

**DETEKSI KUALITAS BERAS (*ORYZA SATIVA*) MENGGUNAKAN
SENSOR TCS3200 BERBASIS ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Oleh:

MUHAMMAD ABID ALFINNUR
NIM. 16640054



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**DETEKSI KUALITAS BERAS (*ORYZA SATIVA*) MENGGUNAKAN
SENSOR 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:

**MUHAMMAD ABID ALFINNUR
NIM. 16640054**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

DETEKSI KUALITAS BERAS (*ORYZA SATIVA*) MENGGUNAKAN
SENSOR TCS3200 BERBASIS ARDUINO UNO

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Abid Alfinnur
NIM. 16640054

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Pada tanggal, 16 Juni 2023

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Amam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN




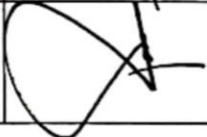
DETEKSI KUALITAS BERAS (*ORYZA SATIVA*) MENGGUNAKAN
SENSOR TCS3200 BERBASIS ARDUINO UNO

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Abid Alfinnur
NIM. 16640054

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarja Sains (S.Si)
Pada tanggal, 19 Juni 2023

Ketua Penguji	<u>Dr. Imam Tazi, M. Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Anggota Penguji	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M. Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
Pembimbing I	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Pembimbing II	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MUHAMMAD ABID ALFINNUR
NIM : 16640054
Jurusan : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : DETEKSI KUALITAS BERAS (*ORYZA SATIVA*)
MENGGUNAKAN SENSOR 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, 12 Juni 2023
Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Abid Alfinnur
NIM. 16640054

MOTTO

أَلَا لَاتَنَالُ الْعِلْمَ إِلَّا بِسِتَّةٍ # سَأُنْبِئُكَ عَنْ مَجْمُوعِهَا بِبَيَانٍ

ذُكَاةٍ وَحِرْصٍ وَاصْطِبَارٍ وَبُلْغَةٍ # وَارْشَادُ أَسْتَاذٍ وَطُولِ زَمَانٍ

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tuhan sembahanku, Allah SWT sang pencipta, penguasa alam jagat raya yang mengatur kehidupan di alam semesta yang indah dan menakjubkan ini, Tuhan sang pemberi nikmat dan rahmat kepada seluruh makhluk-Nya “*Alhamdulillahillobbil ‘alamiin*”, semoga lembaran-lembaran ini menjadi amal sholeh dan selalu dalam ridho-Nya

Junjunganku, Nabi Muhammad SAW yang memberi cahaya dihati umatnya dan membawa kesejahteraan pada Alam Semesta ini dalam bentuk ilmu pengetahuan dan menjadi suri tauladan bagi seluruh umat, serta berharap di hari akhir nanti mendapat syafa’atnya pada hari kiamat “*Allahumma sholli ‘ala saiyidina Muhammad waala ‘ali saiyidina Muhammad*”

Orang tua kandungku Bapak H. Zainuddin (alm) dan Ibu Hj. Afif Syafi’atin, orang tua angkatku Bapak H. Syu’aib dan Ibu Hj. Sarjiyati serta segenap keluarga besarku yang telah memberi nafkah, kasih sayang dan dukungan serta do’a yang telah dipanjatkan selama ini sehingga saya dapat kuat menjalani hidup jauh dari keluarga demi menggapai cita-cita

Para dosen dan pembimbing yang telah menunjukkan kebesaran Tuhan melalui keindahan dan keluasan ilmu yang tak terhingga nilainya, terutama dibidang ilmu fisika. Semoga berkah dan bermanfaat di dunia sampai akhirat

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang telah penulis susun ini berjudul “Deteksi Kualitas Beras (*Oryza Sativa*) Menggunakan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino Uno”. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman *jahiliyah* menuju zaman yang cerah dan penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa saat ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi skripsi ini dengan baik. Khususnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A 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. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang memberikan arahan untuk penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Farid Samsu Hananto, M.T selaku Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus pembimbing skripsi yang

telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan proposal skripsi.

5. Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si selaku Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus dosen pembimbing lapangan yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan proposal skripsi.
6. Orang tua kandung dan angkat, Kakak dan adik-adik, serta keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan yang berharga.
7. Rozanah 'Alimatus Sya'diyyah, S.Si yang selalu mendukung dan memberikan semangat, serta Muhammad Hanif Mubarak, S.Si, Mahadhika Mega Utama, S.Si dan Habibullah, S.Si selaku Pembimbing Lapangan yang memberi arahan penulis sehingga mampu menyelesaikan proposal ini dengan baik.
8. Ibnu Athoillah, S.Psi, Dian Wahyu Pamungkas, S.T, Andi Azizah Ramadani, S.Psi, dan Muhammad Luthfi Annurani yang selalu mendukung serta mendengarkan curhatan yang tidak penting dari penulis
9. Rekan-rekan pondok pesantren Anwarul Huda, terutama rekan-rekan Haflatul Imtihan ke-25 yang selalu menemani di setiap saat.
10. Sahabat-sahabat Fisika 2016 yang tiada henti memberikan semangat dalam menyusun proposal ini.
11. Sahabat-sahabat Fisika 2016 Perjuangan yang senantiasa berjuang hingga titik darah penghabisan semester terakhir ini.
12. Serta semua pihak yang telah membantu penyusunan proposal skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun akhirat kelak, aamiin. Penulis berharap semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca, dalam menambah wawasan ilmiah dan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 3 Desember 2020

Penyusun

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	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
المخلص	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beras	8
2.1.1 Standar Kualitas Mutu Beras	8
2.1.2 Faktor yang Memengaruhi kualitas beras	9
2.2 Ruang Warna RGB	10
2.3 Colorimetry	12
2.4 Konversi <i>CIELAB</i> Menjadi RGB	14
2.5 Sensor TCS3200	16
2.6 Arduino	18
2.7 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 16 x 2 I2C	20

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	24
3.5 Diagram Alir Penelitian	24
3.5.1 Pembuatan Objek Pengamatan Data Berdasarkan Variasi Kadar Air	25
3.5.2 Pengukuran Persentase Beras Kuning dan Uji $L^*a^*b^*$	25
3.5.3 Perancangan Sistem Pengambilan Data	26

3.6	Prosedur Perancangan Alat	26	
3.7	Kalibrasi Alat	28	
3.8	Metode Pengambilan Data	28	
3.9	Pengolahan Data.....	30	
3.10	Metode Analisis Data.....	31	
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN			
4.1	Hasil Penelitian	33	
4.2	Hasil Kalibrasi Alat.....	34	
4.3	Hasil Pengujian Sampel	37	
4.3.1	Hasil Perancangan Prototipe	37	
4.3.2	Hasil Pengukuran Nilai Kadar Air Beras terhadap Lama Waktu Penyimpanan	38	
4.3.3	Hasil Pengujian Sampel dengan Sensor Warna TCS3200.....	41	
4.3.4	Hasil Pengujian Beras dengan Colorimetry	44	
4.3.5	Hasil Konversi nilai L*a*b* menjadi RGB.....	46	
4.3.6	Hasil Pengujian Akurasi Alat.....	48	
4.4	Pembahasan.....	50	
4.5	Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an.....	54	
 BAB V PENUTUP			
5.1	Kesimpulan	57	
5.1	Saran	58	
 DAFTAR PUSTAKA			59
LAMPIRAN.....			62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ruang Warna RGB.....	12
Gambar 2.2 Diagram Warna <i>CIELAB</i>	13
Gambar 2.3 Sensor Warna TCS3200.....	16
Gambar 2.4 Blok Diagram Sensor Warna TCS3200.....	17
Gambar 2.5 Arduino Uno.....	18
Gambar 2.6 <i>Liquid Crystal Display</i> 16 x 2 I2C.....	20
Gambar 3.1 Diagram alir Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Objek Pengamatan Data Berdasarkan Variasi Kadar Air.....	24
Gambar 3.3 Diagram Pengukuran Persentase Beras Kuning dan Uji $L^*a^*b^*$	25
Gambar 3.4 Diagram Perancangan Sistem Pengambilan Data.....	26
Gambar 3.5 Diagram Blok Perancangan Alat.....	27
Gambar 3.6 Skema Rangkaian Alat.....	27
Gambar 4.1 Proses Kalibrasi terhadap Kertas Berwarna.....	34
Gambar 4.2 Hasil Kalibrasi Warna RGB.....	36
Gambar 4.3 Rangkaian Alat Deteksi Kualitas Beras.....	38
Gambar 4.4 (a) Pengukuran dengan Grain Moisture Meter (b) Proses Penyimpanan Beras.....	39
Gambar 4.5 Grafik Perubahan Nilai Kadar Air Dilihat pada Penambahan Hari...41	41
Gambar 4.6 Proses Pengambilan Nilai RGB pada Beras.....	42
Gambar 4.7 Grafik Nilai Rata-Rata RGB Beras berdasarkan Perbedaan Kadar Air menggunakan Sensor TCS3200.....	44
Gambar 4.8 Proses Konversi Nilai $L^*a^*b^*$ ke RGB menggunakan Persamaan Sintaksis dalam Aplikasi MATLAB.....	47
Gambar 4.9 Grafik Nilai Rata-Rata RGB Berdasarkan Kadar Air pada Sampel Beras.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Pin Sensor Warna TCS3200.....	16
Tabel 2.2 Mode Pemilihan Photodiode dalam Pembacaan Warna	18
Tabel 3.1 Pengambilan Data Kalibrasi Sensor TCS3200	29
Tabel 3.2 Pengambilan Data Kadar Air (%) terhadap Lama Waktu Penyimpanan.....	30
Tabel 3.3 Pengambilan Data Nilai RGB dengan Sensor TCS3200	30
Tabel 3.4 Pengambilan Data Nilai RGB dengan Colorimetri.....	30
Tabel 3.5 Perbandingan Error RGB antara Sensor dan Konversi $L^*a^*b^*$	31
Table 4.1 Hasil Pengambilan Data Kalibrasi	35
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Air Beras (%) Terhadap Lama Waktu Penyimpanan.....	40
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Nilai RGB Menggunakan Sensor TCS3200 terhadap Lama Waktu Penyimpanan.....	42
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Nilai RGB Rata-rata Berdasarkan Kadar Air (%) Menggunakan Sensor TCS3200	43
Tabel 4.5 Data Nilai Lab* terhadap Lama Waktu Penyimpanan.....	45
Tabel 4.6 Nilai Rata-Rata Konversi $L^*a^*b^*$ menjadi RGB Berdasarkan Kadar Air pada Sampel Beras	47
Tabel 4.7 Perbandingan Error RGB antara Sensor dan Konversi $L^*a^*b^*$	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Grafik Plotting Data	62
Lampiran 2. Koding Program Arduino	68

ABSTRAK

Alfinnur, Muhammad Abid. 2023. **Deteksi Kualitas Beras (*Oryza Sativa*) Menggunakan Sensor 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.T (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Kata Kunci: Kualitas Beras, Kadar Air, Arduino Uno, Sensor TCS3200, RGB

Beras menjadi makanan pokok utama di Indonesia karena memberikan kebutuhan kalori dan nutrisi yang penting. Permintaan beras semakin tinggi seiring pertumbuhan penduduk, sehingga pemerintah mengatur pengadaan dan kualitas beras yang akan didistribusikan. Namun, pengujian mutu beras masih dilakukan secara manual, yang rentan terhadap kesalahan dan membutuhkan waktu lama. Oleh karena itu, digunakanlah sensor warna TCS3200 berbasis Arduino uno sebagai alternatif untuk mendeteksi kualitas beras dengan akurasi tinggi berdasarkan parameter RGB, yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengujian mutu beras. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengambil data RGB beras berdasarkan variasi kadar air. Pengujian kinerja alat dan keakuratan dilakukan melalui kalibrasi sensor, pengambilan data variasi persentase kadar air dan nilai RGB. Sensor memberikan pencahayaan pada objek yang dideteksi, menghasilkan nilai RGB yang berbeda. Mikrokontroler menginisialisasikan nilai RGB setelah membaca beberapa warna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai RGB beras dapat mewakili kualitas berdasarkan kadar air. Batas antara beras baik dan buruk ditetapkan pada kadar air 14%. Intensitas nilai RGB yang digunakan sebagai batas adalah $R = 165$, $G = 176$, dan $B = 153$. Jika nilai RGB lebih tinggi, maka beras dikategorikan baik. Jika lebih rendah, maka dikategorikan buruk. Pengujian dengan sensor TCS3200 menunjukkan tingkat akurasi tinggi dengan persentase eror R, G, dan B sebesar 0,039%, 0,086%, dan 0,024%. Persentase eror yang rendah menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam pengukuran nilai RGB menggunakan sensor TCS3200 dengan nilai akurasi untuk R, G, dan B sebesar 99,96%, 99,91%, dan 99,97%.

ABSTRACT

Alfinnur, Muhammad Abid. 2023. **Detection of Rice Quality (*Oryza Sativa*) Using Arduino Uno Based Tcs3200 Sensor**. Undergraduate Thesis. Physics Department, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Supervisor: (I) Farid Samsu Hananto, M.T, (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Keywords: Rice Quality, Moisture Content, Arduino Uno, TCS3200 Sensor.

Rice is the staple food in Indonesia because it provides important calories and nutrients. Demand for rice is getting higher along with population growth, so the government regulates the procurement and quality of rice which will be distributed. However, rice quality measurement still uses the manual methods, which are prone to errors and take a long time. Therefore, the Arduino uno-based TCS3200 color sensor is used as an alternative to detect the quality of rice with high accuracy based on RGB parameters, which is expected to increase the efficiency of rice quality measurement. The research uses an experimental method to take RGB rice data based on variations in moisture content. The measurement of performance and accuracy are carried out through sensor calibration, data collection for variations in the percentage of moisture content and RGB values. The sensor irradiates the detected object, and obtains different RGB values. The microcontroller initializes the RGB values after capturing some colors. The results show that the RGB values of rice can represent the quality based on water content. The limit of good and bad rice is set at 14% moisture content. The intensity of the RGB values use as limits are $R = 165$, $G = 176$, and $B = 153$. If the RGB value is higher, then the rice is categorized as good rice. If it is lower, then it is categorized as bad rice. The accuracy of TCS3200 sensor shows a high level with the percentage of R, G and B errors of 0.039%, 0.086% and 0.024%. The low percentage indicates a high accuracy in measuring RGB values using TCS3200 sensor with the accuracy values or R, G and B of 99.96%, 99.91% and 99.97%.

الملخص

الف النور، محمد عابد. ٢٠٢٣. الكشف عن جودة الرز (*Oryza Sativa*) باستخدام مجسات TCS3200 على قائم Arduino Uno. البحث. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المرشد (١) الأستاذ فريد شمس هانانتو، الماجستير، (II) و الأستاذ عبد الباسط، الماجستير

الكلمات الرئيسية: جودة الرز، محتوى الرطوبة، Arduino Uno، مجسات RGB، tcs3200

الرز هو الغذاء الرئيسي في إندونيسيا لأنه يوفر السرعات الحرارية والعناصر الغذائية الهامة. يزداد الطلب على الأرز مع النمو السكاني، لذلك تنظم الحكومة شراء وجودة الرز الذي سيتم توزيعه. ومع ذلك، لا يزال اختبار جودة الرز يتم يدويا، وهو عرضة للأخطاء ويستغرق وقتًا طويلاً. لذلك، ستستخدم مجسات اللون tcs3200 على قائم Arduino uno كبديل للكشف عن جودة الرز بدقة عالية تعتمد على معايير RGB، والتي من المتوقع أن تزيد من الكفاءة اختبار جودة الرز. تستخدم هذه الدراسة طريقة تجريبية لاسترداد بيانات الرز RGB بناء على الاختلافات في محتوى الرطوبة. يتم إجراء الاختبار أداء الأداة ودقتها من خلال معايرة المستشعر، وجمع البيانات للتغيرات في النسبة المئوية لمحتوى الرطوبة و قيم RGB. يوفر المستشعر إضاءة على الكائن المكتشف، مما ينتج عنه قيمة RGB مختلفة. يقوم المتحكم الدقيق بتهيئة قيمة RGB بعد قراءة عدة اللون، وتظهر نتائج الاختبار أن قيمة RGB للأرز يمكن أن تمثل الجودة بناء على محتوى الرطوبة. يتم تعيين الحدود بين الأرز الجيد والسيئ على محتوى الرطوبة ١٤%. تم استخدام شدة قيم RGB كحد أقصى هي 176 G، 165 R، و 153 B. إذا كانت قيمة RGB أعلى، فسيتم تصنيف الرز على أنه جيد. إذا كانت أقل، ثم يتم تصنيفه على أنه سيء. تظهر الاختبارات باستخدام مجسات TCS3200 مستوى عاليا من الدقة مع نسبة أخطاء R و G و B تبلغ 0.039% و 0.086% و 0.024%. تشير نسبة الخطأ المنخفضة إلى درجة عالية من الدقة في قياس قيم RGB باستخدام مجسات TCS3200 بقيم دقة R، G و B تبلغ 99.96% و 99.91% و 99.97%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris, di mana bidang pertanian dan perkebunan melimpah. Sebagian besar penduduk Indonesia memanfaatkan tanahnya yang subur untuk menumbuh dan mengembangkan beraneka ragam tumbuhan sebagai sumber bahan pangan, salah satunya adalah padi (*Oryza sativa*). Hasil olahan padi berupa beras. Beras merupakan bahan pangan pokok yang paling banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia hingga saat ini. Hal ini dikarenakan beras menyediakan 56-80% kebutuhan kalori penduduk. Selain itu, beras juga menjadi sumber utama nutrisi bagi penduduk daerah tropis seperti Indonesia (Juanda, 2016).

Kebutuhan akan beras semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan masyarakat Indonesia. Menurut Survei Sosial Ekonomi Nasional 2009-2013, konsumsi beras di Indonesia mencapai 85.514 per kapita/tahun pada tahun 2013. Hal ini menunjukkan bahwa beras memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia, sehingga keberadaan beras sebagai bahan pangan diatur oleh pemerintah. Pemerintah telah menetapkan kebijakan yang berkaitan dengan ketersediaan beras dengan tetap menjaga kestabilan kualitas bahan pangan masyarakat. Beras yang diperoleh dari pasca panen biasanya disimpan terlebih dahulu sebelum didistribusikan kepada masyarakat. Untuk mengontrol kualitas mutu beras, perlu ditetapkan standar minimum dalam pengecekan kualitas beras sebelum didistribusikan. Dalam hal ini, Bulog yang menjadi perusahaan BUMN

berperan dalam mengontrol persediaan dan pendistribusian beras pasca panen, serta melakukan pengujian mutu beras di Indonesia.

Pengujian mengenai kualitas beras sangatlah perlu untuk perlindungan konsumen. Allah SWT menitipkan beras untuk dikonsumsi sebaik-baiknya, sehingga pemilihan kualitas beras sebagai objek konsumsi juga penting. Al-Qur'an menjelaskan bahwa Allah memerintahkan manusia untuk memerhatikan makanannya. Allah juga telah menumbuhkan beraneka ragam biji-bijian dan butir-butir tumbuhan. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Surat Abasa ayat 24-32:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ﴿٢٤﴾ أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَعَسَبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَاكِهَةً وَأَبًّا ﴿٣١﴾ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٢﴾

“Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit). kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-mayur, zaitun dan pohon kurma. kebun-kebun (yang) lebat, dan buah-buahan serta rumput-rumputan, untuk kesenangan kalian dan untuk binatang-binatang ternak kalian.” (QS. ‘Abasa: 24-32).

Ayat-ayat tersebut berkaitan dengan bahan pangan dan hasil bumi, serta pentingnya pemilihan bahan pangan yang berkualitas sebagai objek konsumsi. Menurut Asy-Syawii (1987), surat ‘Abasa ayat 24 menjelaskan bahwa Allah SWT memerintahkan manusia untuk merenungkan urusannya yang berkaitan dengan makanan yang dimakan. Sehingga manusia harus memilih mana makanan yang berkualitas dan yang layak untuk dimakan. Ayat selanjutnya (25-32), Allah SWT menunjukkan bagaimana (makanan tersebut) bisa sampai kepada manusia setelah melalui bermacam-macam proses. Allah SWT mampu menurunkan air dari awan ke bumi. Air tersebut mengalir di bumi, kemudian meresap ke dalam biji-bijian yang berada di dalam tanah. Maka, tumbuhlah beraneka ragam biji-bijian yang muncul di permukaan bumi, lalu meninggi. Dari penjelasan tersebut, dapat

dikatakan bahwa biji-bijian yang beraneka ragam merupakan salah satu bukti kebesaran dan bentuk pemberian Allah SWT kepada makhluk-Nya terutama manusia supaya memanfaatkan biji-bijian tersebut sebaik mungkin. Salah satu tumbuhan yang harus dimanfaatkan sebaik-baiknya adalah beras. Pemanfaatan beras yang baik dilakukan dengan cara memerhatikan beberapa faktor agar nutrisi dan gizi beras tetap terjaga. Adapun faktor khusus yang perlu diperhatikan pada fisik beras terdiri dari kelembapan atau kadar air, tempat penyimpanan, butir utuh, butir kepala, butir patah, butir menir, butir kuning/rusak, butir merah, butir mengapur dan yang lainnya (Sujito, 2016).

