



PROYEK AKHIR

Prediksi Mikroorganisme pada Tambak Udang
berbasis *Neural Network*

Muhammad Wafiq Kamaluddin

NRP. 2210181042

Dosen Pembimbing:

Dr. Setiawardhana, S.T., M.T.

NIP. 197708242 00501 1 001

Dr. Eng. Bima Sena Bayu Dewantara, S.ST., M.T.

NIP. 197612151 99903 1 003

Dr. Agus Indra Gunawan, S.T., M.Sc.

NIP. 197608212 00112 1 002

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK KOMPUTER
DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA
2022**



PROYEK AKHIR

Prediksi Mikroorganisme pada Tambak Udang
berbasis *Neural Network*

Muhammad Wafiq Kamaluddin

NRP. 2210181042

Dosen Pembimbing:

Dr. Setiawardhana, S.T., M.T.

NIP. 197708242 00501 1 001

Dr. Eng. Bima Sena Bayu Dewantara, S.ST., M.T.

NIP. 197612151 99903 1 003

Dr. Eng. Agus Indra Gunawan, S.T., M.Sc.

NIP. 197608212 00112 1 002

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK KOMPUTER
DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA
2021**

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini dengan sebenarnya menyatakan bahwa Proyek Akhir ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS).

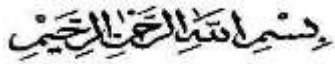
Nama : Muhammad Wafiq Kamaluddin
NRP : 2210181042
Program Studi : D4 Teknik Komputer
Departemen : Teknik Informatika dan Komputer

Jika di kemudian hari saya terbukti melakukan tindakan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang dijatuhkan oleh PENS kepada saya.

Surabaya, 11 Januari 2022

Muhammad Wafiq
Kamaluddin
NRP. 2210181042

KATA PENGANTAR



Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul:

Prediksi Mikroorganisme pada Tambak Udang berbasis *Neural Network*

Buku Proyek Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan guna menyelesaikan studi Diploma IV di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS).

Terdapat beberapa literatur dan teori yang diperoleh baik dalam perkuliahan maupun dari luar perkuliahan yang digunakan dalam penyelesaian proyek akhir ini. Proyek akhir ini juga tidak lepas dari dukungan dosen pembimbing serta pihak-pihak lain yang telah banyak memberikan bantuan.

Penulis menyadari bahwa buku proyek akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk itu, penulis memohon maaf sebesar-besarnya atas kekurangan yang ada pada buku proyek akhir ini. Selain itu penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan buku ini.

Besar harapan penulis agar buku proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Surabaya, 7 Juli 2022

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Halaman ini didedikasikan sebagai ucapan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu serta memberikan dukungan kepada penulis dalam proses pengerjaan proyek akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Kedua Orang tua dan kakak, yang senantiasa memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
2. Bapak **Aliridho Barakbah, S.Kom., Ph.D.**, selaku Direktur Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
3. Bapak **M. Udin Harun Al Rasyid, S.Kom., Ph.D.**, selaku Kepala Departemen Teknik Informatika dan Komputer PENS.
4. Bapak **Riyanto Sigit, S.T., M.Kom., Ph.D.** selaku ketua program studi Diploma 4 Teknik Komputer PENS.
5. Bapak **Dr. Eng. Agus Indra Gunawan, S.T., M.Sc.**, Bapak Dr. Setiawardhana, S.T., M.T., serta Bapak **Dr. Eng. Bima Sena Bayu Dewantara, S.ST., MT.**, selaku dosen pembimbing proyek akhir yang senantiasa berkenan memberikan fasilitas dan ilmu terkait kepada penulis.
6. Seluruh dosen yang telah membimbing dan membekali ilmu di kampus Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS).
7. Teman-teman Teknik Komputer PENS angkatan 2018, khususnya teman-teman Teknik Komputer B 2018.

8. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya proyek akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah S.W.T. selalu memberikan perlindungan, rahmat dan nikmat-Nya bagi kita semua Amin.

ABSTRAK

Populasi yang semakin meningkat membuat kebutuhan pangan khususnya protein meningkat pula. Udang merupakan salah satu sumber protein hewani yang berasal dari perairan. Pada proses budidaya udang, air yang digunakan memiliki kadar keasaman pada batas tertentu supaya udang dapat tumbuh dengan baik. Kadar keasaman air dipengaruhi oleh beberapa faktor, terutama kandungan bio organisme di dalamnya. Beberapa bio organisme memiliki ciri-ciri berupa warna yang khas yang mengakibatkan warna air berubah jika didalamnya terdapat bio organisme tersebut. Dalam proyek akhir ini akan dibuat sebuah alat untuk merekam parameter karakteristik dari air. Perekaman karakteristik air akan merekam data berupa data warna pada kanal RGB dari tiap sampel air. Perekaman data menggunakan sensor RGB dan gambar sampel yang diolah menggunakan pengolahan citra untuk mendapatkan nilai RGB dari sampel. Kemudian, data karakteristik tersebut akan digunakan untuk membuat sebuah algoritma prediksi menggunakan metode *Deep Neural Network* mengenai jenis dan konsentrasi dari sampel. Hasil model yang didapatkan pada model pertama memiliki nilai *error* sebesar 3.78 dan pada model kedua memiliki nilai *error* 5.14

Kata Kunci— Alga, RGB, *Deep Neural Network*, Prediksi.

ABSTRACT

The increasing population makes the need for food, especially protein, also increases. Shrimp is a source of animal protein that comes from water. In the shrimp farming process, the water used has a certain level of acidity so that the shrimp can grow well. The acidity of water is influenced by several factors, especially the content of bio-organisms in it. Some bio-organisms have characteristics in the form of a distinctive color that causes the color of the water to change if there are bio-organisms in it. In this final project, a tool will be made to record the characteristic parameters of water. Recording of water characteristics will record data in the form of color data on the RGB channel of each water sample. Data recording uses an RGB sensor and sample images are processed using image processing to obtain RGB values from the sample. Then, the characteristic data will be used to create a prediction algorithm using the Deep Neural Network method regarding the type and concentration of the sample. The model results obtained in the first model have an error value of 3.78 and the second model has an error value of 5.14

Keywords— *Algae, RGB, Deep Neural Network, Prediction*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I 2	
PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
BAB II 5	
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terkait.....	5
2.1.1 Segmentasi Citra.....	5
2.1.2 Artificial Neural Network.....	6
2.1.3 <i>Bio-organisme</i>	7
2.3 Dasar Teori.....	7
2.3.1 <i>Arduino Nano</i>	8
2.3.2 <i>Nodemcu esp8266</i>	11
2.3.3 Sensor RGB TCS 34725.....	12
2.3.4 QT.....	13
2.3.6 OpenCV.....	13
2.3.7 Tensorflow.....	15
2.3.8 MQTT.....	15
BAB III 17	
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM.....	17
3.1 Desain dan Perancangan sistem.....	17
3.1.1 Desain mekanik alat.....	19
3.1.2 Desain <i>hardware</i> alat.....	24
3.1.2.1 Sumber Cahaya.....	24

3.1.2.2	Backlight	25
3.1.2.3	Main Board.....	26
3.1.3	Algoritma <i>machine learning</i> dan Desain GUI	26
3.1.3.1	Algoritma <i>machine learning</i>	26
3.1.3.2	Desain GUI.....	28
BAB IV 30		
PENGUJIAN DAN ANALISA.....		30
4.1	Pengujian sistem	30
4.1.1	Pengujian <i>hardware</i>	30
4.1.1.1	Pengukuran pada air.....	30
4.1.1.2	Pengukuran pada pewarna makanan.....	35
4.1.1.3	Campuran 2 Pewarna	54
4.1.1.3	Campuran 3 Pewarna	74
4.1.2	Pengujian <i>software</i>	105
BAB V 110		
PENUTUP.....		110
5.1	Kesimpulan.....	110
DAFTAR PUSTAKA.....		111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino nano.....	8
Gambar 2. 2 <i>Pin mapping</i> Arduino nano.....	10
Gambar 2. 3 Arduino IDE.....	10
Gambar 2. 4 <i>Node MCU</i>	11
Gambar 2. 5 <i>pin</i> Mikrokontroler <i>NodeMCU</i>	12
Gambar 2. 6 Sensor TCS34725.....	13
Gambar 2. 7 QT.....	13
Gambar 2. 8 Histogram.....	14
Gambar 2. 9 Tensorflow	15
Gambar 3. 1 Blok diagram sistem secara keseluruhan.....	17
Gambar 3. 2 Flowchart sistem secara keseluruhan	19
Gambar 3. 3 Gambar desain alat	23
Gambar 3. 4 Realisasi desain alat.....	24
Gambar 3. 5 Gambar schematic LED sumber cahaya.....	24
Gambar 3. 6 Gambar skematik backlight.	25
Gambar 3. 7 Board kontrol	26
Gambar 3. 8 Blok diagram Machine Learning	27
Gambar 3. 9 Desain GUI.	29
Gambar 4. 1 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	31
Gambar 4. 2 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	32
Gambar 4. 3 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera .	33
Gambar 4. 4 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera ...	34
Gambar 4. 5 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	35
Gambar 4. 6 Pengukur intensitas.....	36

Gambar 4. 7 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	38
Gambar 4. 8 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	39
Gambar 4. 9 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera .	40
Gambar 4. 10 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	41
Gambar 4. 11 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	42
Gambar 4. 12 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	44
Gambar 4. 13 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	45
Gambar 4. 14 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	46
Gambar 4. 15 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	47
Gambar 4. 16 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	48
Gambar 4. 17 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	50
Gambar 4. 18 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	51
Gambar 4. 19 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	52
Gambar 4. 20 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	53
Gambar 4. 21 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	54
Gambar 4. 22 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	56
Gambar 4. 23 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	57
Gambar 4. 24 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	58
Gambar 4. 25 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	59
Gambar 4. 26 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	60
Gambar 4. 27 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	62
Gambar 4. 28 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	63
Gambar 4. 29 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	65
Gambar 4. 30 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	66
Gambar 4. 31 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	67
Gambar 4. 32 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar	

Mikroskop.....	69
Gambar 4. 33 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	70
Gambar 4. 34 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	71
Gambar 4. 35 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	72
Gambar 4. 36 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	74
Gambar 4. 37 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	76
Gambar 4. 38 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	77
Gambar 4. 39 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	78
Gambar 4. 40 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	79
Gambar 4. 41 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	80
Gambar 4. 42 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	81
Gambar 4. 43 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	82
Gambar 4. 44 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	83
Gambar 4. 45 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	84
Gambar 4. 46 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	85
Gambar 4. 47 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	86
Gambar 4. 48 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	87
Gambar 4. 49 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	88
Gambar 4. 50 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	89
Gambar 4. 51 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	90
Gambar 4. 52 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	91
Gambar 4. 53 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	92
Gambar 4. 54 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	93
Gambar 4. 55 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	94
Gambar 4. 56 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	95
Gambar 4. 57 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	96

Gambar 4. 58 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	97
Gambar 4. 59 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	98
Gambar 4. 60 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera .	99
Gambar 4. 61 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	100
Gambar 4. 62 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	101
Gambar 4. 63 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	102
Gambar 4. 64 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	103
Gambar 4. 65 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera	104
Gambar 4. 66 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor	105

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Hasil pelangi.....	19
Tabel 4. 1 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	31
Tabel 4. 2 Nilai <i>max</i> pada Histogram gambar Mikroskop.....	32
Tabel 4. 3 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera.....	33
Tabel 4. 4 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera.....	34
Tabel 4. 5 Nilai Pembacaan pada Sensor.....	35
Tabel 4. 6 Hasil pengukuran intensitas.....	36
Tabel 4. 7 Komposisi Pewarna Merah.....	37
Tabel 4. 8 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	37
Tabel 4. 9 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	38
Tabel 4. 10 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	39
Tabel 4. 11 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera	40
Tabel 4. 12 Komposisi sampel pewarna hijau	43
Tabel 4. 13 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	43
Tabel 4. 14 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	44
Tabel 4. 15 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera ...	45
Tabel 4. 16 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera.....	46
Tabel 4. 17 Nilai Pembacaan pada Sensor.....	47
Tabel 4. 18 Komposisi sampel pewarna biru.....	49
Tabel 4. 19 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	49
Tabel 4. 20 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	50
Tabel 4. 21 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera ...	51
Tabel 4. 22 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera.....	52
Tabel 4. 23 Nilai Pembacaan pada Sensor.....	54
Tabel 4. 24 Komposisi sampel pewarna campuran merah dan hijau	55
Tabel 4. 25 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	56
Tabel 4. 26 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	57
Tabel 4. 27 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	58
Tabel 4. 28 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera.....	59
Tabel 4. 29 Nilai Pembacaan pada Sensor.....	60
Tabel 4. 30 Komposisi sampel pewarna campuran merah dan biru 61	

Tabel 4. 31 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	62
Tabel 4. 32 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	63
Tabel 4. 33 Grafik Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera ...	64
Tabel 4. 34 Grafik Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera	65
Tabel 4. 35 Nilai Pembacaan pada Sensor	66
Tabel 4. 36 Komposisi sampel pewarna campuran hijau dan biru .	68
Tabel 4. 37 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	68
Tabel 4. 38 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	70
Tabel 4. 39 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar kamera	71
Tabel 4. 40 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar kamera	72
Tabel 4. 41 Nilai Pembacaan pada Sensor	73
Tabel 4. 42 Komposisi sampel pewarna campuran merah, hijau dan biru	74
Tabel 4. 43 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	76
Tabel 4. 44 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	77
Tabel 4. 45 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	77
Tabel 4. 46 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera	78
Tabel 4. 47 Nilai Pembacaan pada Sensor	79
Tabel 4. 48 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	80
Tabel 4. 49 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	82
Tabel 4. 50 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	83
Tabel 4. 51 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera	84
Tabel 4. 52 Nilai Pembacaan pada Sensor	84
Tabel 4. 53 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	85
Tabel 4. 54 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	86
Tabel 4. 55 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	87
Tabel 4. 56 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera	88
Tabel 4. 57 Nilai Pembacaan pada Sensor	89
Tabel 4. 58 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	90
Tabel 4. 59 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	91
Tabel 4. 60 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	92
Tabel 4. 61 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera	93
Tabel 4. 62 Nilai Pembacaan pada Sensor	94
Tabel 4. 63 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	95
Tabel 4. 64 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	96
Tabel 4. 65 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	97

Tabel 4. 66 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera	98
Tabel 4. 67 Nilai Pembacaan pada Sensor	99
Tabel 4. 68 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Mikroskop	100
Tabel 4. 69 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Mikroskop	101
Tabel 4. 70 Nilai <i>Mean</i> pada Histogram gambar Kamera	102
Tabel 4. 71 Nilai <i>Max</i> pada Histogram gambar Kamera	103
Tabel 4. 72 Nilai Pembacaan pada Sensor	104
Tabel 4. 73 Parameter model DNN	106
Tabel 4. 74 Pengujian model pada data testing	106
Tabel 4. 75 Pengujian model pada data testing	107
Tabel 4. 76 Parameter model DNN.	107
Tabel 4. 77 Pengujian model pada data <i>testing</i>	108
Tabel 4. 78 Pengujian model pada data testing	108

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat dari penelitian “Prediksi Mikroorganisme pada Tambak Udang berbasis *Neural Network*”.

1.1 Latar Belakang

Udang Vannamei merupakan salah satu jenis udang yang yang banyak dibudidayakan saat ini. Banyaknya permintaan udang vannamei menjadi penyebab utama para petani yang awalnya membudidayakan udang windu beralih membudidayakan *udang vannamei*. Di samping itu, udang vannamei mempunyai keunggulan yakni produktivitas tinggi karena kelangsungan hidupnya tinggi, mampu memanfaatkan seluruh kolom air dari dasar sampai permukaan sehingga memungkinkan dipelihara dengan kondisi padat tebar tinggi, lebih mudah dibudidayakan karena relatif lebih toleran terhadap perubahan lingkungan dan tahan terhadap penyakit, waktu pemeliharaan lebih pendek karena pertumbuhannya relatif lebih cepat. Keunggulan yang dimiliki oleh udang vannamei itulah yang menjadikan pembudidaya semakin mudah untuk memelihara dan merawatnya [1].

Fitoplankton yang sering ditemukan dan mendominasi di perairan laut maupun tambak budidaya udang terdapat dalam lima divisi, di antaranya: *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Bacillariophyta* (*Diatom*), *Dinoflagellata* dan *Euglenophyta* [2]. *Chlorophyta* dan

Bacillariophyta merupakan jenis fitoplankton yang diharapkan tumbuh dominan di tambak budidaya sedangkan jenis *Cyanophyta* (blue green algae-BGA) dan *Dinoflagellata* pada tambak budidaya tidak diharapkan mendominasi [3]. Jenis zooplankton yang banyak ditemui di tambak di antaranya banyak didominasi oleh kelas *Crustacea* (*Copepoda* dan *Cladocera*), *Rotifera*, *ciliata*, *Polychaeta* dan *Mollusca*. Keberadaan jenis fitoplankton dan zooplankton sangat penting terutama pada awal penebaran (*stocking*) karena larva ikan dan udang tidak dapat menggunakan pakan buatan seefisien ikan/udang dewasa [4]. Sebagai indikasi dari keanekaragaman, dominansi, dan kepadatan fitoplankton adalah timbulnya perbedaan warna dan kecerahan yang terjadi di setiap tambak. Semakin padat fitoplankton, semakin rendah kecerahan air tambak. Beberapa warna air sebagai indikasi dari keanekaragaman dan dominansi plankton di antaranya : hijau tua, hijau, hijau muda, hijau coklat, coklat tua, coklat, coklat muda, putih susu, dan coklat kemerahan.

Untuk mengidentifikasi warna dari air kolam, digunakan sensor RGB dan *Image Processing* pada gambar sampel air kolam sehingga diperoleh karakteristik dari air kolam yang digunakan sebagai sampel. Kemudian dari data tersebut akan dibuat sebuah algoritma prediksi menggunakan metode *Artificial Neural Network* mengenai jenis serta konsentrasi dari sampel.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa perumusan masalah yang akan dibahas, yakni sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memperkirakan jumlah kandungan alga?

2. Bagaimana cara membuat model prediksi dari data kandungan alga?
3. Bagaimana implementasi sistem secara keseluruhan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data menggunakan sampel air terkondisi
2. Perancangan sistem prediksi ini berdasarkan data yang diambil dari alat prototype yang telah dibuat

1.4 Tujuan dan Manfaat

Proyek akhir ini bertujuan untuk membuat *prototype hardware* untuk pengambilan data serta implementasi algoritma *Artificial Neural Network* untuk melakukan prediksi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 akan membahas tentang penelitian terkait, serta teori yang menunjang dalam penyelesaian proyek akhir ini.

2.1 Penelitian Terkait

2.1.1 Segmentasi Citra

Pada tahun 2015, Riries Rulaningtyas pada studi Segmentasi Citra Berwarna dengan Menggunakan Metode *Clustering* Berbasis *Patch* untuk Identifikasi *Mycobacterium Tuberculosis* telah berhasil mengidentifikasi *Mycobacterium Tuberculosis* menggunakan segmentasi warna. Penelitian tersebut menggunakan tiga buah ruang warna yaitu RGB, HSV dan CIE Lab. Hasil dari penelitian tersebut adalah perbandingan akurasi pada tiap tiap ruang warna dan didapati performa terbaik pada ruang warna CIE lab [5].

Penelitian oleh Putu Desiana Wulaning Ayu dan Gede Angga Pradipta, pada tahun 2017, tentang Segmentasi Citra Telur Ayam Berdasarkan Perbedaan Ruang Warna Rgb dan Lab, telah berhasil membuat perbandingan tingkat akurasi antara 2 ruang warna tersebut dalam mendeteksi garis tepi citra dan bercak kotor pada telur. Hasil penelitian tersebut adalah ruang warna Lab lebih baik dalam mendeteksi garis tepi citra pada telur sedangkan pada deteksi bercak kotor pada telur menunjukkan hasil yang sama [6].

Penelitian Segmentasi Warna Untuk Pendeteksian Rambu Lalu Lintas oleh Rusdi Efendi, Endina Putri Purwandari dan Efajriani Tri Mareta pada tahun 2018. Penelitian ini telah menghasilkan sebuah

aplikasi pengenalan rambu lalu lintas jenis peringatan dengan memanfaatkan segmentasi warna dengan *Euclidean Color Filter*. Aplikasi pengenalan rambu peringatan ini memiliki nilai akurasi 51,35% untuk keberhasilan segmentasi dan 84,21% keberhasilan identifikasi citra dihitung dari data citra yang berhasil tersegmentasi. [7]

2.1.2 Artificial Neural Network

Jefri Radjabaycolle dan Reza Pulungan, pada tahun 2016 telah melakukan penelitian berjudul prediksi penggunaan *bandwidth* menggunakan *Elman Recurrent Neural Network*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model prediksi dengan nilai *Mean Square Error* yang rendah dengan berbagai konfigurasi dalam parameter training yang diberikan. Model yang digunakan adalah *Recurrent Neural Network* dengan struktur Elman [8].

