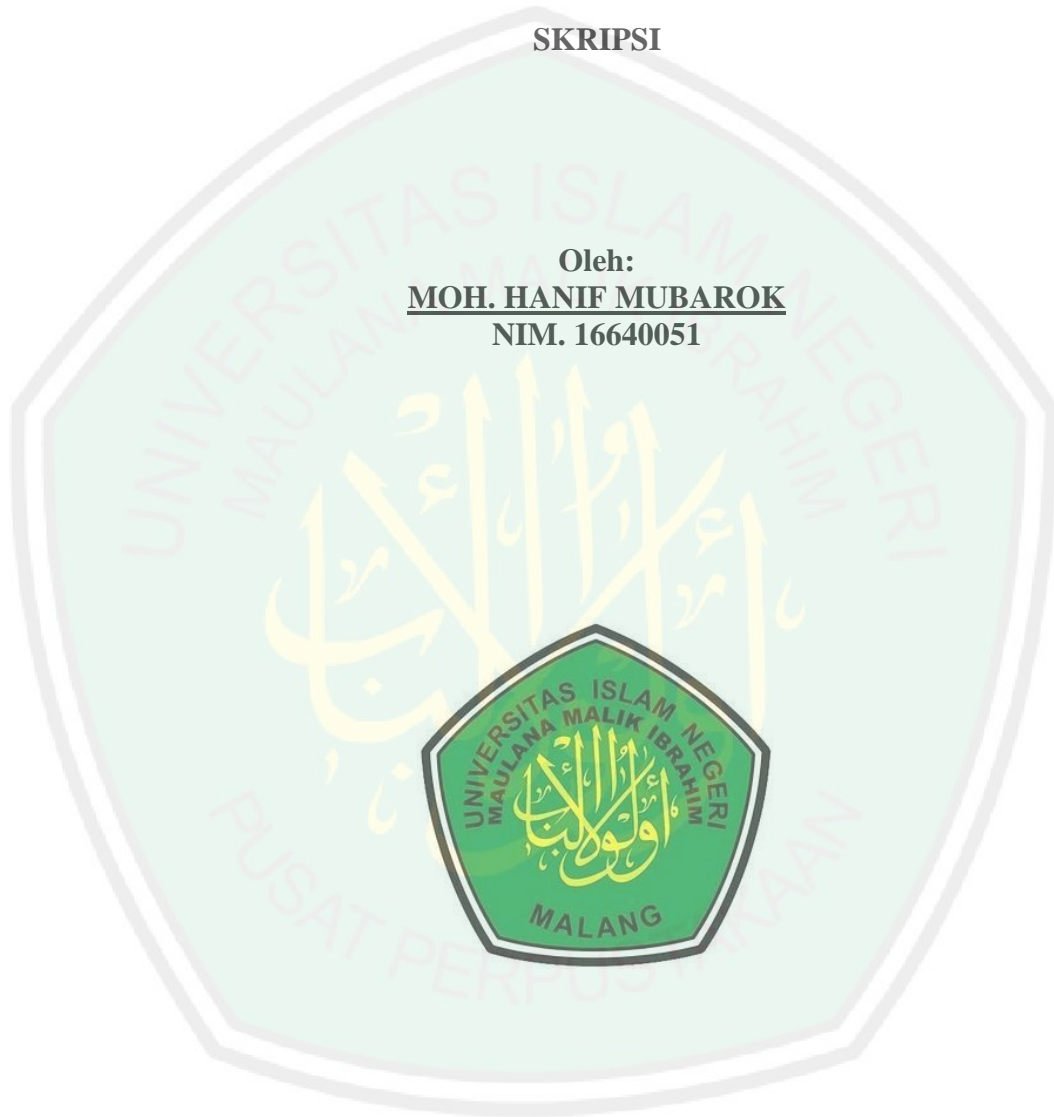


**PENGARUH KELEMBAPAN SEBAGAI SALAH SATU FAKTOR
PENENTU KUALITAS BERAS BERDASARKAN CITRA SPEKEL
BERBASIS *GRAPHICAL USER INTERFACE* (GUI) MATLAB**

SKRIPSI

Oleh:
MOH. HANIF MUBAROK
NIM. 16640051



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

HALAMAN PENGANTAR

**PENGARUH KELEMBAPAN SEBAGAI SALAH SATU FAKTOR
PENENTU KUALITAS BERAS BERDASARKAN CITRA SPEKEL
BERBASIS *GRAPHICAL USER INTERFACE* (GUI) MATLAB**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

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

Oleh:

**MOH. HANIF MUBAROK
NIM. 16640051**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH KELEMBAPAN SEBAGAI SALAH SATU FAKTOR
PENENTU KUALITAS BERAS BERDASARKAN CITRA SPEKEL
BERBASIS *GRAPHICAL USER INTERFACE* (GUI) MATLAB

SKRIPSI

Oleh:
Moh. Hanif Mubarok
NIM. 16640051

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 11 Desember 2020

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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



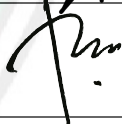
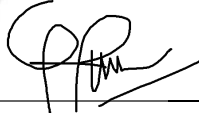
HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH KELEMBAPAN SEBAGAI SALAH SATU FAKTOR
PENENTU KUALITAS BERAS BERDASARKAN CITRA SPEKEL
BERBASIS *GRAPHICAL USER INTERFACE* (GUI) MATLAB

SKRIPSI

Oleh:
Moh. Hanif Mubarak
NIM. 16640051

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 21 Desember 2020

Penguji Utama	: <u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Ketua Penguji	: <u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si</u> NIDT. 19870215 20180201 2 233	
Sekretaris Penguji	: <u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota Penguji	: <u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	



Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika

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

HALAMAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh. Hanif Mubarak

NIM : 16640051

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

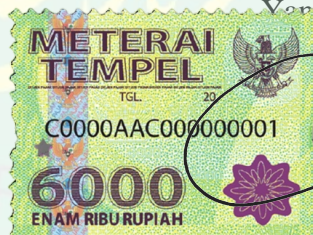
Judul Penelitian : Pengaruh Kelembapan Sebagai Salah Satu Faktor Penentu Kualitas Beras Berdasarkan Citra Spekel Berbasis *Graphical User Interface (GUI) MATLAB*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 21 Desember 2020