Badan Urusan Logistik (Bulog) melakukan pengujian kualitas beras secara eksperimental di laboratorium dan secara visual. Hingga saat ini, pengujian kualitas beras masih dilakukan secara manual sehingga dikhawatirkan terjadi kesalahan karena adanya beberapa faktor, diantaranya, penilaian bias yang disebabkan adanya faktor subjektivitas, hasil pengamatan yang tidak konsisten yang disebabkan oleh kelelahan fisik, serta waktu pengamatan yang relatif lama. Berangkat dari permasalahan tersebut, dibutuhkan alternatif lain yang memiliki efektivitas dan akurasi tinggi, konsisten, serta mudah pengoperasiannya, sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja dalam mengidentifikasi mutu beras. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengujian tersebut yaitu dengan menggunakan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi kualitas beras berdasarkan parameter RGB.

Pengujian kualitas mutu beras berdasarkan RGB sudah pernah dilakukan dengan beberapa metode. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Antika (2018) yang membahas tentang klasifikasi mutu beras merah dengan metode *Binerisasi* (Thresholding), *Median Filtering*, dan *Connected Component Labeling*.

Hasil yang didapatkan pada penelitian tersebut berupa pendeteksian pada ukuran dan bentuk beras merah yang memiliki tingkat akurasi sebesar 80% dengan jarak 10 cm dari objek ke kamera. Sedangkan dengan jarak 15 cm dari objek pada kamera memiliki tingkat akurasi sebesar 100%. Selanjutnya metode lain yang dilakukan oleh Somantri dkk (2013) yang membahas tentang penggunaan pengolahan citra digital dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk mengidentifikasi kualitas mutu fisik beras. Klasifikasi warna bulir beras dibedakan menggunakan *Red, Green, Blue* (RGB) dan *Hue, Saturation, Intensity* (HSI). Sedangkan klasifikasi luas bulir beras dan kelilingnya menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Hasil dari penelitian ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mengidentifikasi kualitas mutu beras. Penelitian lainnya, yang juga dilakukan oleh Somantri dkk (2020), dalam mendeteksi cepat mutu organoleptik beras dengan metode *real time image processing* berbasis Android dan Java. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa citra beras (RGB) sangat dipengaruhi oleh lamanya penyimpanan beras. nilai *Blue* menghasilkan nilai perubahan yang nyata selama penyimpanan beras dibandingkan nilai *Red* dan *Green*. Kesimpulannya, aplikasi deteksi cepat ini berhasil dikembangkan dengan berbasis Android yang dapat digunakan sebagai alat uji mutu organoleptik beras. Selanjutnya penelitian lain yang dilakukan oleh Sujito (2016) membahas tentang penerapan teknik pelabelan flood filling dan pengukuran parameter RGB dalam sebuah perangkat lunak aplikasi komputer. Kesimpulannya, metode pengukuran parameter RGB dapat digunakan untuk mengidentifikasi beras sebagai butir merah,, butir kuning/rusak, butir mengapur, benda asing, dan butir gabah. Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan menggunakan 100 citra

input, dengan hasil 91% (91 citra) dapat dikenali dengan tepat. Sedangkan sisanya, 9% gagal untuk dikenali.

Pengujian kualitas beras menggunakan sensor warna TCS3200 dimulai dari penyaringan fitur warna *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB). Menurut Rusman (2021), fitur warna tersebut diproses pada mikrokontroler Arduino Uno untuk mendapatkan nilai setiap fitur menggunakan pendekatan ruang warna RGB. Nilai fitur-fitur ini disimpan dan digunakan sebagai data latih dan data sampel untuk menentukan tingkat mutu objek. Selanjutnya hasil pendeteksi ditampilkan pada LCD berukuran 16x2 karakter. Oleh karena itu, dilakukan penelitian kali ini untuk mengetahui pengaruh nilai RGB terhadap kualitas beras.

Deteksi kualitas beras menggunakan sensor TCS3200 merupakan masih yang masih jarang. Sehingga, dibuatlah sistem untuk mendeteksi kualitas beras dalam ruang warna RGB, yang mana hasil pendeteksiannya akan ditampilkan pada layar LCD berukuran 16x2 berbasis Arduino Uno. Dengan pembuatan alat ini, diharapkan dapat mempermudah dalam mendeteksi kualitas beras, sehingga dapat diterapkan untuk melakukan pengujian pada beras.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka diperoleh rumusan masalah yang akan diselesaikan kali ini, di antaranya yaitu :

1. Bagaimana mendeteksi kualitas beras dengan menggunakan sensor warna TCS3200 berbasis Arduino UNO?
2. Bagaimana tingkat akurasi dari sensor warna TCS3200 dalam mendeteksi kualitas beras?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang akan dibahas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendeteksi kualitas beras dengan menggunakan sensor warna TCS3200 berbasis Arduino Uno.
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor sensor warna TCS3200 dalam menentukan kualitas beras.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membuat perancangan kali ini lebih sistematis dan terarah, maka batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada beras jenis mentari.
2. Jenis sensor yang digunakan adalah sensor warna TCS3200.
3. Jenis Arduino yang digunakan adalah Arduino Uno
4. Hasil deteksi ditampilkan pada *Liquid Crystal Digital (LCD) 16x2*.
5. Faktor yang digunakan untuk menentukan kualitas beras adalah nilai kadar air.
6. Pengukuran kadar air menggunakan sensor *Grain Moisture Meter* sebagai kontrol kadar air beras.
7. Kadar air yang divariasikan antara 12,5% - 15,0 % dengan penambahan setiap 0,5 %.
8. Jarak antara beras yang diuji dengan sensor adalah 1 cm.
9. Nilai yang digunakan untuk menentukan kualitas beras adalah intensitas nilai RGB dari beras.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi pada pembaca tentang bagaimana menggunakan sensor TCS3200 secara otomatis dalam mendeteksi kualitas beras berbasis arduino, serta mengetahui seberapa tinggi akurasi dari alat ini untuk menentukan kualitas beras berdasarkan kadar air dan beras kuning sebagai faktor untuk menentukan kualitasnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

5.1 Beras

2.1.1 Standar Kualitas Mutu Beras

Berdasarkan Inpres No.5 tahun 2015, pengadaan beras hanya dilakukan oleh Perum BULOG baik untuk kebutuhan dalam maupun dari luar negeri. Perum BULOG memberikan beberapa kriteria sebagai standar kualitas beras yang harus dipenuhi dalam pengadaan beras, yaitu:

1. Pembelian gabah kering panen dalam negeri harus dengan kualitas kadar air maksimum 25% dan kadar hampa/kotoran maksimum 10%.
2. Pembelian gabah kering giling dalam negeri harus dengan kualitas kadar air maksimum sebesar 14% dan kadar hampa/kotoran maksimum 3% per kilogram di penggilingan.
3. Pembelian beras dalam negeri harus dengan kualitas kadar air maksimum 14%, butir patah maksimum 20%, kadar menir 2%, dan derajat sosoh minimum 95%.

Standar pengujian kualitas beras yang ditetapkan dan dilakukan oleh pihak BULOG terdapat dua tahapan, yaitu pengujian laboratorium dan pengujian secara visual. Pengujian secara laboratorium dilakukan dengan cara mengambil beberapa sampel beras. Masing-masing sampel beras diuji dengan meliputi beberapa jenis, yaitu: beras kepala, beras patah, butir menir, butir kapur, serta butir kuning dan rusak. Sedangkan, pengujian sampel beras secara visual dilakukan dengan melihat keutuhan, kebersihan, dan putuhnya beras. (Soerjandoko, 2010).

Pengukuran standar kualitas beras perlu dilakukan. Allah SWT menjelaskan di Al-Qur'an tentang pentingnya pengukuran dalam surat Al-Qamar ayat 49:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

“*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu sesuai dengan ukuran.*” (QS. Al-Qamar: 49).

Tafsir Ibnu Katsir (2013) menafsirkan ayat tersebut bahwa Allah SWT telah menentukan ukuran masing-masing makhluk-Nya dan memberi petunjuk kepada semua makhluk-Nya. Karena itulah ayat ini membuktikan akan kebenaran dari takdir Allah yang terdahulu terhadap makhluk-Nya, yaitu pengetahuan Allah SWT akan segala sesuatu sebelum kejadiannya dan ketetapan takdir-Nya terhadap makhluk sebelum diciptakan oleh Allah SWT. Seluruh makhluk diciptakan sesuai ketentuan dan hukum-hukum yang telah Allah tetapkan. Karena itu, segala sesuatu harus diukur terlebih dahulu sesuai dengan ketentuan-ketentuan atau standar yang telah ditetapkan.

Pengujian kualitas beras secara visual masih dilakukan secara manual, yakni dengan menggunakan indera penglihatan dan penciuman manusia. Pengujian ini sering mengakibatkan terjadinya kesalahan karena keterbatasan penglihatan manusia dan adanya subjektivitas dari penguji. Oleh karena itu, perlu adanya pengujian beras secara visual yang dapat menjadi solusi yang efektif untuk permasalahan tersebut (Aprilia dan Ristu, 2015).

2.1.2 Faktor yang Memengaruhi Kualitas Beras

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Kementerian pertanian melakukan kajian yang menjelaskan bahwa ada beberapa faktor yang memengaruhi kualitas beras, di antaranya: bentuk fisik, waktu dan fase panen, pengisian bulir, serta fase

pembungaan. Secara fisik, komponen kualitas beras meliputi kadar air, butir patah, derajat sosoh, butir menir, beras kepala, butir merah, butir pengapur, benda asing, butir gabah, dan butir kuning (Badan Standarisasi Nasional, 2015).

Butir patah merupakan butir dari beras sehat maupun tidak sehat yang mempunyai ukuran dari 25% sampai dengan 75% dari butir beras utuh. Butir menir merupakan butir beras sehat maupun cacat yang memiliki ukuran lebih kecil dari 25% bagian beras utuh. Butir kuning merupakan butir beras utuh, beras kepala, beras patah, dan menir yang berwarna kuning atau kuning kecokelatan. Kadar air merupakan jumlah kandungan air dalam biji-bijian yang dinyatakan dalam satuan persen dari berat basah. Sedangkan beras kuning adalah butir beras utuh, beras kepala, dan menir yang berwarna kuning, kuning kecokelatan, atau kuning semu yang diakibatkan oleh proses fisik atau mikroorganisme. Untuk beras kuning, persentase kadar butir kuningnya dapat dihitung melalui persamaan 2.1 (Badan Standarisasi Nasional, 2015).

$$\text{Kadar Butir Kuning} = \frac{\text{Berat Butir Kuning}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\% \quad (2.1)$$

5.2 Ruang Warna RGB

Warna merupakan spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna yang berwarna putih. Suatu warna memiliki identitas yang mana panjang gelombang yang menentukannya. Panjang gelombang suatu warna yang dapat dilihat manusia hanya berada pada rentang 380 hingga 780 nanometer (nm). Setiap warna terbentuk dari tiga warna utama, yang dikenal dengan istilah RGB. R merupakan *Red* atau warna merah. G merupakan warna hijau atau *Green* (Athifa, 2019).

Al-Qur'an menjelaskan bahwa warna merupakan salah satu bentuk dari kekuasaan Allah SWT. Telah dijelaskan dalam surah Fatir ayat 27 yang berbunyi:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَعَرَاءِيبٌ

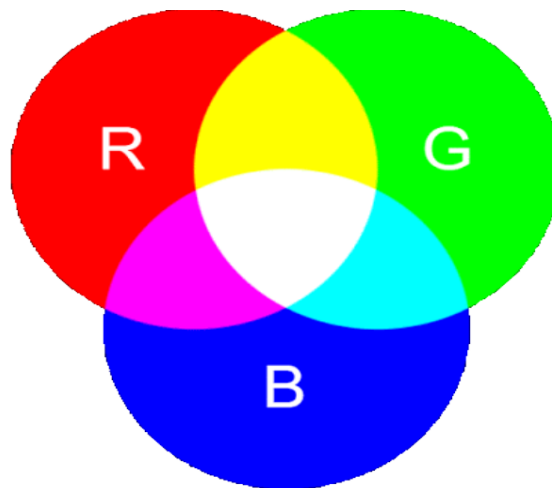
سُودٌ

“Tidakkah engkau melihat bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, lalu dengan (air) itu Kami mengeluarkan hasil tanaman yang beraneka macam warnanya. Di antara gunung-gunung itu ada bergaris-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat.” (QS. Fatir: 27).

Tafsir Ibnu Katsir (2013) menjelaskan bahwa dalam ayat ini, Allah SWT menyebutkan tentang kekuasaan-Nya yang sempurna melalui segala sesuatu yang diciptakan-Nya yang beraneka ragam bentuk dan rupanya, padahal semua itu diciptakan dari air yang Allah SWT turunkan dari langit. Lalu tumbuhlah darinya berbagai macam buah yang beraneka ragam warnanya, ada yang kuning, ada yang merah, ada yang hijau, ada yang putih, ada pula warna-warna lainnya, dan bermacam-macam pula rasa dan baunya.

Ada beberapa macam model pada pengolahan warna gambar, salah satunya adalah RGB. Ruang warna RGB adalah salah satu sistem yang digunakan untuk merepresentasikan warna dalam bentuk digital. RGB merupakan singkatan dari Red (merah), Green (hijau), dan Blue (biru), yang merupakan tiga komponen dasar dalam sistem ini. Setiap warna dapat direpresentasikan dengan kombinasi intensitas yang berbeda dari ketiga komponen tersebut. Sistem RGB sering digunakan dalam perangkat elektronik, komputer, dan media digital karena dapat menghasilkan jutaan warna yang dapat ditampilkan. Dalam sistem RGB, setiap komponen warna memiliki rentang nilai 0 hingga 255, di mana 0 mewakili intensitas terendah dan 255 mewakili intensitas tertinggi (Sharma, 2016).

Ruang warna RGB memiliki dasar dalam teori aditif, yang berarti ketiga komponen warna (merah, hijau, dan biru) digabungkan untuk menghasilkan warna yang diinginkan. Dalam sistem ini, ketika semua komponen memiliki intensitas maksimum (255), warna yang dihasilkan adalah putih, sedangkan ketika semua komponen memiliki intensitas minimum (0), warna yang dihasilkan adalah hitam. Kombinasi intensitas yang berbeda dari ketiga komponen ini memungkinkan pembentukan berbagai warna dalam spektrum RGB (Chen, 2015).



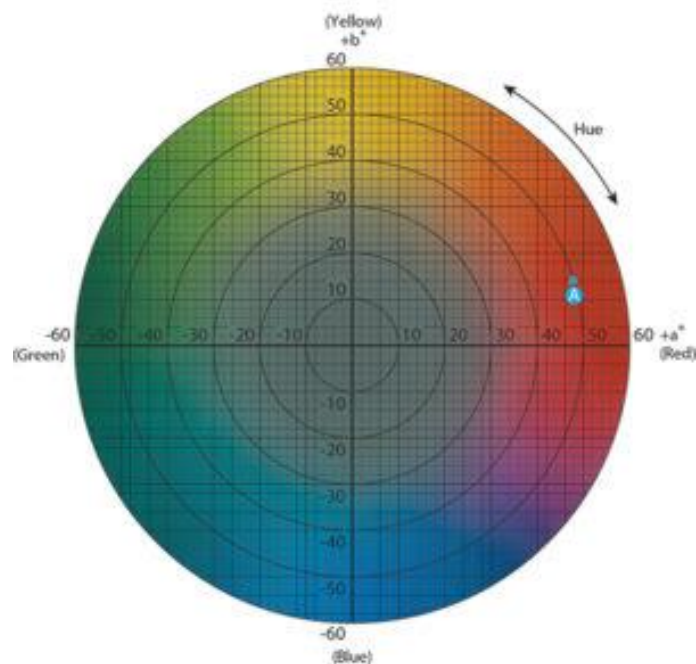
Gambar 2.1 Ruang Warna RGB
(Sumber: Pinterest.com)

Ruang warna RGB sering digunakan dalam perangkat elektronik dan media digital karena kesesuaiannya dengan cara kerja perangkat tersebut. Pada layar monitor atau tampilan LED, setiap piksel terdiri dari tiga subpiksel dengan komponen warna merah, hijau, dan biru yang dapat dikendalikan secara independen. Dengan mengatur intensitas ketiga subpiksel tersebut, layar monitor atau tampilan LED dapat menghasilkan berbagai warna yang terlihat oleh mata manusia. Penggunaan ruang warna RGB juga memudahkan kompatibilitas antara perangkat dan transfer warna digital dalam berbagai aplikasi seperti fotografi, desain grafis, dan tampilan visual lainnya (Sidorovskaia, 2019).

Sistem ruang warna RGB memiliki kelebihan dalam merepresentasikan warna yang terang dan jenuh. Dalam penggunaan media digital, warna yang dapat dihasilkan oleh ruang warna RGB seringkali lebih cerah dan intens dibandingkan dengan sistem ruang warna lainnya. Oleh karena itu, RGB sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan tampilan yang menarik dan mencolok, seperti desain grafis, tampilan visual interaktif, dan permainan computer (Halim,2018).

5.3 Colorimetry

Ruang warna CIE $L^*a^*b^*$ atau yang biasa disebut dengan *CIELAB* adalah ruang warna yang paling lengkap yang ditetapkan oleh Komisi Internasional dalam iluminasi warna (*French Commission Internationale de l'eclairage*, dikenal sebagai CIE). Ruang warna *CIELAB* sering digunakan sebagai referensi ruang warna. Selain itu, menggambarkan semua warna yang dapat dilihat dengan mata manusia. Diagram warna *CIELAB* ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut (Rulaningtyas dkk, 2015).



Gambar 2.2 Diagram Warna *CIELAB*
(Sumber: <http://analisawarna.com/>)

Model warna CIELAB, juga dikenal sebagai $L^*a^*b^*$. Model warna CIELAB adalah sebuah sistem pengukuran warna yang terdiri dari tiga komponen utama: L, a, dan b. Komponen L^* menggambarkan tingkat *luminance* atau pencahayaan suatu warna. Simbol L^* sering digunakan untuk menunjukkan sejauh mana warna tersebut terang atau gelap berdasarkan referensi warna putih. Di sisi lain, komponen a^* dan b^* mewakili dimensi warna yang saling berlawanan. Simbol a^* digunakan untuk mengindikasikan tingkat kemerahan (positif) atau kehijauan (negatif), sementara simbol b^* digunakan untuk menggambarkan tingkat kekuningan (positif) atau kebiruan (negatif). Skala nilai yang digunakan untuk komponen L^* berkisar dari 0 hingga 100, di mana 0 mengindikasikan warna hitam dan 100 menggambarkan warna putih. Komponen a^* menggambarkan variasi warna kromatik dari merah ke hijau, dengan rentang nilai $+a^*$ dari 0 hingga +80 untuk warna merah dan 0 hingga -80 untuk warna hijau. Sementara itu, komponen b^* menggambarkan variasi warna kromatik dari biru ke kuning, dengan rentang nilai $+b^*$ dari 0 hingga +70 untuk warna kuning. Untuk warna biru, nilai b^* memiliki nilai negatif, dengan rentang -70 hingga 0. (Safitri, 2014).

5.4 Konversi CIELAB Menjadi RGB

Konversi dari model warna CIELAB (Lab^*) menjadi model warna RGB dapat dilakukan dengan menggunakan sintaks MATLAB. Model warna RGB menggunakan tiga komponen warna dasar, yaitu Red (R), Green (G), dan Blue (B), sedangkan model warna CIELAB menggunakan tiga komponen warna dasar L^* , a^* , dan b^* . Konversi dari ruang warna Lab^* ke ruang warna RGB dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi ``lab2rgb`` pada MATLAB. Fungsi ini mengambil matriks Lab^* sebagai input dan mengembalikan matriks RGB sebagai output.

