47.8	47.2	34.8	49.3	45.3	39.7	46.5	42.2	34.4
2	45.9	43.6	31.7	50	38.1	36.9	50.7	35.4	37.8	50.3	33.8	38.9	53.6	32.8	35.8
3	58.5	12.1	40.6	59.3	14.5	47.2	57.5	16.9	41.6	56.1	13.5	34.7	55.7	14	38.1
4	58	12.1	38.5	56.6	10.8	37.5	58.7	8.3	36.9	45.8	13.9	40.1	56.6	15.9	41.9
5	51.5	36.2	33.1	50.8	39.2	33.8	53	35.9	34.2	46.3	40.1	36.3	49.1	35	32.1
6	53.3	46.6	35.5	51.3	45.2	40.3	48.6	43.5	31	51.4	42.1	35	54.1	41.5	38.8
7	63.7	7.3	42.9	60.4	9.9	49	65.1	8.6	49.8	63.5	8.9	47.2	59.8	18.2	43.9
8	52.8	33.9	33.1	53.2	32.6	37.5	49.6	32.9	39.5	52.7	37	43.5	56.3	35.4	47.6
9	49.4	35.7	33.5	49.8	36.7	33.6	45	25.8	31.2	46.2	23.2	31.9	46.6	36.3	29.9
10	62	6.7	45.8	60.8	6.9	40.6	60.7	9	38.2	59	8.1	39.1	58.3	6.6	44.4
11	48.6	20	33.9	49.4	19.7	34.9	51.7	20.9	33.8	50.7	22.2	29.1	54.8	29.4	46.4
12	56.6	21	40.7	54	16.9	33.1	53	24.7	27.4	53	24.7	37.6	57.5	14.3	41
13	52.8	26.5	32.9	52.9	28.7	35.1	50.4	31.9	34.4	50.3	32.4	32.4	48	42.1	30.7
14	64.3	7.7	40.7	60	15.6	41.6	59.1	6.7	48.3	58.6	12.6	40.7	60.2	10.8	43.3
15	52.4	34.4	35.3	52.7	34.7	35.1	51.6	36.9	32.3	50	31.9	30	49.6	35.9	29.5
16	66	10.8	42.2	55.5	10.4	37.3	55.1	-0.6	33.2	55.5	-1	34.2	52.6	19.2	31.2
17	54.7	8.9	34.7	55.4	8.7	37.8	55.5	9.8	43.2	57.6	10.2	41.6	55.9	8.7	36.7
18	47.2	35.7	27.5	42.9	39.8	28.4	50.1	45.6	34.4	50.8	42	37.2	51.6	43.2	35.4
19	51.2	46.8	38.9	50.6	46.9	34.6	51.8	48.4	39.2	49.5	48.5	30.8	49	49.5	36.3
20	51	37.6	36.2	53.8	37.2	30.5	48.9	43.6	28.2	48.7	43.7	32.2	49.4	41.2	32.1

Berdasarkan tabel 4.5 diperoleh nilai pengukuran cabai rawit setengah matang memiliki nilai rata-rata L= 53.34, A= 26.96 dan B= 36.90. Jika dikonversi ke nilai RGB maka diperoleh nilai R= 185, G= 107 dan B= 64.