Yang Membuat Pernyataan,




Moh. Hanif Mubarak
NIM. 16640051

MOTTO

“Disiplin Langkahku, Langkah Kecilku Awal Kesuksesan”

kesuksesan adalah keberuntungan yang didapat dari proses melakukan suatu usaha. Karena orang yang berusaha pasti akan sukses, sedangkan orang yang sukses adalah orang yang beruntung, namun keberuntungan itu merupakan hasil dari suatu proses.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur Alhamdulillah

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ayah Fatchur Rohman dan Ibu Rodlinah untuk kasih, sayang, dan motivasi, serta doa yang tiada henti. Sehingga saya dapat menjalani dan melewati segala rintangan yang ada dalam kehidupan.
2. Kakak-kakak saya yang saya banggakan, Findah Rahmawatus Sholehah dan Niromdli Qubailil Fajri yang selalu mendukung dan mendoakanku.
3. Para dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukkan melalui keluasan ilmu pengetahuan. Semoga dapat bermanfaat di dunia dan di akhirat.
4. Ibu Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si yang telah memberikan kesempatan yang luar biasa untuk saya dalam mengikuti penelitian beliau, serta arahan dan masukkan melalui keluasan ilmu pengetahuan. Semoga dapat bermanfaat di dunia dan di akhirat.
5. Teman-teman seperjuangan di program stui S1 Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang angkatan 2016 yang selalu memberikan motivasi.
6. Teman-teman seperjuangan dalam penelitian ini, Mahardhika Mega Utama, S.Si dan Muhammad Abid Alfinnur yang sangat membantu dalam penyelesaian skripsi saya.
7. Teman satu kos, Dedik Setiawan, S.Si yang telah banyak memberi motivasi dalam penyelesaian skripsi saya.

Saya ucapkan terima kasih atas segalanya kepada Allah SWT yang telah mempertemukan saya dengan orang-orang yang luar biasa. Semoga Allah SWT melancarkan seluruh usaha kita semua. Amin.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang penulis susun ini berjudul **“Pengaruh Kelembapan Sebagai Salah Satu Faktor Penentu Kualitas Beras Berdasarkan Citra Spekel Berbasis *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB”**. Sholawat dan salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhamad SAW yang telah menuntun manusia dari jalan kegelapan atau *jahiliyah* menuju jalan yang terang benderang yaitu *addinul islam*.

Selanjutnya penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag. selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid M.Si. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Farid Samsu Hananto, M.T selaku dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan skripsi.
5. Erna Hastuti, M.Si selaku dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan skripsi.
6. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus penguji utama yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan skripsi.
7. Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si selaku dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus ketua penguji yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan skripsi.

8. Keluarga fisika UIN Maulana Malik Ibrahim khususnya teman-teman fisika angkatan 16 yang tiada henti memberikan semangat dan motivasi.
9. Ayah, Ibu, dan Kakak sekeluarga yang selalu memberi semangat, motivasi, dan dukungan yang berharga.
10. Mahardhika Mega Utama, S.Si yang telah memberikan arahan penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Serta seluruh pihak yang membantu penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis berharap penyusunan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pihak yang membaca guna membangun wawasan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Penulis sadar bahwa penyusunan skripsi ini masih mempunyai kekurangan baik dari segi penyusunan, penulisan, dan bahasa. Oleh karena itu Penulis berharap kritik dan saran sebagai masukan bagi penulis untuk yang lebih baik lagi.

Malang, 21 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Beras	8
2.1.1 Faktor yang Memengaruhi Kualitas Beras	8
2.1.2 Standar Kualitas Mutu Beras	9
2.1.3 Beras Kuning	9
2.2 Cahaya	10
2.2.1 Pemantulan Cahaya	10
2.2.2 Interferensi Cahaya	13
2.3 Metode <i>Laser Speckle Imaging</i> (LSI)	17
2.3.1 <i>Laser Speckle Contrast Imaging</i> (LSCI)	18
2.4 Cahaya dalam Perspektif Al-Qur'an	24
2.5 <i>Software</i> MATLAB	28
2.6 Citra Digital	30
2.7 Pengolahan Citra Digital	31
2.8 <i>Laser Pointer</i>	33
2.9 Kamera VGA (<i>Action Camera VGA 30 FPS</i>)	34
2.10 <i>Color Reader</i>	35
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	38
3.2 Jenis Penelitian	38
3.3 Studi Literatur	39
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	39
3.4.1 Alat Penelitian	39
3.4.2 Bahan Penelitian	40
3.5 Diagram Alir Penelitian	41