Adapun sintaks MATLAB untuk mengonversi Lab* menjadi RGB adalah (Geocks, 2006).

$$\text{lab2rgb}([70 \ 5 \ 10], \text{'OutputType'}, \text{'uint8'}) \quad (2.2)$$

Fungsi “lab2rgb” dalam MATLAB digunakan untuk mengonversi ruang warna CIELAB ($L^*a^*b^*$) menjadi ruang warna RGB. Parameter pertama dalam fungsi ini “[70 5 10]” adalah vektor $L^*a^*b^*$ yang mewakili intensitas nilai L^* , a^* , dan b^* . Parameter kedua adalah 'OutputType' yang digunakan untuk menentukan tipe data output dari hasil konversi. Dalam contoh “lab2rgb ([70 5 10], 'OutputType', 'uint8')”, vektor '[70 5 10]' merupakan nilai dalam ruang warna $L^*a^*b^*$ yang akan dikonversi. 'OutputType' atau tipe data keluaran yang diatur adalah sebagai 'uint8', yang berarti hasil konversi akan diberikan dalam tipe data *unsigned integer 8-bit*. Data unsigned integer 8-bit sendiri merupakan tipe data yang mewakili bilangan bulat non-negatif dalam komputer dengan menggunakan 8 bit atau 1 byte. Dalam format ini, nilai bilangan bulat dapat berkisar dari 0 hingga 255. Nilai bilangan bulat ini yang digunakan karena sesuai dengan intensitas nilai dari komponen warna dalam ruang warna RGB. Tipe data ini sering digunakan untuk merepresentasikan informasi seperti tingkat kecerahan (brightness) atau warna pada gambar, di mana setiap komponen warna (misalnya, R, G, B) dapat diwakili oleh bilangan bulat 8-bit. Keuntungan dari penggunaan tipe data unsigned integer 8-bit adalah representasi yang sederhana dan efisien dalam penggunaan memori, karena hanya membutuhkan 1byte untuk menyimpan nilai tersebut. Namun, keterbatasannya adalah rentang nilai yang terbatas, yaitu hanya dapat merepresentasikan nilai antara 0 hingga 255 saja (MathWorks, 2021).

5.5 Sensor TCS3200

Sensor warna TCS3200 merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi suatu objek benda atau warna yang dimonitor. Sensor warna TCS3200 memiliki kemampuan untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi fotodiode silikon dan konverter arus ke frekuensi dalam IC CMOS *monolithic*. Dengan demikian, sensor TCS3200 dapat mengonversi warna cahaya menjadi frekuensi yang diukur. Keluaran dari sensor ini adalah gelombang kotak (*duty cycle 50%*) dengan nilai frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang diterima (*irradiance*). Gelombang kotak diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi *array 8x8* dari photodiode yang terdapat pada sensor ini (Rusman dkk, 2021).



Gambar 2.3 Sensor Warna TCS3200
(Sumber: <https://create.arduino.cc/>)

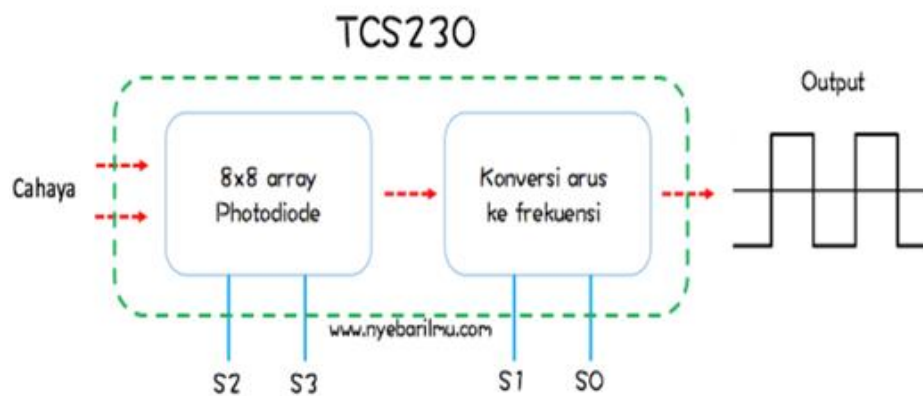
Sensor warna TCS3200 memiliki beberapa konfigurasi pin dengan fungsi yang berbeda-beda. Konfigurasi pin beserta fungsinya dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Husni dkk, 2019).

Tabel 2.1 Fungsi Pin Sensor Warna TCS3200

Nama	No Kaki IC	I/O	Fungsi Pin
GND	4	-	Sebagai <i>Ground</i> pada <i>Power Supply</i>
OE	3	I	<i>Output Enable</i> , sebagai <i>input</i> untuk frekuensi <i>output</i> skala rendah

OUT	6	O	Sebagai <i>output</i> frekuensi
S0, S1	1, 2	I	Sebagai saklar pemilih pada frekuensi <i>output</i> skala tinggi
S2, S3	7, 8	I	Sebagai saklar pemilih 4 kelompok dioda
Vdd	5	-	<i>Supply</i> tegangan

Sensor warna TCS3200 pada dasarnya dilengkapi dengan filter cahaya untuk warna dasar RGB. Konverter yang diprogram mengonversi warna menjadi frekuensi, kemudian membaca sebuah matrik photodiode 8x8. Masing-masing photodiode dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna. 16 photodiode yang menyaring warna biru, 16 photodiode mempunyai penyaring warna merah, 16 photodiode mempunyai penyaring untuk warna hijau, dan 16 photodiode tanpa penyaring untuk warna terang (Rusman dkk, 2021).



Gambar 2.4 Blok Diagram Sensor Warna TCS3200
(Sumber: nyebarilmu.com)

Sensor warna TCS3200 menggunakan prinsip membaca intensitas cahaya dari LED super bright yang dipancarkan ke objek. Cahaya tersebut memantulkan sinar ke matriks 8x8 photodiode yang terdiri dari 4 pembaca warna. Sinar pantulan memiliki panjang gelombang berbeda tergantung warna objek yang dideteksi, sehingga sensor warna dapat mengenali berbagai macam warna. Mode pemilihan

photodiode untuk pembacaan warna tertentu dapat dilihat dalam tabel yang disediakan. (Husni dkk, 2019).

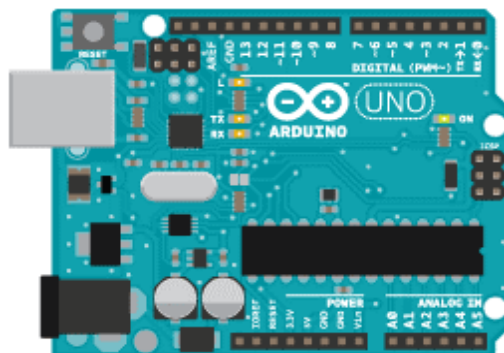
Tabel 2.2 Mode Pemilihan Photodiode dalam Pembacaan Warna

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

Sensor warna TCS3200 juga dapat diaplikasikan untuk membaca strip tes, menyortir warna, mendeteksi dan mengkalibrasi cahaya dan warna yang serasi. Sensor warna juga digunakan untuk mendeteksi gerakan dari suatu objek yang mengalami perubahan warna yang diterima oleh sensor (Rusman dkk, 2021).

5.6 Arduino

Arduino merupakan salah satu pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-resource*. Arduino dirancang agar memudahkan pengguna dalam mengintegrasikan software dan hardware. Arduino dapat mengenali sekitarnya melalui berbagai sensor dan juga dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino memiliki berbagai jenis, seperti Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino nano, dan lain sebagainya (Syahwil, 2013).



Gambar 2.5 Arduino Uno
(sumber: <https://www.arduino.cc/>)

Platform Arduino diperkenalkan pada tahun 2005 yang merupakan sebuah platform berbasis mikrokontroler yang mudah diprogram, dihapus, dan diprogram ulang kapanpun. Platform Arduino mempunyai beberapa jenis, seperti Arduino UNO, Arduino nano, Arduino zero, dan lain-lainnya. Untuk menjalankan platform Arduino ini membutuhkan sebuah perintah yang tertulis di pemrograman. Arduino sudah menyediakan aplikasi yang bernama Arduino IDE yang berfungsi sebagai tempat untuk membuat program. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam aplikasi ini adalah bahasa pemrograman Java (Permana, 2021).

Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkan komputer dengan sebuah kabel USB atau menyuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya (Efendi, 2014).

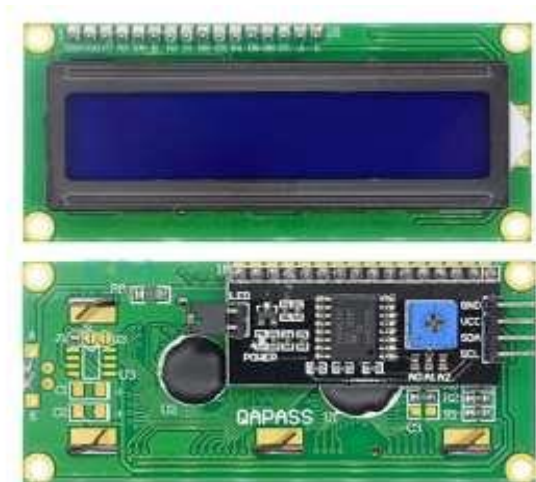
Arduino uno dapat dijalankan ketika diberi power melalui koneksi USB atau *power supply*. Power supply yang digunakan bisa berupa adaptor DC atau baterai dengan tegangan 9V. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolokkan *jack* adaptor pada koneksi *port input supply*. *Board* Arduino data dioperasikan dengan menggunakan tegangan dari luar sebesar 6-20 volt. Jika tegangan kurang dari 7V, pin 5V akan menyuplai kekurangan dari 5V, akan tetapi *board* menjadi tidak stabil. Sedangkan, jika tegangannya lebih dari 12V, maka tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan dapat menyebabkan kerusakan pada *board* Arduino. Agar

Arduino dapat bekerja dengan baik dan normal, tegangan *input* yang disarankan berkisar antara 7 hingga 12 V (Syahwil, 2013).

Arduino Uno pada prinsipnya menerima sinyal *input* dan memberikan sinyal *output*. Sinyal *input* yang diterima berupa sinyal digital, begitu juga dengan sinyal *output* yang diberikan. Arduino menggunakan nilai 1 atau *High* untuk mewakili tegangan 5V. Sedangkan, nilai yang digunakan adalah 0 atau *Low* untuk tegangan 0V (Rusman dkk, 2021).

5.7 *Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2 I2C*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan salah satu perangkat elektronika yang berfungsi sebagai penampil kerja sistem. *Liquid Crystal Display 16 x 2* merupakan modul LCD yang banyak digunakan oleh para programmer untuk menampilkan hasil kerja project-nya. Tipe LCD 16 x 2 memiliki 2 baris dan 16 kolom yang berfungsi untuk menampilkan karakternya, sehingga ada 32 karakter yang secara bersamaan bisa ditampilkan pada layar LCD tersebut. Untuk mengendalikan kinerja LCD, perangkat yang digunakan berupa chipset HD44780 sebagai mikrokontrolernya (Odunlade, 2020).



Gambar 2.6 *Liquid Crystal Display 16 x 2 I2C*
(Odunlade, 2020)

Pada pemasangan LCD dengan Arduino Uno, masing-masing pin yang ada pada LCD 16 x 2 bisa secara langsung dipasang sesuai datasheet dari alat maupun menggunakan modul tambahan berupa modul I2C. Penggunaan modul I2C pada LCD dinilai lebih efisien terhadap penggunaan pin Arduino Uno. Hal tersebut dikarenakan modul I2C hanya membutuhkan 4 buah pin, yakni pin VCC, GND, SDA, SCL. Model pemasangan modul I2C dengan LCD 16 x 2 bisa dilihat pada gambar 2.19. Adapun terkait pemrograman pada LCD, programmer tidak dituntut untuk memahami secara mendalam karakteristiknya. Programmer bias menggunakan library khusus untuk pemrograman LCD. Library tersebut secara mudah bisa diperoleh pada banyak situs web yang membahas terkait pemrograman Arduino IDE (Manik, 2015).

LCD mempunyai banyak pixel pada satu buah kristal cair sehingga perangkat mampu menampilkan karakter ASCII yang berupa campuran huruf dan angka secara sekaligus baik berwarna ataupun tidak berwarna. Adapun modul LCD 16 x 2 I2C mempunyai spesifikasi sebagai berikut (Manik, 2015):

- a. Mempunyai 16x 2 karakter yang bisa ditampilkan.
- b. Mempunyai 5x7 dot-matrix cursor.
- c. Mempunyai 192 macam karakter.
- d. Mempunyai 80x8 bit display RAM (Maksimal 80 karakter).
- e. LCD mampu melakukan penulisan dengan 8bit maupun dengan 4 bit.
- f. LCD dibangun oleh osilator lokal.
- g. Sumber tegangan 5 volt.
- h. Saat tegangan dihidupkan LCD akan otomatis reset.
- i. LCD bekerja pada suhu 0° C hingga 55° C.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022 sampai dengan bulan Maret 2023. Adapun tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, gedung B.J. Habibie lantai satu, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

4.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dipaparkan kali ini adalah penelitian yang bersifat rancang bangun. Rancang bangun yang dibuat adalah sistem deteksi kualitas beras. Perancangan sistem deteksi kualitas beras menggunakan sensor TCS3200 yang selanjutnya diolah menggunakan Arduino Uno dan hasilnya ditampilkan secara otomatis di LCD. Hasil akhir yang diharapkan pada penelitian rancang bangun ini adalah data nilai RGB pada perubahan beras yang digunakan dalam karakterisasi, tingkat akurasi dari alat yang dibuat, serta kualitas beras yang akan ditampilkan pada LCD berdasarkan nilai RGB yang terdeteksi oleh sensor.

4.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang berhubungan dengan teori-teori dalam perencanaan dan perancangan sistem. Kajian pustaka yang diperlukan dalam studi literatur kali ini mengenai beras beserta kualitasnya, faktor-faktor yang memengaruhi kualitas beras, ruang warna pada

RGB dan *CIELAB*, colorimetri, arduino uno, sensor TCS3200, dan *Liquid Crystal Display* (LCD) 16x2 I2C.

4.4 Alat dan Bahan

4.3.1 Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Sensor warna TCS3200
2. Arduino Uno
3. Solder
4. Glue gun
5. Obeng
6. Cawan Petri
7. LCD 16x2 display green I2C
8. Power Supply
9. USB Jack Arduino
10. Box Elektronik berwarna hitam
11. Kabel Jumper
12. Grain Moisture Meter
13. Colorimeter HP 2136
14. Penyaring
15. Serbet
16. Timbangan digital
17. PC @Windows 7 or higher
18. Software

- a) Arduino IDE 1.8.2 version or higher
- b) MATLAB 2008 or higher
- c) Microsoft Excel 2010 or higher

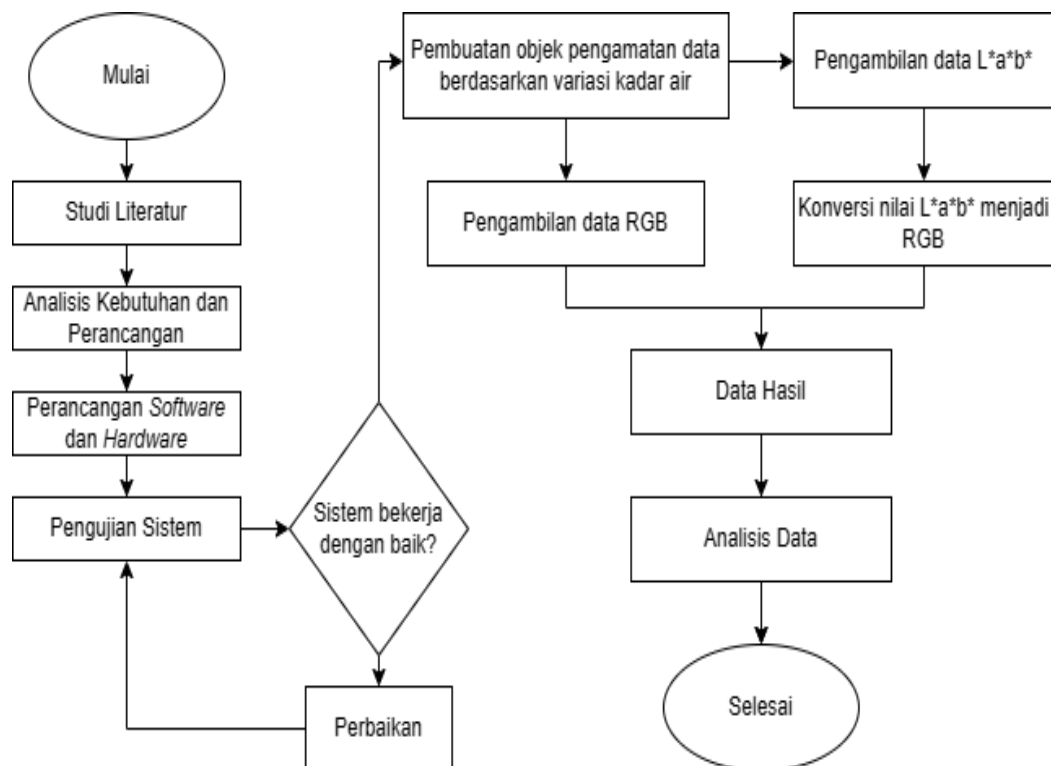
4.3.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Beras
2. Air
3. Aluminium Foil

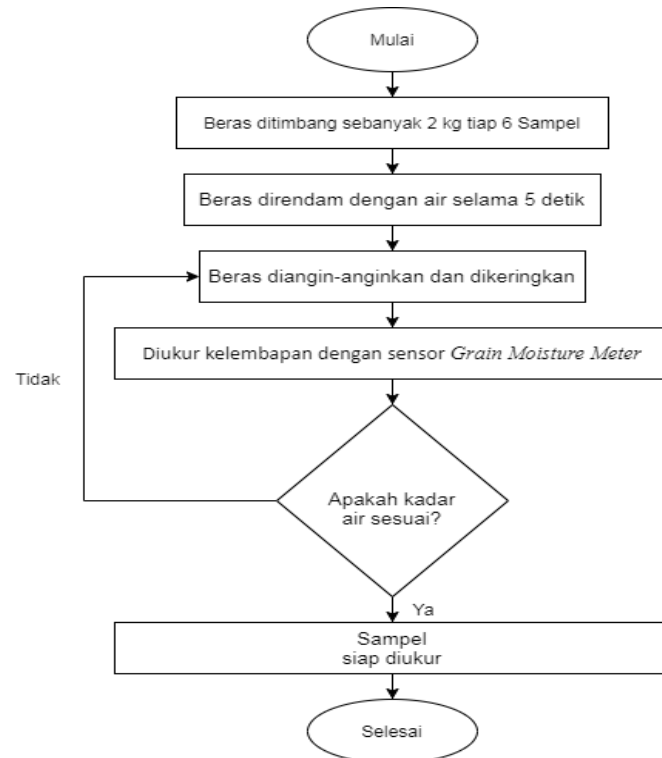
4.5 Diagram Alir Penelitian

Penelitian mengenai sistem deteksi kualitas beras menggunakan sensor TCS3200 berbasis Arduino uno melalui beberapa tahapan dan alur untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Tahapan-tahapan tersebut dapat ditunjukkan pada diagram alir sebagai berikut:



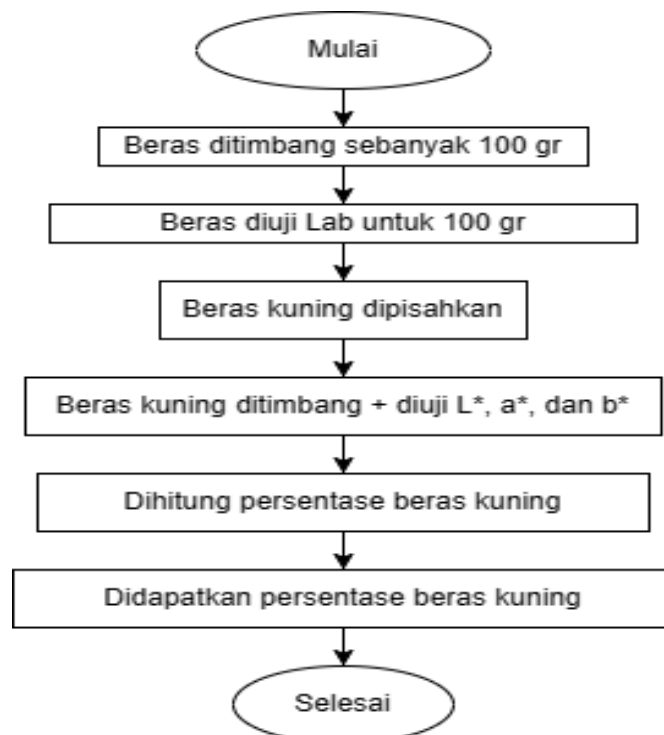
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5.1 Pembuatan Objek Pengamatan Data Berdasarkan Variasi Kadar Air