Pada tahun 2019, Guntoro, Loneli Costaner, Lisnawita, telah melakukan penelitian dengan judul Prediksi Jumlah Kendaraan di Provinsi Riau Menggunakan Metode *Backpropagation*. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model dalam melakukan prediksi terhadap jumlah kendaraan di Provinsi Riau. Hasilnya berupa nilai MSE dan koefisien korelasi yang dihasilkan pada proses pelatihan yang telah dilakukan yaitu sebesar 0.00075775 dan 0.98257. Kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa proses pelatihan jaringan syaraf tiruan menggunakan algoritma *backpropagation* dapat memprediksi jumlah kendaraan dengan baik, sehingga jaringan yang diperoleh dapat digunakan untuk memprediksi pada proses pengujian [9].

Artificial neural network atau jaringan syaraf tiruan adalah jaringan dari sekelompok unit pemroses yang dimodelkan

berdasarkan jaringan saraf manusia. ANN merupakan sistem adaptif yang dapat mengubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal. Neuron-neuron dalam neural network disusun dalam grup, yang disebut dengan layer (lapis). Pada dasarnya ANN terdiri dari 3 lapisan (layer), yaitu *input layer*, *process*, dan *output layer*. Pada *input layer* berisi variabel *data input*, *process layer* berisi langkah pengenalan objek dan *output layer* berisi hasil pengenalan suatu objek. [10]

2.1.3 Bio-organisme

Pada tahun 2019, A. I. Gunawan, B. S. B. Dewantara, A. E. Pratama, I. Puspitasari, T. A. Setya, melakukan sebuah studi yang berjudul “*A Study for Estimation of Bio Organism Content on Aquaculture Pond Based on Image Color and Light Intensity*”. Hasilnya berupa sebuah prototipe yang mampu menangkap data warna dari bioorganisme serta melakukan estimasi terhadap konsentrasi dari sampel. [11].

Onie Meiyanto, Agus Indra Gunawan, dan Bima Sena Bayu Dewantara pada tahun 2021 telah melakukan studi yang berjudul “*Studi Analisis Konsentrasi Warna Pada Cairan Pewarna Makanan Dengan Metode Pengukuran Optical Density*”. Hasil studi ini adalah keberhasilan metode pengukuran *Optical Density* dalam Analisa konsentrasi warna pada sampel. [12]

2.3 Dasar Teori

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai beberapa materi yang akan menunjang berjalannya proyek akhir ini.

2.3.1 *Arduino Nano*

Arduino merupakan sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. *Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembang, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih IDE adalah sebuah *software* yang berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler.



Gambar 2. 1 *Arduino nano*

(Sumber : <https://opencircuit.nl/product/arduino-nano-r3-clone>)

Arduino Nano adalah salah satu board mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. *Arduino Nano* diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk *Arduino Nano* versi 3.x) atau *Atmega16*(untuk *Arduino* versi 2.x). *Arduino Nano* kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan *Arduino Duemilanove*, tetapi dalam paket yang berbeda. *Arduino Nano* tidak menyertakan *port DC* berjenis *Barrel Jack*, dan

dihubungkan ke komputer menggunakan *port* USB Mini-B. *Arduino Nano* dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech. Berikut ini adalah spesifikasi yang dimiliki oleh *Arduino Nano*: [13]

1. *Chip* Mikrokontroller menggunakan ATmega328p atau Atmega168.
2. Tegangan operasi sebesar 5 volt.
3. Tegangan input (yang disarankan) sebesar 7volt – 12 volt.
4. Terdapat pin digital I/O 14 buah dan 6 diantaranya sebagai *output* PWM.
5. 8 *Pin Input* Analog.
6. 40 Ma Arus DC per pin I/O.
7. *Flash Memory* 16 KB (Atmega168) atau 32 KB (Atmega328) 2KB digunakan oleh *Bootloader*.
8. 1 KB SRAM (Atmega168) atau 2 KB (Atmega328).
9. 512 *Byte* EEPROM (Atmega168) atau 1 KB (Atmega328).
10. 16MHz *Clock Speed*.
11. Ukuran 1.85cm x 4.3cm.

Arduino Nano memiliki 30 Pin. Dengan konfigurasi sebagai berikut:

(Sumber : <https://www.arduino.cc/en/guide/environment>).

2.3.2 *Nodemcu esp8266*

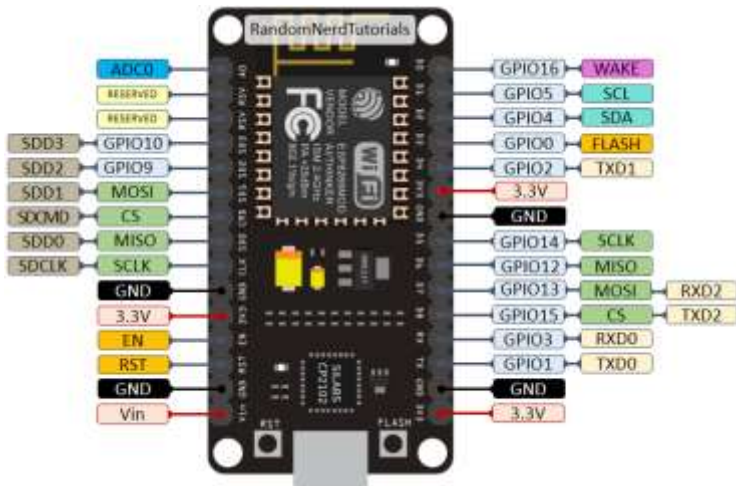
NodeMCU adalah mikrokontroler berbasis bahasa LUA yang bersifat *open-source* yang dikembangkan bersama dengan *esp8266 wifi chip*. *Firmware Nodemcu* membuat *esp8266 wifi chip* dapat diakses selayaknya *development board/kit*. Modul *wifi* inilah yang membuat *NodeMCU* dapat terhubung pada jaringan *wifi*, kemudian ke internet.



Gambar 2. 4 *Node MCU*

(Sumber : <https://www.electronicwings.com/nodemcu/introduction-to-nodemcu>).

Pin pada *NodeMCU* hampir sama dengan *arduino*, akan tetapi memiliki perbedaan pada jumlahnya saja.



Gambar 2. 5 pin Mikrokontroler *NodeMCU*

(Sumber : <https://randomnerdtutorials.com/esp8266-pinout-reference-gpios/>)

2.3.3 Sensor RGB TCS 34725

Sensor TCS 34725 merupakan sensor yang diproduksi oleh *adafruit* untuk dapat merekam warna dari cahaya tampak. Sensor ini dilengkapi dengan *IR-Blocking* filter yang berfungsi sebagai penghalang cahaya inframerah masuk kedalam sensor, sehingga sensor ini dapat bekerja hampir sama dengan mata manusia. Komunikasi sensor ini dengan mikrokontroler menggunakan protokol SPI yang dapat bekerja pada tegangan 3.3 v – 5 v.



Gambar 2. 6 Sensor TCS34725.

(<https://www.adafruit.com/product/1334>)

2.3.4 QT

QT adalah sebuah *cross-plafrom framework* yang dapat digunakan sebagai *tools* dalam mengembangkan aplikasi khususnya aplikasi *desktop*. QT merupakan aplikasi dengan lisensi berbayar akan tetapi tersedia juga versi *open-source* dengan fitur yang terbatas jika dibandingkan dengan lisensi berbayar. QT memiliki basis bahasa yang cukup banyak sehingga dapat di program menggunakan berbagai bahasa.



Gambar 2. 7 QT

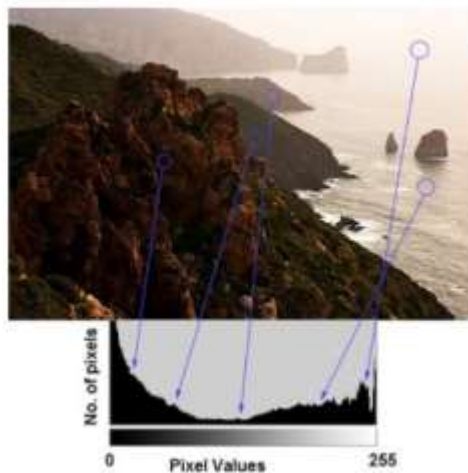
(Sumber : <https://www.qt.io/>)

2.3.6 OpenCV

OpenCV (*Open Computer Vision*) adalah *library open-source* untuk keperluan *Computer Vision* dan *Machine Learning* yang

dikembangkan oleh *Intel Corporation* [14]. OpenCV memiliki banyak fitur bawaan menarik seperti pengenalan wajah, pelacakan wajah, deteksi wajah, *Kalman filtering*, dan berbagai jenis metode AI (*Artificial Intelligence*) lainnya.

OpenCV dapat digunakan sebagai alat untuk menganalisa warna dari suatu objek. Warna-warna tersebut akan ditinjau tiap pixel dan ditampilkan dalam bentuk diagram yang disebut histogram. [15]



Gambar 2. 8 Histogram

(Sumber :

https://docs.opencv.org/4.x/d1/db7/tutorial_py_histogram_begins.html)

Pada Gambar 2. 8 dari gambar asal memiliki 3 *channel* (RGB) diubah menjadi 1 *channel*(Gray). Histogram dari gambar tersebut adalah histogram dengan sumbu y menunjukkan jumlah pixel dan sumbu x menunjukkan rentang nilai dari 0 – 255.

2.3.7 Tensorflow

Tensorflow adalah sebuah *open-source platform* yang digunakan untuk *machine learning*. Tensorflow memiliki *library* dan *tools* yang lengkap serta dukungan komunitas yang cukup besar mengakibatkan tensorflow berkembang pesat sebagai salah satu framework untuk mendesain sebuah model machine learning. Selain itu, tensorflow juga bisa dikombinasikan dengan teknologi lain sehingga memudahkan pengembang dalam pembuatan model machine learning yang dibuat.



Gambar 2. 9 Tensorflow

(Sumber : <https://www.tensorflow.org/>)

2.3.8 MQTT

MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) adalah protokol komunikasi yang bekerja dengan cara *publish* dan *subscribe* untuk menjamin efisiensi komunikasi antar *platform*. MQTT secara luas digunakan untuk membuat IoT(*Internet of Things*) karena dinilai ringan dan *bandwidth* yang digunakan cenderung sedikit. MQTT terdiri atas *topic* dan *message*. Topik berupa sebuah *header* yang kemudian apabila *header* tersebut di akses akan didapati *message* didalamnya, yaitu data yang dikirim melalui topik. MQTT dapat terhubung melalui protokol TCP, SSL, WS dan WSS.

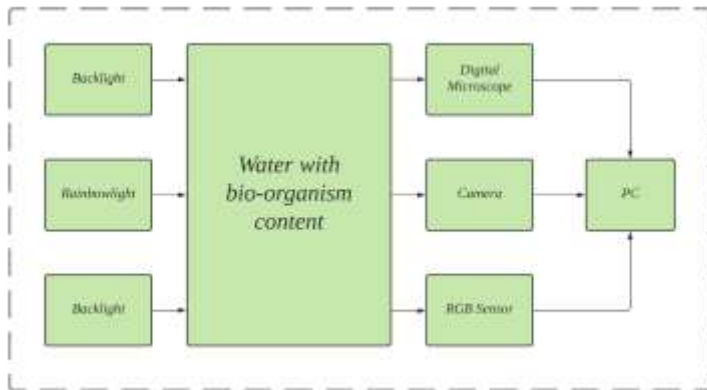
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai sistematika perancangan dan implementasi sistem.

3.1 Desain dan Perancangan sistem

Pada tahap ini akan dipaparkan mengenai gambaran sistem yang akan dikerjakan pada proyek akhir ini. Gambaran sistem dari proyek ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Blok diagram sistem secara keseluruhan

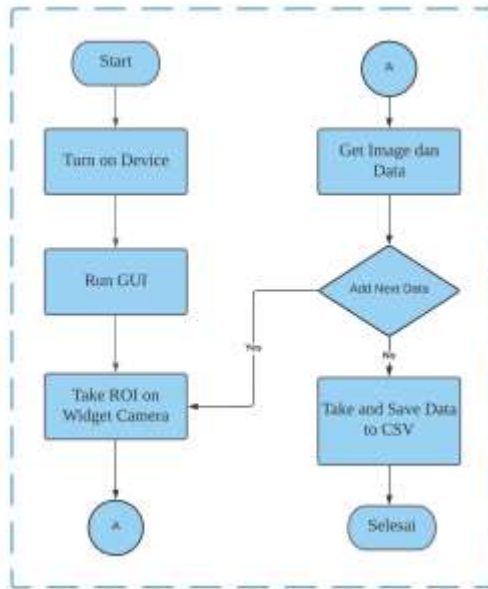
Seperti terlihat pada gambar 3.1 Perancangan sistem ini secara keseluruhan terdiri dari tiga bagian dasar, yaitu bagian perangkat keras (*hardware*), bagian perangkat mekanik dan bagian perangkat lunak (*software*). Pada pembuatan *hardware* menggunakan mikrokontroler (*Arduino nano*) yang terhubung dengan sebuah led sebagai sumber cahaya, sensor RGB yang terhubung secara I2C, *backlight* RGB untuk sensor dan kamera mikroskop, serta nodemcu

secara serial untuk komunikasi data.

Untuk pembuatan mekanik dilakukan untuk membuat mekanisme *rainbowligh*t. *Rainbowligh*t karena memiliki karakteristik 7 spektrum warna, sehingga dianggap dapat digunakan sebagai cahaya sumber dalam melakukan analisa terhadap sampel.

Untuk pembuatan software yang dilakukan dibagi menjadi dua yaitu, pembuatan program untuk pengambilan data dari sensor RGB dan penyalan led putih dengan bahasa C serta pembuatan software berupa GUI (*Graphical User Interface*) pada personal komputer untuk menampilkan data yang diperoleh dari mikrokontroler dan mikroskop digital dengan bahasa *python* dan bantuan *library* OpenCV.

Dalam proyek akhir ini sistem keseluruhan yang dikerjakan adalah merancang alat untuk mengestimasi kandungan bio-organisme pada kolam budidaya air berdasarkan serapan cahaya menggunakan model warna rgb. Kamera, *Microscope* digital dan Sensor RGB digunakan untuk memperoleh karakteristik warna dari sampel yang selanjutnya di tampilkan pada *software*. Seluruh data / karakteristik warna yang telah diperoleh akan digunakan untuk memperkirakan kandunga bio-organisme pada air yang di amati dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network*. Berikut merupakan *flowchart* sistem secara keseluruhan:







Gambar 3. 2 Flowchart sistem secara keseluruhan





3.1.1 Desain mekanik alat





Pada desain mekanik alat, fokus utama adalah mencari posisi yang paling optimal untuk proses pengambilan data. Untuk itu, sebelum dilakukan desain alat, dicari terlebih dahulu konfigurasi sudut kisi difraksi terhadap sumbu y yang ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Hasil pelangi

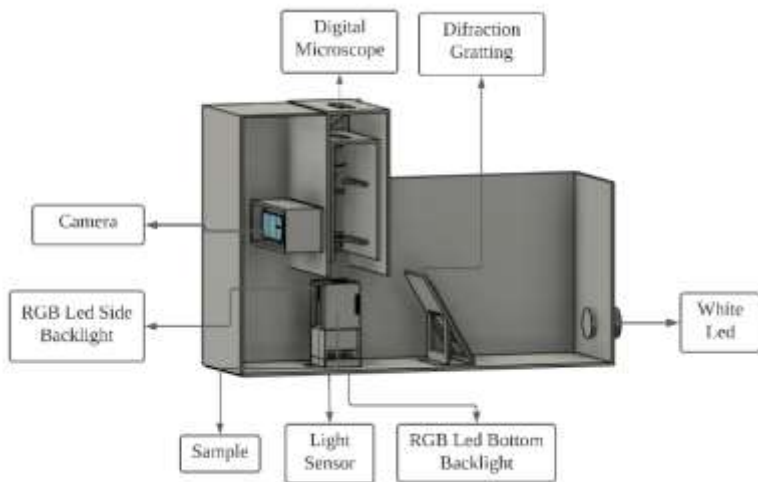
No.	Sudut terhadap sumbu y	Hasil Pelangi	Kontras

1.	0		 43
2.	15		 49

3.	30		 49
4.	45		 52

5.	60		 27
6.	90		 48

Seperti ditunjukan pada table 3.1, hasil pelangi yang optimal berada pada sudut 30 derajat terhadap sumbu y. Untuk desain alat secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.3 serta realisasi desain pada gambar 3.4



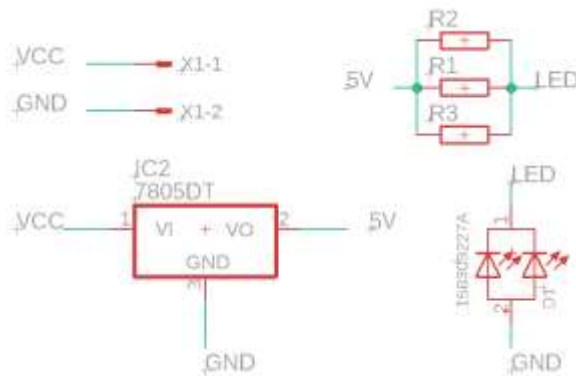
Gambar 3. 3 Gambar desain alat



Gambar 3. 4 Realisasi desain alat

3.1.2 Desain *hardware* alat

3.1.2.1 Sumber Cahaya



Gambar 3. 5 Gambar schematic LED sumber cahaya

Pada Gambar 3.4 adalah led sumber untuk menghasilkan Pelangi. Lampu yang digunakan berupa lampu led 8 mm dengan daya 0.5 W dan tegangan 5 V. Masing-masing resistor bernilai 100 Ohm.

Berikut perhitungan arus dan daya dari led.

$$V = I \times R \quad (1)$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (2)$$

$$R_{total} = \frac{100}{3} \quad (3)$$

$$R_{total} = 33,3 \text{ ohm} \quad (4)$$

$$I_{max} = \frac{V}{R} \quad (5)$$

$$I_{max} = \frac{5}{33.3} \quad (6)$$

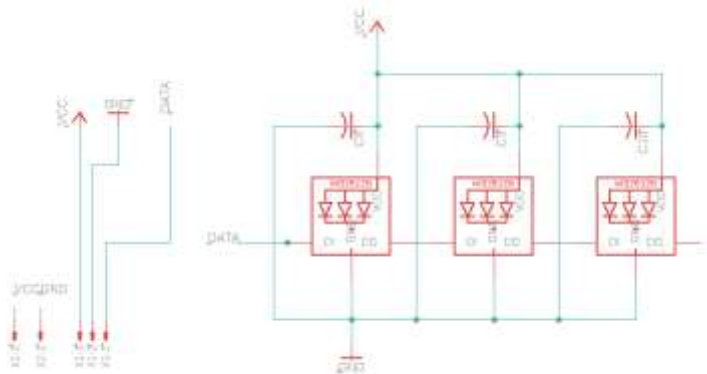
$$I_{max} = 0.15 \text{ Ampere} \quad (7)$$

$$W_{max} = V \times I_{max} \quad (8)$$

$$W_{max} = 5 \times 0.15 \quad (9)$$

$$W_{max} = 0.75 \text{ Watt} \quad (10)$$

3.1.2.2 Backlight



Gambar 3. 6 Gambar skematik backlight.

Pada gambar 3.5 adalah gambar skematik rangkaian *backlight* untuk sensor dan mikroskop. *Backlight* menggunakan LED

Gambar 3. 8 Blok diagram Machine Learning , terdapat beberapa tahapan yang akan dilalui untuk menyusun sistem Prediksi Mikroorganisme berbasis *Neural Network*. Tahapan-tahapan tersebut antara lain Pembuatan *dataset*, proses *training* data, dan pengujian model.

A. Pembuatan *dataset*.

Pembuatan datset memanfaatkan nilai *mean* RGB, *max* RGB. Nilai *Mean* RGB adalah nilai yang didapat dengan merata nilai tiap kanal dengan jumlah nilai tersebut pada suatu gambar. Nilai *max* RGB adalah nilai tiap kanal dengan jumlah maksimal pada gambar. Tiap gambar memiliki nilai *Mean* dan *max* yang unik yang membedakan gambar tersebut dengan gambar lain sehingga bisa digunakan sebagai *dataset*. *Dataset* yang akan diambil memiliki ketentuan sebagai berikut.