3.5.1	Pembuatan Objek Pengamatan Data Berdasarkan Variasi Kadar Air	42
3.5.2	Pengukuran Persentase Beras Kuning dan Uji $L^*a^*b^*$	42
3.5.3	Pembuatan Aplikasi Berbasis GUI MATLAB	43
3.6	Prosedur Perancangan Alat dan Aplikasi	43
3.6.1	Prosedur Penyusunan Alat Pengambilan Data Citra Beras	44
3.6.2	Prosedur Pembuatan Aplikasi Pengolahan Citra Spekel	45
3.7	Metode Pengambilan Data	47
3.8	Pengolahan Data	48
3.8.1	Penentuan Nilai Kontras dari Citra Spekel	49
3.8.2	Penentuan Persentase Beras Kuning	49
3.9	Metode Analisis Data	49
3.10	<i>Layout Interface</i> Aplikasi Pengolahan Citra Spekel Berbasis GUI MATLAB	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Penelitian	51
4.1.1	Hasil Preparasi Sampel	52
4.1.2	Hasil Pengujian Sampel	54
4.1.3	Hasil Pengolahan Data Nilai Kadar Air Beras dan Lama Waktu Penyimpanan	55
4.1.4	Hasil Pengolahan Data Nilai Kontras Beras	59
4.1.5	Hasil Pengolahan Data Nilai Persentase Beras kuning	63
4.1.6	Karakteristik Kadar Air pada Nilai Kontras	66
4.1.7	Karakteristik Kadar Air pada Persentase Beras Kuning	72
4.2	Pembahasan	74
4.2.1	Pengaruh Kadar Air Terhadap Perubahan Kontras Spekel Beras	74
4.2.2	Pengaruh Kadar Air Terhadap Kerusakan Beras	82
4.2.3	Analisis Hubungan Persentase Beras Kuning Terhadap Uji Nilai $L^*a^*b^*$	83
4.2.4	Analisis Nilai Kontras Spekel Beras dengan Kerusakan Beras Berbasis GUI MATLAB	87
4.3	Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an	101
BAB V PENUTUP		
4.1	Kesimpulan	105
4.2	Saran	106
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Beras Baik dan Buruk	8
Gambar 2.2	Prinsip Pemantulan Cahaya	10
Gambar 2.3	Pemantulan Cahaya Teratur	12
Gambar 2.4	Pemantulan Cahaya Baur	12
Gambar 2.5	Hasil Gelombang Interferensi Konstruktif	14
Gambar 2.6	Hasil Gelombang Interferensi Destruktif	15
Gambar 2.7	Skema Percobaan Interferensi Thomas Young	16
Gambar 2.8	Pola Spekel Laser Sintetis Dengan Resolusi 320 x 240 Pixel dan Ukuran Spot 8 Pixel Per Pixel	17
Gambar 2.9	Laser Pointer	33
Gambar 2.10	Action Camera VGA 30 FPS	34
Gambar 2.11	Color Reader	35
Gambar 2.12	Diagram Ruang Warna CIELAB	36
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.1	Sampel Beras	53
Gambar 4.2	(a) Pengukuran dengan Grain Moisture Meter, (b) Sampel beras untuk Pengambilan Data Citra Spekel, dan (c) Sampel Beras untuk Uji $L^*a^*b^*$	55
Gambar 4.3	Grafik Pengaruh Nilai Kadar Air Dilihat Pada Penambahan Hari	56
Gambar 4.4	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Kadar Air Pada Sampel 13 %	57
Gambar 4.5	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Kadar Air Pada Sampel 14 %	58
Gambar 4.6	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Kadar Air Pada Sampel 15 %	59
Gambar 4.7	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras	60
Gambar 4.8	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Pada Sampel 13 %	61
Gambar 4.9	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Pada Sampel 14 %	62
Gambar 4.10	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Pada Sampel 15 %	63
Gambar 4.11	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Persentase Beras Kuning Pada Sampel 13 %	65
Gambar 4.12	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Persentase Beras Kuning Pada Sampel 14 %	65
Gambar 4.13	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Persentase Beras Kuning Pada Sampel 15 %	66
Gambar 4.14	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 12,5%	67
Gambar 4.15	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 13%	68
Gambar 4.16	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 13,5%	68

Gambar 4.17	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 14%	69
Gambar 4.18	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 14,5%	70
Gambar 4.19	Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 15%	70
Gambar 4.20	Citra Spekel Beras pada Penambahan Hari ke-1 s/d 7 (Merek Beras Mentari)	75
Gambar 4.21	Citra Spekel Beras pada Penambahan Hari ke-1 s/d 7 (Merek Beras Cab Belimbing)	76
Gambar 4.22	Citra Spekel Beras pada Penambahan Hari ke-1 s/d 7 (Merek Beras Enak)	77
Gambar 4.23	Citra Spekel Beras Sampel 12,5 %	78
Gambar 4.24	Citra Spekel Beras Sampel 13 %	79
Gambar 4.25	Citra Spekel Beras Sampel 13,5 %	79
Gambar 4.26	Citra Spekel Beras Sampel 14 %	80
Gambar 4.27	Citra Spekel Beras Sampel 14,5 %	81
Gambar 4.28	Citra Spekel Beras Sampel 15 %	81
Gambar 4.29	(a) Letak Menu GUI Baru (b) Menu GUI Baru pada <i>Command Window</i>	88
Gambar 4.30	Pemilihan GUI Kosong untuk Pembuatan Aplikasi	89
Gambar 4.31	Desain <i>Interface</i> GUI dari Aplikasi Analisis Kontras Citra Spekel	89
Gambar 4.32	Pengaturan Identitas dan Tampilan pada <i>Pop-Up Inspector</i>	91
Gambar 4.33	Pengaturan Editor MATLAB untuk Pengisian <i>Coding</i>	92
Gambar 4.34	Pengisian <i>Coding</i> Aplikasi	92
Gambar 4.35	Pemanggil Fitur <i>Deploytool</i>	93
Gambar 4.36	Pemanggil Fitur <i>Application Compiler</i>	93
Gambar 4.37	Memasukkan <i>File</i> Utama Aplikasi dan <i>Package</i>	94
Gambar 4.38	Pengisian Informasi dan <i>File</i> Penunjang Aplikasi	94
Gambar 4.39	Pengujian untuk Menjalankan Aplikasi.....	94
Gambar 4.40	Tampilan Aplikasi	94
Gambar 4.41	<i>File</i> Gambar Ditampilkan pada <i>Listbox</i>	95
Gambar 4.42	Tampilan Aplikasi Ketika Dijalankan	95
Gambar 4.43	Tampilan Aplikasi Ketika Proses Simpan Data	96
Gambar 4.44	Lokasi <i>File</i> Hasil Simpan Data pada Aplikasi	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Persyaratan Mutu	9
Tabel 3.1	Format Rencana Pengambilan Data Nilai Kontras	46
Tabel 3.2	Format Rencana Pengambilan Data Persentase Jumlah Beras Kuning	47
Tabel 3.3	Format Rencana Pengambilan Data $L^*a^*b^*$ Beras Campuran	47
Tabel 3.4	Format Rencana Pengambilan Data $L^*a^*b^*$ Beras Kuning	48
Tabel 4.1	Data Pengukuran Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Air (%) pada Sampel Beras Tanpa Perlakuan	55
Tabel 4.2	Data Pengukuran Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Air (%) pada Sampel Beras dengan Perlakuan	57
Tabel 4.3	Data Pengukuran Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Kontras pada Sampel Beras Tanpa Perlakuan	59
Tabel 4.4	Data Pengukuran Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Kontras pada Sampel Beras dengan Perlakuan	61
Tabel 4.5	Data Penelitian Pengukuran Nilai Persentase Beras Kuning pada Sampel Beras dengan Perlakuan	64
Tabel 4.6	Data Karakterisasi Nilai Kadar Air Dan Kontras Citra Spekel	71
Tabel 4.7	Data Karakterisasi Nilai Kadar Air Dan Persentase Beras kun Citra Spekel	72
Tabel 4.8	Data Nilai $L^*a^*b^*$, Persentase Beras Kuning, dan Kekuningan	84
Tabel 4.9	Fitur <i>Button</i> yang Digunakan Membuat Aplikasi	89