Tabel 4.6 Data Pengukuran Warna Cabai Rawit Matang Menggunakan Colorimetry

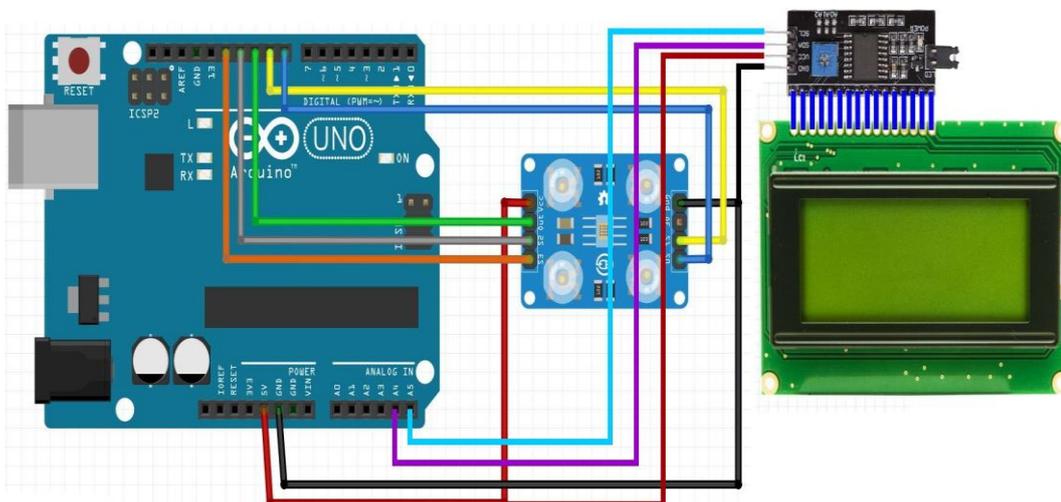
NO	Pengulangan 1			Pengulangan 2			Pengulangan 3			Pengulangan 4			Pengulangan 5		
	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B
1	40.4	47.2	22.1	38.8	48	20.7	38.3	45.6	24.4	39.2	49.3	21.4	38.9	47.6	22
2	42.8	47.1	23.3	43.5	48.3	24.8	43.1	48.1	25	39.2	52.4	23.5	42.4	48.8	23.3
3	41.2	49.7	24.7	39.3	51.7	21.3	38.1	52.7	16.6	39.5	52.5	18.8	42.3	48.6	16.7
4	42.9	50.1	22.3	41.6	50.1	17.8	41.3	52.1	17.9	42.5	50.9	17.9	41.2	48.8	19.8
5	41.5	46	23.5	38.2	50.2	22.6	39.5	47.2	21.2	38.2	49	17.1	40	46.7	22.2
6	41.2	50	23.5	40.8	51.2	24.7	38.1	54.5	20.8	39.7	37	22.3	40.3	48.5	18.8
7	39	48.2	22.2	39.7	47.3	22.8	39.4	47.9	18.8	40.5	45.4	22.4	40.3	47.3	20.8
8	38.6	45	13.4	39.4	45.8	12.4	38.5	48.6	10.3	40.3	43	18.2	39.3	45.5	18.9
9	40.1	53.4	25.2	41.4	49.4	23	40.8	48	20.9	42.5	47.1	20.7	42	46.6	20.7
10	42.4	50.7	23.1	44	47.9	24.1	42.5	49.9	22.5	43	50.9	21.5	42.2	50.6	15.5
11	43.6	50.2	22	42.6	50.7	21.6	41.6	50.3	20.5	43	49.6	20.7	43.3	47.9	20.7
12	40.1	46.1	14.8	40.1	46.3	17.5	41.2	41.1	19.3	40	47	15.4	40.3	46.7	15.1
13	41.6	44.3	18.2	41.4	45.9	19.4	38.9	48.7	16.7	38.4	47	18.8	40.3	46.5	18.9
14	40.5	44.2	17.5	40.4	45	13	40.1	44.7	14.1	39.8	45.2	17	37	51.3	10.5
15	38.3	52.6	15.1	37.5	50.6	15.4	37.9	51.8	10.7	37.7	48.2	11.4	38.8	48.7	12.8
16	38.9	49.1	15.6	39.6	47.1	15.5	40.9	41.2	16.9	39.1	47.2	17.1	38.3	47.9	19.5
17	42.5	47.5	23.7	40.8	50	20.8	42.2	47.5	23.9	42.4	47.2	23.5	39.4	52.8	20.5
18	38.2	47	20.5	37.1	49.8	21.4	37.7	50.2	21.3	38.3	49.5	17.4	37.4	52.4	15.2
19	42.8	58.3	22.5	43	49.3	21.8	42.6	44.3	20.3	41.5	50.9	18.4	41.2	52	20.5
20	42.9	50.1	22.3	42.6	53.3	23.3	43.9	49.2	23.7	43.1	50.8	22.7	42.1	48.8	20.7

Berdasarkan tabel 4.4 diperoleh nilai pengukuran cabai rawit mentah memiliki nilai rata-rata $L= 40.52$, $A= 48.52$ dan $B= 19.64$. Jika dikonversi ke nilai RGB maka diperoleh nilai $R= 170$, $G= 53$ dan $B= 66$.

4.1.4 Perancangan Prototipe

Tahap perancangan alat ini meliputi perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan alat menggunakan komponen-komponen yang telah diuji dan layak

digunakan. Perancangan alat dilakukan sesuai diagram blok perancangan alat seperti pada gambar 3.3. Skema rangkaian sistem perangkat keras dirancang seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.1 Skema Rangkaian Rancang Bangun Alat Deteksi Tingkat Kematangan Cabai Rawit

Proses perancangan sistem perangkat keras dimulai dengan menyambungkan Arduino pada modul TCS3200. Jangan sampai kebalik memasang pinnya. Kemudian memasang modul I2C pada LCD. Selanjutnya merangkai LCD tadi dengan arduino. Setelah dirangkai dengan benar, kemudian hubungkan arduino ke PC untuk diprogram. Bagian *input* alat ini terdiri dari suber tegangan dan sensor warna TCS3200. Bagian kontrol menggunakan Arduino UNO. Sedang bagian output terdiri dari LCD.