- 6 data dari kamera berupa 3 nilai *Mean* RGB dan 3 nilai *max* RGB.
- 6 data dari mikroskop digital berupa 3 nilai *Mean* RGB dan 3 nilai *max* RGB.
- 3 data dari sensor RGB.
- n data untuk data jumlah kadar dengan n adalah jumlah kelas.

a) *Dummy* dataset

Dummy dataset adalah data yang diperoleh secara *random* tetapi dengan pengaturan tertentu data tersebut dapat digunakan untuk membuat model sementara ketika *Real* dataset belum diperoleh

b) *Real* dataset

Real dataset adalah data yang diperoleh dari pengukuran sampel secara langsung dengan menggunakan alat yang dibuat. Agar memudahkan keunikan data backlight yang digunakan berwarna putih.

Data-data tersebut akan disimpan ke dalam file bertipe .CSV supaya memudahkan dalam proses selanjutnya.

c) Proses *Training* Data

Proses *Training* Data adalah proses melatih model prediksi menggunakan algoritma *neural network*. Algoritma yang dipilih adalah *Deep Neural Network* (DNN) dengan custom model. Algoritma ini dipilih karena dinilai lebih sesuai dengan data yang digunakan serta kemudahan dalam mencari referensi mengenai cara penggunaannya. [16] Model DNN yang akan digunakan memiliki input sejumlah 15 node dan output berjumlah 3 *node*.

3.1.3.2 Desain GUI

Untuk mengambil data dari alat yang dikembangkan dibutuhkan sebuah *Graphical User Interface* (GUI). GUI ini akan digunakan sebagai perantara antara alat dengan *user* untuk mengoperasikan alat. Desain dari GUI yang dibuat dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 9 Desain GUI.

Pada gambar 3.8 ditunjukkan tampilan GUI yang digunakan dalam pengoperasian alat. GUI akan mengakses kamera dengan *id* kamera yang telah disesuaikan dengan kamera dan mikroskop pada alat. Hasil video yang diperoleh akan ditampilkan dalam *widget* kamera seperti pada gambar diatas. Kemudian, untuk mengambil nilai RGB dari spesimen, terlebih dahulu menggambar ROI pada *widget* kamera dan menekan tombol simpan ROI pada *widget save ROI to Image*. Proses ini dilakukan untuk masing masing kamera secara terpisah. Kemudian masukkan nilai dari konsentrasi pada kotak teks sesuai dengan jenis. Kemudian klik *save to csv* untuk menyimpan data ke dalam csv. Klik tombol *next* untuk melanjutkan ke data selanjutnya. Proses ini dilakukan pada tiap spesimen yang akan diambil datanya.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai progress dan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini.

4.1 Pengujian sistem

Pada sub bab terdapat dua jenis pengujian, yakni pengujian *hardware* dan pengujian *software*.

4.1.1 Pengujian *hardware*

Pengujian *hardware* meliputi pengujian fungsionalitas *backlight* dengan *setting* yang diberikan dan kesesuaian pembacaan sensor RGB dengan nilai *real* dari warna objek. Pengujian ini berfokus menggunakan pewarna makanan sebagai spesimen karena dianggap memiliki kemiripan dengan alga pada lingkungan tambak udang.


Sebelum masuk ke proses pengukuran pewarna makanan, terlebih dahulu dilakukan pengukuran pada air. Tujuannya adalah untuk mengkalibrasi serta memastikan kembali nilai yang terukur adalah nilai yang benar. Sering kali nilai dari pengaturan *backlight* tidak terbaca secara ideal pada sensor ataupun histogram.

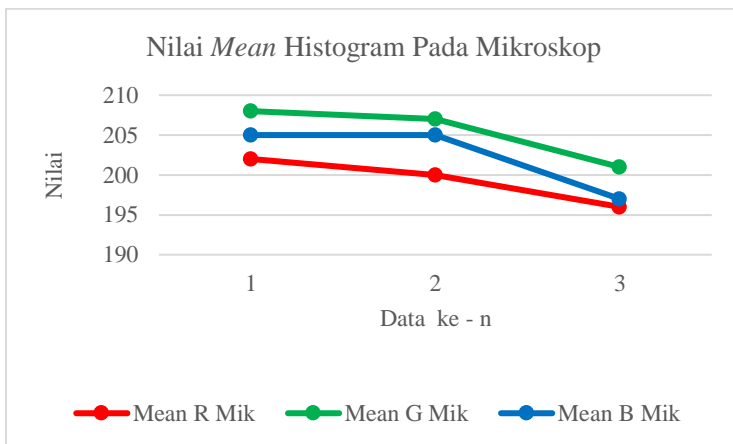
4.1.1.1 Pengukuran pada air

a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *Mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4. 1 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Data ke - n	<i>Mean R</i>	<i>Mean G</i>	<i>Mean B</i>	Gambar
1	202	208	205	
2	200	207	205	
3	196	201	197	




Gambar 4. 1 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

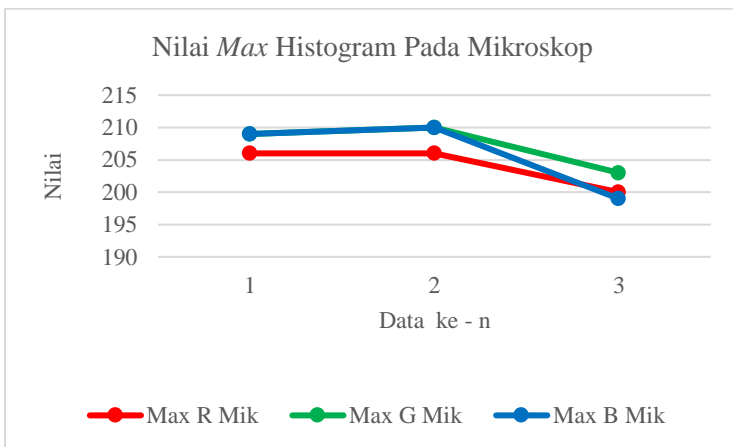
Berdasarkan tabel dan gambar 4.1, nilai pada kanal merah, hijau dan biru memiliki selisih maksimal hanya 7 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat sudah mendekati kondisi ideal yang seharusnya nilai kanal merah, hijau, dan biru bernilai sama.

b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4. 2 Nilai *max* pada Histogram gambar Mikroskop

Data ke - n	Max R	Max G	Max B	Gambar
1	206	209	209	
2	206	210	210	
3	200	203	199	




Gambar 4. 2 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

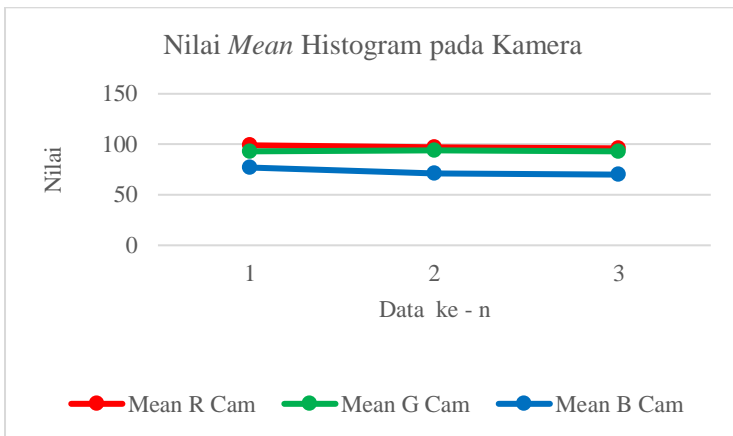
Berdasarkan tabel dan gambar 4.2, nilai pada kanal merah, hijau dan biru memiliki selisih maksimal hanya 4 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat sudah mendekati kondisi ideal yang seharusnya nilai kanal merah, hijau, dan biru bernilai sama.

c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *Mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4. 3 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Data ke - n	<i>Mean R</i>	<i>Mean G</i>	<i>Mean B</i>	Gambar
1	99	93	77	
2	97	94	71	
3	96	93	70	




Gambar 4. 3 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

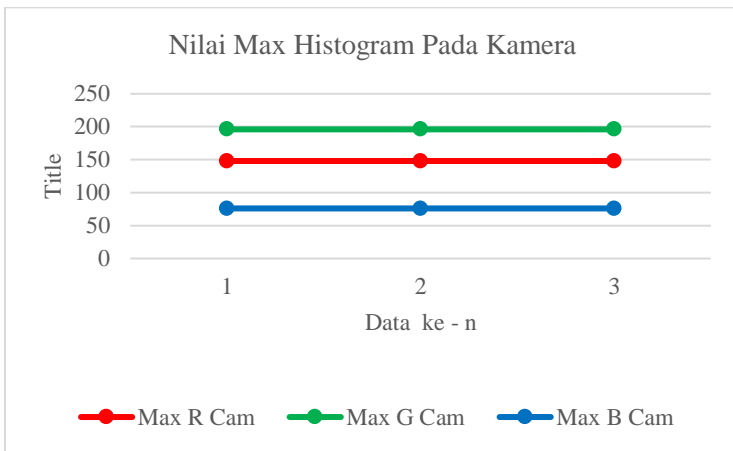
Berdasarkan tabel dan gambar 4.3, nilai pada kanal merah dan hijau memiliki selisih maksimal hanya 6 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Sementara warna biru sedikit lebih rendah dari 2 kanal lain dengan selisih maksimal adalah 29 satuan. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat masih harus diperbaiki untuk memperoleh mendekati kondisi ideal.

d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4. 4 Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Data ke - n	<i>Max</i> R	<i>Max</i> G	<i>Max</i> B	Gambar
1	148	196	76	
2	148	196	76	
3	148	196	76	



Gambar 4. 4 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

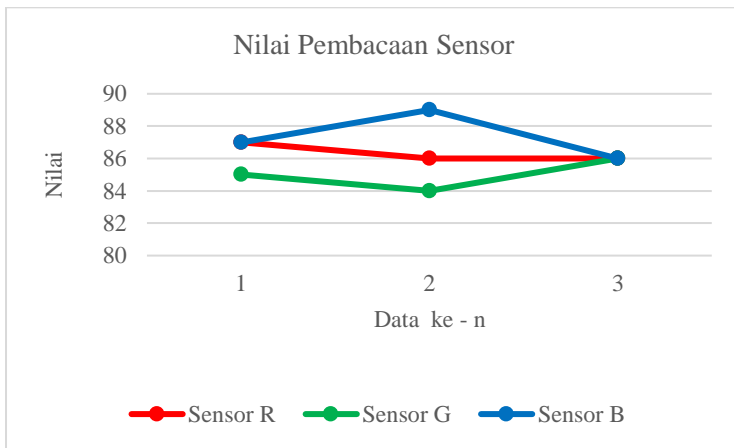
Berdasarkan tabel dan gambar 4.4, nilai dari kanal hijau adalah dominan jika dibandingkan dengan kanal lain. Sama seperti pada nilai *Mean*, selisih dari kanal warna biru cukup besar terhadap kanal lainnya sehingga harus diperbaiki untuk memperoleh mendekati kondisi ideal.

e. Sensor RGB

Hasil dari pembacaan sensor dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4. 5 Nilai Pembacaan pada Sensor

Data ke - n	Sensor R	Sensor G	Sensor B
1	87	85	87
2	86	84	89
3	86	86	86



Gambar 4. 5 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel dan gambar 4.5, nilai pada kanal merah, hijau dan biru memiliki selisih maksimal hanya 5 satuan dengan nilai maksimal adalah 255. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan konfigurasi alat sudah mendekati kondisi ideal yang seharusnya nilai kanal merah, hijau, dan biru bernilai sama.

4.1.1.2 Pengukuran pada pewarna makanan

Pengukuran pada pewarna makanan disajikan dalam tiga bagian diantaranya adalah pewarna tanpa campuran, campuran dua buah pewarna dan campuran tiga buah pewarna. Untuk mendapatkan

komposisi dari pewarna agar memiliki intensitas yang sama antar warna, dibutuhkan sebuah alat yang untuk mengukur intensitas dari pewarna. Alat ini menggunakan sensor intensitas cahaya untuk mengukur intensitas kepekatan dari pewarna yang akan dikonversi ke data digital melalui ADC 10 bit. Pengukur intensitas dapat dilihat pada gambar 4.3 serta data terukur pada tabel 4.6

Tabel 4. 6 Hasil pengukuran intensitas.

No	Pewarna	Intensitas	Konsentrasi	Volume air
1.	Merah	983	2	80 ml
2.	Hijau	985	1	80 ml
3.	Biru	985	2	80 ml



Gambar 4. 6 Pengukur intensitas

Berdasarkan tabel 4.6 diatas, data pembuatan sampel pewarna diharapkan memiliki intensitas yang seimbang antara pewarna merah, hijau dan biru.

4.1.1.1.1 Pewarna tanpa campuran

1. Pewarna merah

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan percobaan pencampuran pewarna merah dan air. dan dilakukan pengamatan dengan beberapa konsentrasi dari sampel awal yaitu 0%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100% presentase tersebut di kondisikan berdasarkan volume maksimal dari wadah yaitu 4 ml dengan rincian seperti pada tabel 4.7

Tabel 4. 7 Komposisi Pewarna Merah

Konsentrasi	Komposisi
0 % Pewarna Merah	4 ml air
5 % Pewarna Merah	0.2 ml Pewarna Merah + 3.8 ml air
10 % Pewarna Merah	0.4 ml Pewarna Merah + 3.6 ml air
25 % Pewarna Merah	1 ml Pewarna Merah + 3 ml air
50 % Pewarna Merah	2 ml Pewarna Merah + 2 ml air
100 % Pewarna Merah	4 ml Pewarna Merah

Sampel tersebut akan dicoba secara bergiliran. Hasil dari pengukuran parameter sampel tersebut adalah sebagai berikut

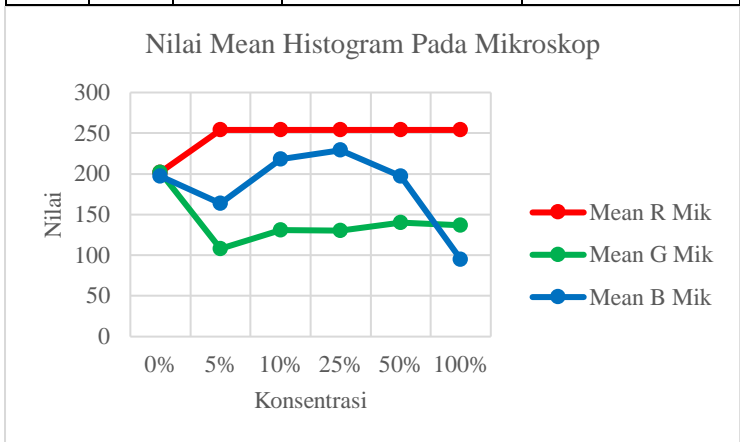
a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *Mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4. 8 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Merah	Air
202	202	197	0 %	100 %
254	108	164	5 %	95 %
254	131	218	10 %	90 %
254	130	229	25 %	75 %

254	140	197	50 %	50 %
254	137	95	100 %	0 %



Gambar 4. 7 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Berdasarkan tabel 4.8 dan gambar 4.7, nilai pada kanal merah memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna merah.

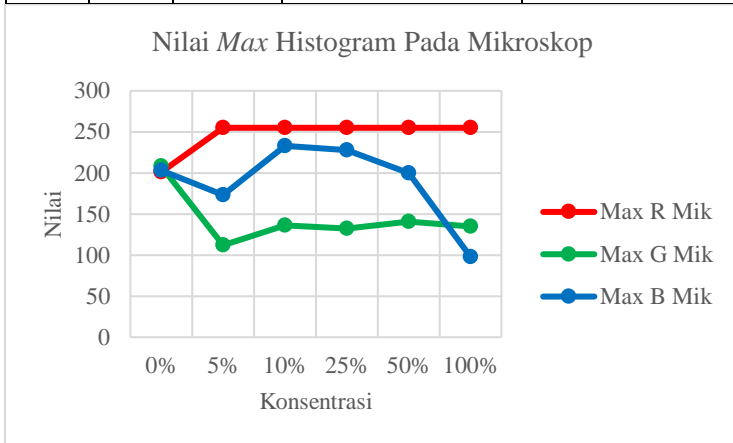
b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4. 9 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Merah	Air
201	208	203	0 %	100 %
255	112	173	5 %	95 %
255	136	233	10 %	90 %

255	132	228	25 %	75 %
255	141	200	50 %	50 %
255	135	98	100 %	0 %



Gambar 4. 8 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

Berdasarkan Pada tabel 4.9 dan gambar 4.8 nilai pada kanal merah memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna merah.

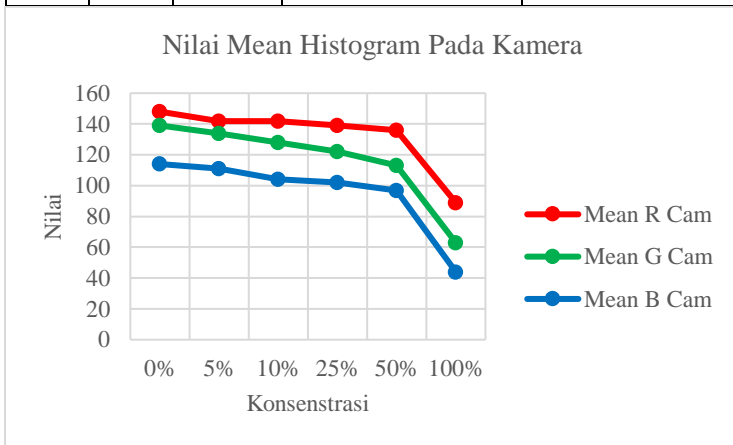
c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4. 10 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

R	G	B	Pewarna Merah	Air
148	139	114	0 %	100 %
142	134	111	5 %	95 %

142	128	104	10 %	90 %
139	122	102	25 %	75 %
136	113	97	50 %	50 %
89	63	44	100 %	0 %



Gambar 4. 9 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan Pada tabel 4.10 dan gambar 4.9 nilai pada kanal merah memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna merah.

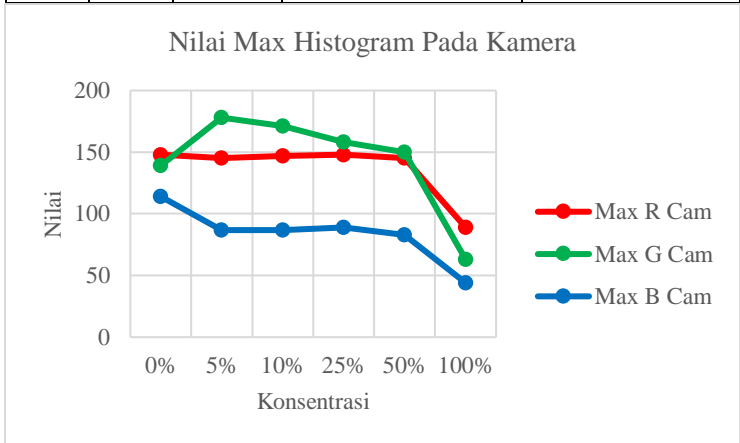
d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4. 11 Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

R	G	B	Pewarna Merah	Air
148	139	114	0 %	100 %

145	178	87	5 %	95 %
147	171	87	10 %	90 %
148	158	89	25 %	75 %
145	150	83	50 %	50 %
89	63	44	100 %	0 %



Gambar 4. 10 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan tabel 4.11 dan gambar 4.10, nilai pada kanal merah memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna merah.

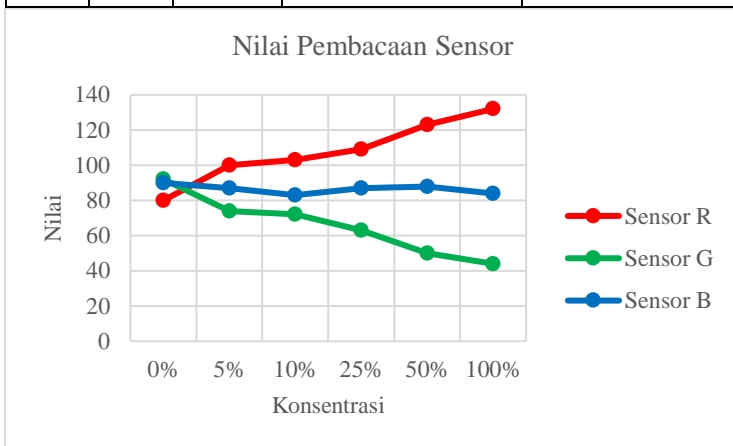
e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Nilai Pembacaan pada Sensor

R	G	B	Pewarna Merah	Air
---	---	---	---------------	-----

148	139	114	0 %	100 %
145	178	87	5 %	95 %
147	171	87	10 %	90 %
148	158	89	25 %	75 %
145	150	83	50 %	50 %
89	63	44	100 %	0 %



Gambar 4. 11 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.12 dan gambar 4.11 nilai pada kanal merah memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna merah.