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Dokumentasi Pengambilan Data
- Lampiran 2 Gambar Citra Spekel Beras Pengukuran Nilai Kontras
- Lampiran 3 *Coding* Aplikasi
- Lampiran 4 Data Hasil Pengolahan Citra Spekel
- Lampiran 5 Grafik *Plotting* Data Hasil



ABSTRAK

Mubarok, Moh. Hanif. 2020. **Pengaruh Kelembapan Sebagai Salah Satu Faktor Penentu Kualitas Beras Berdasarkan Citra Spekel Berbasis *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB**. Skripsi: Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Farid Samsu Hananto, M.T, (II) Erna Hastuti, M.Si

Kata Kunci: Kadar Air, Kontras, Persentase Beras Kuning, $L^*a^*b^*$, Laser Speckle Contrast Imaging (LSCI), Graphical User Interface (GUI) MATLAB

Respons masyarakat terhadap beras bermutu sangat tinggi. Sehingga perlu ditetapkan standar minimum dalam pengecekan kualitas mutu beras. Pengukuran kualitas beras sebagian besar masih menggunakan cara manual yang rawan dalam mengakibatkan terjadinya kesalahan karena keterbatasan penglihatan manusia dan subjektivitas penguji. Sehingga pengolahan citra digital dengan memanfaatkan metode *Laser Speckle Contrast Imaging* (LSCI) dapat menjadi salah satu alternatif. Citra spekel diamati dengan melihat perubahan nilai kontras pada *software* MATLAB. Dilakukan pengambilan data penelitian berupa kadar air, persentase beras kuning, nilai kontras, uji $L^*a^*b^*$ dan lama waktu penyimpanan pada beberapa merek beras dan kadar air beras yang berbeda. Data persentase beras kuning dan kontras beras dikarakterisasi berdasarkan nilai kadar airnya untuk menentukan nilai minimum dan maksimum. Diperoleh data karakterisasi kadar air beras baik yaitu 12,5% - 13% dengan persentase beras kuning $\leq 0,89\%$ dan nilai kontras $\leq 1,3183$ a.u, pada beras sedang yaitu 13,5% - 14% dengan persentase beras kuning 0,9% - 1,1% dan nilai kontras $1,1698\text{a.u} - 1,2542\text{a.u}$, dan pada beras buruk yaitu 14,5% - 15% dengan persentase beras kuning 0,95% - 1,186% dan nilai kontras $1,1818\text{a.u} - 1,259\text{a.u}$. Hasil tersebut digunakan dalam pembuatan aplikasi analisis kontras spekel berbasis GUI MATLAB untuk mengetahui kualitas beras berdasarkan kadar air dan persentase beras kuning.

ABSTRACT

Mubarok, Moh. Hanif. 2020. **The Effects of Moisture as a Determining Factor of Rice Quality Based on Speckle Image Using Graphical User Interface (GUI) MATLAB**. Undergraduate Thesis: Physics Department, Science and Technology Faculty, Maulana Malik Ibrahim Islamic State University. Supervisor: (I) Farid Samsu Hananto, M.T, (II) Erna Hastuti, M.Si

Keywords: Moisture Content, Contrast, Percentage of Yellow Rice, $L^*a^*b^*$, Laser Speckle Contrast Imaging (LSCI), Graphical User Interface (GUI) MATLAB

The public responses to quality of rice are very high. So, it is necessary to set a minimum standard in checking the quality of rice. Most of the measurement of rice quality still uses manual methods which are susceptible to causing errors due to limited human vision and the subjectivity of testers. So that digital image processing using the Laser Speckle Contrast Imaging (LSCI) method can be an alternative. The speckle image was observed by looking at the change in the contrast value in the MATLAB software. The research data were collected in the form of water content, percentage of yellow rice, contrast value, $L^*a^*b^*$ test and storage time for different rice brands and rice moisture content. Data on percentage of yellow rice and rice contrast were characterized based on their water content values to determine the minimum and maximum values. Obtained water content characterization data of good rice that are 12.5% - 13% with a percentage of yellow rice $\leq 0.89\%$ and a contrast value ≤ 1.3183 au, on medium rice, that are 13.5% - 14% and 15% with a percentage of rice yellow 0.9% - 1.1% and a contrast value 1.1698a.u - 1.2542a.u, and bad rice is 14.5% - 15% with a percentage of yellow rice 0.95% - 1.186% and a contrast 1.1818a.u - 1.259au. These results were used in making an application of speckle contrast analysis GUI MATLAB to determine the quality of rice based on water content and percentage of yellow rice.

مستخلص البحث

مبارك، محمد حنيف. 2020. تأثير الرطوبة كعامل محدد لجودة الأرز بناءً على الصورة المبنية على الرقطة باستخدام واجهة المستخدم الرسومية (GUI) MATLAB. بحث الجامعي. قسم الفيزياء بكلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولا نامالك ابزاهيم الاسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (1) فاريد شمس هانانتو الماجستير، (2) ارنا هستوتي الماجستير.