Perancangan *software* pada penelitian rancang bangun ini ialah pembuatan kode pemrograman atau *sketch* sesuai perancang alat agar Arduino dapat mengontrol seluruh perangkat *input* dan *output*. Pembuatan *sketch* dilakukan dengan *software* Arduino IDE. Setelah membuka software Arduino di PC, input programnya dan diupload ke Arduino. Sesudah programnya sukses terupload,

arahkan sensor warna tadi ke cabai rawit mentah, setengah matang dan matang. Maka akan tampil pada LCD Keterangan warna pada benda tersebut. Untuk pembacaan warna harus dikalibrasikan terlebih dahulu. Selain itu, perbedaan jarak juga akan mempengaruhi pembacaan sensor. Jadi diusahakan jarak pembacaan tetap sama dengan yang dikalibrasi.

4.2 Pembahasan

Penggunaan sensor warna TCS3200 dan *Colorimetry* dalam mendeteksi kematangan cabai rawit memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu jarak antara sensor dengan sampel cabai rawit, pencahayaan dan lama penyimpanan tersebut.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 20 cabai rawit mentah, 20 cabai rawit setengah matang dan 20 cabai rawit matang. Berdasarkan pengukuran sensor warna TCS3200 diketahui bahwa nilai RGB untuk cabai rawit mentah adalah R= 18.34, G= 21.67 dan B= 18.23. Untuk nilai RGB cabai rawit setengah matang adalah R= 17.36, G= 23.73 dan B= 19.01. Sedangkan nilai RGB cabai rawit matang adalah R= 79.5, G= 197.6 dan B= 177.3. Cabai rawit mentah dengan warna tampak mata hijau muda dan setengah matang dengan tampak mata orange muda memiliki nilai RGB hampir sama, jadi kemungkinan cabai rawit mentah yang digunakan untuk penelitian sebenarnya adalah cabai rawit kategori setengah matang. Kesalahan pengambilan ini karena pemilihan cabai tidak dilakukan dengan pemetikan di pohon tapi dengan membeli di pasar. Hal ini diperkuat dengan nilai RGB yang hampir sama. Sedangkan nilai cabai rawit matang sudah menunjukkan nilai RGB yang berbeda. Sehingga kategori cabai rawit yang bisa digunakan dengan pemisahan nilai RGB adalah cabai rawit mentah dan matang.

Nilai LAB untuk cabai rawit mentah adalah $L= 60.68$, $A= -2.38$ dan $B= 33.87$. Jika dikonversi ke nilai RGB maka diperoleh nilai $R= 162$, $G= 145$ dan $B= 85$. Untuk nilai LAB cabai rawit setengah matang adalah $L= 53.34$, $A= 26.96$ dan $B= 36.90$. Jika dikonversi ke nilai RGB maka diperoleh nilai $R= 185$, $G= 107$ dan $B= 64$. Dan untuk nilai LAB cabai rawit matang adalah $L= 40.52$, $A= 48.52$ dan $B= 19.64$. Jika dikonversi ke nilai RGB maka diperoleh nilai $R= 170$, $G= 53$ dan $B= 66$. Berdasarkan nilai RGB dari nilai LAB yang dikonversi menunjukkan nilai G dominan untuk menentukan pengkategorian cabai rawit menjadi mentah, setengah matang dan matang.

Perbandingan antara nilai RGB dalam penelitian ini dengan nilai RGB hasil konversi dari LAB menunjukkan adanya persamaan dan perbedaan yang signifikan. Persamaannya adalah pada masing-masing alat sama-sama dapat mendeteksi kematangan dengan nilai $R= 79.5$, $G= 197.6$ dan $B= 177.3$ menggunakan alat TCS3200. Sedangkan konversi nilai RGB dari LAB dalam mendekteksi kematangan adalah bernilai $R= 170$, $G= 53$ dan $B= 66$. Hal ini menunjukkan bahwa adanya keunggulan alat peneliti untuk mendeteksi kematangan karena sesuai dan sama dengan alat yang telah dikonversi. Akan tetapi, pada penelitian ini diketahui bahwa alat TCS3200 tidak bisa mendeteksi cabai rawit mentah dan setengah matang karena nilai RGB cabai mentah dan setengah matang memiliki nilai RGB yang mendekati. Apabila di bandingkan dengan nilai RGB pada LAB yang di konversi, memiliki nilai yang jauh selisihnya sehingga bisa dideteksi perbedaannya. Pada nilai RGB dari hasil konversi LAB diketahui bahwa yang memiliki perbedaan nyata adalah pada nilai G-nya. Nilai G ini menunjukkan tolok ukur kematangan

buah cabai. Semakin tinggi nilai G maka buah cabai menunjukkan kurang atau bahkan mentah.