2. Pewarna Hijau.

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan percobaan pencampuran pewarna merah dan air. dan dilakukan pengamatan dengan beberapa konsentrasi dari sampel awal yaitu 0%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100% presentase tersebut di kondisikan berdasarkan

volume maksimal dari wadah yaitu 4 ml dengan rincian seperti pada tabel 4.12

Tabel 4. 12 Komposisi sampel pewarna hijau

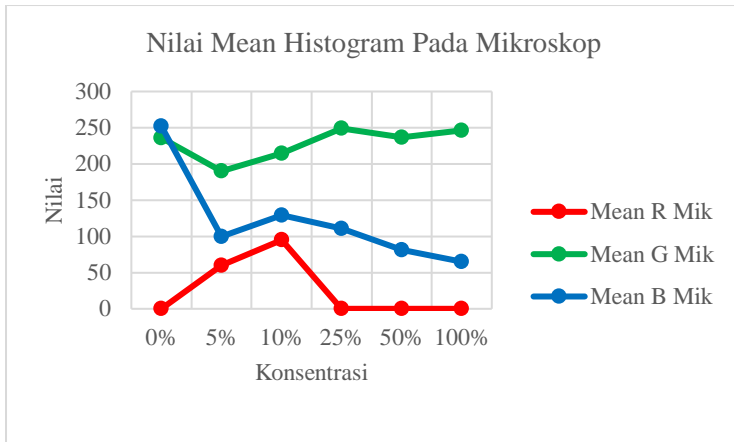
Konsentrasi	Komposisi
0 % Pewarna Hijau	4 ml air
5 % Pewarna Hijau	0.2 ml Pewarna Hijau + 3.8 ml air
10 % Pewarna Hijau	0.4 ml Pewarna Hijau + 3.6 ml air
25 % Pewarna Hijau	1 ml Pewarna Hijau + 3 ml air
50 % Pewarna Hijau	2 ml Pewarna Hijau + 2 ml air
100 % Pewarna Hijau	4 ml Pewarna Hijau

a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4. 13 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Hijau	Air
0	236	252	0 %	100 %
60	190	100	5 %	95 %
95	215	129	10 %	90 %
0	249	111	25 %	75 %
0	237	81	50 %	50 %
0	246	65	100 %	0 %



Gambar 4. 12 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Berdasarkan tabel 4.13 dan gambar 4.12, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna hijau.

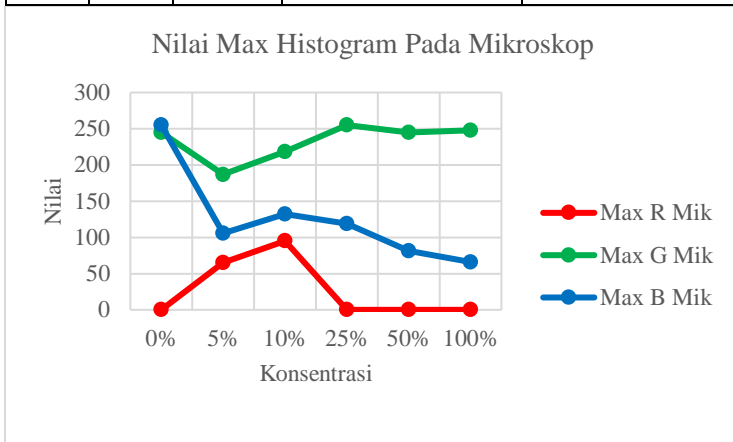
b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.14 dibawah ini.

Tabel 4. 14 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Hijau	Air
0	245	255	0 %	100 %
65	187	106	5 %	95 %
95	218	132	10 %	90 %
0	255	119	25 %	75 %

0	245	81	50 %	50 %
0	248	66	100 %	0 %



Gambar 4. 13 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

Berdasarkan tabel 4.12 dan gambar 4.13, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna hijau.

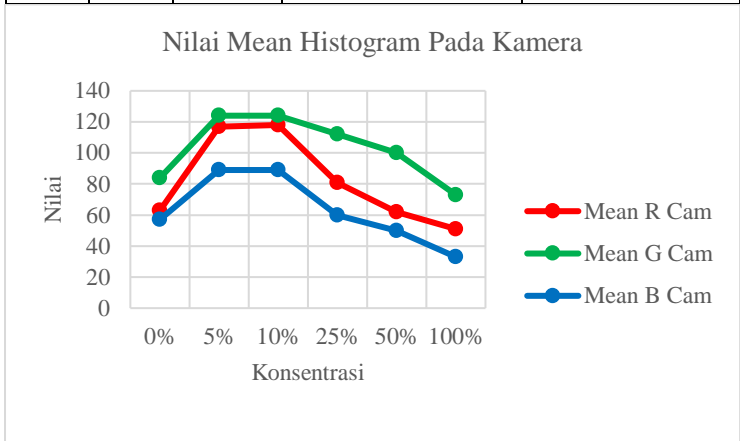
c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.15 dibawah ini.

Tabel 4. 15 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

R	G	B	Pewarna Hijau	Air
63	84	57	0 %	100 %
117	124	89	5 %	95 %
118	124	89	10 %	90 %

81	112	60	25 %	75 %
62	100	50	50 %	50 %
51	73	33	100 %	0 %



Gambar 4. 14 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan tabel 4.15 dan gambar 4.14, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna hijau.

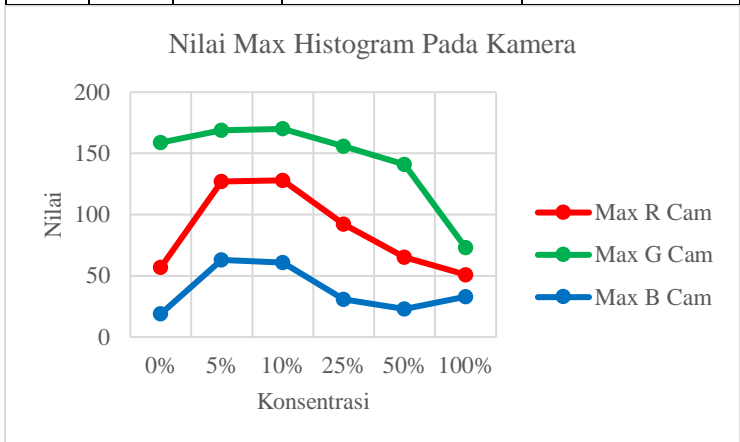
d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.16 dibawah ini.

Tabel 4. 16 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

R	G	B	Pewarna Hijau	Air
57	159	19	0 %	100 %
127	169	63	5 %	95 %

128	170	61	10 %	90 %
92	156	31	25 %	75 %
65	141	23	50 %	50 %
51	73	33	100 %	0 %



Gambar 4. 15 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan tabel 4.16 dan gambar 4.15, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna hijau.

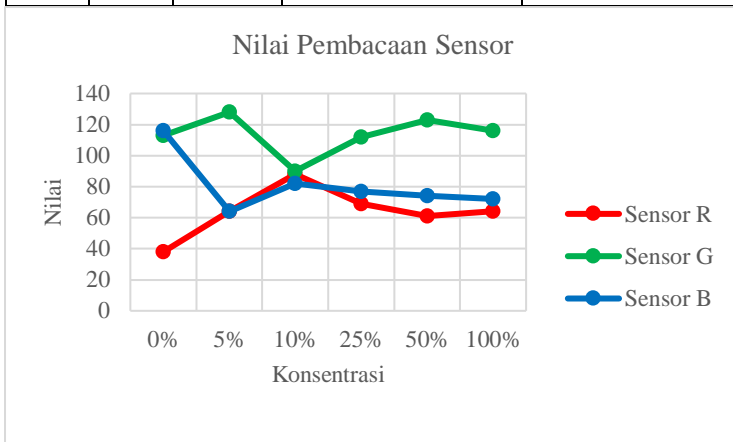
e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.17 dibawah ini.

Tabel 4. 17 Nilai Pembacaan pada Sensor

R	G	B	Pewarna Hijau	Air
38	113	116	0 %	100 %

64	128	64	5 %	95 %
88	90	82	10 %	90 %
69	112	77	25 %	75 %
61	123	74	50 %	50 %
64	116	72	100 %	0 %



Gambar 4. 16 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.17 dan gambar 4.16, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna hijau.

3. Pewarna Biru

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan percobaan pencampuran pewarna merah dan air. dan dilakukan pengamatan dengan beberapa konsentrasi dari sampel awal yaitu 0%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100% presentase tersebut di kondisikan berdasarkan volume maksimal dari wadah yaitu 4 ml dengan rincian sebagai

berikut

Tabel 4. 18 Komposisi sampel pewarna biru

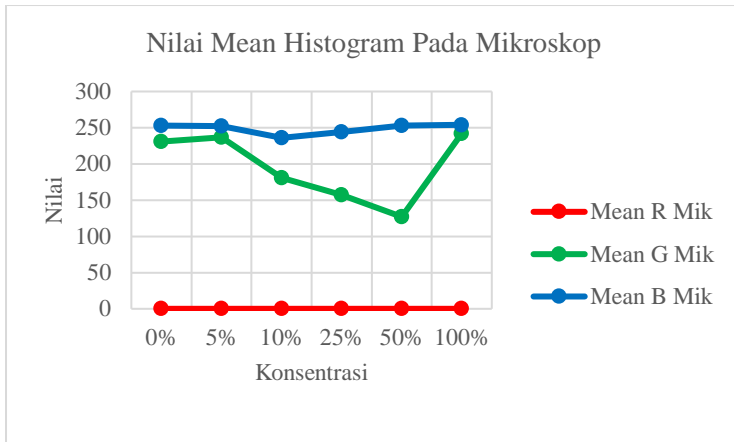
Konsentrasi	Komposisi
0 % Pewarna Biru	4 ml air
5 % Pewarna biru	0.2 ml Pewarna Biru + 3.8 ml air
10 % Pewarna Biru	0.4 ml Pewarna Biru + 3.6 ml air
25 % Pewarna Biru	1 ml Pewarna Biru + 3 ml air
50 % Pewarna Biru	2 ml Pewarna Biru + 2 ml air
100 % Pewarna Biru	4 ml Pewarna Biru

a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.19 dibawah ini.

Tabel 4. 19 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Biru	Air
0	231	253	0 %	100 %
0	237	252	5 %	95 %
0	181	236	10 %	90 %
0	157	244	25 %	75 %
0	127	253	50 %	50 %
0	242	254	100 %	0 %



Gambar 4. 17 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Berdasarkan tabel 4.19 dan gambar 4.17 nilai pada kanal biru memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna biru.

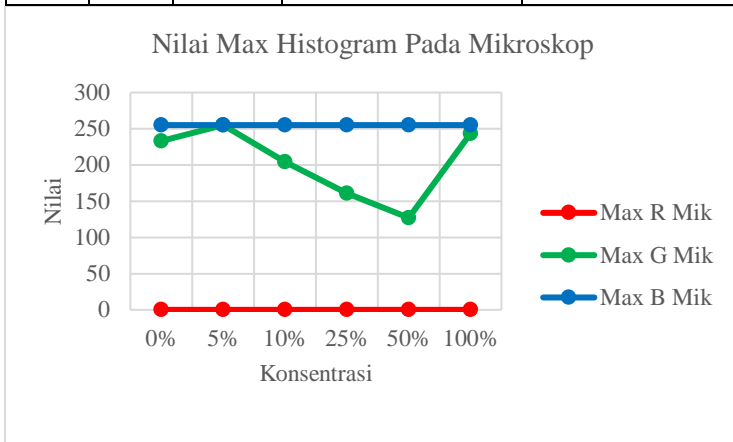
b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4. 20 dibawah ini.

Tabel 4. 20 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Biru	Air
0	233	255	0 %	100 %
0	255	255	5 %	95 %
0	204	255	10 %	90 %
0	161	255	25 %	75 %

0	127	255	50 %	50 %
0	243	255	100 %	0 %



Gambar 4. 18 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

Berdasarkan tabel 4.20 dan gambar 4.18, nilai pada kanal biru memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna biru.

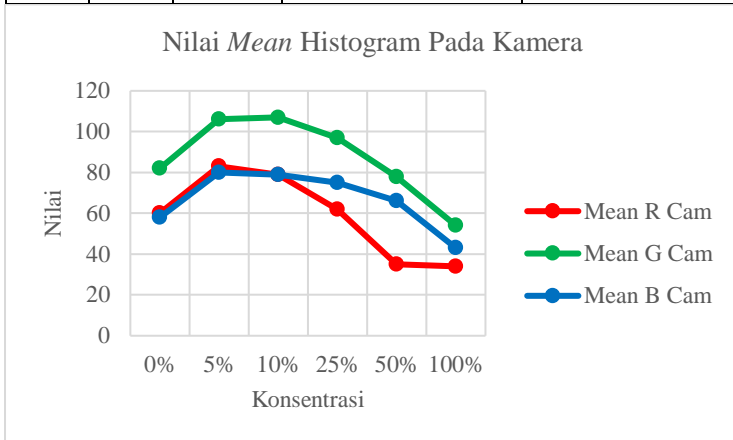
c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4. 21 dibawah ini.

Tabel 4. 21 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

R	G	B	Pewarna Biru	Air
60	82	58	0 %	100 %
83	106	80	5 %	95 %
79	107	79	10 %	90 %

62	97	75	25 %	75 %
35	78	66	50 %	50 %
34	54	43	100 %	0 %



Gambar 4. 19 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan tabel 4.21 dan gambar 4.19, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain dikarenakan warna biru dari sampel membuat warna merah menjadi hitam dan kuning menjadi hijau. Oleh karena itu, nilai warna biru memiliki nilai lebih rendah dari hijau.

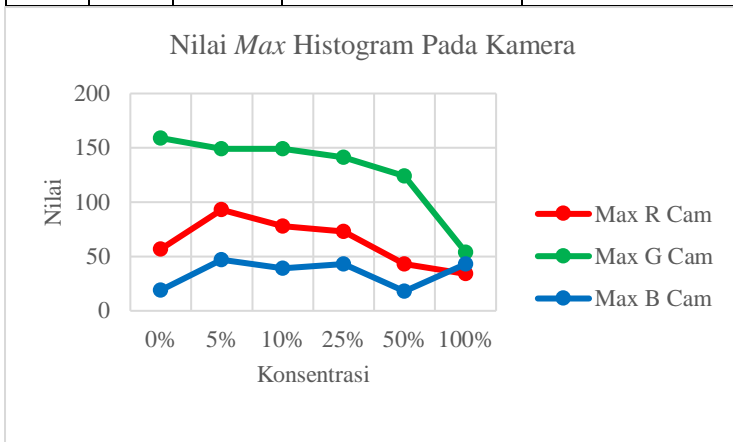
d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.22 dibawah ini.

Tabel 4. 22 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

R	G	B	Pewarna Biru	Air
57	159	19	0 %	100 %

93	149	47	5 %	95 %
78	149	39	10 %	90 %
73	141	43	25 %	75 %
43	124	18	50 %	50 %
34	54	43	100 %	0 %



Gambar 4. 20 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

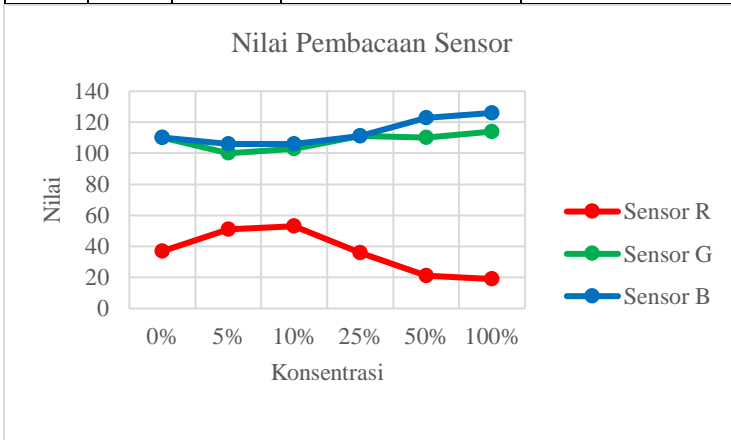
Berdasarkan tabel 4.22 dan gambar 4.20, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain dikarenakan warna biru dari sampel membuat warna merah menjadi hitam dan kuning menjadi hijau. Oleh karena itu, nilai warna biru memiliki nilai lebih rendah dari hijau.

e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4. 23 dibawah ini.

Tabel 4. 23 Nilai Pembacaan pada Sensor

R	G	B	Pewarna Biru	Air
37	110	110	0 %	100 %
51	100	106	5 %	95 %
53	103	106	10 %	90 %
36	111	111	25 %	75 %
21	110	123	50 %	50 %
19	114	126	100 %	0 %



Gambar 4. 21 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.23 dan gambar 4.21, nilai pada kanal biru memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan 2 kanal lain serta meningkat dengan seiring meningkatnya konsentrasi dari pewarna biru.

4.1.1.3 Campuran 2 Pewarna

1. Kombinasi Pewarna Merah dan Hijau

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan percobaan

pencampuran pewarna merah dan pewarna hijau. dan dilakukan pengamatan dengan beberapa konsentrasi dari sampel awal yaitu 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% presentase tersebut di kondisikan berdasarkan volume maksimal dari wadah yaitu 4 ml dengan rincian seperti pada tabel 4. 24.

Tabel 4. 24 Komposisi sampel pewarna campuran merah dan hijau

Konsentrasi	Komposisi
0 % Pewarna Merah 100 % Pewarna Hijau	4 ml Pewarna Hijau
20 % Pewarna Merah 80 % Pewarna Hijau	0.8 ml Pewarna Merah + 3.2 ml Pewarna Hijau
40 % Pewarna Merah 60 % Pewarna Hijau	1.6 ml Pewarna Merah + 2.4 ml Pewarna Hijau
60 % Pewarna Merah 40 % Pewarna Hijau	2.4 ml Pewarna Merah + 1.6 ml Pewarna Hijau
80 % Pewarna Merah 20 % Pewarna Hijau	3.2 ml Pewarna Merah + 0.8 ml Pewarna Hijau
100 % Pewarna Merah 0 % Pewarna Hijau	4 ml Pewarna Merah

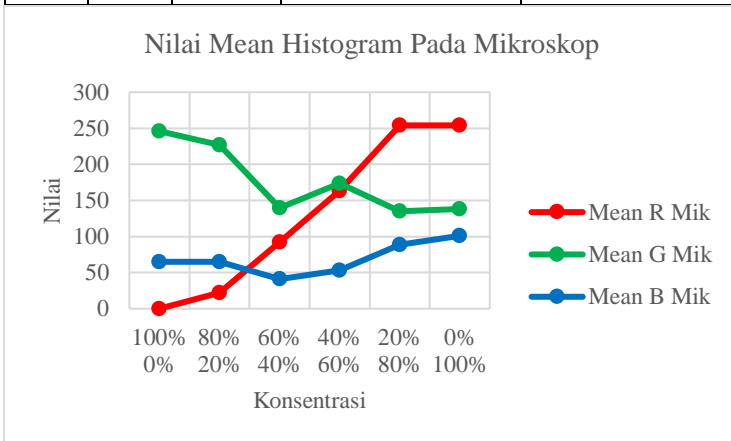
Sampel tersebut akan dicoba secara bergiliran. Hasil dari pengukuran parameter sampel tersebut adalah sebagai berikut

a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.25 dibawah ini.