الكلمة الاشاريه: محتوى الرطوبة، التباين، نسبة الأرز الأصفر، $L^*a^*b^*$ ، تصوير تباين رقطة الليزر (LSCI)، واجهة المستخدم الرسومية (GUI) MATLAB

ردود الفعل العامة على جودة الأرز عالية جدا. لذلك، من الضروري وضع حد أدنى من المعايير في فحص جودة الأرز. لا يزال معظم قياس جودة الأرز يستخدم طرقًا يدوية تكون عرضة للتسبب في أخطاء بسبب الرؤية البشرية المحدودة والذاتية لدى المختبرين. بحيث يتم معالجة الصور الرقمية باستخدام التصوير بالليزر للتباين (LSCI) طريقة يمكن أن تكون بديلا. تمت ملاحظة صورة البقع من خلال النظر في التغيير في قيمة التباين في برنامج MATLAB. تم جمع بيانات البحث على شكل محتوى مائي، نسبة الأرز الأصفر، قيمة التباين، اختبار $L^*a^*b^*$ ، ووقت التخزين لمختلف ماركات الأرز ومحتوى رطوبة الأرز. تم تمييز بيانات النسبة المئوية للأرز الأصفر وتباين الأرز بناءً على قيم محتوى الماء لتحديد القيم الدنيا والقصى تم الحصول على بيانات توصيف المحتوى المائي للأرز الجيد والتي تتراوح من 12,5% إلى 13% مع نسبة مئوية من الأرز الأصفر $\geq 0.89\%$ وقيمة تباين $\geq 1.3183a.u$ ، على الأرز المتوسط، التي هي 13.5% - 14% مع نسبة أرز أصفر 0.9% - 1.1% وقيمة تباين 1.1698a.u - 1.2542a.u، والأرز السيئ 14.5% - 15% مع نسبة أرز أصفر 0.95% - 1.186% و التباين 1.1818a.u - 1.259a.u. تم استخدام هذه النتائج في تطبيق تحليل تباين البقع GUI MATLAB لتحديد جودة الأرز بناءً على محتوى الماء ونسبة الأرز الأصفر.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia disebut sebagai negara agraris yang kaya dengan sumber pertaniannya. Tanahnya yang subur memungkinkan sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya beraneka ragam tanaman. Salah satunya adalah padi yang juga dikenal dengan nama *Oryza sativa*. Padi menjadi salah satu komoditi strategis dalam hal pangan. Hasil olahan padi berupa beras. Hingga saat ini beras merupakan makanan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia karena mempunyai kandungan gizi yang cukup tinggi. Berdasarkan data dari *United States Department of Agriculture* (USDA), penyedia beras terbesar di dunia didominasi oleh negara-negara di Asia Tenggara (Baldwin dkk, 2012). Indonesia pernah menempati urutan ketiga dalam persediaan beras berdasarkan data Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bapenas) (Rusono dkk, 2014).

Tingkat konsumsi beras yang tinggi menunjukkan bahwa beras memiliki peran yang penting bagi perekonomian negara khususnya di Indonesia, sehingga beras menjadi salah satu bahan pangan yang diatur oleh pemerintah. Untuk itu pemerintah menetapkan kebijakan beras yang berguna menjaga ketersediaan beras dengan tetap mempertahankan kelayakan kualitas pangan masyarakat. Pada umumnya beras yang diperoleh dari hasil pasca panen padi terlebih dahulu disimpan sebelum didistribusikan kepada masyarakat. Dapat disadari bahwa respons masyarakat terhadap beras bermutu sangat tinggi. Sehingga, agar terpenuhinya jaminan mutu beras maka perlu ditetapkan standar minimum dalam pengecekan kualitas mutu dari pihak distributor beras sebelum mendistribusikan

beras kepada konsumen maupun pedagang di pasaran. Dalam hal tersebut Badan Urusan Logistik (Bulog) menjadi perusahaan BUMN yang bergerak dalam penyediaan dan pendistribusian beras pasca panen.

Dalam hal ini Allah SWT berfirman dalam Al-Quran surah ‘Abasa yang berbunyi:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ﴿١﴾ أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٣﴾ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا
حَبًّا ﴿٤﴾ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ﴿٥﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٦﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٧﴾ وَفَاكِهَةً وَأَبًّا ﴿٨﴾ مَتَاعًا لَّكُمْ
وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿٩﴾

“Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Kamilah (Allah SWT) yang telah mencurahkan air melimpah (dari langit), kemudian Kami (Allah SWT) belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu di sana Kami (Allah SWT) tambahkan biji-bijian, dan anggur dan sayur-sayuran, dan zaitun dan pohon kurma, dan kebun-kebun (yang) rindang, dan buah-buahan serta rerumputan. (Semua itu) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu.” (Q.S ‘Abasa/80: 24-32).

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir, firman Allah SWT “maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya (QS. ‘Abasa/80: 24)” ini mengandung penyebutan nikmat Allah dan sekaligus menjadi bukti yang menunjukkan bahwa jasad-jasad ini setelah menjadi tulang belulang yang hancur dimakan tanah dan bercerai-berai akan dihidupkan kembali. Hal tersebut diutarakan melalui analogi dihidupkannya tetumbuhan dari tanah yang mati. Untuk itu Allah SWT berfirman: “Sesungguhnya kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit) (QS. ‘Abasa/80: 25)”, yakni kami turunkan hujan dari langit ke bumi. “kemudian kami belah bumi dengan sebaik-baiknya (QS. ‘Abasa/80: 26)”. Maksudnya adalah Allah SWT tempatkan air itu dalam bumi dan masuk melalui celah-celahnya, kemudian meresap ke dalam biji-bijian yang telah disimpan di dalam tanah. Maka tumbuhlah biji-bijian itu menjadi tetumbuhan yang muncul di permukaan bumi,

lalu meninggi. “lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-sayuran (QS. ‘Abasa/80: 27-28)”. Sehingga dari penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa biji-bijian merupakan tanda kebesaran Allah SWT dan pemberian kepada makhluknya terlebih manusia agar dimanfaatkan sebaik-baiknya. Sedangkan pemanfaatan yang baik yakni dengan mengetahui cara menjaga nutrisi maupun gizi beras dengan memerhatikan berbagai macam faktor. Adapun beberapa faktor tersebut diantaranya kelembapan/kadar air, tempat penyimpanan, dan lainnya.