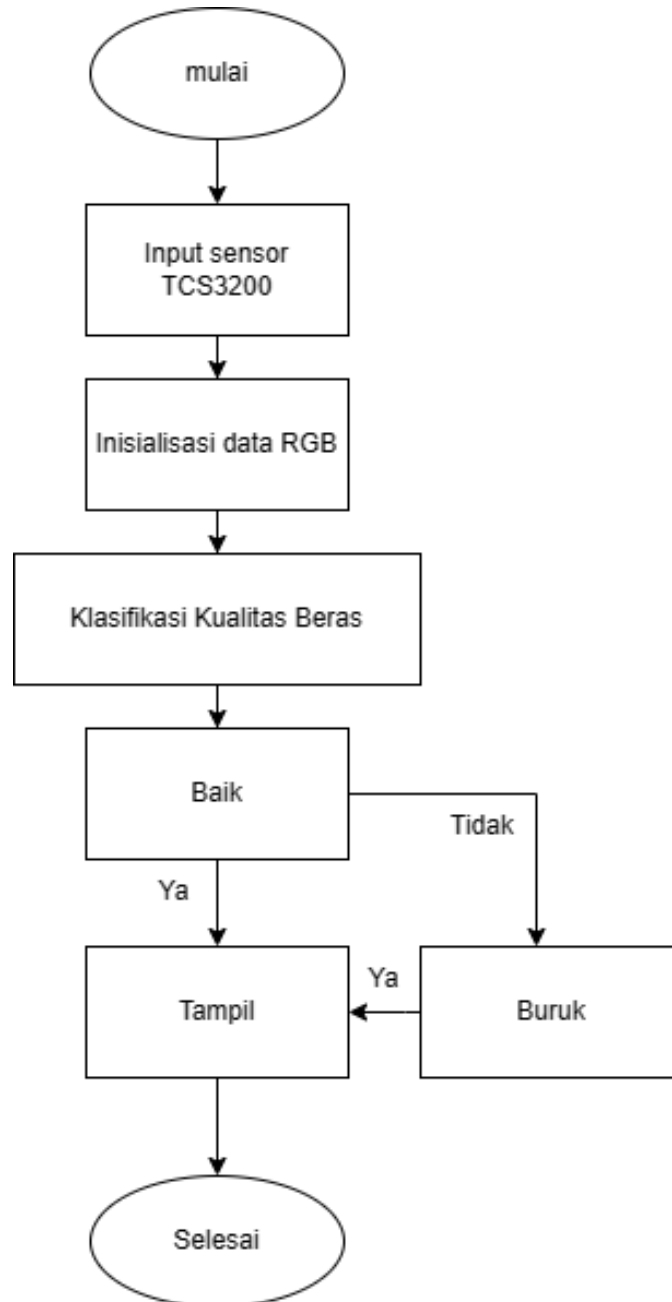
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Objek Pengamatan Data Berdasarkan Variasi Kadar Air

3.5.2 Pengukuran Persentase Beras Kuning dan Uji $L^*a^*b^*$



Gambar 3.3 Diagram Pengukuran Persentase Beras Kuning dan Uji $L^*a^*b^*$

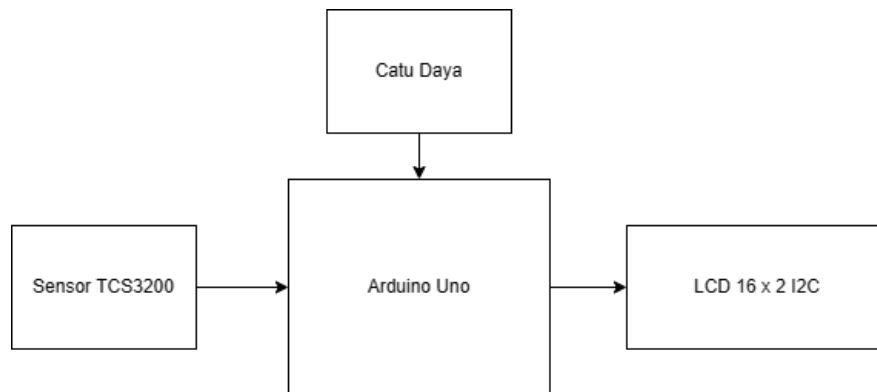
3.5.3 Perancangan Sistem Pengambilan Data



Gambar 3.4 Diagram Perancangan Sistem Pengambilan Data

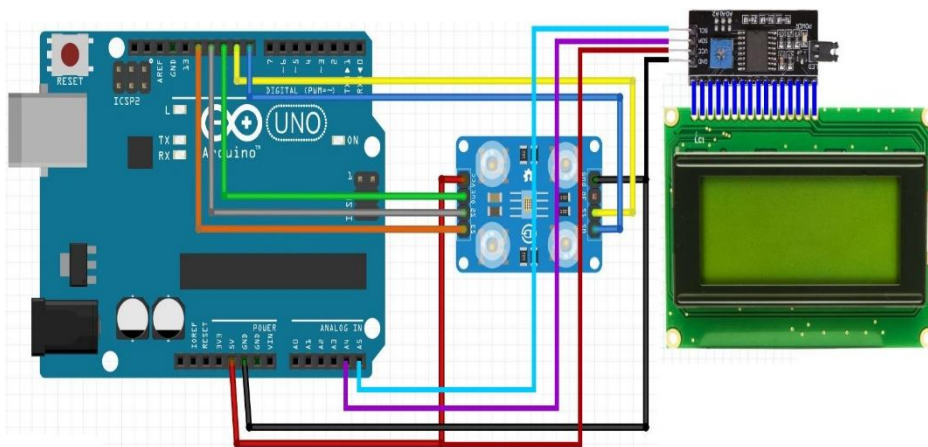
4.6 Prosedur Perancangan Alat

Perancangan mekanik alat adalah proses pembuatan kerangka sebagai media pemasangan sistem perangkat keras sehingga sensor kualitas beras bisa digunakan. Adapun perancangan tahapan kerja perangkat keras dapat dilihat pada Blok diagram berikut:



Gambar 3.5 Diagram Blok Perancangan Alat

Komponen yang digunakan terdiri dari komponen elektrik saja. Komponen-komponen ini dapat digunakan pada Board Arduino pada pembuatan rancang bangun pada penelitian ini seperti gambar berikut:



Gambar 3.6 Skema Rangkaian Alat

Komponen-komponen pada gambar 3.3 di atas terdiri dari:

1. Sensor warna TCS3200 yang berfungsi untuk membaca atau mendeteksi warna dan sebagai input.
2. Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi untuk mengonversi, mengolah, dan sebagai pusat kontrol data dari sensor yang diterima.
3. *Liquid Crystal Display* (LCD) yang berfungsi sebagai output yang menampilkan hasil pembacaan dari sensor warna dalam bentuk karakter.

4. Adaptor berfungsi sebagai penyuplai energi listrik ke dalam rangkaian.
5. Alat-alat dan bahan pendukung lainnya.

4.7 Kalibrasi Alat

Sebelum melakukan pengujian alat untuk mendeteksi kualitas beras, perlu adanya proses kalibrasi alat terlebih dahulu. Proses kalibrasi alat bertujuan untuk menyesuaikan nilai RGB dengan nilai yang sebenarnya. Tahapan kalibrasi dilakukan dengan membandingkan nilai yang terbaca pada sensor TCS3200 dari suatu objek berupa kertas berwarna merah, hijau, dan biru dengan daftar nilai RGB yang ada dalam datasheet. Jika warna merah yang dibaca, maka nilai RGB yang dominan adalah nilai R. Jika yang dibaca adalah warna hijau, maka nilai G akan lebih dominan daripada nilai R dan B. Jika yang warna biru yang dibaca, maka nilai RGB yang lebih dominan adalah nilai B dibandingkan nilai R dan G.

4.8 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengambilan data secara eksperimental untuk mendapatkan data nilai intensitas RGB dari beras berdasarkan variasi kadar air selama waktu penyimpanan dan menguji kinerja alat dan mengukur keakuratan alat. Pengujian akurasi alat dilakukan dengan pengalibrasian sensor dan pengambilan data untuk memperoleh data dengan variasi persentase kadar air dan intensitas nilai RGB. Sensor akan menyinari setiap objek dan sinar LED akan dipantulkan menuju photodiode, sehingga, pantulan tersebut memiliki intensitas nilai RGB yang berbeda-beda tergantung dari objek yang terdeteksi. Selanjutnya, sensor akan membaca beberapa warna, kemudian mikrokontroler akan menginisialisasikan nilai RGB pada sensor.

Tabel 3.2 Pengambilan Data Kadar Air (%) terhadap Lama Waktu Penyimpanan

SAMPSEL Kadar Air (%)	Hari Ke-						
	1	2	3				
	%	%	%	%	%	%	%

Tabel 3.3 Pengambilan Data Nilai RGB dengan Sensor TCS3200

Sampel Kadar Air (%)	Nilai		
	R	G	B
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Tabel 3.4 Pengambilan Data Nilai RGB dengan Colorimetri

Sampel Kadar Air (%)	Nilai					
	L	a	b	R	G	B
1						
2						
3						
4						
5						
6						

4.9 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data terdiri dari dua tahapan, yaitu perancangan perangkat lunak (software) yang dapat menghasilkan nilai 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. Selanjutnya, perancangan struktural. Sensor warna

TCS3200 akan menangkap sinyal berupa nilai RGB yang dijadikan dasar untuk mengklasifikasikan beras baik dan buruk. Sinyal tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler dan akan diolah untuk dapat ditampilkan pada serial monitor dan LCD.

Cara kerja dari sistem pendeteksi kualitas beras menggunakan sensor TCS3200 adalah beras diletakkan di cawan petri, kemudian cawan petri yang telah diisi beras diletakkan di bawah sensor yang berada di dalam box elektrik berwarna hitam dengan jarak optimal yang telah ditentukan. Kemudian, nilai RGB akan dibaca dan selanjutnya diolah oleh arduino untuk dapat menentukan tingkat kualitas beras. Hasil pembacaan sensor akan ditampilkan di LCD.

4.10 Metode Analisis Data

Analisis data pada penelitian kali ini dilakukan 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 sensor maupun alat ukur *colorimeter*. Kemudian, selisih dari hasil pembacaan sensor dan alat ukur dihitung untuk mendapatkan persentase error dari sensor. Untuk menghitung persentase error menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase error} = \left| \frac{\text{selisih pembacaan}}{\text{pembacaan alat ukur}} \right| \times 100\% \quad (3.1)$$

Di mana:

Selisih pembacaan : Nilai RGB Sensor – Nilai RGB dari konversi

Pembacaan alat ukur : Nilai RGB dari konversi Lab*

Tabel 3.5 Perbandingan Error RGB antara Sensor dan Konversi L*a*b*

Sampel Kadar Air (%)	Nilai RGB dari Sensor			Nilai RGB dari konversi Lab*			Error R (%)	Error G (%)	Error B (%)
	R	G	B	R	G	B			
12,5									
13									
13,5									
14									
14,5									
15									
Rata-rata Error (%)									

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

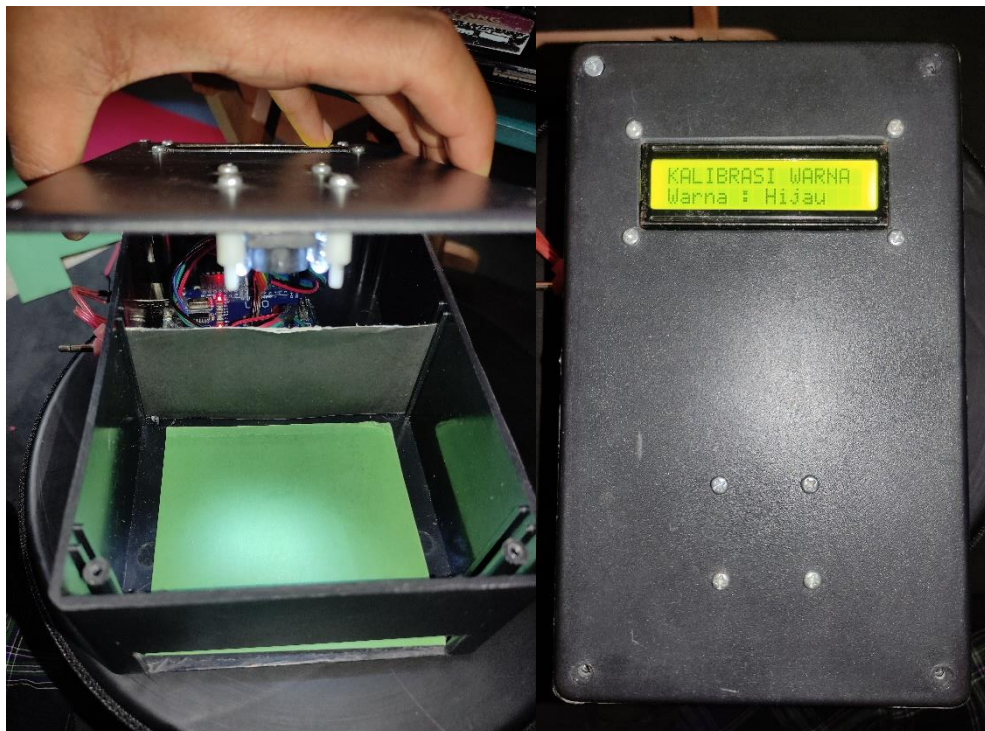
Hasil penelitian sistem deteksi kualitas beras menggunakan sensor TCS3200 berbasis Arduino melibatkan serangkaian langkah yang meliputi pengambilan data secara eksperimental, perancangan dan pengujian alat. Dalam penelitian ini, objek yang digunakan adalah beras bermerek Mentari, yang menjadi fokus utama dalam pengujian sistem deteksi. Implementasi sensor warna TCS3200 berbasis mikrokontroler Arduino Uno digunakan untuk menentukan kualitas beras. Sensor ini bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh LED terhadap objek. Pembacaan intensitas cahaya dilakukan melalui matriks 8 x 8 photodiode, yang terbagi menjadi empat 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, hal ini yang membuat sensor warna TCS3200 dapat membaca warna pada objek. Output yang diberikan berupa nilai yang ditampilkan pada serial monitor dan karakternya ditampilkan oleh LCD. Adapun beberapa data yang digunakan dalam analisis kualitas beras adalah nilai kadar air berdasarkan lama penyimpanan, nilai RGB pada sensor TCS3200, dan nilai $L^*a^*b^*$ yang selanjutnya dikonversi menjadi nilai RGB sebagai data pembandingan.

Dalam penelitian kali ini, perubahan yang cukup signifikan dan yang tampak pada beras yang diamati sebagai salah satu indikator dalam menentukan kualitas beras adalah nilai kadar air dan nilai RGB pada beras. Data yang didapatkan untuk

mengklasifikasi kualitas beras adalah nilai RGB masing-masing kadar air beras pada setiap pengambilan data. Selain itu, dilakukan juga pengujian nilai $L^*a^*b^*$ untuk menganalisis beras kuning dilihat dari uji warna secara digital. Hasil pengujian nilai tersebut dikonversi menjadi RGB untuk menjadi pembanding dari nilai kualitas beras menggunakan sensor TCS3200 berbasis Arduino Uno.

4.2 Hasil Kalibrasi Alat

Data kalibrasi dari alat yang digunakan pada penelitian ini mencakup data dari ruang warna RGB (*Red, Green, Blue*). Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan kertas berwarna merah, hijau, dan biru sebagai referensi dalam ruang warna RGB (*Red, Green, Blue*). Proses kalibrasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor dapat mengenali dan mendeteksi setiap warna dengan tepat dan akurat. Dengan menggunakan data kalibrasi ini, sistem dapat diatur dan dikalibrasi ulang agar respons sensor terhadap setiap warna yang diperoleh menjadi optimal.



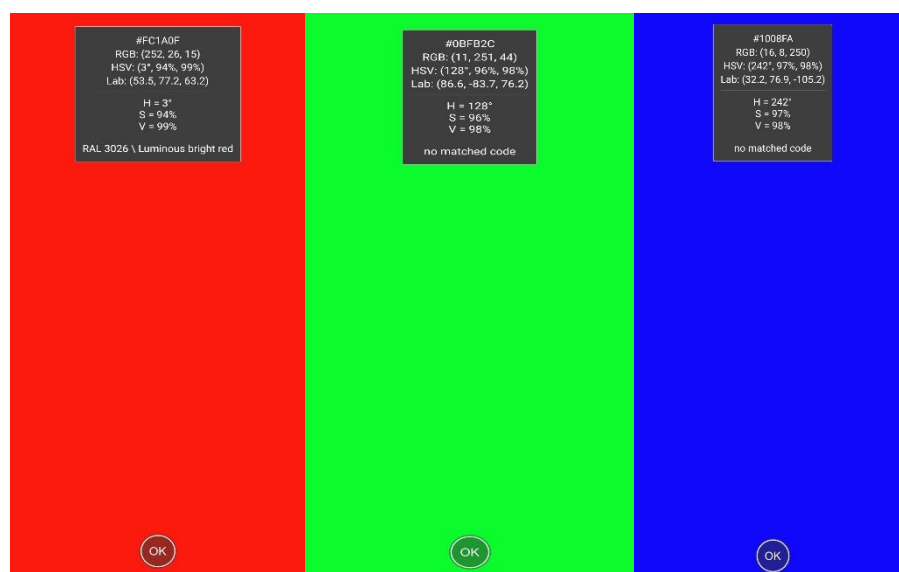
Gambar 4.1 Proses Kalibrasi terhadap Kertas Berwarna

Adapun nilai yang diperoleh dari pengukuran sensor terhadap kertas berwarna dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Pengambilan Data Kalibrasi

No	Kertas Merah			Kertas Hijau			Kertas Biru		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	250	23	8	15	246	46	14	5	253
2	255	20	9	14	245	40	13	3	252
3	255	28	9	9	245	46	12	3	246
4	255	28	8	8	252	39	13	4	252
5	254	27	15	7	252	46	14	5	253
6	254	26	14	8	252	39	13	5	246
7	248	23	15	7	252	45	14	12	252
8	252	21	9	9	251	39	21	9	248
9	252	28	15	8	251	46	19	9	248
10	252	29	16	14	251	46	12	8	247
11	253	29	16	15	251	46	17	6	253
12	253	29	17	8	252	46	15	5	253
13	246	20	11	8	252	46	15	13	252
14	253	29	11	15	246	46	15	6	246
15	253	25	12	14	252	40	16	6	246
16	252	29	19	15	252	46	16	13	252
17	252	20	19	8	252	40	14	11	252
18	246	29	20	14	251	46	13	10	251
19	252	28	14	14	251	40	15	5	247
20	252	28	20	8	252	46	16	5	246
21	251	26	14	8	252	46	14	5	252
22	252	28	15	15	252	46	19	8	253
23	252	28	21	15	252	45	20	8	247
24	252	28	21	8	253	39	18	7	247
25	252	29	20	9	252	46	18	8	247
26	252	22	22	9	251	40	19	8	247
27	246	25	16	8	252	46	22	10	255
28	252	27	15	8	252	39	19	9	248
29	252	28	15	14	252	46	21	10	248
30	252	28	16	15	252	40	18	8	253
Rata-rata	251,7	26,3	15,1	10,9	250,9	43,6	16,2	7,5	249,7

Berdasarkan tabel 4.1, hasil pengujian kalibrasi pada sensor TCS3200 menggunakan kertas berwarna merah, hijau, dan biru, dilakukan pengambilan data dengan melakukan 3 kali percobaan dalam waktu 30 detik. Setelah itu, dilakukan penghitungan rata-rata dari nilai-nilai warna RGB yang tercatat. Hasil kalibrasi terhadap kertas berwarna merah menunjukkan nilai R sebesar 251,4, G sebesar 26,3, dan B sebesar 15,1. Sedangkan untuk kertas berwarna hijau, nilai rata-rata kalibrasi tercatat dengan R sebesar 10,9, G sebesar 250,9, dan B sebesar 43,6. Untuk kertas berwarna biru, diperoleh nilai rata-rata kalibrasi dengan R sebesar 16,2, G sebesar 7,5, dan B sebesar 249,7. Hasil kalibrasi yang diperoleh dari sensor TCS3200 ini sesuai dengan daftar kode nilai RGB yang telah ditetapkan pada masing-masing kertas, di mana kertas berwarna merah lebih dominan pada nilai R, kertas hijau memiliki nilai G yang lebih dominan, dan kertas berwarna biru memiliki nilai B yang dominan. Dengan adanya hasil kalibrasi yang akurat, sensor dapat memberikan respons yang konsisten dan tepat dalam mendeteksi dan mengukur warna pada objek yang akan diuji. Berikut gambar dari warna yang dihasilkan dari nilai RGB yang telah melalui proses kalibrasi:



Gambar 4.2 Hasil Kalibrasi Warna RGB

4.3 Hasil Pengujian Sampel

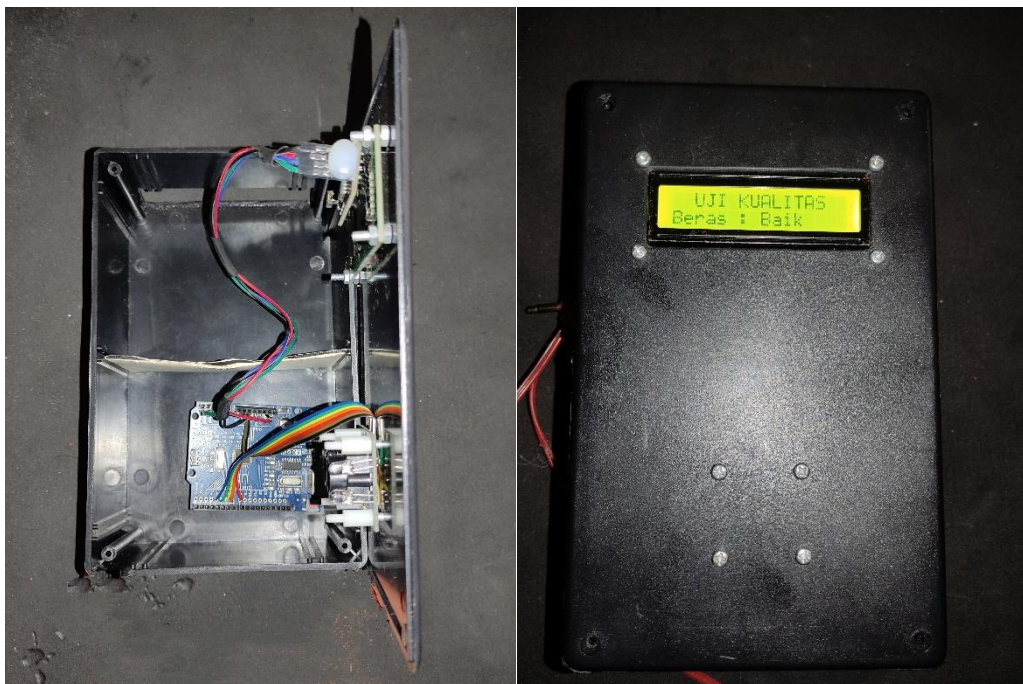
4.3.1 Hasil Perancangan Prototipe

Perancangan alat otomasi sensor kualitas beras menggunakan TCS3200 meliputi 2 tahapan, yaitu perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *hardware* merupakan perancangan alat dengan menggunakan komponen-komponen yang telah diuji kelayakannya untuk digunakan. Masing-masing komponen diuji menggunakan AVOMeter untuk mengecek apakah komponen tersebut masih berfungsi atau tidak. Perancangan ini dilakukan sesuai dengan gambar 3.3 diagram blok perancangan alat.

Modul sensor warna TCS3200 dihubungkan pada Arduino uno dengan menggunakan kabel jumper sesuai dengan pin yang telah ditentukan. Selanjutnya, modul LCD yang sudah terpasang pada I2C disambungkan ke Arduino Uno. Setelah semua komponen tersambungkan, Arduino dihubungkan ke PC dengan menggunakan kabel USB *jack* Arduino. Modul sensor TCS3200 berfungsi sebagai *input*. Arduino uno berfungsi sebagai kontrol. Sedangkan LCD yang telah terpasang modul I2C berfungsi sebagai *output* pada perancangan perangkat keras ini.

Perancangan selanjutnya adalah perancangan *software*. Perancangan perangkat lunak merupakan pengkodean program atau *sketch* yang sesuai dengan perancangan alat supaya Arduino dapat mengontrol *input* dan *output* dari seluruh perangkat. Pembuatan *sketch* dilakukan dengan menggunakan *software* Arduino IDE yang berada di PC. Setelah program dimasukkan dengan benar dan di-*upload* ke Arduino, program akan sukses ter-*upload* dan sensor warna TCS 3200 akan mendeteksi warna dari beras yang diarahkan. Selanjutnya, hasil deteksi dari sensor warna TCS3200 akan muncul pada LCD dengan keterangan dari objek beras

tersebut. *Input* dari sensor warna TCS3200 perlu dikalibrasikan terlebih dahulu. Selain itu, jarak antara sensor dengan objek yang dideteksi harus sama dengan yang telah dikalibrasi karena jarak memengaruhi pembacaan dari sensor. Setelah sensor mampu membaca nilai dari beras dan LCD dapat menampilkan hasil yang diharapkan. Setelah alat dapat bekerja dengan semestinya, masing-masing komponen dirangkai di dalam box. Adapun rangkaian prototipe yang dirancang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.3 Rangkaian Alat Deteksi Kualitas Beras

4.3.2 Hasil Pengukuran Nilai Kadar Air Beras terhadap Lama Waktu Penyimpanan

Sampel yang sudah disiapkan diuji untuk mendapatkan nilai kadar air dilakukan dengan menggunakan sensor kadar air, yaitu *Grain Moisture Meter*. Setiap sampel beras yang digunakan dalam pengujian diberikan perlakuan. Perlakuan tersebut berupa pengaturan kadar air pada sampel sebelum ditempatkan dalam wadah. Proses perlakuan meliputi perendaman beras selama 5 detik dan diangin-anginkan

hingga mencapai kadar air yang diinginkan. Dalam pengujian ini, hanya menggunakan sampel beras bermerk Mentari, dan kadar air pada sampel beras divariasikan menjadi 12,5%, 13%, 13,5%, 14%, 14,5%, dan 15%. Nilai kadar air digunakan untuk menjadi salah satu parameter dalam menentukan kualitas beras.

Tempat penyimpanan beras menggunakan dua botol air mineral berukuran 1500 ml untuk setiap sampel. Pada bagian atas botol, dipotong sepanjang 19 cm sebagai tempat masuknya beras. Setelah itu, beras dimasukkan ke dalam botol dan ditutup dengan plastik dan *aluminium foil*, serta dilengkapi dengan lubang-lubang kecil di bagian atasnya. Hal ini memastikan sirkulasi udara, tetapi mencegah masuknya atau keluarnya kutu. Kedua sampel kemudian disimpan pada suhu ruangan. Dengan melakukan perlakuan terhadap masing-masing sampel beras dan menyediakan lingkungan penyimpanan yang sesuai, pengujian dapat dilakukan untuk mengetahui nilai kadar air pada setiap sampel beras berdasarkan lama waktu penyimpanan.



(a) (b)
Gambar 4.4 (a) Pengukuran dengan Grain Moisture Meter, (b) Proses Penyimpanan Beras

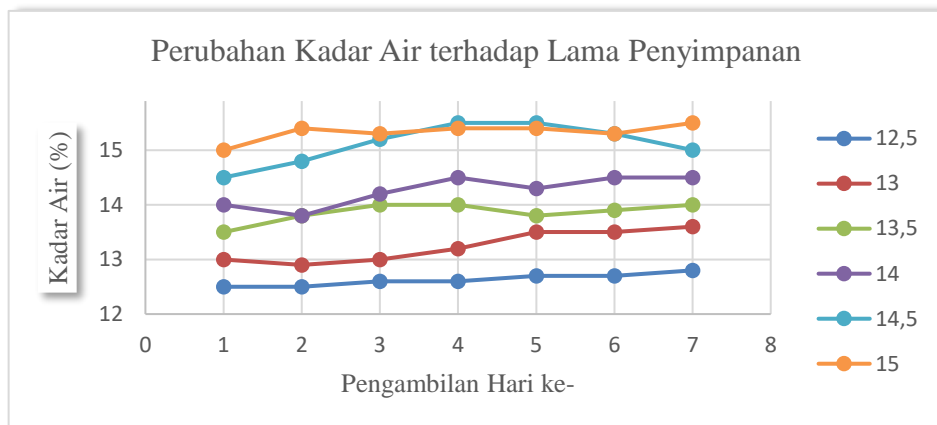
Hasil yang didapatkan dalam pengujian ini berupa nilai kadar air berdasarkan lama waktu penyimpanan. Data-data tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan karakteristik kadar air pada beras. Kadar air menjadi subjek utama pengamatan dalam pendeteksian kualitas beras karena dinilai mempunyai peran yang cukup

besar dalam pengamatan kualitas beras walaupun memang tentu terdapat banyak faktor. Adapun hasil pengukuran kadar air berdasarkan lama waktu penyimpanan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kadar Air Beras (%) terhadap Lama Waktu Penyimpanan

SAMPSEL Kadar Air Awal (%)	Hari Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
	%	%	%	%	%	%	%
12,5	12,5	12,5	12,6	12,6	12,7	12,7	12,8
13	13	12,9	13	13,2	13,5	13,5	13,6
13,5	13,5	13,8	14	14	13,8	13,9	14
14	14	13,8	14,2	14,5	14,3	14,5	14,5
14,5	14,5	14,8	15,2	15,5	15,5	15,3	15
15	15	15,4	15,3	15,4	15,4	15,3	15,5

Tabel 4.2 di atas merupakan data hasil pengukuran dalam persentase kadar air awal pada sampel selama tujuh hari. Setiap hari ke-n menunjukkan hasil pengukuran persentase kadar air pada hari tersebut. Pada hari pertama, semua sampel diberi perlakuan sehingga memiliki persentase kadar air awal sesuai dengan yang divariasikan. Kadar air awal dalam sampel ini penting untuk mengevaluasi perubahan dalam kualitas dan kestabilan sampel tersebut. Berdasarkan tabel 4.2, terlihat bahwa terdapat kecenderungan peningkatan nilai kadar air pada masing-masing sampel beras seiring dengan berjalannya waktu penyimpanan. Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara lamanya waktu penyimpanan dengan kenaikan persentase kadar air pada beras. Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas dan terperinci mengenai data yang disajikan pada tabel 4.2, dapat merujuk pada grafik yang terlampir di bawah ini. Grafik tersebut memberikan penyajian visual yang lebih mudah dipahami terkait dengan kenaikan persentase kadar air pada masing-masing sampel beras seiring dengan lamanya waktu penyimpanan.



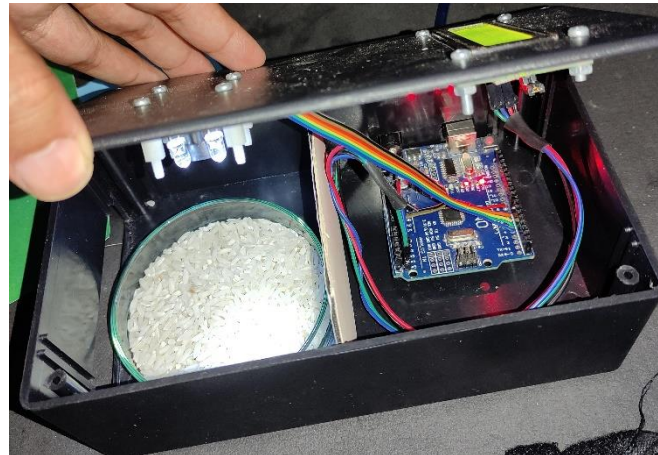
Gambar 4.5 Grafik Perubahan Nilai Kadar Air Dilihat pada Penambahan Hari

Grafik pada gambar 4.5, memperlihatkan sampel-sampel beras yang diberi perlakuan dengan kadar air yang berbeda pada hari pertama. Grafik tersebut juga menggambarkan perubahan kadar air untuk setiap sampel seiring berjalannya waktu penyimpanan. Dapat dilihat bahwa semakin lama waktu penyimpanan, nilai kadar air pada setiap sampel beras juga semakin tinggi. Perubahan ini dapat disebabkan oleh perbedaan kadar kelembapan antara sampel beras dan lingkungan penyimpanannya. Seiring berjalannya waktu, beras akan menyerap kelembapan dari lingkungan sekitarnya, sehingga kadar kelembapan pada beras akan bertambah seiring dengan lama waktu penyimpanan agar mencapai keseimbangan dengan lingkungan sekitarnya.

4.3.3 Hasil Pengujian Sampel dengan Sensor Warna TCS3200

Beras yang telah diukur kadar airnya kemudian diuji menggunakan sensor warna TCS3200 untuk menguji kualitas beras melalui nilai RGB yang dihasilkan. Setiap sampel beras yang telah divariasikan kadar airnya diambil sebanyak 100gram sebagai sampel uji. Sampel beras tersebut diletakkan di dalam cawan petri. Selanjutny, cawan petri yang telah terisi sampel dimasukkan ke dalam box hitam untuk didekatkan pada sensor warna selama 1 menit guna mengukur nilai RGB-

nya. Proses pengujian menggunakan sensor warna dilakukan setelah pengukuran kadar air sampel beras pada hari yang sama. Dalam pengujian ini, dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk setiap sampel.



Gambar 4.6 Proses Pengambilan Nilai RGB pada Beras

Hasil pengukuran nilai RGB pada masing-masing sampel beras berdasarkan kadar air dan lama penyimpanan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Nilai RGB Menggunakan Sensor TCS3200 terhadap Lama Waktu Penyimpanan

Hari Ke-	Sampel dengan Kadar Air (%)																	
	12,5			13,5			13			14			14,5			15		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	182,55	192,93	168,73	182,98	193,13	166,73	193,68	203,62	177,28	164,2	175,2	152	183,25	191,33	166,73	197,33	208,88	184,52
2	171,47	183,19	160,98	177,81	188,47	164,85	180,68	190,61	164,28	177,2	188,2	165	180,24	190,33	163,73	144,57	154,33	134,67
3	169,55	179,93	155,73	195,98	206,13	179,73	177,92	188,53	165,51	165,06	175,72	154,5	156,2	166,15	144,32	177,28	188,83	164,47
4	168,42	179,1	157,24	171,07	181,82	159,28	158,9	170,8	148,8	158,18	168,42	146,12	161,58	171	148,97	156	165,91	144,52
5	162,63	172,6	150,5	159,67	170,87	149,52	178,05	189,58	165,62	159,93	170,13	148,3	145,18	155,43	134,43	154,27	164,37	144,4
6	160,58	170,05	147,23	164,83	176,2	154,12	167,45	177,9	155,08	155,37	165,55	144,7	161,52	171,59	149,8	185,63	194,6	168,22
7	159,05	168,92	146,8	157,48	168,37	146,22	149,27	158,4	137,22	155,55	165,88	144,66	162,4	172,92	151,03	141,26	151,31	131,4

Dari tabel 4.3, dapat diamati bahwa terdapat kecenderungan nilai RGB yang semakin kecil seiring berjalannya waktu penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa

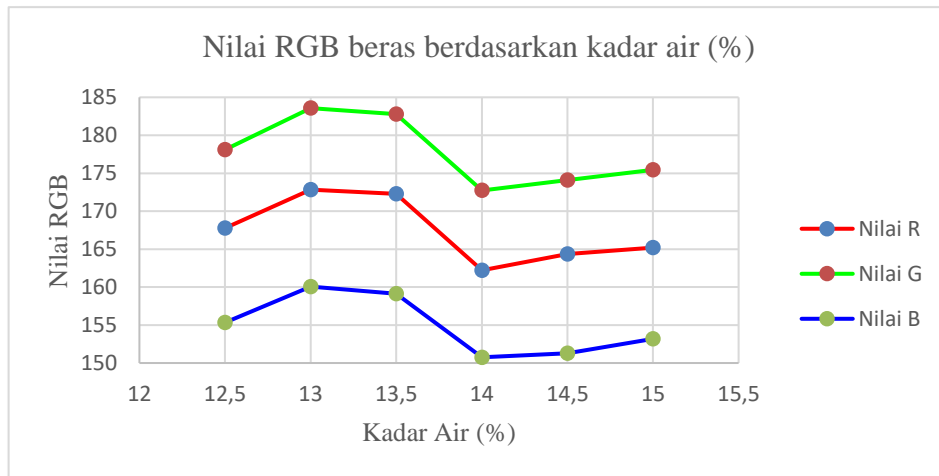
semakin besar nilai kadar air pada sampel, maka semakin rendah nilai intensitas warna yang direpresentasikan oleh RGB. Dapat dilihat pada kolom R, di mana pengukuran, nilai R cenderung menurun seiring dengan lamanya waktu penyimpanan, di mana semakin lama waktu penyimpanan, maka akan semakin besar persentase kadar air pada sampel. Hal yang sama dapat diamati pada kolom G dan B. Fenomena ini mengindikasikan adanya korelasi antara kadar air dan intensitas warna yang terukur. Dalam konteks ini, semakin tinggi kadar air dalam sampel, semakin lemah intensitas warna yang terlihat melalui nilai RGB. Selanjutnya, nilai-nilai RGB berdasarkan lama penyimpanan dapat dijumlahkan, kemudian dibagi dengan jumlah hari pengukuran untuk mendapatkan nilai RGB rata-rata untuk masing-masing sampel. Dengan demikian, akan didapatkan nilai RGB rata-rata yang merepresentasikan intensitas warna secara keseluruhan untuk setiap sampel. Hasil rata-rata nilai RGB pada masing-masing sampel beras berdasarkan kadar airnya disajikan dalam tabel yang dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Nilai RGB Rata-rata Berdasarkan Kadar Air (%) Menggunakan Sensor TCS3200

Sampel Kadar Air Beras (%)	Nilai		
	R	G	B
12,5	167,75	178,1029	155,3157
13	172,8314	183,57	160,0643
13,5	172,2786	182,7771	159,1129
14	162,2129	172,7286	150,7543
14,5	164,3386	174,1071	151,2871
15	165,1914	175,4614	153,1714

Data yang terdapat pada Tabel 4.4 menampilkan nilai RGB beras dengan variasi kadar air yang berbeda. Nilai-nilai tersebut merupakan hasil rata-rata nilai RGB dari berbagai waktu penyimpanan. Dari tabel tersebut, dapat dilihat bahwa terdapat kecenderungan bahwa semakin besar kadar air pada beras, maka semakin kecil nilai RGB-nya. Artinya, terdapat hubungan invers antara nilai kadar air dan nilai RGB,

dimana semakin tinggi kadar air, semakin rendah nilai RGB yang terukur. Penyajian data lebih jelas dapat dilihat pada grafik gambar berikut.



Gambar 4.7 Grafik Nilai Rata-Rata RGB Beras berdasarkan Perbedaan Kadar Air menggunakan Sensor TCS3200

Berdasarkan grafik pada gambar 4.7, tampak bahwa nilai RGB pada beras cenderung turun seiring dengan bertambahnya kadar air pada beras. Semakin besar kadar air dari beras, maka semakin kecil nilai RGB pada beras. Pada pengambilan data dengan sampel yang memiliki persentase kadar air 12,5% lebih kecil daripada sampel dengan kadar air yang lebih besar. Selain itu, sampel dengan nilai kadar air 14,5% dan 15% mengalami kenaikan nilai RGB. Hal ini disebabkan oleh adanya pengaruh cahaya dari luar karena sensor memiliki sensitivitas yang tinggi. Selain itu, warna dari sampel tersebut tidak terlalu jauh, sehingga terjadi sedikit kesalahan dari pembacaan alat.

4.3.4 Hasil Pengujian Beras dengan Colorimetry

Pengujian nilai $L^*a^*b^*$ dilakukan dengan menggunakan alat colorimeter yang dimiliki Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Sampel beras dikelompokkan masing-masing 100gr sampel untuk kemudian dipisahkan antara beras kuning pada tiap sampel secara manual dengan menggunakan pinset.