Tabel 4. 25 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Merah	Pewarna Hijau
0	246	65	0 %	100 %
22	227	65	20 %	80 %
92	140	41	40 %	60 %
163	174	53	60 %	40 %
254	135	89	80 %	20 %
254	138	101	100 %	0 %



Gambar 4. 22 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

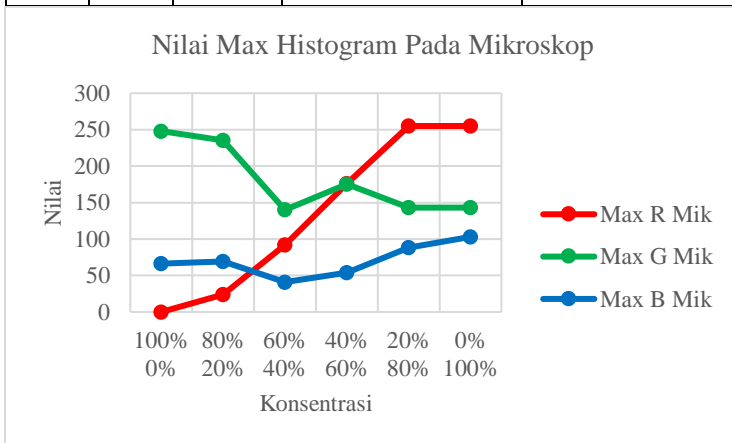
Berdasarkan tabel 4.25 dan gambar 4.22, nilai pada kanal merah nilai *mean* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna merah. Sebaliknya nilai *mean* pewarna hijau, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna hijau pada sampel.

b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4. 26 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Merah	Pewarna Hijau
0	248	66	0 %	100 %
24	235	69	20 %	80 %
92	140	41	40 %	60 %
176	175	54	60 %	40 %
255	143	88	80 %	20 %
255	143	103	100 %	0 %



Gambar 4. 23 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

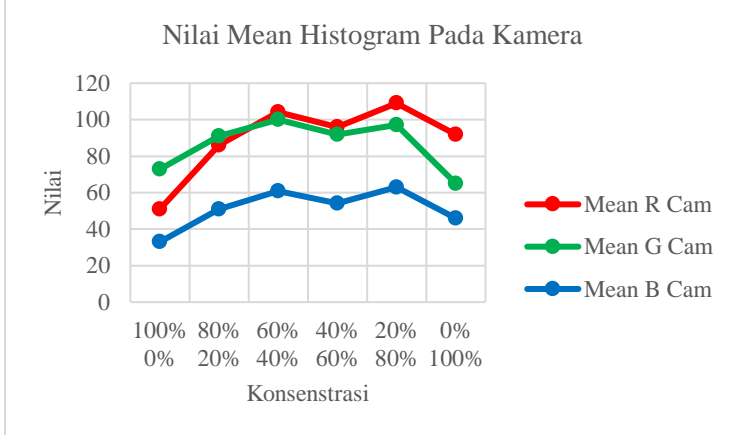
Berdasarkan tabel 4.26 dan gambar 4.23, nilai pada kanal merah nilai *max* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna merah. Sebaliknya nilai *max* pewarna hijau, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna hijau pada sampel.

c. *Mean Histogram Kamera*

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.27 dibawah ini.

Tabel 4. 27 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

R	G	B	Pewarna Merah	Pewarna Hijau
51	73	33	0 %	100 %
86	91	51	20 %	80 %
104	100	61	40 %	60 %
96	92	54	60 %	40 %
109	97	63	80 %	20 %
92	65	46	100 %	0 %



Gambar 4. 24 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan tabel 4.27 dan gambar 4.24, nilai pada kanal merah nilai *mean* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna merah. Sebaliknya nilai *mean* pewarna hijau, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna hijau

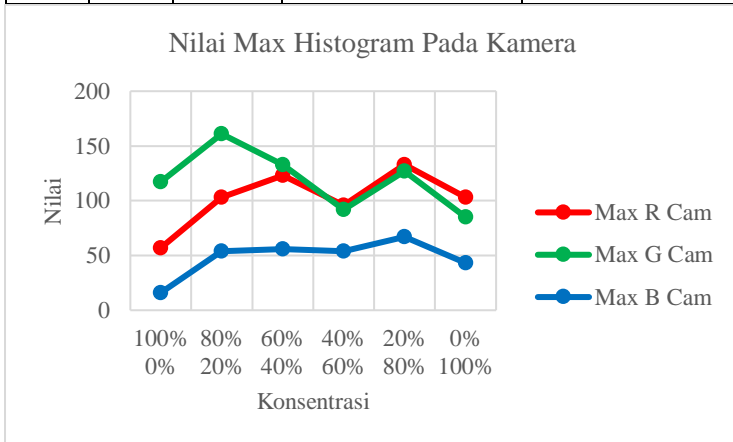
pada sampel.

d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.28 dibawah ini.

Tabel 4. 28 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

R	G	B	Pewarna Merah	Pewarna Hijau
57	117	16	0 %	100 %
103	161	54	20 %	80 %
123	133	56	40 %	60 %
96	92	54	60 %	40 %
133	127	67	80 %	20 %
103	85	43	100 %	0 %



Gambar 4. 25 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan tabel 4.28 dan gambar 4.25, nilai pada kanal merah nilai *max* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna merah. Sebaliknya nilai *max* pewarna hijau, akan

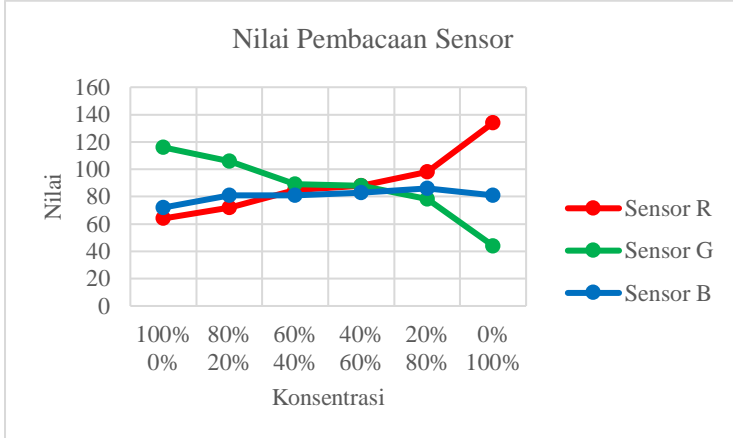
menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna hijau pada sampel.

e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4. 29 Nilai Pembacaan pada Sensor

R	G	B	Pewarna Merah	Pewarna Hijau
64	116	72	0 %	100 %
72	106	81	20 %	80 %
85	89	81	40 %	60 %
88	88	83	60 %	40 %
98	78	86	80 %	20 %
134	44	81	100 %	0 %



Gambar 4. 26 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.29 dan gambar 4.26, nilai pada nilai pembacaan sensor kanal merah akan meningkat seiring dengan

bertambahnya konsentrasi dari pewarna merah. Sebaliknya nilai pembacaan sensor kanal hijau, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna hijau pada sampel.

2. Kombinasi Pewarna Merah dan Biru

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan percobaan pencampuran pewarna merah dan pewarna biru. dan dilakukan pengamatan dengan beberapa konsentrasi dari sampel awal yaitu 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% presentase tersebut di kondisikan berdasarkan volume maksimal dari wadah yaitu 4 ml dengan rincian seperti pada tabel 4.30

Tabel 4. 30 Komposisi sampel pewarna campuran merah dan biru

Konsentrasi	Komposisi
0 % Pewarna Merah 100 % Pewarna Biru	4 ml Pewarna Biru
20 % Pewarna Merah 80 % Pewarna Biru	0.8 ml Pewarna Merah + 3.2 ml Pewarna Biru
40 % Pewarna Merah 60 % Pewarna Biru	1.6 ml Pewarna Merah + 2.4 ml Pewarna Biru
60 % Pewarna Merah 40 % Pewarna Biru	2.4 ml Pewarna Merah + 1.6 ml Pewarna Biru
80 % Pewarna Merah 20 % Pewarna Biru	3.2 ml Pewarna Merah + 0.8 ml Pewarna Biru
100 % Pewarna Merah 0 % Pewarna Biru	4 ml Pewarna Merah

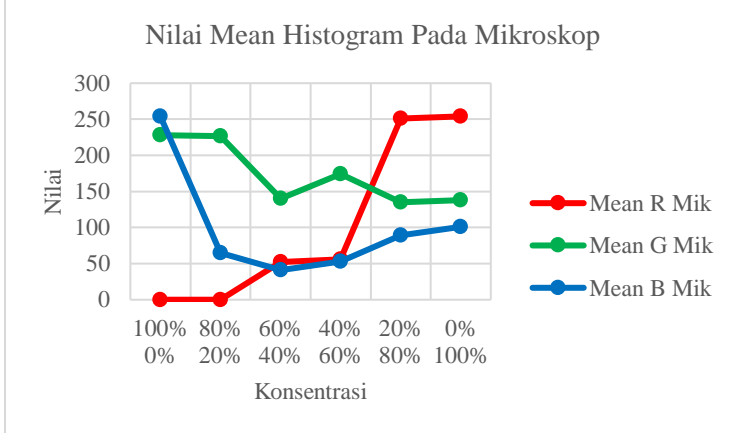
Sampel tersebut akan dicoba secara bergiliran. Hasil dari pengukuran parameter sampel tersebut adalah sebagai berikut

a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.31 dibawah ini.

Tabel 4. 31 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Merah	Pewarna Biru
0	228	254	0 %	100 %
0	227	65	20 %	80 %
52	140	41	40 %	60 %
56	174	53	60 %	40 %
251	135	89	80 %	20 %
254	138	101	100 %	0 %



Gambar 4. 27 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Berdasarkan tabel 4.31 dan gambar 4.27, nilai pada kanal merah nilai *mean* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna merah. Sebaliknya nilai *mean* pewarna biru, akan

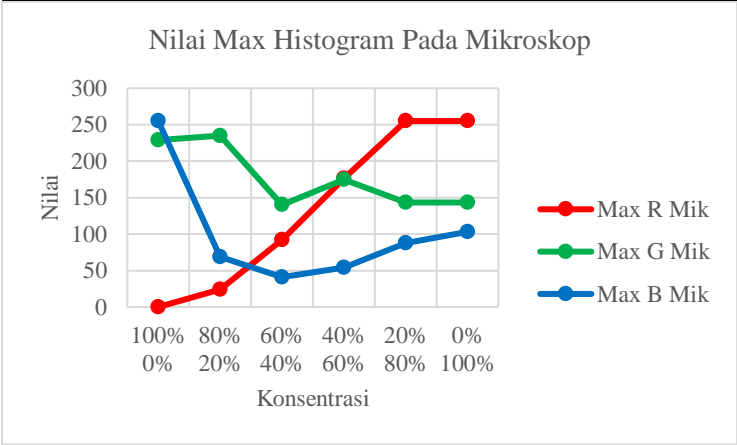
menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna biru pada sampel. Akan tetapi, ada sedikit pengaruh dari komposisi sampel yang tidak ideal sehingga grafik pada kanal biru terdapat ketidaksesuaian.

b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.32 dibawah ini.

Tabel 4. 32 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Merah	Pewarna Biru
0	229	255	0 %	100 %
24	235	69	20 %	80 %
92	140	41	40 %	60 %
176	175	54	60 %	40 %
255	143	88	80 %	20 %
255	143	103	100 %	0 %



Gambar 4. 28 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

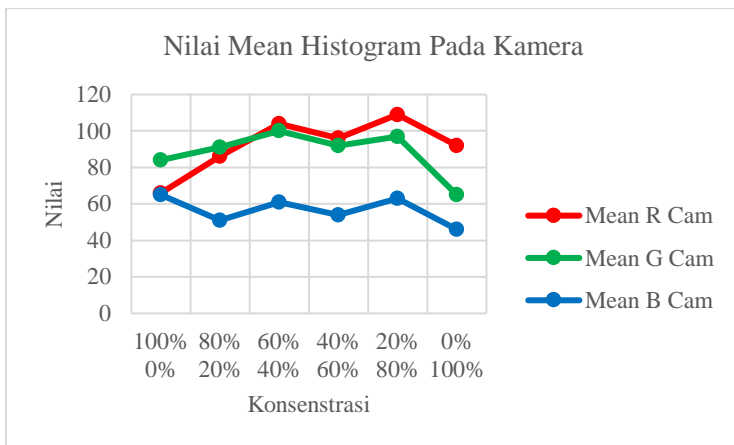
Berdasarkan tabel 4.32 dan gambar 4.28 nilai pada kanal merah nilai *max* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna merah. Sebaliknya nilai *max* pewarna biru, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna biru pada sampel. Akan tetapi, ada sedikit pengaruh dari komposisi sampel yang tidak ideal sehingga grafik pada kanal biru terdapat ketidaksesuaian.

c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.33 dibawah ini.

Tabel 4. 33 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

R	G	B	Pewarna Merah	Pewarna Biru
66	84	65	0 %	100 %
86	91	51	20 %	80 %
104	100	61	40 %	60 %
96	92	54	60 %	40 %
109	97	63	80 %	20 %
92	65	46	100 %	0 %



Gambar 4. 29 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan tabel 4.33 dan gambar 4.29, nilai pada kanal merah nilai *mean* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna merah. Sebaliknya nilai *mean* pewarna biru, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna biru pada sampel. Akan tetapi, ada sedikit pengaruh dari komposisi sampel syang tidak ideal serta posisi pengambilan gambar pada pelangi sehingga grafik pada kanal biru terdapat ketidaksesuaian.

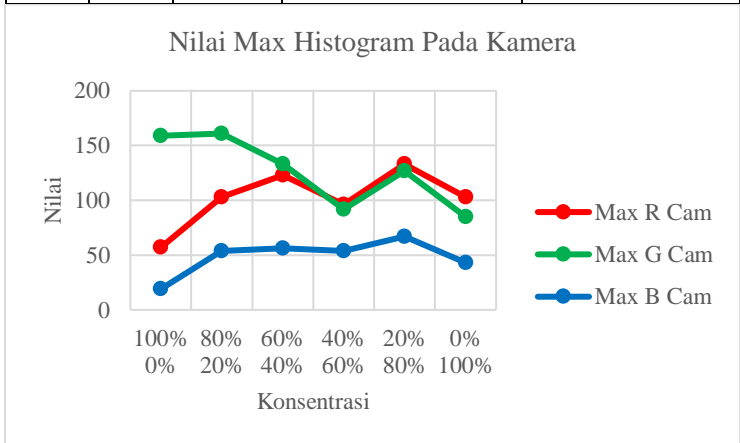
d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.34 dibawah ini.

Tabel 4. 34 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

R	G	B	Pewarna Merah	Pewarna Biru
57	159	19	0 %	100 %
103	161	54	20 %	80 %
123	133	56	40 %	60 %

96	92	54	60 %	40 %
133	127	67	80 %	20 %
103	85	43	100 %	0 %



Gambar 4. 30 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan tabel 4.34 dan gambar 4.30 nilai pada kanal merah nilai *max* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna merah. Sebaliknya nilai *max* pewarna biru, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna biru pada sampel. Akan tetapi, ada sedikit pengaruh dari komposisi sampel syang tidak ideal serta posisi pengambilan gambar pada pelangi sehingga grafik pada kanal biru terdapat ketidaksesuaian.

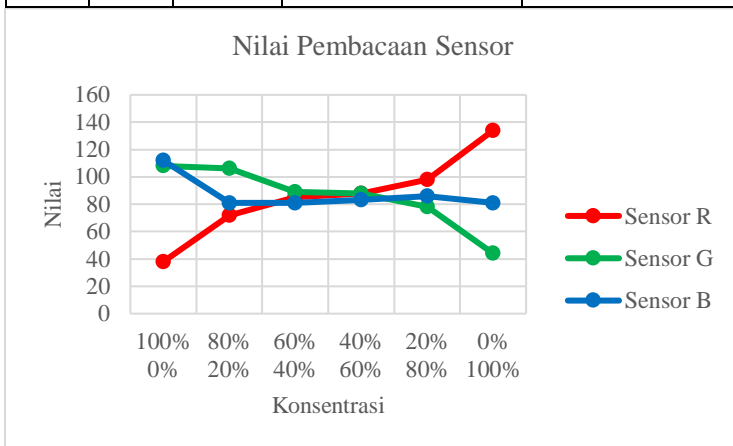
e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.35 dibawah ini.

Tabel 4. 35 Nilai Pembacaan pada Sensor

R	G	B	Pewarna Merah	Pewarna Biru
---	---	---	---------------	--------------

38	108	112	0 %	100 %
72	106	81	20 %	80 %
85	89	81	40 %	60 %
88	88	83	60 %	40 %
98	78	86	80 %	20 %
134	44	81	100 %	0 %



Gambar 4. 31 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.35 dan gambar 4.31, nilai pada nilai pembacaan sensor kanal merah akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna merah. Sebaliknya nilai pembacaan sensor kanal biru, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna biru pada sampel.

3. Kombinasi Pewarna Hijau dan Biru

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan percobaan pencampuran pewarna hijau dan pewarna biru. dan dilakukan pengamatan dengan beberapa konsentrasi dari sampel awal yaitu 0%,

20%, 40%, 60%, 80%, 100% presentase tersebut di kondisikan berdasarkan volume maksimal dari wadah yaitu 4 ml dengan rincian seperti pada tabel 4.36

Tabel 4. 36 Komposisi sampel pewarna campuran hijau dan biru

Konsentrasi	Komposisi
0 % Pewarna Hijau 100 % Pewarna Biru	4 ml Pewarna Biru
20 % Pewarna Hijau 80 % Pewarna Biru	0.8 ml Pewarna Hijau + 3.2 ml Pewarna Biru
40 % Pewarna Hijau 60 % Pewarna Biru	1.6 ml Pewarna Hijau + 2.4 ml Pewarna Biru
60 % Pewarna Hijau 40 % Pewarna Biru	2.4 ml Pewarna Hijau + 1.6 ml Pewarna Biru
80 % Pewarna Hijau 20 % Pewarna Biru	3.2 ml Pewarna Hijau + 0.8 ml Pewarna Biru
100 % Pewarna Hijau 0 % Pewarna Biru	4 ml Pewarna Hijau

Sampel tersebut akan dicoba secara bergiliran. Hasil dari pengukuran parameter sampel tersebut adalah sebagai berikut

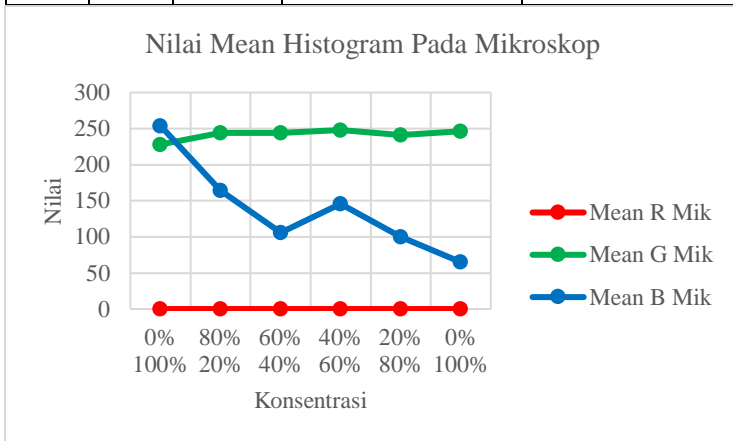
a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.37 dibawah ini.

Tabel 4. 37 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Hijau	Pewarna Biru
0	228	254	0 %	100 %

0	244	164	20 %	80 %
0	244	106	40 %	60 %
0	248	146	60 %	40 %
0	241	100	80 %	20 %
0	246	65	100 %	0 %



Gambar 4. 32 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar
Mikroskop

Berdasarkan tabel 4.37 dan gambar 4.32, nilai pada kanal hijau nilai *mean* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna hijau. Sebaliknya nilai *mean* pewarna biru, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna biru pada sampel. Akan tetapi, ada sedikit pengaruh dari komposisi sampel yang tidak ideal sehingga grafik pada kanal biru terdapat ketidaksesuaian.

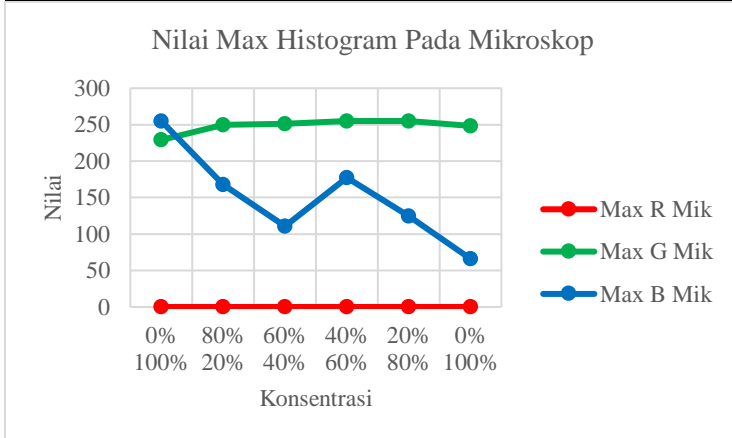
b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat

pada tabel 4.38 dibawah ini.

Tabel 4. 38 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

R	G	B	Pewarna Hijau	Pewarna Biru
0	229	255	0 %	100 %
0	250	168	20 %	80 %
0	251	111	40 %	60 %
0	255	177	60 %	40 %
0	255	125	80 %	20 %
0	248	66	100 %	0 %



Gambar 4. 33 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

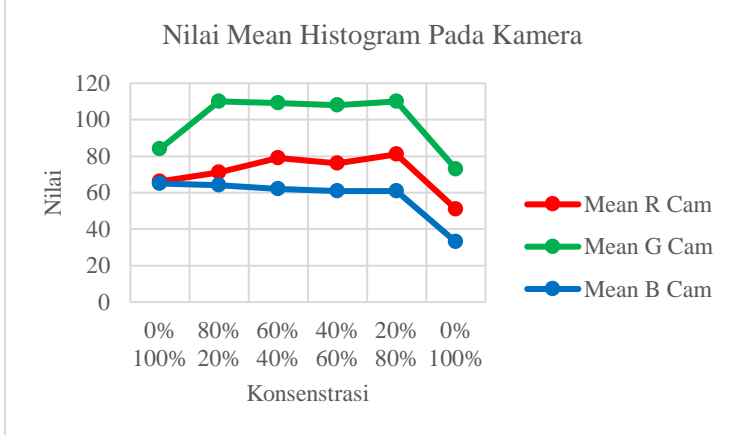
Berdasarkan tabel 4.38 dan gambar 4.33, nilai pada kanal hijau nilai *max* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna hijau. Sebaliknya nilai *max* pewarna biru, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna biru pada sampel. Akan tetapi, ada sedikit pengaruh dari komposisi sampel yang tidak ideal sehingga grafik pada kanal biru terdapat ketidaksesuaian.

c. *Mean Histogram Kamera*

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.39 dibawah ini.