Pengujian kualitas mutu beras hingga kini masih terdapat kelemahan. Adapun kelemahan pengujian parameter kadar air yaitu secara pengukuran tidak langsung dan secara langsung. Pada pengukuran tidak langsung, uji kadar air menggunakan metode oven selama 16 jam. Sedangkan pada pengukuran secara langsung menggunakan alat ukur kadar air berbasis resistansi yaitu *Grain Moisture Meter*. Proses pengukuran tersebut dapat dikatakan rawan dalam mengakibatkan terjadinya kesalahan karena keterbatasan penglihatan manusia dan subjektivitas penguji. Sehingga pengolahan citra digital dapat menjadi salah satu alternatif lain yang memiliki efektivitas dan subjektivitas tinggi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada saat ini. Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam pengujian tersebut yaitu dengan menganalisis pola spekel beras yang diperoleh dari metode *Laser Speckle Imaging* (LSI).

Metode LSI dapat digunakan untuk mendeteksi sinyal optik dari jaringan biologi dan bersifat tidak merusak (*Non-Destructive Detection*) sehingga cocok digunakan untuk mendeteksi kualitas mutu beras. metode tersebut sudah banyak digunakan oleh peneliti untuk mengidentifikasi banyak hal. Seperti contoh metode

LSI untuk mendeteksi formalin pada tomat oleh Fitriya dkk (2015), penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa pada buah tomat yang mengandung formalin memiliki nilai kontras citra spekel lebih kecil apabila dibandingkan dengan nilai kontras citra spekel pada buah tomat yang tidak menggunakan formalin. Selanjutnya metode LSI juga digunakan oleh Fitriya dkk (2018) untuk mengidentifikasi karakteristik buah kelapa sawit siap panen. Dalam hal ini dihasilkan data karakteristik kontras citra yang menunjukkan sawit mentah mempunyai nilai kontras dengan rentang 0,3 – 0,43 a.u. sedangkan sawit matang 0,35 – 0,5 a.u. selain itu buah terlalu matang adalah 0,4 – 0,55 a.u. Penelitian-penelitian tersebut mendorong penulis untuk meneliti kualitas beras dengan metode *Laser Speckel Imaging* (LSI).

Adapun pengujian kualitas mutu beras sudah pernah dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan menggunakan citra digital. Metode citra digital pada penelitian yang dilakukan oleh Nurcahyani dan Ristu (2015) yaitu pengujian pada nilai putih, nilai bersih, dan nilai utuh beras yang diakuisisi melalui pengolahan citra digital. Proses akuisisi dilakukan dengan menganalisis nilai HSV (*Hue, Saturation, Value*) dan menganalisis luas region area objek. Data sampel diuji untuk mendapatkan *decision tree* dengan model ID3 (*Iterative Dichotomiser Tree*). Metode yang digunakan untuk pengujian adalah *k-fold cross validation* dengan nilai $k = 5$. sehingga didapatkan akurasi sebesar 96,67%. Dari pemaparan tersebut dapat disimpulkan bahwa pengolahan citra digital dapat dimanfaatkan untuk melakukan identifikasi kualitas beras dengan metode klasifikasi *decision tree* ID3. Selanjutnya penelitian lain yang dilakukan oleh Amal (2017) yang mana menghasilkan model pengujian yang mampu mengenali

komponen mutu beras yang meliputi butir patah, butir menir, derajat sosoh, dan butir kuning. Selain penelitian di atas, dilakukan juga penelitian kualitas mutu beras merah oleh Antika dkk (2018) membahas tentang klasifikasi mutu beras merah dengan metode *Binerisasi (Tresholding)*, *Median Filtering*, dan *Connected Component Labeling*. Sehingga didapatkan hasil pendeteksian pada pengukuran dan bentuk beras merah yang sangat akurat dengan tingkat akurasi dengan jarak 10 cm dari objek ke kamera adalah 80%. Sedangkan pada jarak 15 cm ke kamera adalah 100%.

Penggunaan citra spekel dalam pengujian kualitas bahan harus memperhatikan beberapa parameter. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah persentase kadar air beras, lama penyimpanan, nilai *mean* (intensitas tingkat keabuan), beras kuning, standar deviasi, nilai kontras, dan nilai kekuningan pada uji $L^*a^*b^*$. Penggunaan parameter tersebut juga merupakan sebagai pengembangan penelitian sebelumnya tentang pengambilan data citra spekel beras dengan beberapa variasi sudut untuk menentukan sudut optimum pengambilan citra spekel. Oleh karena itu dilakukan penelitian kali ini untuk mengetahui pengaruh kadar air beras terhadap perubahan nilai kontras beras dilihat dari sudut optimum. Selain itu juga untuk mengetahui pengaruh kadar air beras tersebut terhadap kualitas beras.

Pengolahan citra untuk memperoleh nilai kontras citra spekel merupakan suatu metode yang cukup jarang diketahui. Sehingga dibuatlah aplikasi analisis kontras citra spekel dengan mengimplementasikan *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB. Dengan pembuatan aplikasi ini diharapkan dapat mempermudah dalam menganalisis citra spekel pada beras.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka didapatkan rumusan masalah dalam penelitian kali ini antara lain yaitu:

1. Bagaimana pengaruh kadar air terhadap perubahan kontras spekel beras?
2. Bagaimana pengaruh kadar air terhadap kerusakan beras?
3. Bagaimana cara menganalisis nilai kontras spekel beras dengan kerusakan beras berbasis GUI MATLAB?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap perubahan kontras spekel beras.
2. Untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap kerusakan beras.
3. Untuk mengetahui cara menganalisis nilai kontras spekel beras dengan kerusakan beras berbasis GUI MATLAB.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membuat penelitian kali ini lebih terarah sesuai yang diharapkan, maka permasalahan yang terbentuk harus diberi batasan. Adapun batasan masalah yang ada pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. *Software* MATLAB yang digunakan yaitu MATLAB versi R2015a.
2. Pengambilan data dilakukan pada sudut maksimum yaitu sudut datang 40° dan sudut tangkap 30° .