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Putra (2019), yang berjudul Pengaplikasian Sensor Warna pada Penentuan Kematangan Buah Tomat (*Solanum Lycopersicum, L*) pada Alat Sortasi Tipe Gravitasi ini didapatkan nilai RGB buah matang adalah R= 144.5, G= 239.4 dan B= 207.3. Sedangkan nilai RGB untuk buah setengah matang adalah R= 128.5, G= 162.1 dan B= 160.8. Berdasarkan nilai RGB yang didapat menunjukkan bahwa semakin kecil nilai maka semakin dominan atau mendekati warna aslinya. Sehingga sensor warna TCS3200 mampu mendeteksi warna merah sesuai dengan sampel buah yang berwarna merah. Dibandingkan penelitian sebelumnya, penelitian ini hanya berhasil mendeteksi cabai rawit mentah dan matang. Sedangkan penelitian sebelumnya dapat mendeteksi buah setengah matang dan matang. Perbedaan hasil penelitian ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu pencahayaan ruang, jarak objek dengan sensor dan pemilihan buah.

Perhitungan persentase eror merupakan hubungan antara nilai RGB alat sensor TCS3200 dengan RGB pada hasil konversi LAB dikalikan dengan 100%. Dari hasil itu, diketahui bahwa nilai eror nya berkisar antara -0.850 sampai 2.728 yang menandakan bahwa alat ini didapatkan hasil yang cukup signifikan dan ternyata memiliki eror yang sangat kecil. Sehingga bisa disimpulkan bahwa nilai akurasi nya besar.

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًّا كَذَلِكَ
نُصِرَفُ الْأَيْتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ

Artinya: “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur” (QS. Al-A’raf: 58).

Ayat ini menjelaskan jenis-jenis tanah di muka bumi ini ada yang baik dan subur, bila dicurahi hujan sedikit saja, dapat menumbuhkan berbagai macam tanaman dan menghasilkan makanan yang berlimpah ruah dan ada pula yang tidak baik, meskipun telah dicurahi hujan yang lebat, namun tumbuh-tumbuhannya tetap hidup merana dan tidak dapat menghasilkan apa-apa.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian terhadap pengklasifikasian kematangan cabai rawit dengan menggunakan sensor warna TCS3200 berbasis Arduino Uno dapat kita simpulkan sebagai berikut :

1. Warna pada cabai rawit dapat kita gunakan untuk mengklasifikasikan dalam kelas mentah, setengah matang dan matang. Cabai rawit mentah memiliki nilai R= 18.34, G= 21.67 dan B= 18.23. Untuk nilai RGB cabai rawit setengah matang adalah R= 17.36, G= 23.73 dan B= 19.01. Sedangkan nilai RGB cabai rawit matang adalah R= 79.5, G= 197.6 dan B= 177.3.
2. Pengujian karakteristik sensor warna TCS3200 dilakukan dengan mendeteksi objek cabai rawit dengan 3 tingkat kematangan yang berbeda menggunakan jarak yang sama. Cabai rawit mentah dengan warna tampak mata hijau muda dan setengah matang dengan tampak mata orange muda memiliki nilai RGB hampir sama, jadi kemungkinan cabai rawit mentah yang digunakan untuk penelitian sebenarnya adalah cabai rawit kategori setengah matang. Kesalahan pengambilan ini karena pemilihan cabai tidak dilakukan dengan pemetikan di pohon tapi dengan membeli di pasar. Hal ini diperkuat dengan nilai RGB yang hampir sama. Sedangkan nilai cabai rawit matang sudah menunjukkan nilai RGB yang berbeda. Sehingga kategori cabai rawit yang bisa digunakan dengan pemisahan nilai RGB adalah cabai rawit mentah dan matang.

5.2 Saran

1. Pada penelitian ini sensor warna sangat berpengaruh pada cahaya di sekitarnya, sehingga pembacaan sensor akan berpengaruh terhadap nilai RGB yang keluar.

2. Untuk pengembangan lebih lanjut sebaiknya proses pembacaan objek pada ruang sensor lebih diperhatikan agar pembacaan sensor lebih akurat.
3. Sebaiknya jarak objek terhadap sensor saat pembacaan nilai RGB cabai rawit harus stabil sehingga nilai yang keluaran dari sensor lebih akurat.
4. Pada alat ini masih menggunakan operator untuk membantu kelancaran proses sortasi ukuran.
5. Penelitian ini hanya mengukur kematangan berdasarkan warna saja tidak pada bentuk, sehingga bisa dikembangkan lagi untuk pengenalan bentuk pada objek agar bisa lebih akurat apakah objek tersebut merupakan cabai rawit atau bukan.