Tabel 4. 39 Nilai *Mean* pada Histogram gambar kamera

R	G	B	Pewarna Hijau	Pewarna Biru
66	84	65	0 %	100 %
71	110	64	20 %	80 %
79	109	62	40 %	60 %
76	108	61	60 %	40 %
81	110	61	80 %	20 %
51	73	33	100 %	0 %



Gambar 4. 34 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

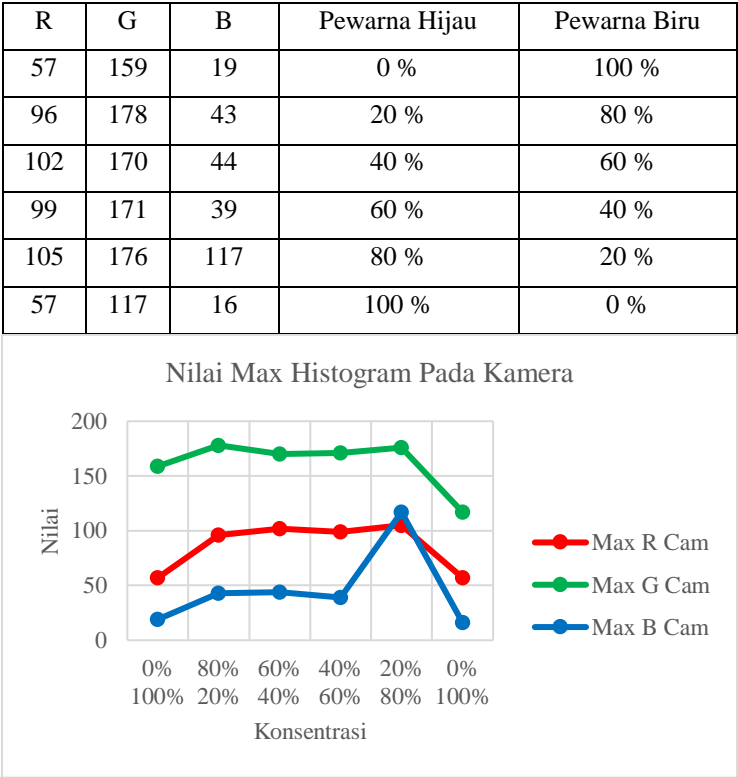
Berdasarkan tabel 4.39 dan gambar 4.34, nilai pada kanal hijau nilai *mean* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna hijau. Sebaliknya nilai *mean* pewarna hijau, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna hijau

pada sampel. Akan tetapi, ada sedikit pengaruh dari komposisi sampel syang tidak ideal serta posisi pengambilan gambar pada pelangi sehingga grafik pada kanal biru terdapat ketidaksesuaian.

d. *Max Histogram Kamera*

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.40 dibawah ini.

Tabel 4. 40 Nilai *Max* pada Histogram gambar kamera



Gambar 4. 35 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan tabel 4.40 dan gambar 4.35, nilai pada kanal hijau

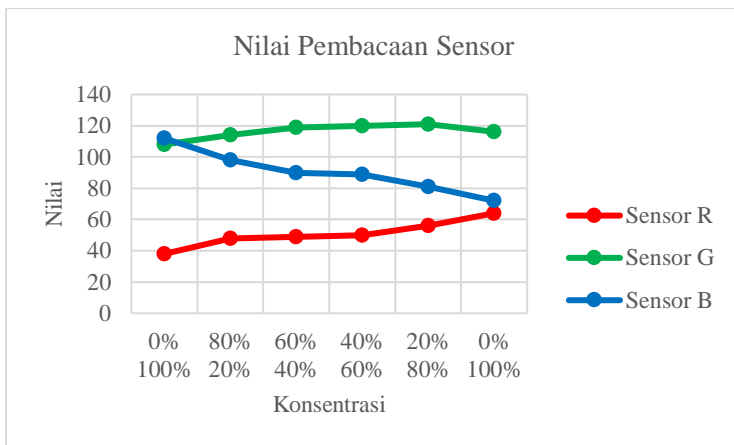
nilai *max* akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna hijau. Sebaliknya nilai *max* pewarna biru, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna biru pada sampel. Akan tetapi, ada sedikit pengaruh dari komposisi sampel yang tidak ideal serta posisi pengambilan gambar pada pelangi sehingga grafik pada kanal biru terdapat ketidaksesuaian.

e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.41 dibawah ini.

Tabel 4. 41 Nilai Pembacaan pada Sensor

R	G	B	Pewarna Hijau	Pewarna Biru
38	108	112	0 %	100 %
48	114	98	20 %	80 %
49	119	90	40 %	60 %
50	120	89	60 %	40 %
56	121	81	80 %	20 %
64	116	72	100 %	0 %



Gambar 4. 36 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.41 dan gambar 4.36, nilai pada nilai pembacaan sensor kanal hijau akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi dari pewarna hijau. Sebaliknya nilai pembacaan sensor kanal biru, akan menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pewarna biru pada sampel.

4.1.1.3 Campuran 3 Pewarna

Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan percobaan pencampuran pewarna merah, hijau dan biru dan dilakukan pengamatan dengan beberapa presentase yang kondisikan berdasarkan volume maksimal dari wadah yaitu 4 ml dengan rincian seperti pada tabel 4.42.

Tabel 4. 42 Komposisi sampel pewarna campuran merah, hijau dan biru

Konsentrasi	Komposisi
20 % Pewarna Merah	0.8 ml Pewarna Merah + 2.4 ml

60 % Pewarna Hijau 20 % Pewarna Biru	Pewarna Hijau + 0.8 ml Pewarna Biru
20 % Pewarna Merah 40 % Pewarna Hijau 40 % Pewarna Biru	0.8 ml Pewarna Merah + 1.6 ml Pewarna Hijau + 1.6 ml Pewarna Biru
20 % Pewarna Merah 20 % Pewarna Hijau 60 % Pewarna Biru	0.8 ml Pewarna Merah + 0.8 ml Pewarna Hijau + 2.4 ml Pewarna Biru
40 % Pewarna Merah 40 % Pewarna Hijau 20 % Pewarna Biru	1.6 ml Pewarna Merah + 1.6 ml Pewarna Hijau + 0.8 ml Pewarna Biru
40 % Pewarna Merah 20 % Pewarna Hijau 40 % Pewarna Biru	1.6 ml Pewarna Merah + 0.8 ml Pewarna Hijau + 1.6 ml Pewarna Biru
60 % Pewarna Merah 20 % Pewarna Hijau 20 % Pewarna Biru	2.4 ml Pewarna Merah + 0.8 ml Pewarna Hijau + 0.8 ml Pewarna Biru
33 % Pewarna Merah 33 % Pewarna Hijau 33 % Pewarna Biru	1.3 ml Pewarna Merah + 1.3 ml Pewarna Hijau + 1.3 ml Pewarna Biru

Sampel tersebut akan dicoba secara bergiliran dengan data yang diambil sebanyak 3 pada tiap sampel. Hasil dari pengukuran parameter sampel tersebut adalah sebagai berikut


1. Campuran Pewarna Merah (20 %), Hijau (60 %) dan Biru (20 %).

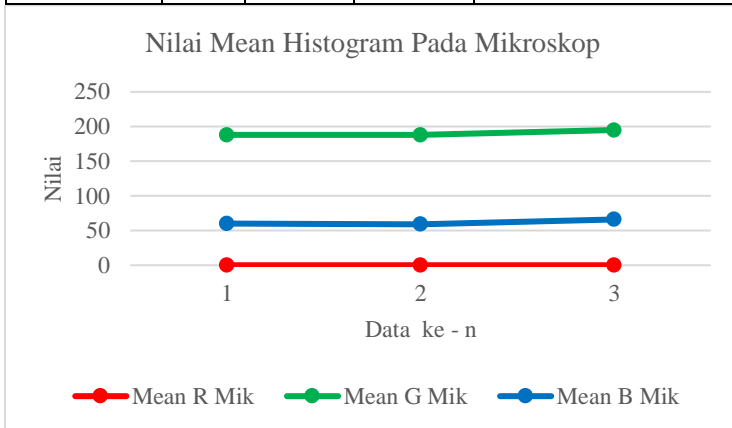
a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat

pada tabel 4.43 dibawah ini.

Tabel 4. 43 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	0	188	60	
2	0	188	59	
3	0	195	66	




Gambar 4. 37 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

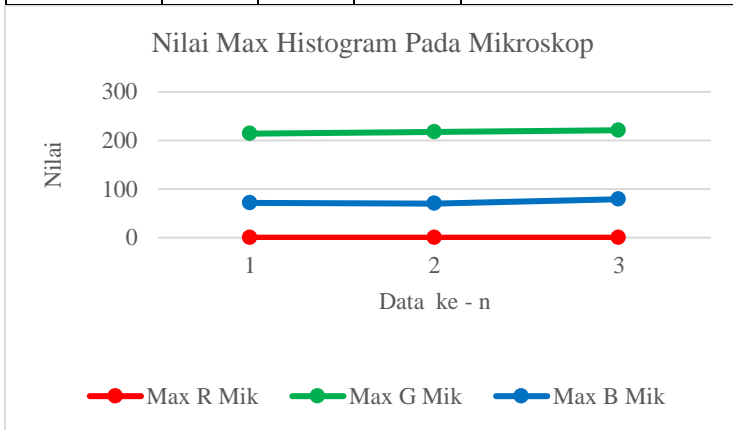
Berdasarkan tabel 4.43 dan gambar 4.37, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya dikarenakan presentase dari kanal hijau lebih tinggi dari kanal lainnya.

b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.44 dibawah ini.

Tabel 4. 44 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	0	214	72	
2	0	218	70	
3	0	221	79	



Gambar 4. 38 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

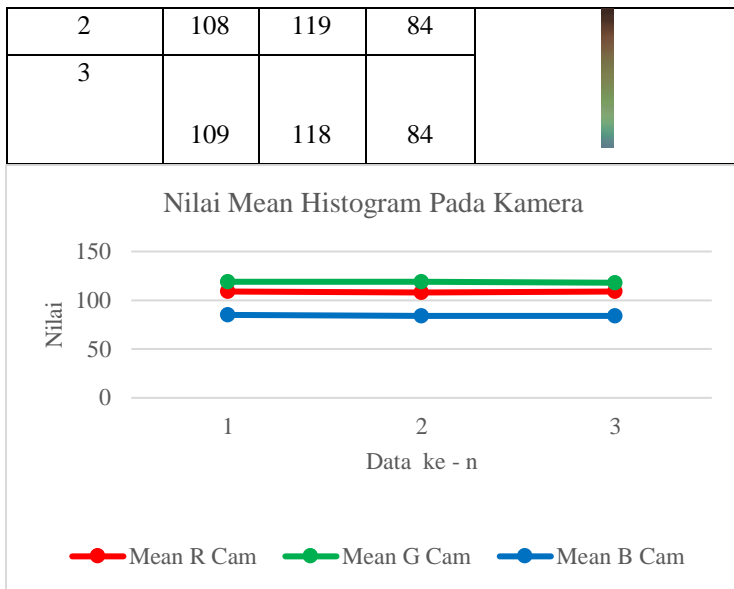
Berdasarkan tabel 4.44 dan gambar 4.38, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya dikarenakan presentase dari kanal hijau lebih tinggi dari kanal lainnya.

c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.45 dibawah ini.

Tabel 4. 45 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	109	119	85	



Gambar 4. 39 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

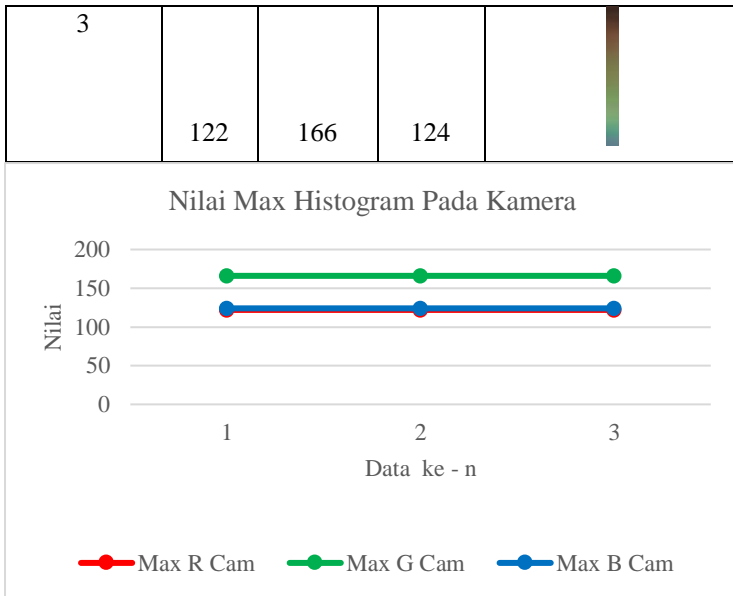
Berdasarkan tabel 4.45 dan gambar 4.39 nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya dikarenakan presentase dari kanal hijau lebih tinggi dari kanal lainnya.

d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.46 dibawah ini.

Tabel 4. 46 Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	122	166	124	
2	122	166	124	



Gambar 4. 40 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

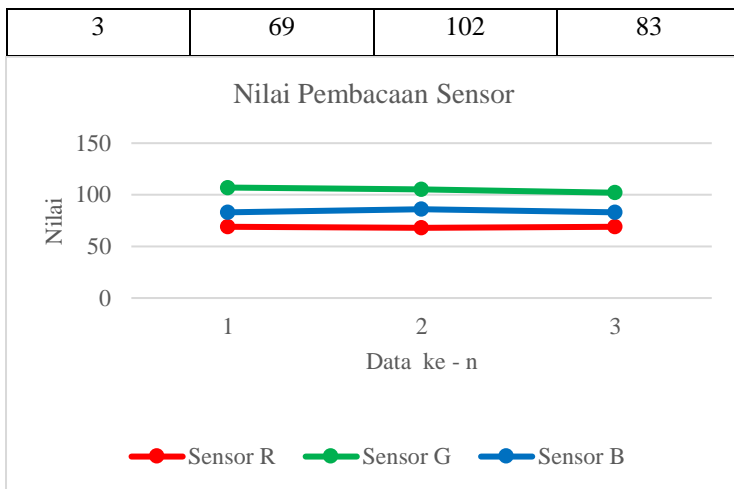
Berdasarkan tabel 4.46 dan gambar 4.40 nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya dikarenakan presentase dari kanal hijau lebih tinggi dari kanal lainnya.

e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.47 dibawah ini.

Tabel 4. 47 Nilai Pembacaan pada Sensor

Data Ke – n	R	G	B
1	69	107	83
2	68	105	86



Gambar 4. 41 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.47 dan gambar 4.41, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya dikarenakan presentase dari kanal hijau lebih tinggi dari kanal lainnya.

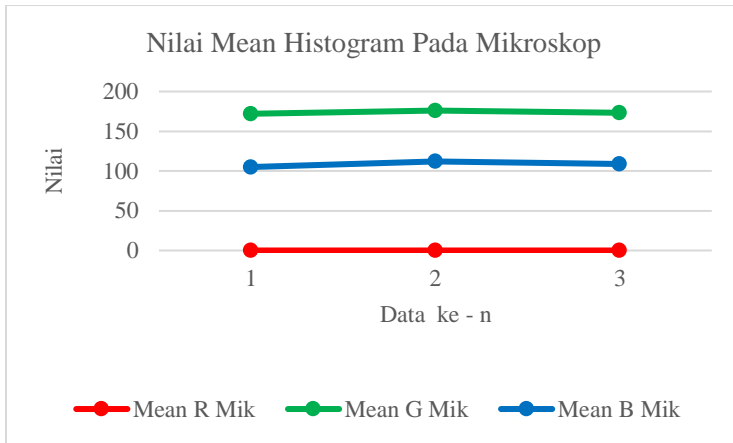
2. Campuran Pewarna Merah (20 %), Hijau (40 %) dan Biru (40 %).

a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.48 dibawah ini.

Tabel 4. 48 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	0	172	105	
2	0	176	112	
3	0	173	109	




Gambar 4. 42 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

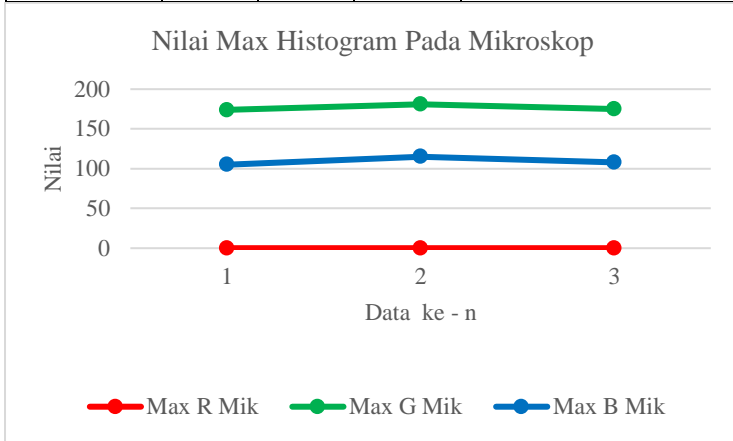
Berdasarkan tabel 4.48 dan gambar 4.42, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal hijau dan biru adalah sama atau saling mendekati karena konsentrasi pewarna hijau dan biru adalah sama.

b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.49 dibawah ini.

Tabel 4. 49 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	0	174	105	
2	0	181	115	
3	0	175	108	



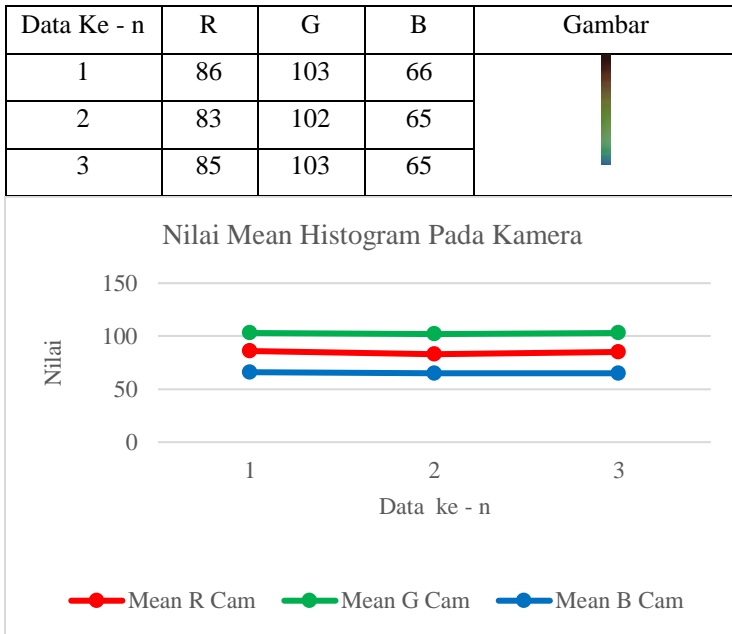
Gambar 4. 43 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

Berdasarkan tabel 4.49 dan gambar 4.43, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal hijau dan biru adalah sama atau saling mendekati karena konsentrasi pewarna hijau dan biru adalah sama.

c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.50 dibawah ini.

Tabel 4. 50 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera




Gambar 4. 44 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

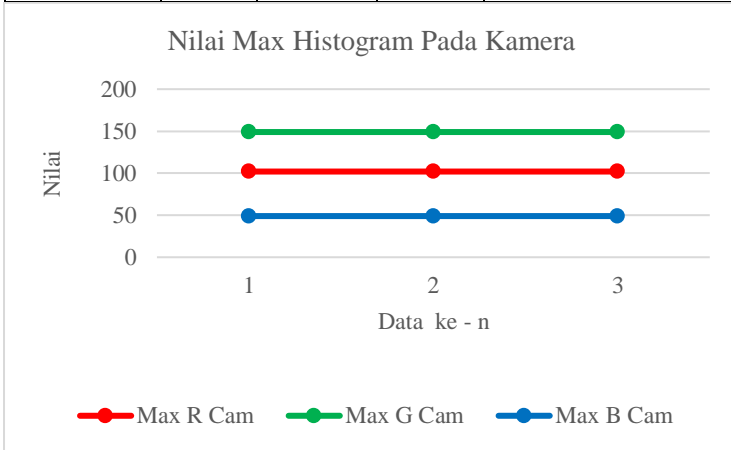
Berdasarkan tabel 4.50 dan gambar 4.44, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya dikarenakan presentase dari kanal hijau lebih tinggi dari kanal lainnya.

d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.51 dibawah ini.