Pengambilan data dilakukan dengan menyinari sampel beras kuning yang sudah dipisahkan dari 100 gr, sehingga akan muncul nilai L^* , a^* , dan b^* pada alat colorimeter. Pengulangan dilakukan 4 kali untuk tiap sampel yang diuji. Kemudian, sampel beras kuning tadi dicampurkan kembali dengan 100 gr beras untuk diuji nilai L^* a^* b^* juga. Pengulangan dilakukan sebanyak 20 kali selama masa penyimpanan beras. Adapun Tabel perbandingan kadar air pada sampel dengan hasil pengujian nilai $L^*a^*b^*$ disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 5 Data Nilai Lab* terhadap Lama Waktu Penyimpanan


Hari Ke-	Nilai 12,5			Nilai 13			Nilai 13,5			Nilai 14			Nilai 14,5			Nilai 15		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
1	70,41	2,11	6,76	68,87	1,97	6,56	69,93	2,07	7,12	70,05	1,99	6,15	69,1	2,42	6,62	68,78	1,5	6,65
2	67,7	2,25	6,93	66,42	2,48	6,34	66,89	2,11	6,58	67,27	1,92	5,62	67,5	2,32	6,19	66,71	3,24	6,54
3	71,08	1,92	6,74	70,38	1,55	7,14	69,17	1,76	6,74	69,46	1,8	6,87	69,48	1,42	7,51	70,32	1,42	7,65
4	65,96	2,25	6,19	66,54	1,77	6,45	67,1	1,74	6,13	66,18	1,79	6,34	67,03	1,97	6,28	68,28	1,96	6,36
5	68,14	1,87	6,58	68,36	1,93	6,47	68,2	1,96	6,56	68,93	2,24	6,23	69,1	1,96	6,66	67,8	1,92	6,52
6	66,76	2,23	6,86	66,43	2,12	6,43	66,39	2,41	6,46	66,78	5,76	6,08	68,13	2,2	6,24	66,35	2,28	6,27
7	67,03	1,84	6,47	66,98	2,27	6,64	66,96	2,27	6,56	67,37	2,38	6,33	67,67	2,36	6,23	67,03	1,97	6,01

Tabel 4.5 menunjukkan perubahan nilai Lab* pada masing-masing sampel beras seiring dengan lama waktu penyimpanan. Nilai *lightness* (L^*) dalam sistem warna $L^*a^*b^*$ mengindikasikan tingkat kecerahan suatu bahan, di mana nilai 0 mencerminkan kegelapan dan nilai 100 mencerminkan kecerahan maksimal. Nilai L^* beras normal Indonesia umumnya berkisar antara 56,3 hingga 70,41. Pada sampel beras dengan persentase kadar air 12,5% memiliki nilai L^* yang paling tinggi. Artinya, beras dengan kadar air 12,5% memiliki warna yang paling cerah dibandingkan dengan sampel-sampel yang lain pada hari pertama pengukuran.

Dalam pengamatan ini, dapat diamati bahwa semakin bertambahnya hari, maka nilai *lightness* atau kecerahan (L^*) cenderung menurun. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan kadar air berdampak pada perubahan warna beras.

4.3.5 Konversi nilai $L^*a^*b^*$ menjadi RGB

Nilai $L^*a^*b^*$ yang diperoleh pada Tabel 4.5 dirata-rata kemudian dikonversi menjadi nilai RGB untuk dijadikan sebagai data pembanding dari nilai RGB dari sensor TCS3200. Proses konversi dilakukan dengan memanfaatkan persamaan sintaksis yang tersedia dalam perangkat lunak MATLAB. Penggunaan syntax Matlab dalam proses konversi Lab^* menjadi RGB memberikan kemudahan dan kecepatan dalam melakukan analisis warna. Hal ini memungkinkan untuk mendapatkan representasi warna yang akurat dan konsisten dalam pengolahan data. Fungsi yang digunakan untuk melakukan konversi dari ruang warna Lab^* menjadi ruang warna RGB adalah `lab2rgb([70 5 10], 'OutputType', 'uint8')` dalam format `uint8`. Data nilai L^* , a^* , dan b^* yang telah dihasilkan dan telah dirata-rata dijadikan sebagai masukan dalam proses konversi, yang menghasilkan keluaran berupa nilai-nilai RGB dengan format data 8bit. Proses ini melibatkan pemetaan transformasi dari ruang warna L^* , a^* , dan b^* ke dalam ruang warna RGB, dengan mengaplikasikan persamaan-persamaan yang relevan yang terdapat dalam aplikasi MATLAB. Dengan melakukan konversi ini, data yang semula direpresentasikan dalam sistem warna L^* , a^* , dan b^* diubah menjadi sistem warna RGB yang lebih umum digunakan dalam pemrosesan dan tampilan gambar. Salah satu proses konversi nilai $L^*a^*b^*$ menjadi RGB dapat dilihat pada gambar berikut.



```

Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.
>> lab2rgb([70.045 1.985 6.145], 'OutputType', 'uint8')
ans =
1x3 uint8 row vector
180 170 160
>> lab2rgb([67.27 1.915 5.62], 'OutputType', 'uint8')
ans =
1x3 uint8 row vector
172 162 154
>> lab2rgb([69.455 1.795 6.87], 'OutputType', 'uint8')
ans =
1x3 uint8 row vector
178 168 157
>> lab2rgb([66.18 1.79 6.335], 'OutputType', 'uint8')
ans =

```

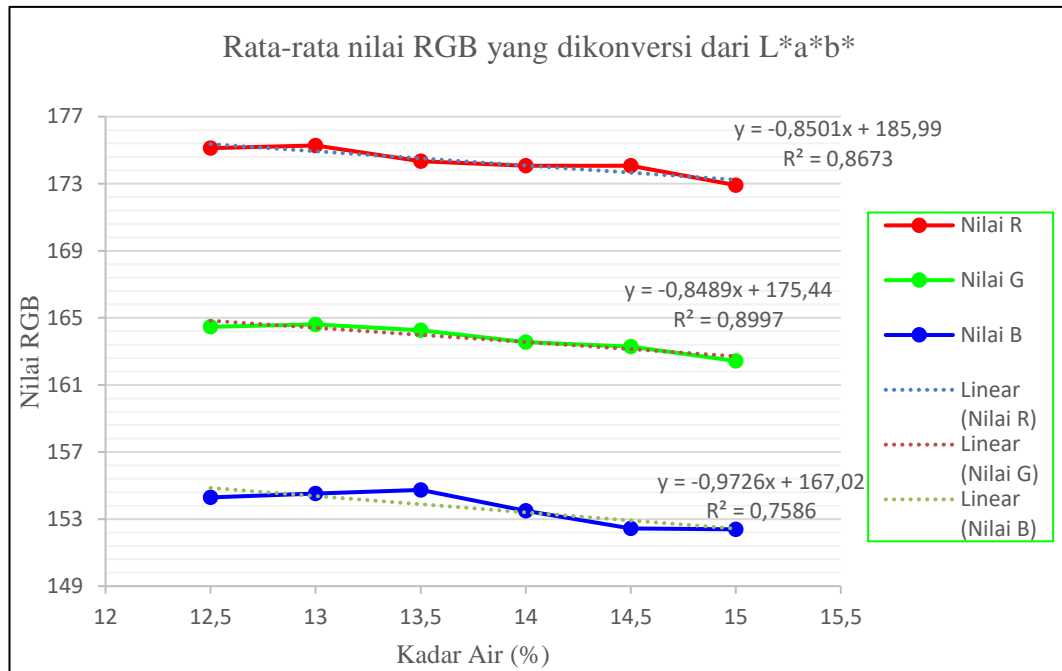
Gambar 4.8 Proses Konversi Nilai $L^*a^*b^*$ ke RGB menggunakan Persamaan Sintaksis dalam Aplikasi MATLAB

Nilai rata-rata RGB yang dihasilkan dari konversi nilai L^* , a^* , dan b^* pada setiap sampel beras berdasarkan kadar airnya disajikan dalam tabel yang terlampir di bawah ini.

Tabel 4. 6 Nilai Rata-Rata Konversi $L^*a^*b^*$ menjadi RGB Berdasarkan Kadar Air pada Sampel Beras

Sampel Kadar Air Beras (%)	Nilai					
	L	a	b	R	G	B
12,5	68,15	2,07	6,65	175,11	164,47	154,29
13	68,29	2,09	6,53	175,28	164,61	154,53
13,5	68,01	2,55	6,23	174,34	164,26	154,74
14	67,81	2,05	6,59	174,07	163,56	153,49
14,5	67,71	2,01	6,58	174,07	163,29	152,44
15	67,90	2,04	6,57	172,92	162,43	152,39

Tabel 4.6 menggambarkan data nilai rata-rata RGB yang dihasilkan dari konversi nilai Lab^* pada sampel beras dengan variasi kadar air yang berbeda. Penyajian data yang lebih jelas dan terperinci dapat ditemukan dalam grafik yang terlampir pada gambar berikut ini.



Gambar 4.9 Grafik Nilai Rata-Rata RGB Berdasarkan Kadar Air pada Sampel Beras

Dari tabel tersebut, terlihat adanya kecenderungan bahwa semakin tinggi kadar air pada beras, maka semakin rendah nilai RGB yang terukur. Hal ini menunjukkan adanya hubungan invers antara kadar air dan nilai RGB, di mana peningkatan kadar air berbanding terbalik dengan intensitas cahaya yang dipancarkan oleh beras.

4.3.6 Hasil Pengujian Akurasi Alat

Pengujian akurasi alat dilakukan dengan membandingkan nilai RGB yang diperoleh dari sensor TCS3200 dengan nilai RGB yang dihasilkan dari konversi nilai Lab*. Tujuan dari pengujian akurasi adalah untuk mengetahui apakah sistem deteksi kualitas beras berbasis Arduino uno yang telah dirancang berjalan dengan baik atau tidak. Untuk analisis data pada pengujian akurasi sensor ini, dilakukan dengan mencari persentase eror dari masing-masing nilai RGB. Persentase eror diperoleh dengan menggunakan persamaan 3.1. Adapun hasil persentase eror yang diperoleh

dari membandingkan nilai RGB dari sensor dengan nilai RGB yang dihasilkan dari konversi nilai Lab* terdapat dalam Tabel berikut.

Tabel 4. 7 Hasil Perbandingan Error RGB antara Sensor dan Konversi L*a*b*

Sampel Kadar Air (%)	Nilai RGB dari Sensor			Nilai RGB dari konversi Lab*			Error R (%)	Error G (%)	Error B (%)
	R	G	B	R	G	B			
12,5	167,7	178,1	155,3	175,1	164,5	154,3	0,04	0,08	0,01
13	172,8	183,6	160,1	174,1	163,3	152,4	0,01	0,12	0,05
13,5	172,3	182,8	159,1	174,1	163,4	153,5	0,01	0,12	0,04
14	162,2	172,7	150,8	174,3	164,3	154,7	0,07	0,05	0,03
14,5	164,3	174,1	151,3	175,3	164,6	154,5	0,06	0,06	0,02
15	165,2	175,5	153,2	172,9	162,4	152,4	0,04	0,08	0,01
Rata-rata Error (%)							0,039	0,086	0,024

Tabel 4.7 menyajikan hasil pengujian untuk berbagai sampel beras dengan variasi kadar air dan membandingkan nilai RGB yang diperoleh dari sensor dengan nilai RGB yang dihasilkan dari konversi L*a*b*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat beberapa persentase error yang muncul dalam pengukuran nilai RGB. Error R, G, dan B yang dihitung dalam persentase tercatat dalam tabel untuk setiap sampel beras dengan kadar air yang berbeda. Secara keseluruhan, rata-rata persentase error untuk R, G, dan B adalah 0,039%, 0,086%, dan 0,024% secara berturut-turut. Dalam interpretasi data, persentase error yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa hasil pengujian dengan sensor TCS3200 sangat dekat dengan nilai yang dihasilkan dari konversi Lab*. Persentase error yang rendah menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam pengukuran nilai RGB menggunakan sensor TCS3200 dengan rata-rata nilai akurasi untuk R, G, dan B adalah 99,96%, 99,91%, dan 99,97%.

4.4 Pembahasan

Pembuatan sistem pendeteksi kualitas beras menggunakan sensor TCS3200 dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler berupa Arduino Uno sebagai basis sistem. Pengujian dilakukan dengan mendeteksi beras menggunakan sensor TCS3200. Penggunaan sensor TCS3200 dalam mendeteksi kualitas beras memiliki beberapa faktor yang perlu diperhatikan. Jarak antara sensor dengan sampel dan pencahayaan menjadi faktor yang paling memengaruhi. Menurut Athifa dkk pada tahun 2019, jarak optimal antara sensor dengan objek maksimal bisa mencapai pada jarak 6,5 cm dan pada penelitian ini jarak yang digunakan antara sensor dengan sampel adalah 1 cm. Faktor lain yang berpengaruh dalam penggunaan sensor TCS 3200 adalah pencahayaan. Sensor TCS3200 menyerap cahaya yang dipantulkan oleh permukaan, kemudian warna yang ditangkap diproses oleh sensor filter warna merah, hijau, dan biru yang selanjutnya diproses oleh arduino. Sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi, sehingga cahaya memiliki pengaruh yang sangat tinggi. Maka, pengukuran dengan menggunakan sensor TCS3200 dilakukan di dalam box berwarna hitam untuk meminimalisir pengaruh cahaya dari luar.

Hasil kalibrasi sensor terhadap kertas berwarna menunjukkan bahwa sensor dapat berfungsi dengan cukup baik. Sensor TCS3200 dapat mendeteksi dan membaca nilai RGB dengan baik dalam proses kalibrasi. Data yang diterima oleh sensor diproses oleh Arduino dan selanjutnya ditampilkan pada LCD 16x2 I2C. Pada saat proses kalibrasi sensor, kertas berwarna dimasukkan ke dalam box hitam yang telah dirangkai dan terpasang sensor TCS3200 selama 30 detik. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali dengan menggunakan 3 jenis kertas yang memiliki warna merah, hijau, dan biru. Hasil kalibrasi sensor terhadap kertas berwarna dapat ditemukan

pada Tabel 4.1. Dari tabel tersebut, dapat diamati bahwa nilai R (merah) yang terbaca oleh sensor dalam proses kalibrasi memiliki dominasi yang lebih tinggi daripada nilai G (hijau) dan B (biru). Rentang nilai R yang tercatat berkisar antara 246 hingga 255, sedangkan rentang nilai G berkisar antara 20 hingga 29, dan rentang nilai B berkisar antara 8 hingga 22. Hal ini sesuai dengan karakteristik warna merah pada metode penggambaran warna RGB, di mana warna merah ditunjukkan dengan nilai R yang tinggi (255), nilai G yang rendah (0), dan nilai B yang juga rendah (0). Proses kalibrasi sensor juga dilakukan terhadap kertas warna hijau. Dalam hal ini, nilai G (hijau) dari nilai RGB yang terbaca oleh sensor menunjukkan dominasi yang lebih tinggi daripada nilai R dan B. Rentang nilai R dalam proses kalibrasi kertas hijau adalah 7 sampai 15, nilai G berkisar antara 245 hingga 253, dan nilai B berkisar antara 39 sampai 46. Selanjutnya, pada pengujian kalibrasi sensor terhadap warna biru, sensor membaca nilai B (biru) pada nilai RGB dengan dominasi yang lebih tinggi daripada nilai R dan G dengan rentang nilai R sebesar 12 hingga 21, G sebesar 3 hingga 13, dan B sebesar 246 hingga 255. Hasil ini konsisten dengan nilai-nilai yang digunakan dalam penggambaran RGB terhadap warna biru. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor dapat berhasil mengkalibrasi dan mengidentifikasi perbedaan intensitas warna berdasarkan nilai R, G, dan B yang terbaca oleh sensor, sesuai dengan karakteristik warna yang diharapkan dalam metode penggambaran warna RGB.

Pengujian sampel beras pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beras bermerk Mentari yang telah ditentukan persentase kadar air awalnya. Masing-masing sampel beras divariasikan dengan menggunakan variasi kadar air sebesar 12,5%, 13%, 13,5%, 14%, 14,5%, dan 15%. Kadar air pada beras memegang

peranan penting dalam menentukan kualitas beras. Masing-masing sampel diuji kadar airnya selama waktu penyimpanan. Hasil pengujian direpresentasikan dalam Tabel 4.2 dan juga disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.5. Hasil yang diperoleh adalah persentase kadar air pada beras cenderung mengalami kenaikan seiring dengan lama waktu penyimpanan. Kenaikan kadar air pada beras disebabkan oleh perbedaan kadar kelembapan antara sampel beras dengan lingkungan penyimpanannya. Seiring berjalannya waktu, beras akan menyerap kelembapan dari lingkungan agar kelembapan antara beras dengan lingkungan mengalami kesetimbangan. Namun, beberapa pengambilan data juga menunjukkan penurunan nilai kadar air. Hal tersebut dikarenakan keadaan kerapatan sampel juga memengaruhi pada waktu pengambilan data dengan menggunakan *Grain Moisture Meter*. Selain itu, pati dan protein di dalam beras yang telah mencapai kesetimbangan kadar air bereaksi membentuk *micelle* sehingga menghambat masuknya air ke dalam beras. Di samping itu, selama penyimpanan protein juga mengalami oksidasi membentuk ikatan disulfida yang menyebabkan berkurangnya senyawa sulfur volatil yang akan berakibat lebih lanjut dengan terhambatnya absorpsi air ke dalam beras (Ratnawati, 2013).

Pengujian kualitas beras dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sensor TCS3200 untuk mengukur nilai RGB sebagai indikator kualitas beras. Hasil pengujian direpresentasikan dalam bentuk nilai RGB berdasarkan lama waktu penyimpanan yang tercatat dalam Tabel 4.3. Nilai RGB pada masing-masing sampel mengalami kenaikan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Hal ini dikarenakan besar nilai kadar air berbanding terbalik dengan intensitas nilai RGB pada beras. Berdasarkan Tabel 4.2, persentase kadar air besar semakin besar seiring

dengan lamanya waktu penyimpanan, sehingga semakin lama waktu penyimpanannya, maka intensitas nilai RGB yang dibaca oleh sensor akan semakin kecil. Selanjutnya, nilai-nilai RGB berdasarkan lama penyimpanan dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah hari pengukuran untuk mendapatkan rata-rata dari masing-masing sampel berdasarkan persentase kadar airnya. Dengan demikian, diperoleh nilai RGB rata-rata yang merepresentasikan intensitas warna secara keseluruhan untuk setiap sampel. Dalam penelitian ini, faktor yang menentukan kualitas beras adalah kadar air. Adapun kadar air 14% digunakan sebagai batas antara beras baik dan buruk. Beras dengan kadar air di bawah 14% dianggap sebagai beras berkualitas baik, sedangkan beras dengan kadar air di atas 14% dikategorikan sebagai beras buruk. Dalam rentang nilai kadar air yang diamati dalam penelitian ini, ditemukan bahwa beras dalam rentang kadar air 12,5% hingga 13,5% dapat diklasifikasikan sebagai beras berkualitas baik. Namun, beras yang termasuk dalam kategori buruk memiliki kadar air 14% ke atas, seperti sampel dengan kadar air 14% hingga 15%. Berdasarkan tabel 4.4 dan grafik pada gambar 4.7, intensitas nilai RGB yang digunakan sebagai batas adalah $R = 165$, $G = 176$, dan $B = 153$. Sehingga, dalam analisis kualitas beras, jika intensitas nilai RGB beras lebih tinggi dari intensitas nilai RGB tersebut, maka beras tersebut dikategorikan sebagai beras yang memiliki kualitas baik. Sebaliknya, jika intensitas nilai RGB beras lebih rendah dari intensitas nilai RGB tersebut, maka beras tersebut dikategorikan sebagai beras yang memiliki kualitas buruk.

4.5 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an

Beras yang diperoleh dari hasil pengolahan padi merupakan tumbuhan yang tergolong pada jenis bibit atau biji-bijian yang ada di dunia. Allah SWT

menyebutkan di dalam Al-Qur'an kata biji dan bulir sebanyak 17 kali. Hal ini dijelaskan secara tersirat dalam Surah Al-An'aam ayat 95:

﴿۱۵﴾ إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ بِإِذْنِ اللَّهِ فَالِقُ تُوْفِكُونَ ﴿۱۵﴾

“Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau bulir yang banyak; dan dari mayang kurma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah bahwa di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (Q.S. Al-An'am (6): 99).

Ayat di atas menjelaskan tentang berbagai macam jenis makanan di muka bumi ini.