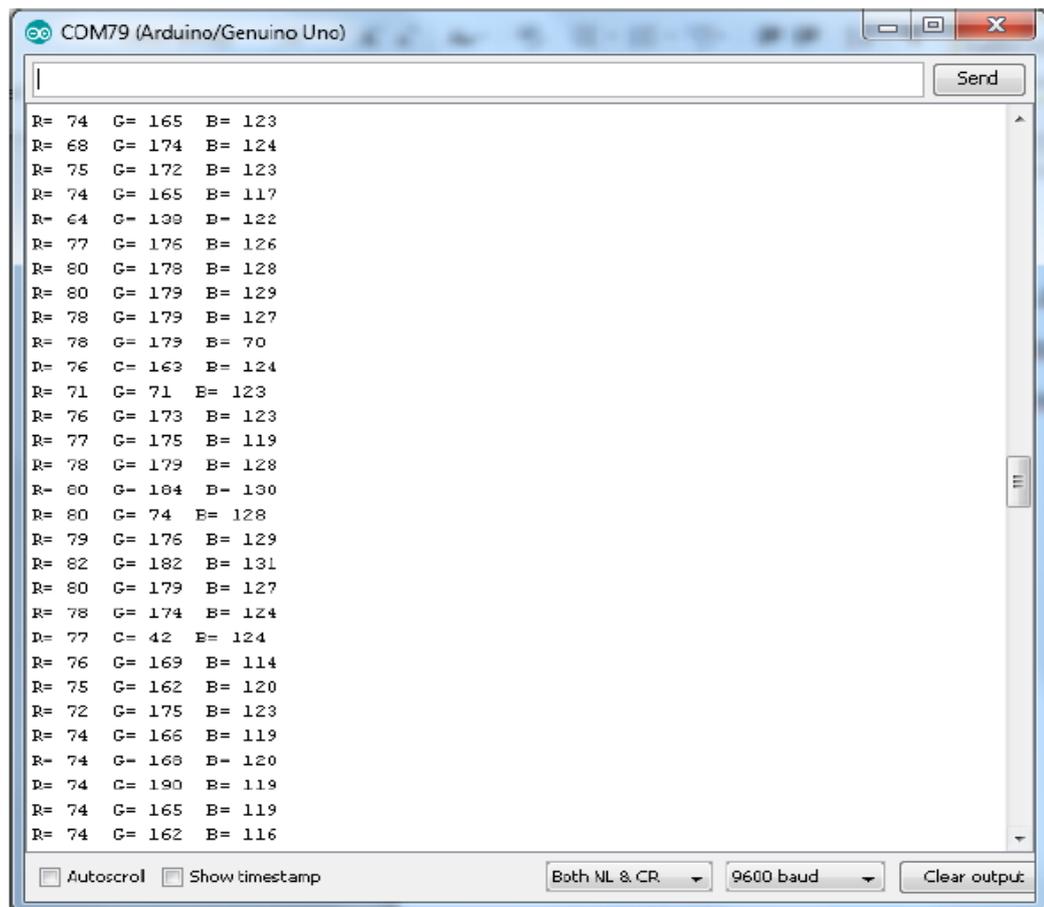
DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrograman*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Apandi M. 1984. *Teknologi Buah dan Sayur*. Alumni. Bandung.
- Cahyono B. 2003. *Cabai Rawit*. Kanisius. Yogyakarta.
- Darmita, dkk. Simulasi Pemisah Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p. Jurnal Matrix, Vol. 7, No. 2, Juli 2017.
- Desi Natalia Edowai¹, Stella Kairupan² dan Handry Rawung². *Mutu Cabai Rawit (Capsicum Frutescens L) Pada Tingkat Kematangan Dan Suhu Yang Berbeda Selama Penyimpanan*. Agrotek Volume 10, No.1 Maret 2016.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2020. *Budidaya Cabai yang Baik dan Benar*. Jakarta: Kementrian Pertanian RI.
- Harpenas, Asep & R. Dermawan. 2010. *Budidaya Cabai Unggul. Penebar Swadaya*. Jakarta.
- Husni, dkk. 2019. *Pengaplikasian Sensor Warna Pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Ampere, Volume 4, No 2, Desember 2019 P-Issn : 2477-2755 E-Issn : 2622-2981.
- H. Yahyaoui, H. S. Own, and Z. Malik, “Modeling and classification of service behaviors,” Expert Systems with Applications, vol. 42, no. 21, pp. 7610–7619, Nov 2015.
- Indra dan Murinto. 2015. *Aplikasi Pengolahan Citra Mendeteksi Kualitas Cabai Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Transformasi Warna Ycber*. Jurnal Sarjana Teknik Informatika. E-Issn: 2338-5197 Volume 3 Nomor 1.
- Kadir, A. 2012 . *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrograman Menggunakan Arduino*. Andi. Yogyakarta.
- Kartikasari, Dasa Novi, Sri Lestari Purnamaningsih, Lita Soetopo. *Penampilan Galur Generasi Pertama Hasil Seleksi Dari Cabai Rawit (Capsicum frutescens L.) Varietas Lokal*. Jurnal Produksi Tanaman, Volume 4, Nomor 4, April 2016, hlm. 320 – 324.