Tabel 4. 51 Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	102	149	49	
2	102	149	49	
3	102	149	49	



Gambar 4. 45 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Berdasarkan tabel 4.51 dan gambar 4.45, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya dikarenakan presentase dari kanal hijau lebih tinggi dari kanal lainnya.

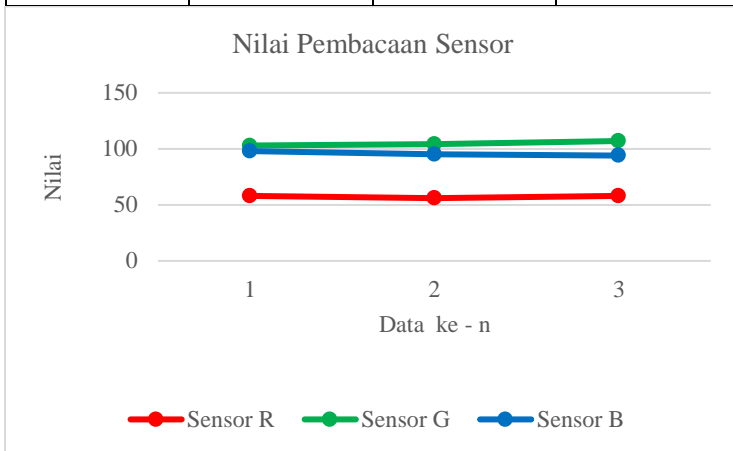
e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4. 52 Nilai Pembacaan pada Sensor

Data Ke - n	R	G	B
-------------	---	---	---

1	58	103	98
2	56	104	95
3	58	107	94



Gambar 4. 46 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.52 dan gambar 4.46, nilai pada kanal hijau dan biru memiliki nilai yang hampir sama dengan jumlah presentasi yang sama pula.

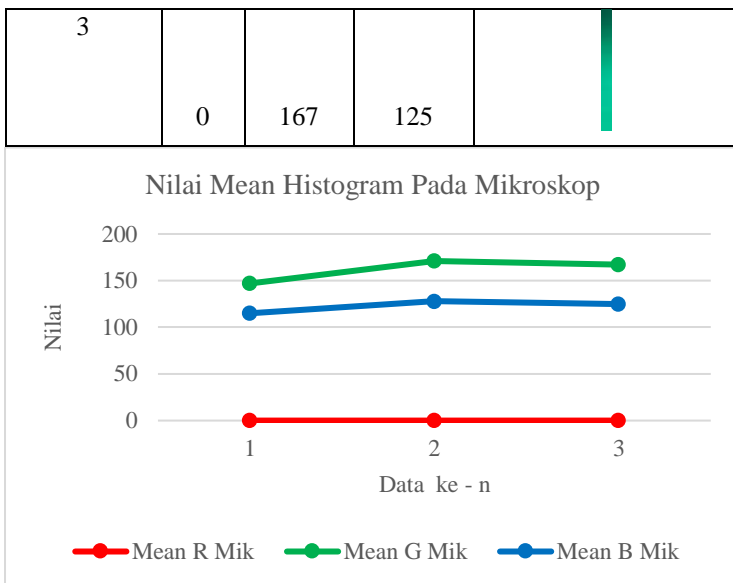
3. Campuran Pewarna Merah (20 %), Hijau (20 %) dan Biru (60 %).

a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.53 dibawah ini.

Tabel 4. 53 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	0	147	115	
2	0	171	128	



Gambar 4. 47 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar
Mikroskop

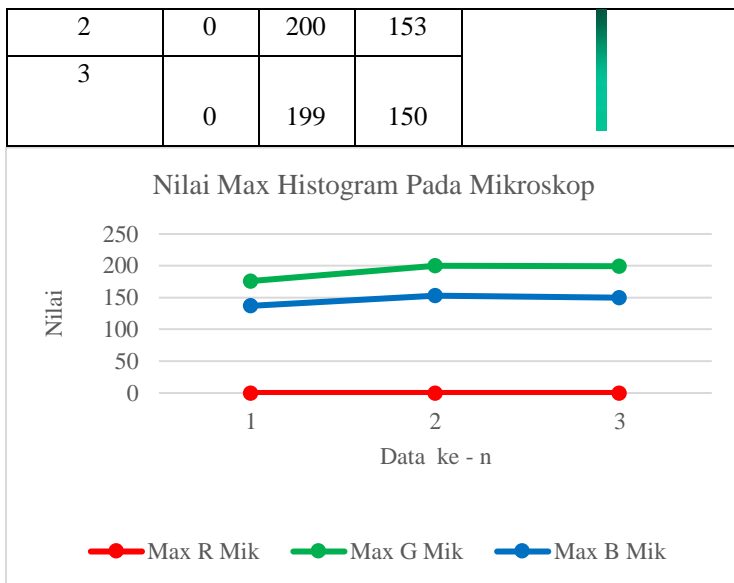
Berdasarkan tabel 4.53 dan gambar 4.47, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal biru yang dominan, diikuti dengan kanal lainnya.

b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.54 dibawah ini.

Tabel 4. 54 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	0	176	137	




Gambar 4. 48 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

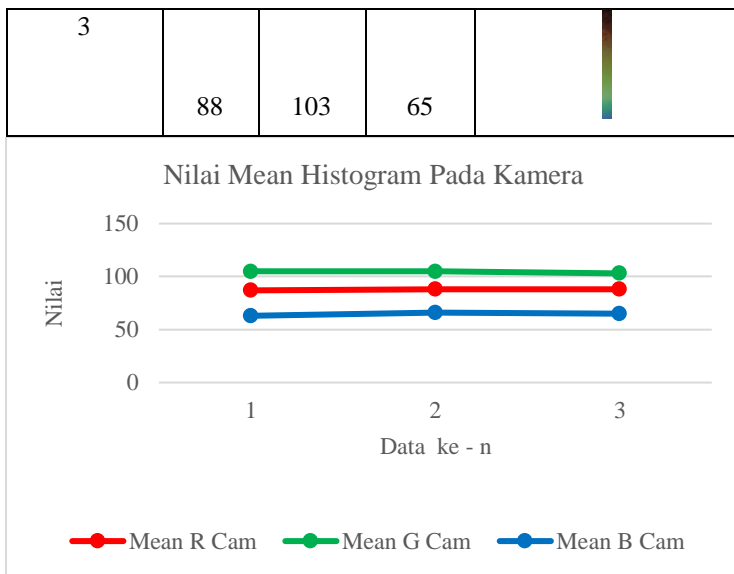
Berdasarkan tabel 4.54 dan gambar 4.48, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal biru yang dominan, diikuti dengan kanal lainnya.

c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.55 dibawah ini.

Tabel 4. 55 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	87	105	63	
2	88	105	66	




Gambar 4. 49 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

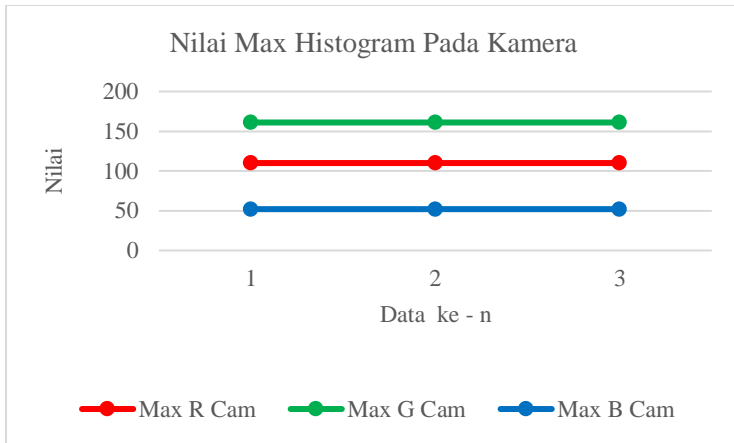
Berdasarkan tabel 4.55 dan gambar 4.49, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal biru yang dominan, diikuti dengan kanal lainnya.

d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4. 56 Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	110	161	52	
2	110	161	52	
3	110	161	52	



Gambar 4. 50 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

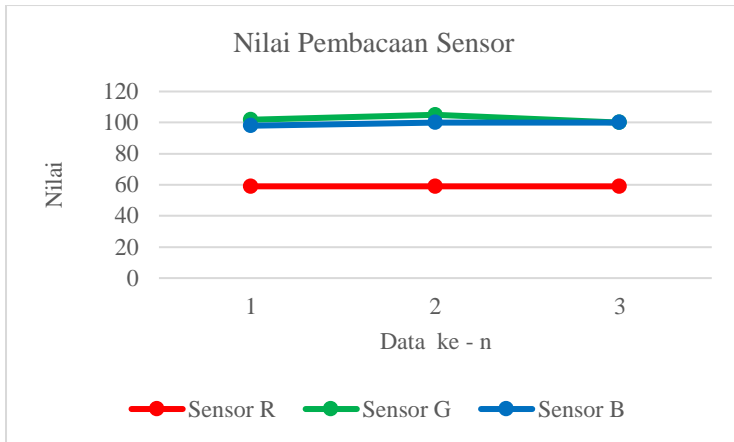
Berdasarkan tabel 4.56 dan gambar 4.50, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal biru yang dominan, diikuti dengan kanal lainnya.

e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.57 dibawah ini.

Tabel 4. 57 Nilai Pembacaan pada Sensor

Data Ke – n	R	G	B
1	59	102	98
2	59	105	100
3	59	100	100



Gambar 4. 51 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.57 dan gambar 4.51, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal biru yang dominan, diikuti dengan kanal lainnya.

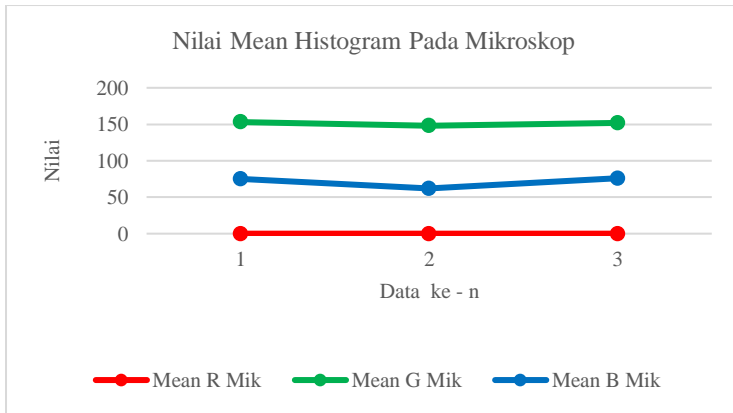
4. Campuran Pewarna Merah (40 %), Hijau (40 %) dan Biru (20 %).

a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.58 dibawah ini.

Tabel 4. 58 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	0	153	75	
2	0	148	62	
3	0	152	76	



Gambar 4. 52 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

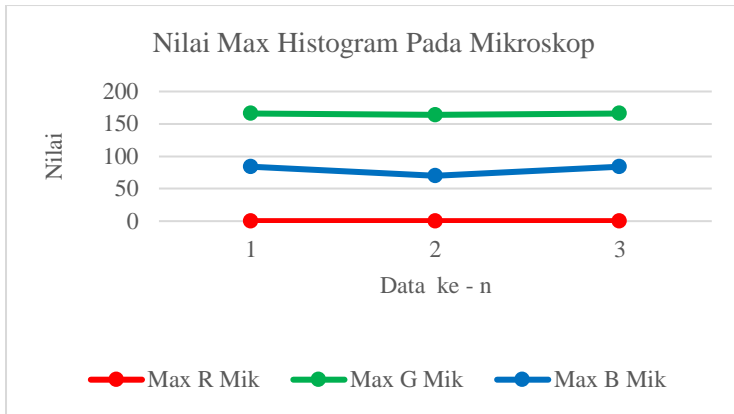
Berdasarkan tabel 4.58 dan gambar 4.52, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal hijau dan merah adalah sama serta dominan terhadap kanal biru.

b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.59 dibawah ini.

Tabel 4. 59 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	0	166	84	
2	0	164	70	
3	0	166	84	



Gambar 4. 53 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

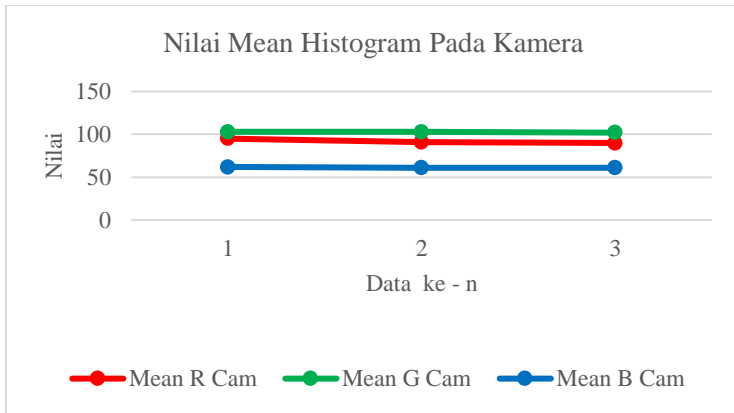
Berdasarkan tabel 4.59 dan gambar 4.53, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang lebih dominan terhadap kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal hijau dan merah adalah sama serta dominan terhadap kanal biru.

c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.60 dibawah ini.

Tabel 4. 60 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	95	103	62	
2	91	103	61	
3	90	102	61	



Gambar 4. 54 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

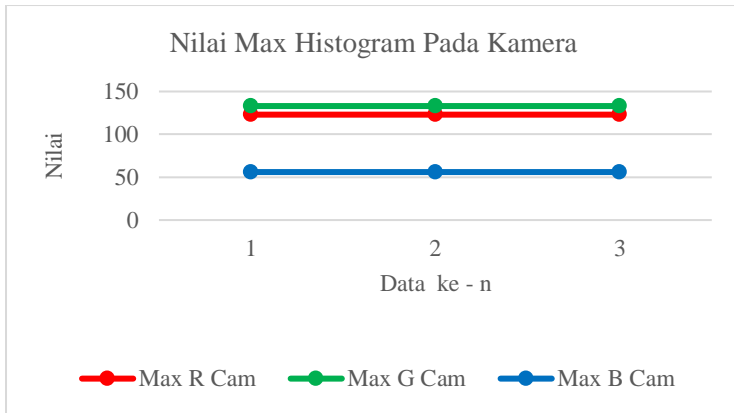
Berdasarkan tabel 4.60 dan gambar 4.54, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang mendekati nilai kanal merah. Hasil ini sesuai dengan komposisi dari sampel.

d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.61 dibawah ini.

Tabel 4. 61 Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	123	133	56	
2	123	133	56	
3	123	133	56	



Gambar 4. 55 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

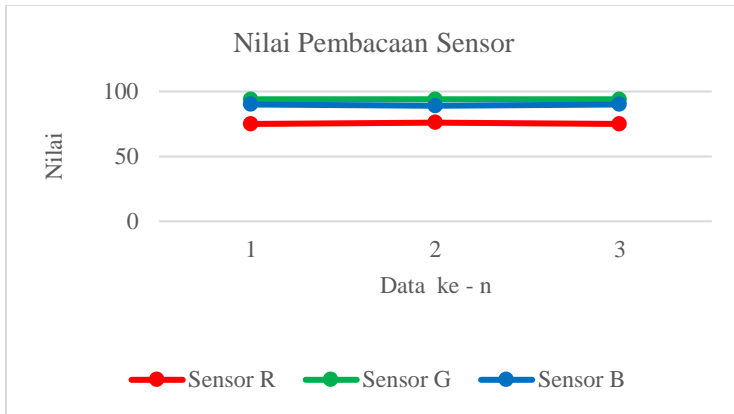
Berdasarkan tabel 4.61 dan gambar 4.55, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang mendekati nilai kanal merah. Hasil ini sesuai dengan komposisi dari sampel.

e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.62 dibawah ini.

Tabel 4. 62 Nilai Pembacaan pada Sensor

Data Ke – n	R	G	B
1	75	94	90
2	76	94	89
3	75	94	90



Gambar 4. 56 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.62 dan gambar 4.56, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang hampir sama dengan kanal biru. Seharusnya nilai kanal merah dan biru dominan terhadap kanal hijau.

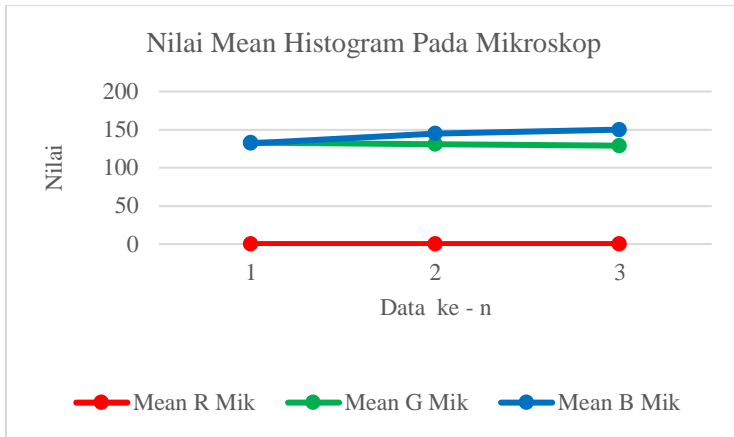
5. Campuran Pewarna Merah (40 %), Hijau (20 %) dan Biru (40 %).

a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.63 dibawah ini.

Tabel 4. 63 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	0	133	132	
2	0	131	145	
3	0	129	150	



Gambar 4. 57 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

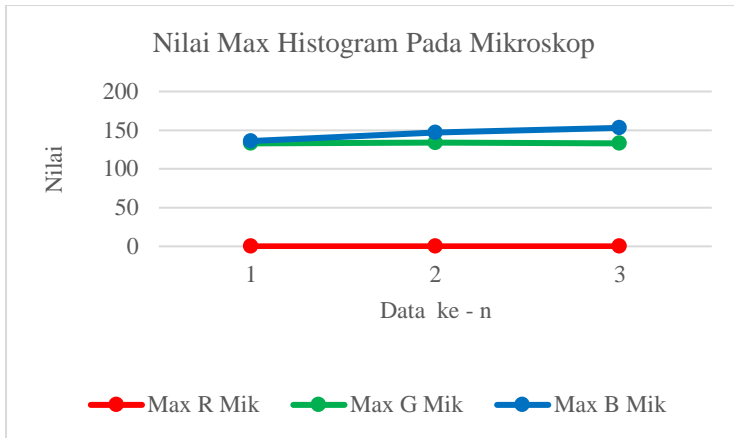
Berdasarkan tabel 4.63 dan gambar 4.57, nilai pada kanal hijau dan biru memiliki nilai yang dominan dibandingkan dengan kanal merah. Seharusnya nilai kanal biru dan merah dominan terhadap kanal hijau.

b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.64 dibawah ini.

Tabel 4. 64 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	0	133	136	
2	0	134	147	
3	0	133	153	



Gambar 4. 58 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

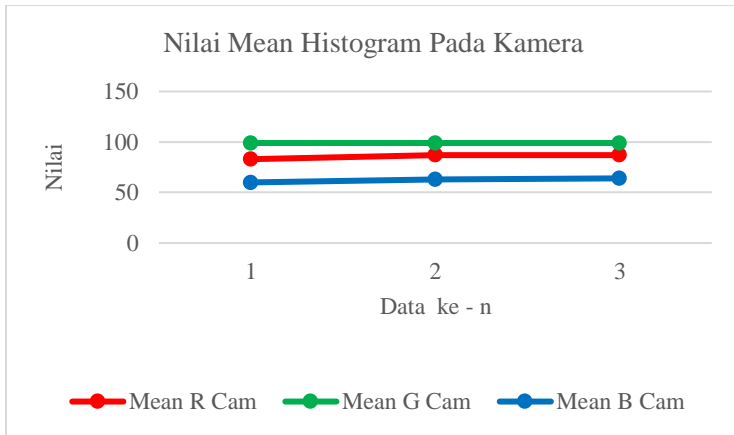
Berdasarkan tabel 4.64 dan gambar 4.58, nilai pada kanal hijau dan biru memiliki nilai yang dominan dibandingkan dengan kanal merah. Seharusnya nilai kanal biru dan merah dominan terhadap kanal hijau.

c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.65 dibawah ini.