3. Pengukuran kadar air menggunakan sensor *Grain Moisture Meter* sebagai kontrol kadar air beras.
4. Jenis kamera yang digunakan adalah *sport action camera* VGA 30 FPS.
5. Jenis laser yang digunakan adalah *laser pointer* dengan panjang gelombang sebesar 650 nm dan output daya sebesar 3 mW.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Manfaat yang dapat diambil oleh penulis dari penelitian kali ini yaitu untuk menambah pengetahuan tentang cara analisis kontras citra spekel dengan metode *Laser Speckle Contrasts Imaging* (LSCI). Serta dapat menambah wawasan tentang bahasa pemrograman maupun penggunaan fitur-fitur yang ada dalam *Software* MATLAB untuk pengolahan citra digital.

2. Bagi Pembaca

Manfaat yang dapat diambil oleh pembaca yaitu untuk mengetahui kualitas beras berdasarkan nilai kontras yang didapatkan dari perubahan kadar air beras dan penambahan jumlah beras kuning dengan sudut datang dan sudut tangkap optimum, serta mengetahui cara penggunaan aplikasi berbasis *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB yang dapat membantu untuk menganalisis kontras citra spekel.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Beras

2.1.1 Faktor yang Memengaruhi Kualitas Beras

Kajian yang dilakukan oleh Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Kementerian Pertanian (BBPadi), menjelaskan faktor yang mempengaruhi kualitas beras, antara lain: fisik dan bentuk, waktu dan fase panen, pengisian bulir, serta fase pembungaan. Secara faktor fisik dan bentuk, komponen kualitas beras meliputi kadar air, butir patah, derajat sosoh, butir menir, beras kepala, butir merah, butir mengapur, benda asing, butir gabah, dan butir kuning (Badan Standarisasi Nasional, 2015).

Butir patah merupakan butir beras sehat maupun cacat yang mempunyai ukuran lebih besar dari 25% sampai dengan lebih kecil 75% dari butir beras utuh. Butir menir merupakan butir beras sehat maupun cacat yang mempunyai ukuran lebih kecil dari 25% bagian beras utuh. Butir kuning merupakan butir beras utuh, beras kepala, beras patah, dan menir yang berwarna kuning atau kuning kecokelatan, sedangkan derajat sosoh yakni tingkat terkelupasnya lapisan katul (aleurone) dan lembaga dari butir beras pada proses penyosohan. Kadar air merupakan jumlah kandungan air dalam biji-bijian yang dinyatakan dalam satuan persen dari berat basah (Badan Standarisasi Nasional, 2015).



Gambar 2.1 Beras Baik dan Buruk
(Sumber: Tokopedia.com, 2019)

2.1.2 Standar Kualitas Mutu Beras

Menurut Badan Standar Nasional (BSN) tahun 2015 pengadaan beras baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun pengadaan beras dari luar negeri sesuai dengan standar Indonesia yaitu:

Tabel 2.1 Spesifikasi Persyaratan Mutu

No.	Komponen Mutu	Satuan	Kelas Mutu			
			Premium	Medium		
				1	2	3
1	Derajat sosoh (min)	(%)	100	100	90	80
2	Kadar air (maks)	(%)	14	14	14	15
3	Beras kepala (min)	(%)	95	95	73	60
4	Butir patah (maks)	(%)	5	5	25	35
5	Butir menir (maks)	(%)	0	2	2	5
6	Butir merah (maks)	(%)	0	2	3	3
7	Butir kuning/rusak (maks)	(%)	0	2	3	5
8	Butir kapur (maks)	(%)	0	2	3	5
9	Benda asing (maks)	(%)	0	0,02	0,05	0,2
10	Butir gabah (maks)	(butir/100g)	0	1	2	3

Proses pengujian yang di tetapkan dari pihak Bulog terdapat dua tahap, yaitu uji visual dan uji laboratorium. Uji kualitas beras secara visual dapat dilihat dari keutuhan, kebersihan, dan putihnya beras. Pengujian beras secara masih menggunakan cara manual, dengan mengandalkan indra penglihatan dan penciuman manusia (Nurchayani dan Ristu, 2015).

2.1.3 Beras Kuning

Butir kuning yaitu butir beras utuh, beras kepala, beras patah, dan menir yang berwarna kuning, kuning kecokelatan, atau kuning semu akibat proses fisik atau aktivitas mikroorganisme. Persamaan 2.1 menunjukkan perhitungan persentase kadar butir kuning (Badan Standardisasi Nasional, 2015).

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

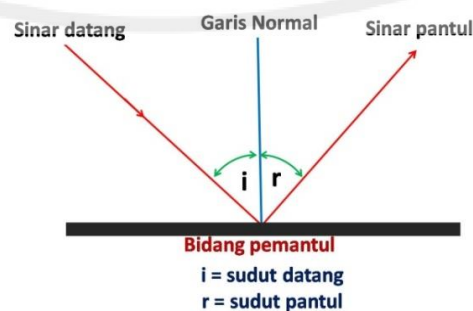
2.2 Cahaya

Cahaya adalah energi berbentuk gelombang elektromagnetik yang kasat mata dengan panjang gelombang sekitar 380–750 nm. Pada bidang fisika, cahaya adalah radiasi elektromagnetik, baik dengan panjang gelombang kasat mata maupun yang tidak. Paket cahaya yang disebut spektrum kemudian dipersepsikan secara visual oleh indra penglihatan sebagai warna. Bidang studi cahaya dikenal dengan sebutan optika, merupakan area riset yang penting pada fisika modern (Bueche dan eugene, 2006).

Selain itu cahaya juga mempunyai sifat yang berkaitan dengan partikel, karena energinya tidak disebarkan merata pada muka gelombang, melainkan dilepaskan dalam bentuk buntalan seperti partikel, sebuah buntalan diskrit (kuantum) energi elektromagnet ini dikenal sebagai sebuah foton (Krane, 1992).