- Kouassi CK, Koffi-nevry R, Guillaume LY et al. 2012. *Profiles of bioactive compounds of some pepper fruit (Capsicum L.) Varieties grown in Côte d'ivoire*. Innovative Romanian Food Biotechnol 11: 23-31.
- Muliati, Fitri, Andi Ete , Bahrudin. *Pertumbuhan Dan Hasil Tanam Cabai Rawit (Capsicum frutescens L.) Yang Diberi Berbagai Pupuk Organik Dan Jenis Mulsa*. e-J. Agrotekbis 5 (4) : 449 - 457, Agustus 2017. ISSN : 2338 -3011.
- Prihono. 2009. *Jago Elektronika Secara Otodidak*. Jakarta : PT. Kawan Pustaka.
- Putra, D. 2009. *Sistem Biometrika*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Putra, Fadliansyah. 2019. *Pengaplikasian Sensor Warna pada Penentuan Kematangan Buah Tomat (Solanum Lycopersicum, L) pada Alat Sortasi Tipe Gravitasi*. Sumatera Utara: Departemen Teknik Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Ratnawati, Dwi dan Vivianti. 2018. *Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Sensor Warna TCS3200 Dan Arduino Nano*. Prosiding Seminar Nasional Vokasi Indonesia, Volume 1, e-ISSN 2654-6493.
- Rendy, dkk. 2019. *Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna His*. Jurnal Informatika Dan Ilmu Komputer (Jiko). P-Issn: 2355-7699 Vol. 2, No. 2, Hlm. 81-86.
- Rulaningtyas, dkk. 2015. *Segentasi Citra Berwarna dengan Menggnaukan Metode Clustering Berbasis Patch untuk Identifikasi Mycobacterium Tuberculosis*. Jurnal Biosains Pascasarjana Vol. 17 (2015) pp.
- Setiawan, A. 2011. *Mikrokontroler ATMega 8525 & ATMega 16 Menggunakan BASKOM-AVR*. Andi. Yogyakarta.
- Sukrasno, Siti K, Tarini S, Sasanti NC, Sugiarmo. *Kandungan kapsaisin dan dehidro kapsaisin pada berbagai buah capsicum*. JMS 1997;2(1):28-34.
- Sutoyo, dkk. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Andi Yogyakarta dan UDINUS Semarang.
- TAOS. 2009. *TCS3200 TCS3210 Programmable Color Light to Frequency Converter TAOS009*. United States.
- TAOS. *Programmable Color Light-To-Frequency Converter Texas Advanced Optoelectronic Solutions Inc*. Programmable 2011:1–14.