Ayat ini secara tersirat juga menjelaskan tentang padi atau beras pada lafaz yang menjelaskan bahwa Allah SWT keluarkan dari tanaman yang hijau butir-butir yang banyak. Hal ini menjadi salah satu tanda kekuasaan Allah SWT yang harus kita yakini. Selain ayat di atas, Allah SWT juga menunjukkan tanda-tanda kekuasaan-Nya dalam surah Ar-Ra'd ayat 4 yang berbunyi:

﴿۴﴾ وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَوِّرَاتٌ وَمَجَنَّبٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَعَيْرٌ صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُقْضَالٌ بَعْضُهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿۴﴾

“Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur tanaman-tanaman dan pohon kurma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebagian tanaman-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.” (Q.S. Ar-Ra'd (13): 4).

Tafsir Ibnu Katsir (2013) menjelaskan bahwa lafal yang memiliki arti (disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebagian tanaman-tanaman itu atas sebagian yang lain tentang rasanya) memiliki maksud bahwa perbedaan antara buah-buahan dengan tanaman, dari segi bentuk, warna, daun, bunga, dan rasanya,

baik dari segi manis, pahit, dan lain sebagainya, itu atas izin Allah SWT. Dan ini merupakan tanda-tanda dari kekuasaan Allah. Sedangkan menurut Shihab (2012) dalam kitab Al-Lubab, ayat 4 pada surah Ar-Ra'd ini memberikan informasi tentang bumi yang memiliki kepingan-kepingan tanah yang saling berdampingan dengan kualitas yang berbeda. Tanah-tanah ini ada yang tandus dan ada yang subur. Kepingan-kepingan tanah yang ada di bumi ditumbuhi oleh tumbuhan yang bermacam-macam. Disebutkan di dalam ayat tersebut bahwa terdapat kebun-kebun anggur, tanaman persawahan, perkebunan kurma, dan masih banyak yang lainnya. Allah SWT melebihkan itu semua atas sebagian yang lain. Baik dari segi ukurannya, warna, bentuknya, serta perbedaan yang lainnya. Ini semua merupakan bentuk dari tanda-tanda kebesaran Allah SWT.

Al-Qur'an juga menjelaskan bahwa salah satu tanda-tanda dari kebesaran Allah SWT adalah dengan memberikan kelebihan atau anugerah yang besar berupa akal dan fikiran kepada seluruh ummat manusia di bumi agar digunakan untuk berfikir dan mengamalkannya untuk hal-hal yang positif. Hal ini telah dicantumkan dalam firman Al-Qur'an surah Al-Isra' ayat 70:

﴿وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَلْنَاهُمْ فِي الْوَجْرِ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُمْ مِنَ الطَّيِّبَاتِ وَفَضَّلْنَاهُمْ عَلَى كَثِيرٍ مِمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا﴾

“Dan sesungguhnya telah kami muliakan anak-anak Adam, kami angkat mereka di daratan dan di lautan, kami beri mereka rezeki yang baik-baik dan kami lebihkan mereka dengan kelebihan yang sempurna atas kebanyakan makhluk telah kami ciptakan.” (Q.S. Al-Isra' (15): 70).

Al-Muqbil (2009) menafsirkan ayat di atas bahwa surah Al-Isra' ayat 70 ini menjelaskan tentang sambutan serta jamuan untuk nabi Adam AS, begitu juga tentang kemuliaan yang didapat oleh setiap insan. Ini dapat dilihat dari lafal yang memiliki arti (Dan sesungguhnya telah Allah muliakan anak-anak Adam). Kemuliaan yang Allah SWT berikan atau dianugerahkan ini berupa akal dan fikiran

yang mana menjadi tolok ukur bagi peradaban yang maju. Salah satu cara untuk memanfaatkan apa yang telah dianugerahkan oleh Allah SWT adalah dengan mengembangkan alat teknologi yang bermanfaat guna mempermudah pekerjaan, dan penelitian tentang otomasi untuk mendeteksi kualitas beras merupakan contoh bentuk pemanfaatan dari apa yang telah dianugerahkan oleh yang Maha Kuasa.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Batas antara beras baik dan buruk ditetapkan pada intensitas nilai RGB dalam Sistem pendeteksi kualitas beras menggunakan sensor TCS3200 berbasis Arduino Uno yang digunakan adalah $R = 165$, $G = 176$, dan $B = 153$. Dalam analisis kualitas beras menggunakan sensor TCS3200, bahwa beras dengan intensitas nilai RGB yang lebih besar dibandingkan dengan intensitas nilai RGB tersebut, maka beras tersebut dikategorikan sebagai beras yang memiliki kualitas baik. Sebaliknya, jika intensitas nilai RGB beras lebih rendah dari intensitas nilai RGB tersebut, maka beras tersebut dikategorikan sebagai beras yang memiliki kualitas buruk.
2. Pengujian kualitas beras menggunakan sensor TCS3200 menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi. Hal ini terbukti dari rata-rata persentase erornya sangat kecil, yaitu 0,039% untuk R, 0,086% untuk G, dan 0,024% untuk B. Persentase eror yang rendah ini menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam pengukuran intensitas nilai RGB untuk menentukan kualitas beras menggunakan sensor TCS3200 berbasis Arduino Uno dengan tingkat akurasi sebesar 99,96%, 99,91%, dan 99,97% untuk rata-rata masing-masing R, G, dan B.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang dipaparkan, maka saran untuk penelitian berikutnya adalah:

1. Penambahan faktor kualitas beras yang lain yang dapat digunakan sebagai parameter untuk mengklasifikasikan kualitas beras.
2. Diharapkan pengambilan data pada penelitian selanjutnya menggunakan beberapa variasi jarak antara sampel dengan sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Muqbil, A. (2009). *Tafsir Ayat-Ayat Terpilih dari Surat Al-Isra'*. Jurnal Tafsir Al-Quran. Vol 4(2), 115-126.
- Antika, Elly, Hariyono Rakhmad, dan Febri Nabilla Ishaq. 2018. *Penentuan Kualitas Mutu Beras Merah Berdasarkan Standart Nasional Indonesia Berbasis Pengolahan Citra Digital*. Jember: Politeknik Negeri Jember.
- Asy-Syawii, Syaikh Muhammad bin Shalih. 1987. *Tafsir an-Nafahat al-Makkiyyah* (Moch. Syaifuddin, Terjemahan). Bandung.
- Athifa, S. F., & Rachmat, H. H. (2019). *Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna RGB Sensor TCS3200 Berdasarkan Jarak dan Dimensi Objek*. Institut Teknologi Nasional, Vol. 16(2): 105 - 120.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2015. *SNI No: 6128-2015 Beras*. Indonesia Badan Standardisasi Nasional.
- Chen, S., Liang, L., & Peng, H. (2015). *A Method of Color Image Segmentation Based on HSV Color Space*. International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, Vol 10(9), 277-286.
- Efendi, Ilham. 2014. *Pengertian dan Kelebihan Arduino*. <https://www.it-jurnal.com/pengertian-dan-kelebihan-arduino/>.
Diakses pada tanggal 27 November 2020, pukul 23.50.
- Goecks, J., Joshi, M., Lippman, S., & Shavlik, J. (2006). *An Introduction to MATLAB*. University of Wisconsin - Madison.
Diakses pada tanggal 27 April 2023, pukul 23.50.
- Halim, N. A., Aziz, R. S., & Mohd Nor, N. A. (2018). *Emotion Analysis in Movies using RGB Color Spaces*. Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering, Vol 10(1-11), 115-120.
- Husni, dkk. 2019. *Pengaplikasian Sensor Warna Pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Ampere, Vol 4(2): 2622-2981.
Diakses pada tanggal 27 November 2020, pukul 23.50.
- Inpres No. 5 Tahun 2015. 2015. *Instruksi Presiden (INPRES) tentang Kebijakan Pengadaan Gabah/Beras dan Penyaluran Beras oleh Pemerintah*. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/77363/inpres-no-5-tahun-2015>.
Diakses pada tanggal 27 November 2020, pukul 23.50.

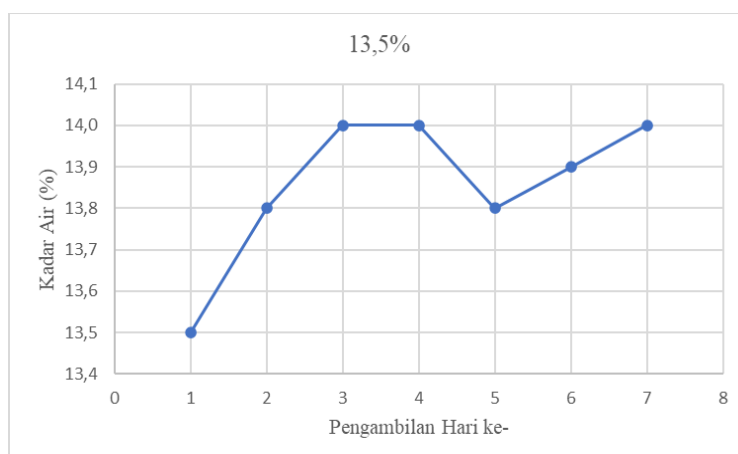
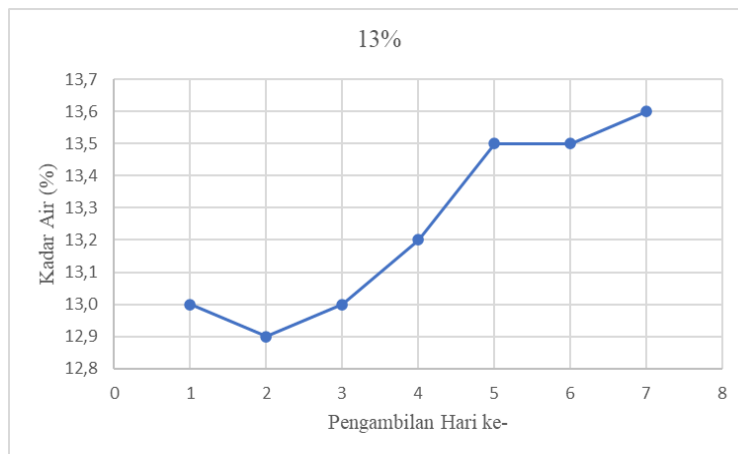
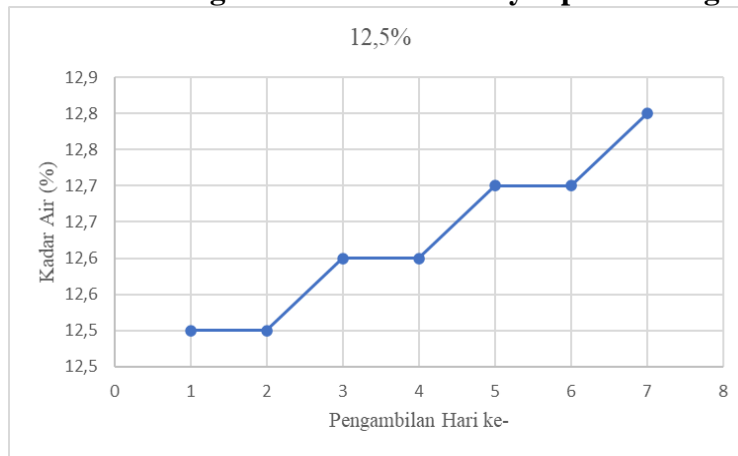
- Juanda. (2016). *Pemanfaatan Produk Olahan Padi dalam Diversifikasi Produk Beras*. Jurnal Produksi Tanaman, Vol 4(2), 169-178.
- Katsir, Ibnu. 1994. *Tafsir Ibnu Katsir*. (M. Abdul Ghoffar). Jilid 8. Kairo: Muassasah Dar al-Hilal.
- Manik, Sadarma. 2015. *Aplikasi Sensor Air Hujan dan LDR (Light Dependent Resistor) untuk Alat Pengering Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- MathWorks. (2021). *lab2rgb*. MATLAB Documentation. Retrieved from <https://www.mathworks.com/help/images/ref/lab2rgb.html>
- Diakses pada tanggal 27 April 2023, pukul 23.50.
- Nurchayani, Arissa Aprilia dan Ristu Saptono. 2015. *Identifikasi Kualitas Beras dengan Citra Digital*. Surakarta : Prodi Informatika, FMIPA, Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Odunlade, Emmanuel. 2020. *Using a 16x2 I2C LCD display with ESP32*. <https://www.electronics-lab.com/project/using-16x2-i2c-lcd-display-esp32/>.
- Diakses pada tanggal 27 November 2020, pukul 23.50.
- Omnivision. 2006. *OV7670/OV7171 CMOS VGA (640x480) CAMERA CHIP TM Sensor with OmniPixel Technology*.
- <https://datasheetspdf.com/datasheet/OV7670.html>.
- Diakses pada tanggal 27 November 2020, pukul 23.50.
- Permana, I. (2021). Simulasi Permodelan Menggunakan Sensor Suhu Berbasis Arduino. *Edu Elekrika Journal Vol. 10 No. 1*, 7-12.
- Ratnawati, Djaeni, M., & Hartono, D. (2013). *Perubahan Kualitas Beras Selama Penyimpanan Change of Rice Quality During Storage*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Vol. 22(3), September 2013, 199-208.
- Reinhard, E., Adhikhmin, M., Stark, B., & Shirley, P. (2001). *Color Transfer between Images*. IEEE Computer Graphics and Applications. Vol 21(5), 34-41.
- Rulaningtyas, dkk. 2015. *Segentasi Citra Berwarna dengan Mengnaukan Metode Clustering Berbasis Patch untuk Identifikasi Mycobacterium Tuberculosis*. Jurnal Biosains Pascasarjana Vol. 17 (2015).
- Rusman, N., Firmansyah, R. A., & Karim, M. (2021). *Implementasi Sensor TCS3200 Sebagai Alat Deteksi Warna Berbasis Mikrokontroler*. Prosiding

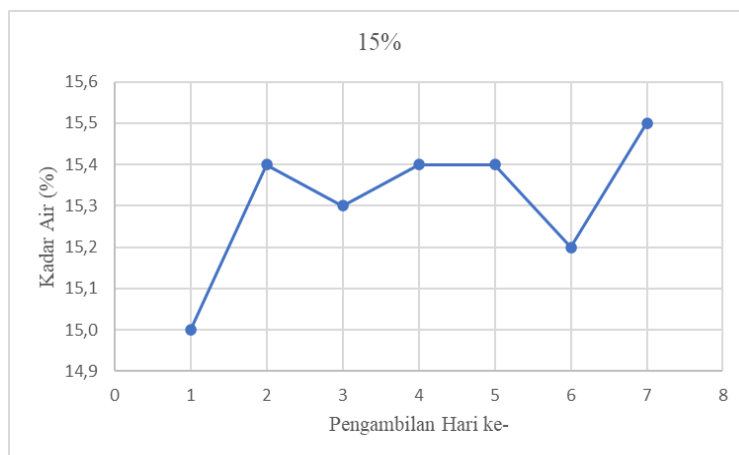
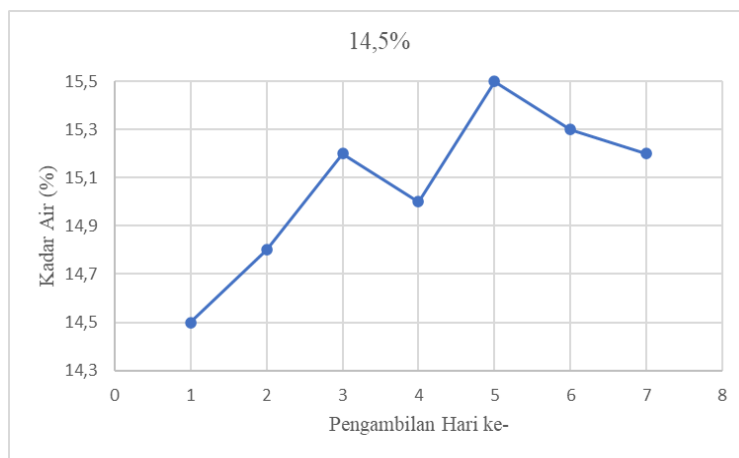
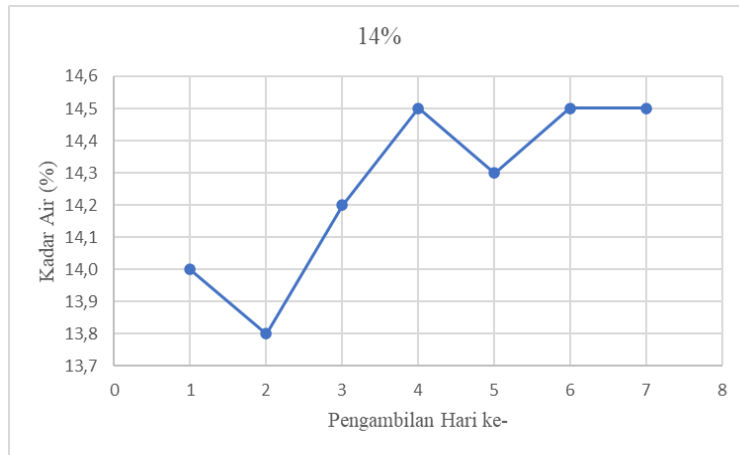
- Seminar Nasional Teknologi Elektro dan Informatika (SNTEI), Vol 6(1), 190-195.
- Safitri, N. E. (2014). *Analisis Warna pada Desain Logo Produk Teh Botol Sosro Menggunakan Model Warna CIELAB*. Jurnal Desain Komunikasi Visual "Visualita", 3(1), 68-77.
- Sharma, P., Kumar, N., & Kumar, R. (2016). *Comparative Study of RGB and CMYK Color Model for Image Watermarking Techniques*. International Journal of Image, Graphics and Signal Processing, 8(8), 21-28.
- Sharma, G. (2019). *Colorimetry: Understanding the CIE System*. International Journal of Computer Applications, 182(28), 35-40.
- Shihab, Muhammad Quraish. 2012. *Al-Lubab Makna, Tujuan, dan Pelajaran dari Surah-surah Al-Qur'an*. Tangerang: Lentera Hati.
- Sidorovskaia, L., Winkler, S. M., & Levitan, S. P. (2019). *Comparative Analysis of RGB and HSI Color Spaces for Face Detection in Color Images*. Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, 1397-1401.
- Soerjandoko, R.N.E. (2010). *Teknik Pengujian Skala Laboratorium*. Buletin Teknik Pertanian Vol. 15(2). Jakarta: Pustaka Litbang Kementerian Pertanian.
- Somantri, I., Arifin, M. S., & Supriana, I. (2013). *Pengenalan Kualitas Fisik Beras Berdasarkan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol 1(1), 32-37.
- Somantri, I., Rizal, M. R., & Darmawan, D. (2020). *Fast Detection of Rice Organoleptic Quality Using Real-Time Image Processing Based on Android and Java*. Journal of Information Technology and Computer Engineering, Vol 5(1), 30-35.
- Sujito, & Mamud Yunus. (2016). *Pemutuan Fisik Beras dengan Teknik Pelabelan Flood Filling dan Pengukuran Parameter RGB Citra Digital*. Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan, Vol 1(3), 34-41.
- Syahwil, Muhammad. 2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Andi.