Tabel 4. 65 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	83	99	60	
2	87	99	63	
3	87	99	64	



Gambar 4. 59 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

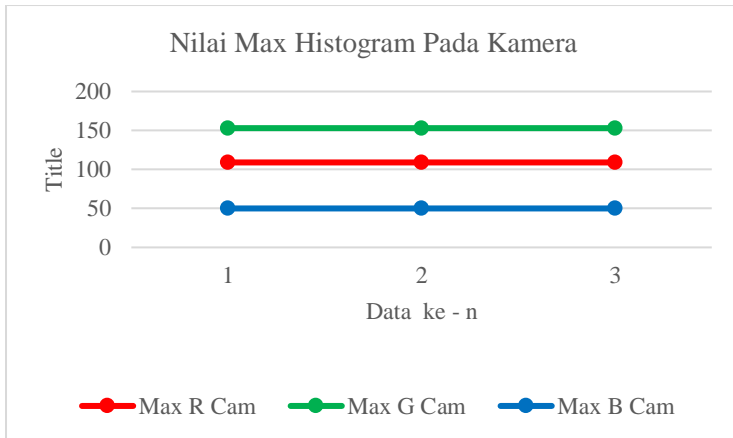
Berdasarkan tabel 4.65 dan gambar 4.59, nilai pada kanal hijau lebih dominan dibandingkan kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal merah dan biru dominan terhadap nilai kanal hijau.

d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.66 dibawah ini.

Tabel 4. 66 Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	109	153	50	
2	109	153	50	
3	109	153	50	



Gambar 4. 60 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

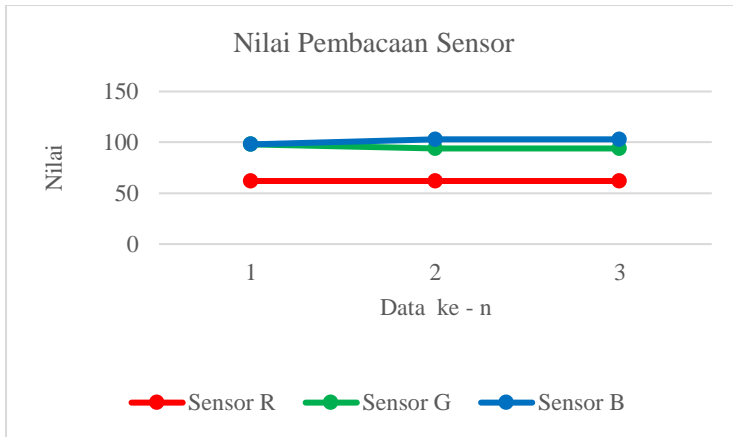
Berdasarkan tabel 4.66 dan gambar 4.60, nilai pada kanal hijau lebih dominan dibandingkan kanal lainnya. Seharusnya nilai kanal merah dan biru dominan terhadap nilai kanal hijau.

e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.67 dibawah ini.

Tabel 4. 67 Nilai Pembacaan pada Sensor

Data Ke – n	R	G	B
1	62	98	98
2	62	94	103
3	62	94	103



Gambar 4. 61 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.67 dan gambar 4.61, nilai pada kanal hijau memiliki nilai yang hampir sama dengan kanal biru. Seharusnya nilai kanal merah dan biru dominan terhadap kanal hijau.

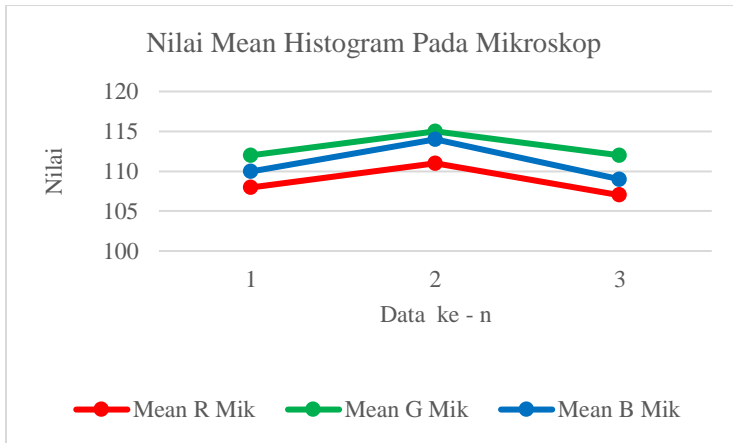
6. Campuran Pewarna Merah (60 %), Hijau (20 %) dan Biru (20 %).

a. *Mean* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *mean* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.68 dibawah ini.

Tabel 4. 68 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	108	112	110	
2	111	115	114	
3	107	112	109	



Gambar 4. 62 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Mikroskop

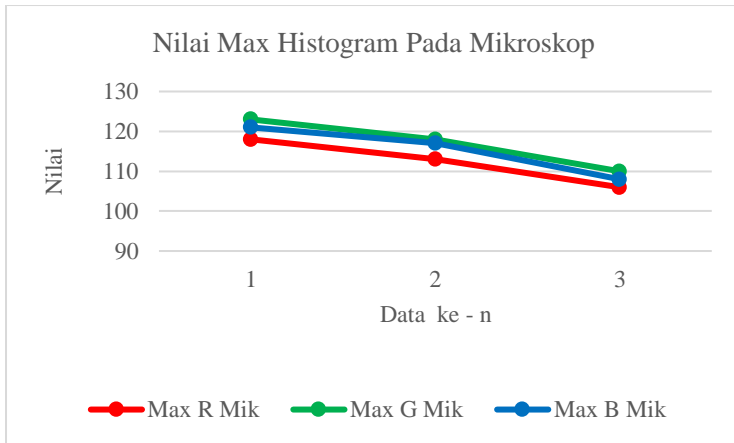
Berdasarkan tabel 4.68 dan gambar 4.62, nilai pada kanal hijau dan biru memiliki nilai yang dominan dibandingkan dengan kanal merah. Seharusnya nilai kanal merah dominan terhadap kanal hijau dan biru.

b. *Max* Histogram Mikroskop

Hasil dari pengukuran *max* histogram mikroskop dapat dilihat pada tabel 4.69 dibawah ini.

Tabel 4. 69 Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	118	123	121	
2	113	118	117	
3	106	110	108	



Gambar 4. 63 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Mikroskop

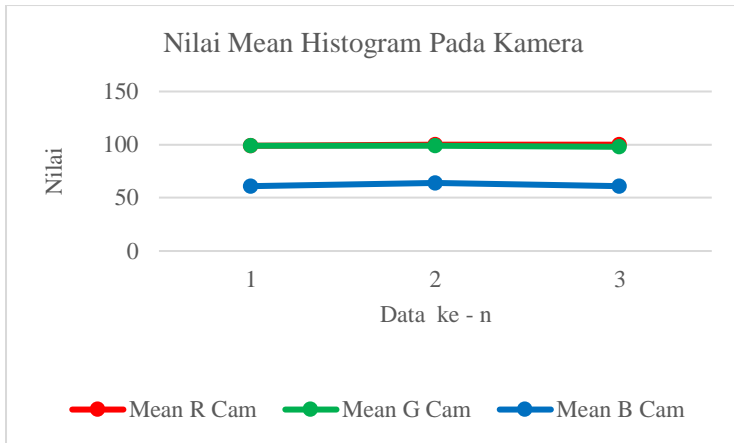
Berdasarkan tabel 4.69 dan gambar 4.63, nilai pada kanal hijau dan biru memiliki nilai yang dominan dibandingkan dengan kanal merah. Seharusnya nilai kanal merah dominan terhadap kanal hijau dan biru.

c. *Mean* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *mean* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.70 dibawah ini.

Tabel 4. 70 Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	99	99	61	
2	100	99	64	
3	100	98	61	



Gambar 4. 64 Grafik Nilai *Mean* pada Histogram gambar Kamera

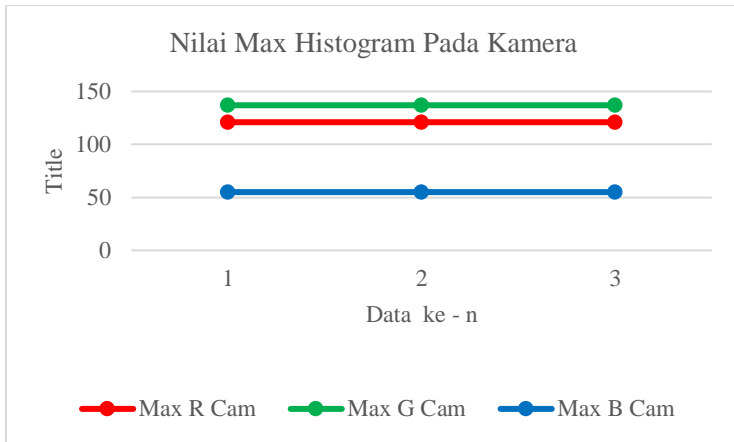
Berdasarkan tabel 4.70 dan gambar 4.64, nilai nilai kanal hijau mendekati nilai kanal merah dan keduanya dominan terhadap kanal biru. Seharusnya nilai kanal merah dominan terhadap kanal hijau dan biru.

d. *Max* Histogram Kamera

Hasil dari pengukuran *max* histogram kamera dapat dilihat pada tabel 4.71 dibawah ini.

Tabel 4. 71 Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

Data Ke - n	R	G	B	Gambar
1	121	137	55	
2	121	137	55	
3	121	137	55	



Gambar 4. 65 Grafik Nilai *Max* pada Histogram gambar Kamera

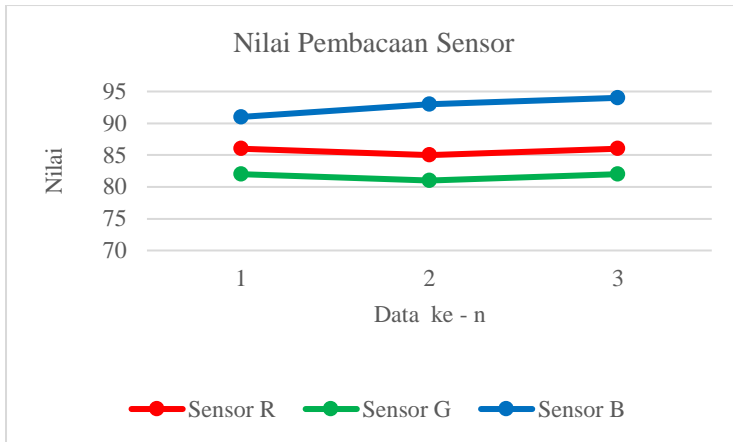
Berdasarkan tabel 4.71 dan gambar 4.6, nilai nilai kanal hijau dominan terhadap kanal merah dan biru. Seharusnya nilai kanal merah dominan terhadap kanal hijau dan biru.

e. Sensor RGB

Hasil dari pengukuran sensor dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4. 72 Nilai Pembacaan pada Sensor

Data Ke – n	R	G	B
1	86	82	91
2	85	81	93
3	86	82	94



Gambar 4. 66 Grafik Nilai Pembacaan pada Sensor

Berdasarkan tabel 4.72 dan gambar 4.66, nilai kanal biru dominan terhadap kanal merah dan hijau. Seharusnya nilai kanal merah dominan terhadap kanal hijau dan biru.

4.1.2 Pengujian *software*

Pengujian software adalah pengujian model ANN dengan menggunakan beberapa model. Dari model-model tersebut akan diambil model terbaik berdasarkan tingkat *error* yang terkecil ketika pengujian model. Dataset diambil dari data yang telah dikumpulkan pada pengujian hardware.

1. Model Pertama

Parameter untuk model pertama dapat pada tabel 4.73.

Tabel 4. 73 Parameter model DNN

No	Parameter	Nilai
1.	Jumlah neuron pada input layer	15
2.	Jumlah hidden layer	3
3.	Jumlah neuron pada output layer	3
4.	Epoch	250
5.	Learning rate	0,0004
6.	Normalisasi	Ya

Hasil pengujian model pertama terhadap data *testing* dapat dilihat pada tabel 4.74

Tabel 4. 74 Pengujian model pada data testing

Kandungan Konsentrasi Sampel (%)									
No	Aktual			Prediksi			Absolute error		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1.	0	0	0	-2.16	0.25	1.03	2.16	0.25	1.03
2.	0	0	100	-0.31	1.16	101.04	0.31	1.16	1.04
3.	20	80	0	12.97	81.67	-1.90	7.03	1.67	1.90
4.	0	60	40	-3.02	36.32	65.39	3.02	23.68	25.39
5.	80	0	20	65.55	-6.96	14.65	14.45	6.96	5.35
6.	40	40	20	39.18	38.59	21.16	0.82	1.41	1.16
7.	33.3	33.3	33.3	33.05	30.17	31.76	0.25	3.13	1.54
8.	20	0	0	18.76	0.19	-0.22	1.24	0.19	0.22
9.	0	20	0	0.05	17.21	-0.09	0.05	2.79	0.09

10.	0	0	10	1.13	-1.04	12.93	1.13	1.04	2.93
------------	---	---	----	------	-------	-------	------	------	------

Absolute *error* pada tabel diatas adalah eror pada masing masing kanal. Rata-rata *error* dari model pertama dapat dilihat pada tabel 4.31

Tabel 4. 75 Pengujian model pada data testing.

No	Absolute error			Error sampel
	R	G	B	
1	2.16	0.25	1.03	1.15
2	0.31	1.16	1.04	0.83
3	7.03	1.67	1.90	3.54
4	3.02	23.68	25.39	17.37
5	14.45	6.96	5.35	8.92
6	0.82	1.41	1.16	1.13
7	0.25	3.13	1.54	1.64
8	1.24	0.19	0.22	0.55
9	0.05	2.79	0.09	0.98
10	1.13	1.04	2.93	1.70
Error rata rata model pertama				3.78

Berdasarkan tabel 4.75, model pertama memiliki nilai rata rata *error* sebesar 12.6 pada pengujian konsentrasi sampel sebanyak 10 sampel.

2. Model kedua

Parameter model kedua dapat pada tabel 4.76

Tabel 4. 76 Parameter model DNN.

No	Parameter	Nilai
1.	Jumlah neuron pada input layer	15
2.	Jumlah hidden layer	15
3.	Jumlah neuron pada output layer	3

4.	Epoch	300
5.	Learning rate	0,001
6.	Normalisasi	Tidak

Hasil pengujian model kedua terhadap data *testing* dapat dilihat pada tabel 4.30.

Tabel 4. 77 Pengujian model pada data *testing*.

No	Kandungan Konsentrasi Sampel (%)								
	Aktual			Prediksi			Absolute error		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1.	0	0	0	-4.17	3.46	-0.30	4.17	3.46	0.30
2.	0	0	100	-4.44	-0.22	96.55	4.44	0.22	3.45
3.	20	80	0	18.98	83.83	1.31	1.02	3.83	1.31
4.	0	60	40	- 10.98	21.52	68.48	10.98	38.48	28.48
5.	80	0	20	76.70	-0.70	17.75	3.30	0.70	2.25
6.	40	40	20	40.71	40.92	21.41	0.71	0.92	1.41
7.	33.3	33.3	33.3	26.52	19.19	40.35	6.78	14.11	7.05
8.	20	0	0	14.65	0.47	0.53	5.35	0.47	0.53
9.	0	20	0	-0.03	16.22	-1.54	0.03	3.78	1.54
10.	0	0	10	-3.08	0.65	11.48	3.08	0.65	1.48

Absolute *error* pada tabel diatas adalah eror pada masing masing kanal. Rata-rata eror dari model kedua dapat dilihat pada tabel 4.78

Tabel 4. 78 Pengujian model pada data testing.

No	Absolute error			Error sampel
	R	G	B	

1	4.17	3.46	0.30	2.64
2	4.44	0.22	3.45	2.70
3	1.02	3.83	1.31	2.05
4	10.98	38.48	28.48	25.98
5	3.30	0.70	2.25	2.08
6	0.71	0.92	1.41	1.01
7	6.78	14.11	7.05	9.32
8	5.35	0.47	0.53	2.12
9	0.03	3.78	1.54	1.78
10	3.08	0.65	1.48	1.74
Error rata rata model kedua				5.14

Berdasarkan tabel 4.78, model kedua memiliki nilai rata rata *error* sebesar 5.14 pada pengujian konsentrasi sampel sebanyak 10 sampel.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sudah bisa mendapatkan data dari *prototipe* yang dibuat diantaranya data pada air, pewarna makanan tanpa campuran serta pewarna makanan tercampur.
2. Data yang diperoleh dari pewarna makanan memiliki nilai yang sesuai antara konsentrasi dan bentuk grafik pada pewarna tunggal pewarna merah dan hijau. Sedangkan pada pewarna biru dan pada pewarna campuran, data yang diperoleh masih kurang sesuai dengan bentuk grafik memiliki perbedaan dengan jumlah pengaturan konsentrasi.
3. Model pertama dengan arsitektur layer yang sederhana dan menggunakan normalisasi, memiliki hasil prediksi yang lebih baik dari model dengan arsitektur layer yang rumit dengan nilai *error* rata rata 3.78 berbading dengan 5.14

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Sa'adah, K. Milah,, "Permintaan Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) di Kelompok Pembudidaya Udang At-Taqwa Paciran Lamongan," *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis. Juli 2019.*, pp. 5(2): 243-251, 2019.
- [2] C. Boyd, "Water Quality in Pond for Aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures," *Auburn University, Alabama, USA.*, p. 482 hal., 1990.
- [3] C. Boyd, "Phytoplankton in Aquaculture Ponds," *Global Aquaculture Advocate*, pp. January/February :65-66, 2009.
- [4] Conte, Pond Fertilization: Initiating an Algae Bloom, Western Regional Aquaculture Center, 2000.
- [5] R. Rulaningtyas, A. B. Suksmono, T. L. R. Mengko , G. A. P. Saptawati,, "Segmentasi Citra Berwarna dengan Menggunakan Metode Clustering Berbasis Patch untuk Identifikasi Mycobacterium Tuberculosis," *Jurnal Biosains Pascasarjana Vol. 17 (2015)*, 2015.
- [6] W. Ayu, G. A. Pradipta, Putu Desiana, "Segmentasi

Citra Telur Ayam Berdasarkan Perbedaan Ruang Warna RGB DAN LAB," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2017 (SENTIKA 2017)*, Yogyakarta.

- [7] R. Efendi, E. P. Purwandari, E. T. Mareta, "Segmentasi Warna Untuk Pendeteksian Rambu Lalu Lintas," in *Seminar Nasional Inovasi, Teknologi dan Aplikasi (SeNITiA)*, 2018.
- [8] J. Radjabaycolle, R. Pulungan, "Prediksi Penggunaan Bandwidth Menggunakan Elman Recurrent Neural Network," *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, pp. Volume 10 Nomor 2, Hal. 127 – 135, Desember 2016, .
- [9] Guntoro, L. Costaner, Lisnawita , "Prediksi Jumlah Kendaraan di Provinsi Riau Menggunakan Metode Backpropagation," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, Vol. 14, No. 1 Februari* , 2019.
- [10] S. Kusumadewi, *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan Matlab dan Excell Link*, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu, 2004.
- [11] A. I. Gunawan, B. S. B. Dewantara, A. E. Pratama, I. Puspitasari, T. A. Setya, "A Study for Estimation of

- Bio Organism Content on Aquaculture Pond Based on Image Color and Light Intensity," in *International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications (IES-ETA)*, Surabaya, Indonesia, , 2019.
- [12] O. Meiyanto, A. I. Gunawan, dan B. S. B. Dewantara, "Studi Analisis Konsentrasi Warna Pada Cairan Pewarna Makanan Dengan Metode Pengukuran Optical Density," *Briliant*, pp. Hal. 710-725, November 2021.
- [13] Amin, M. R., " Otomatisasi Perangkat Listrik Rumah Tangga Menggunakan Android Berbasis Arduino.," Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, 2016.
- [14] OpenCV, "About," 2020. [Online]. Available: <https://opencv.org/about/>.
- [15] OpenCV, "Histograms - 1 : Find, Plot, Analyze !!!," 2022. [Online]. Available: https://docs.opencv.org/4.x/d1/db7/tutorial_py_histogram_begins.html.
- [16] A. Johansson, O. Sandberg , A COMPARATIVE STUDY OF DEEP-LEARNING APPROACHES

FOR ACTIVITY RECOGNITION USING SENSOR
DATA IN SMART OFFICE ENVIRONMENTS,
Malmö, 2018.

- [17] K. P. /. B. D. K. d. Perikanan, Strategic
Environmental Assessment for Indonesia Master Plan
for Accelerated and Expansion of Economic
Development(MP3EI), 2014.
- [18] H. P. T. N. C. C. M. C. R. U.-P. S. S. H. S. d. K. S.
Phillips M, "Menjelajahi masa depan perikanan
budidaya Indonesia," *Penang, Malaysia: WorldFish*,
2016.
- [19] OpenCV, "About," [Online]. Available:
<https://opencv.org/about/>. [Accessed 2021].