LAMPIRAN

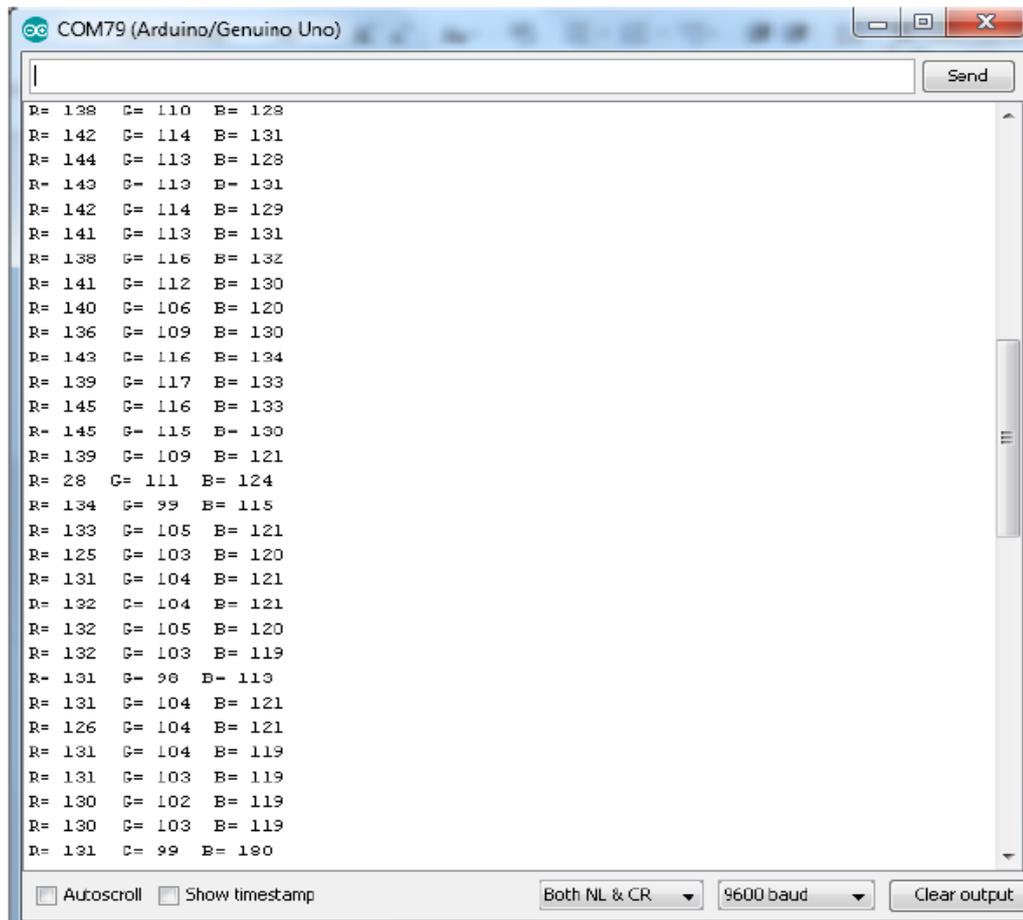
Lampiran 1



```
//merah  
byte Ra=75;  
byte Rb=175;  
byte Rc=125;
```

Gambar 4.1 Kalibrasi Kertas Berwarna Merah

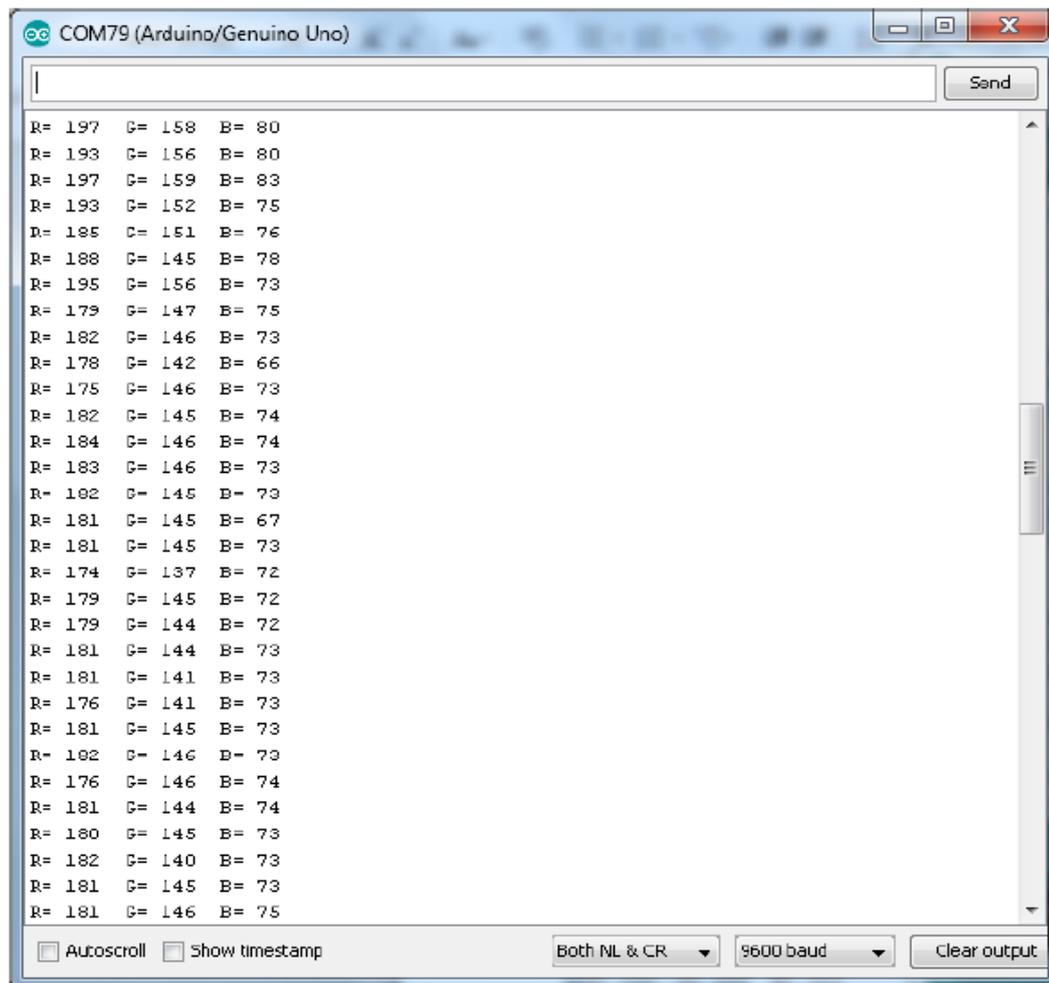
Lampiran 2



```
//hijau  
byte Ga=135;  
byte Gb=110;  
byte Gc=125;
```