LAMPIRAN

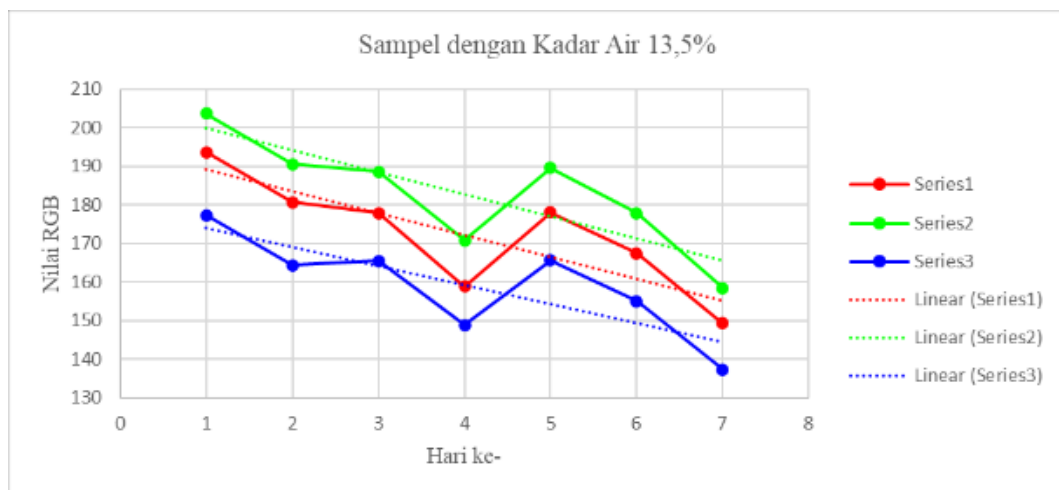
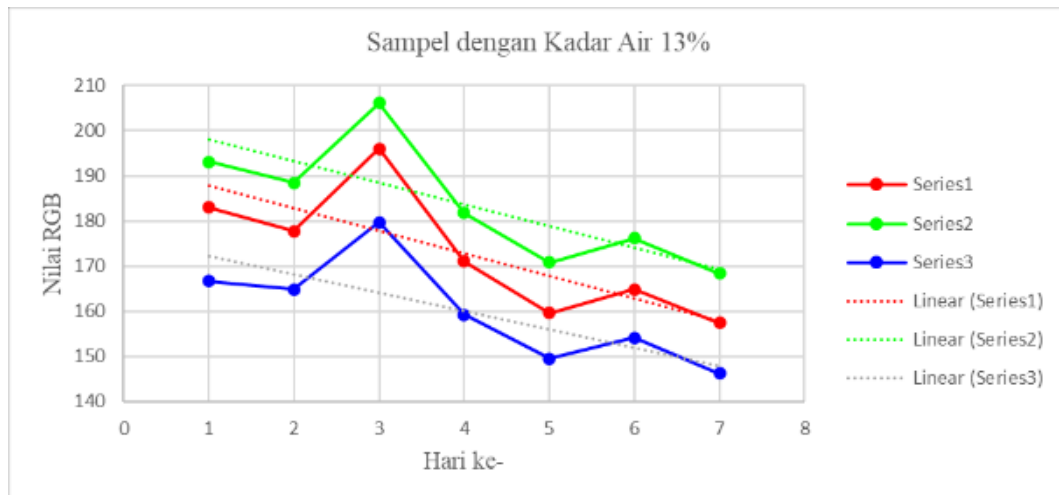
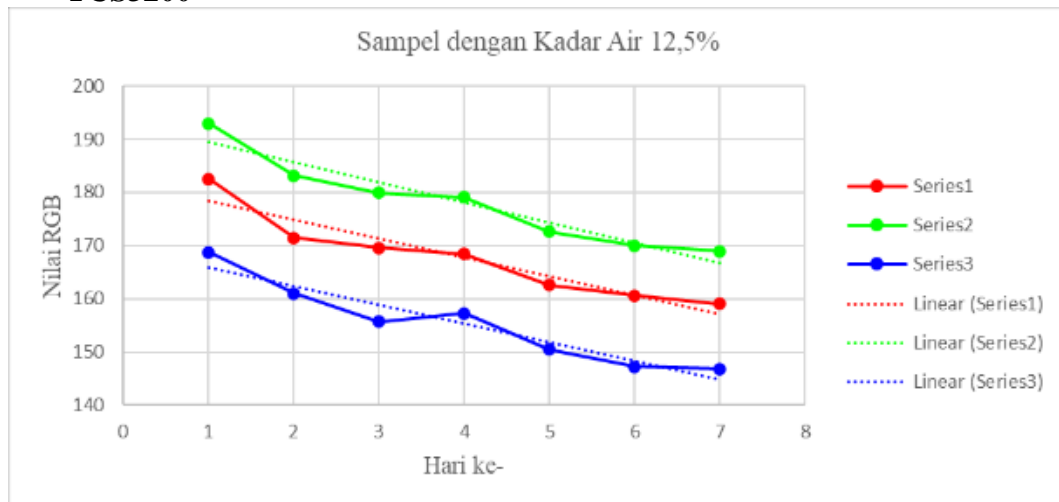
Lampiran 1. Grafik *Plotting* Data

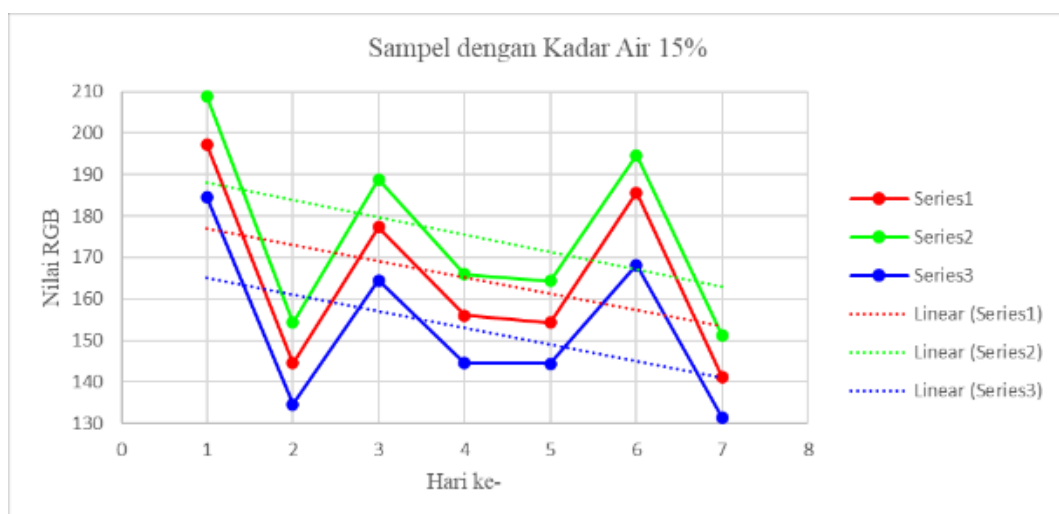
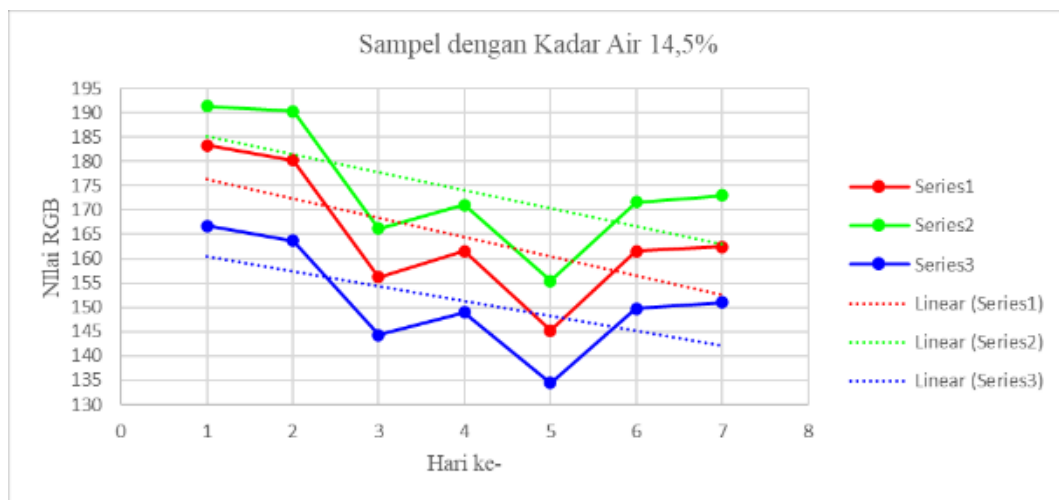
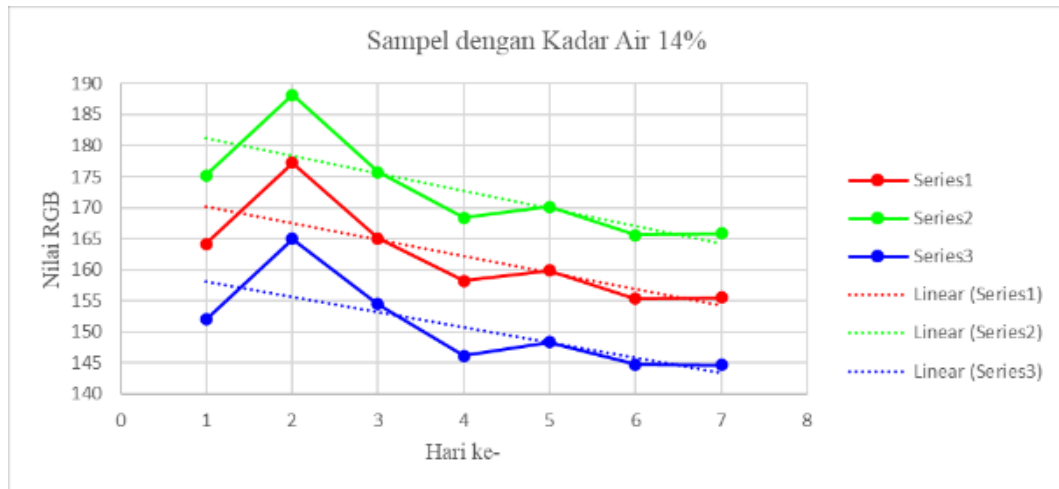
A. Perbandingan Lama Waktu Penyimpanan dengan Kadar Air



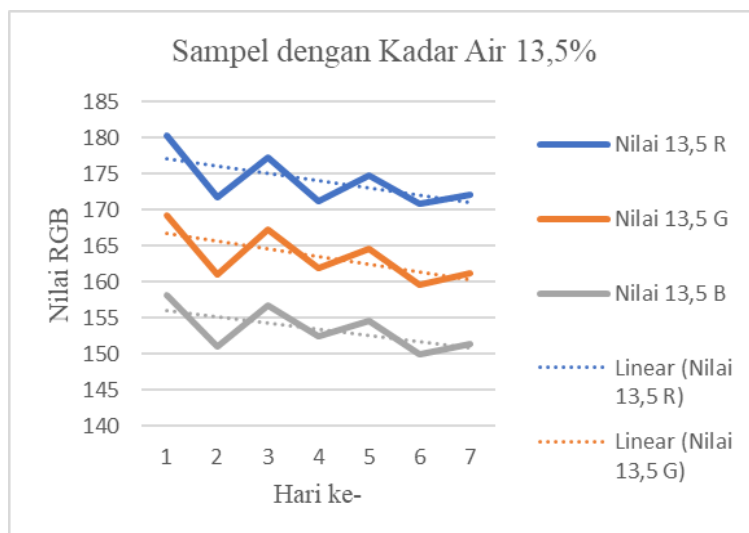
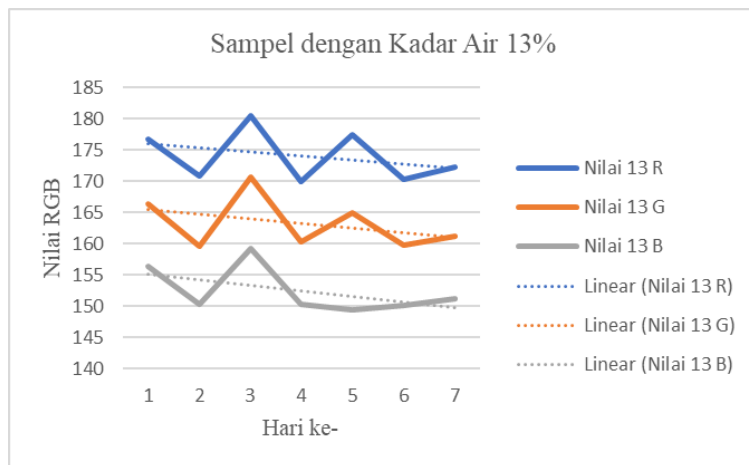
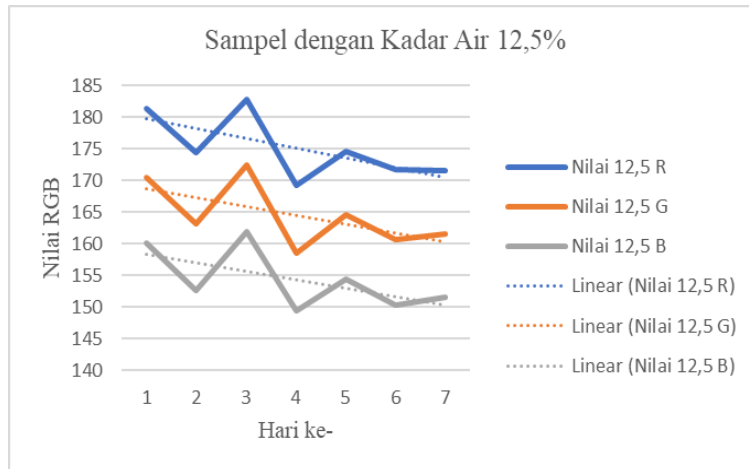


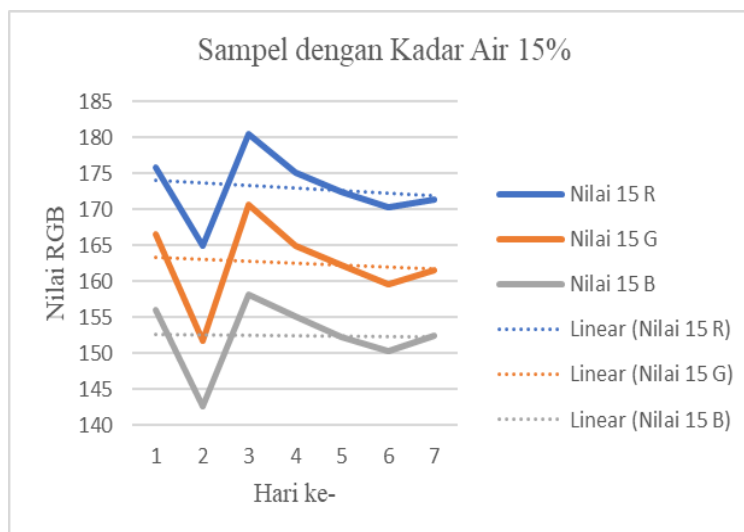
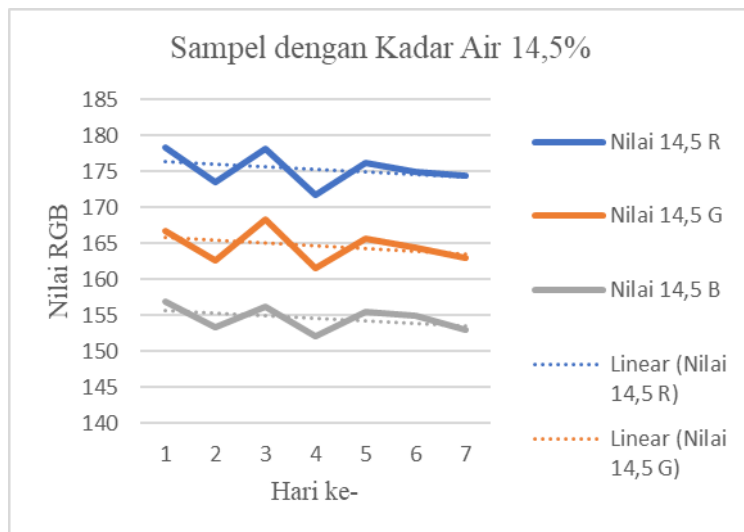
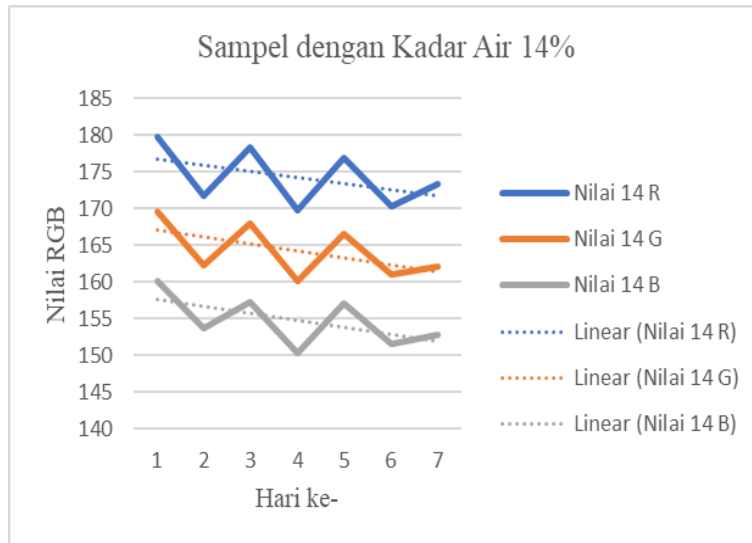
B. Perbandingan Lama Penyimpanan dengan Nilai RGB dari Sensor TCS3200





C. Perbandingan Lama Penyimpanan dengan Nilai Konversi Lab* Menjadi RGB





Lampiran 2. Koding Program Arduino

```
// Deteksi Kualitas Beras
// Muhammad Abid Alfinnur (16640054)
```

```
#include <Wire.h>
//I2C Library
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
```

```
#define S0 4
#define S1 5
#define S2 6
#define S3 7
#define sensorOut 8
```

```
byte frequency = 0;
byte a=0;
byte b=0;
byte c=0;
```

```
/*
 * Nilai Batas Beras
 */
```

```
//Baik
byte Ra=168;
byte Rb=178;
byte Rc=155;
```

```
//Sedang
byte Ga=165;
```

```
byte Gb=175;
byte Gc=153;

//Buruk
byte Ba=162;
byte Bb=172;
byte Bc=150;

void setup()
{
  //inisial LCD
  lcd.begin (); //LCD untuk ukuran 20x4
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Beras : ");
  Serial.begin(9600);
  //Setting output
  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);

  //Setting input
  pinMode(sensorOut, INPUT);

  // Setting frequency-scaling to 20%
  digitalWrite(S0,HIGH);
  digitalWrite(S1,LOW);

  Serial.begin(9600);
```



```
}

void loop() {
  // LCD
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("UJI KUALITAS");

  // Setting red filtered photodiodes to be read
  digitalWrite(S2,LOW);
  digitalWrite(S3,LOW);

  // Reading the output frequency
  // Setting Red filtered photodiodes to be read
  frequency = pulseIn(sensorOut, LOW);
  // Printing the value on the serial monitor
  Serial.print("R= "); //printing name
  Serial.print(frequency); //printing RED color frequency
  Serial.print(" ");
  a=frequency;
  delay(500);

  // Setting Green filtered photodiodes to be read
  digitalWrite(S2,HIGH);
  digitalWrite(S3,HIGH);
  // Reading the output frequency
  frequency = pulseIn(sensorOut, LOW);
  // Printing the value on the serial monitor
  Serial.print("G= "); //printing name
  Serial.print(frequency); //printing RED color frequency
  Serial.print(" ");
  b=frequency;
  delay(500);
```

```
// Setting Blue filtered photodiodes to be read
digitalWrite(S2,LOW);
digitalWrite(S3,HIGH);
// Reading the output frequency
frequency = pulseIn(sensorOut, LOW);
// Printing the value on the serial monitor
Serial.print("B= ");//printing name
Serial.print(frequency);//printing RED color frequency
Serial.print(" ");
c=frequency;
delay(500);

if ((a>=Ra) & (b>=Rb) & (c>=Rc))
{
  Serial.println("Baik");
  lcd.setCursor(8, 1);
  lcd.print("Baik ");
}

else if ((a<Ba) & (b<Bb)& (c<Bc))
{
  Serial.println("Buruk");
  lcd.setCursor(8, 1);
  lcd.print("Buruk ");
}
else
{
  Serial.println(" ");
}
delay(100);
}
```



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

JURUSAN FISIKA

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

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : MUHAMMAD ABIO ALFINNUR
NIM : 16640054
Fakultas/Program Studi : SAINS DAN TEKNOLOGI / FISIKA
Judul Skripsi : DETEKSI KUALITAS BERAS (ORYZA SATIVA) MENGGUNAKAN
PEMBIMBING 1 : SENSOR RCS 3200 BERBASIS ARDUINO UNO
PEMBIMBING 2 : FARIQSAMSU HANANPO, M.T
: Drs. ABDUL BASIO, M. Si

• Konsultasi Fisika

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
	16 Juli 2021	Revisi Bab I, II, dan III	
	22 Agustus 2022	Konsultasi perubahan judul	
	8 Februari 2023	konsultasi Bab I, II, dan III	
	10 Mei 2023	Konsultasi Hasil dan Pembahasan	
	16 Mei 2023	konsultasi revisi Bab IV	
	30 Mei 2023	Konsultasi Bab V	
	9 Juni 2023	Konsultasi Hasil Revisi Bab V	
	9 Juni 2023	konsultasi draft untuk sidang	
	12 Juni 2023	konsultasi revisi draft untuk sidang	

• Konsultasi Integrasi

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
	16 Mei 2023	Konsultasi Bab I	
	16 Mei 2023	Konsultasi Bab II	
	30 Mei 2023	Konsultasi Bab IV	
	12 Juni 2023	Konsultasi Abstrak	

Malang, 12 Juni 2023
Mengetahui,
Ketua Jurusan,

Dr. Inang Tazi, M.Si