Gambar 4.2 Kalibrasi Kertas Berwarna Hijau

Lampiran 3



```
//biru  
byte Ba=185;  
byte Bb=150;  
byte Bc=75;
```

Gambar 4.3 Kalibrasi Kertas Berwarna Biru

Lampiran 4

1. Perhitungan Persentase Error Cabai Rawit Mentah

$$R = \frac{R_{sensor} - R_{alat}}{R_{alat}} \times 100\% \quad R = \frac{18,34 - 162}{162} \times 100\% = -0,886\%$$

$$G = \frac{G_{sensor} - G_{alat}}{G_{alat}} \times 100\% \quad G = \frac{21,67 - 145}{145} \times 100\% = -0,850\%$$

$$B = \frac{B_{sensor} - B_{alat}}{B_{alat}} \times 100\% \quad B = \frac{18,23 - 85}{85} \times 100\% = -0,785\%$$

2. Perhitungan Persentase Error Cabai Rawit Setengah Matang

$$R = \frac{R_{sensor} - R_{alat}}{R_{alat}} \times 100\% \quad R = \frac{17,36 - 185}{185} \times 100\% = -0,906\%$$

$$G = \frac{G_{sensor} - G_{alat}}{G_{alat}} \times 100\% \quad G = \frac{23,73 - 107}{107} \times 100\% = -0,778\%$$

$$B = \frac{B_{sensor} - B_{alat}}{B_{alat}} \times 100\% \quad B = \frac{19,01 - 64}{64} \times 100\% = -0,702\%$$

3. Perhitungan Persentase Error Cabai Rawit Matang

$$R = \frac{R_{sensor} - R_{alat}}{R_{alat}} \times 100\% \quad R = \frac{79,5 - 170}{170} \times 100\% = -0,532\%$$

$$G = \frac{G_{sensor} - G_{alat}}{G_{alat}} \times 100\% \quad G = \frac{197,6 - 53}{53} \times 100\% = 2,728\%$$

$$B = \frac{B_{sensor} - B_{alat}}{B_{alat}} \times 100\% \quad B = \frac{177,3 - 66}{66} \times 100\% = 1,686\%$$



PROGRAM STUDI FISIKA

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933
Website : <http://fisika.uin-malang.ac.id>, e-mail : Fis@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Umi Hanik
NIM : 15640032
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Deteksi Tingkat Kematangan Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens*)
Menggunakan Sensor Warna TCS3200 Berbasis Arduino Uno
Pembimbing 1 : Farid Samsu Hananto, M.T
Pembimbing 2 : Dr. Umayyatus Syarifah, M.A

• Konsultasi Fisika

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	20 Mei 2020	Konsultasi Judul	
2	18 September 2020	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
3	7 Desember 2020	Konsultasi Seminar Proposal	
4	25 Januari 2021	Konsultasi Revisi Proposal	
5	16 Februari 2021	Konsultasi Revisi Proposal	
6	18 Maret 2021	Konsultasi Revisi Proposal	
7	27 Maret 2021	Konsultasi Penelitian	
8	10 April 2021	Konsultasi Penelitian	
9	21 April 2022	Konsultasi Bab IV	
10	15 Mei 2022	Konsultasi Bab IV	
11	10 Juni 2022	Konsultasi Semua Bab	
12	22 Juni 2022	Konsultasi Revisi Sidang Skripsi	

• Konsultasi Integrasi

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	21 Juni 2022	Konsultasi Integrasi	
2	24 Juni 2022	Konsultasi Integrasi	

Malang, 27 Juni 2022
Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002