2.2.1 Pemantulan Cahaya

Ketika gelombang dari tipe apa pun mengenai sebuah penghalang seperti misalnya sebuah cermin, gelombang-gelombang baru dibangkitkan dan bergerak menjauhi bidang tersebut. Fenomena ini disebut dengan pemantulan. Pemantulan terjadi pada bidang batas antara dua medium berbeda. Adapun hukum snellius yang menjelaskan tentang pemantulan cahaya yaitu (Halliday, 2013):



Gambar 2.2 Prinsip Pemantulan Cahaya
(Sumber: Hollyday, 2013)

Berdasarkan gambar 2.2, maka hukum Snellius dapat diuraikan sebagai berikut (Bueche dan Eugene, 2006):

- a. Sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar dan bertemu pada satu titik pada bidang tersebut.
- b. Sudut antara sinar pantul dan garis normal (sudut pantul/r) sama dengan sudut sinar datang dan garis normal (sudut datang/i) ($i=r$). Garis normal adalah garis yang tegak lurus bidang datar.

Persamaan umum pemantulan cahaya adalah (Bueche dan Eugene, 2006):

$$\theta_i = \theta_r \quad (2.2)$$

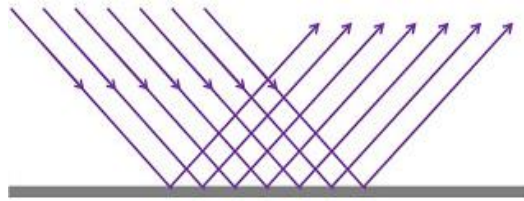
$$I_i \sin \theta_i = I_r \sin \theta_r \quad (2.3)$$

Di mana:

- θ_i = sudut datang (derajat)
- θ_r = sudut pantul (derajat)
- I_i = sinar datang
- I_r = sinar pantul

Cahaya yang datang pada suatu permukaan akan dipantulkan. Pemantulan cahaya ini tergantung pada permukaannya. Adapun jenis pemantulan cahaya dibedakan menjadi dua macam, yaitu (Bueche dan Eugene, 2006):

a. Pemantulan Teratur

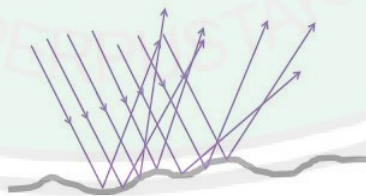


Gambar 2.3 Pemantulan Cahaya Teratur
(Sumber : Bueche dan Eugene, 2006)

Pada permukaan benda yang rata, cahaya dipantulkan membentuk suatu pola yang teratur. Sinar-sinar sejajar yang datang pada permukaan bidang dipantulkan sebagai sinar-sinar sejajar pula. Akibatnya akan membentuk bayangan benda. Pemantulan semacam ini disebut pemantulan teratur atau pemantulan biasa. Sifat-sifat pemantulan teratur antara lain (Bueche dan Eugene, 2006):

1. Berkas sinar-sinar sejajar dipantulkan sejajar juga.
2. Banyak sinar pantul mengenai mata pengamat sehingga tampak bersinar.
3. Terjadi pada benda-benda yang permukaannya halus (rata) seperti baja, kaca, dan aluminium.

b. Pemantulan Baur



Gambar 2.4 Pemantulan Cahaya Baur
(Sumber : Bueche dan Eugene, 2006)

Pada saat cahaya mengenai suatu permukaan yang tidak rata, maka sinar-sinar sejajar yang datang pada permukaan tersebut dipantulkan tidak sebagai sinar-sinar sejajar. Pemantulan yang seperti ini disebut pemantulan baur.

Akibat pemantulan baur ini kita dapat melihat benda dari berbagai arah. Misalnya pada kain atau kertas yang disinari lampu sorot di dalam ruang gelap kita dapat melihat apa yang ada pada kain atau kertas tersebut dari berbagai arah. Sifat-sifat pemantulan baur antara lain (Bueche dan Eugene, 2006):

1. Berkas sinar-sinar sejajar dipantulkan ke segala arah.
2. Hanya sedikit sinar pantul yang mengenai mata pengamat sehingga benda tampak suram.
3. Terjadi pada benda yang mempunyai permukaan kasar.

2.2.2 Interferensi Cahaya

Interferensi adalah fenomena di mana dua atau lebih gelombang saling tumpang tindih pada suatu titik tertentu dalam ruang. Interferensi sebagian besar dibahas untuk gelombang koheren. Dua buah gelombang dikatakan koheren bila kedua gelombang memiliki frekuensi sama dan beda fase yang konstan. Untuk gelombang koheren, pola interferensi dapat digambarkan secara matematis dengan cara yang sederhana (Tipler, 1998).

Ketika dua gelombang koheren dengan amplitudo yang sama berinteraksi satu sama lain (tumpang tindih di suatu titik), maka amplitudo yang dihasilkan pada titik tersebut dapat bervariasi dari nol hingga dua kali amplitudo. Prinsip utama interferensi adalah prinsip superposisi. Interferensi dua gelombang dapat berupa interferensi konstruktif (saling menguatkan) atau interferensi destruktif (saling melemahkan). Berikut ini adalah penjelasan mengenai macam-macam interferensi gelombang (Tipler, 1998):

a. Interferensi Konstruktif

Bila dua atau lebih gelombang tiba sama fase di sebuah titik, maka amplitudo gelombang resultan adalah jumlah dari amplitudo gelombang-gelombang tersebut, yang bersifat saling memperkuat. Hal ini dinamakan interferensi konstruktif. Hasilnya interferensi konstruktif yaitu membentuk gelombang resultan dengan amplitudo lebih tinggi dari amplitudo dari gelombang yang bergabung tersebut (Halliday, (2013)).



Gambar 2.5 Hasil Gelombang Interferensi Konstruktif
(Sumber: Halliday, 2013)

Persamaan umum pola interferensi maksimum dapat dicari apabila memenuhi persamaan sebagai berikut (Halliday, 2013):

$$D \sin \theta = m\lambda \quad (2.4)$$

Persamaan di atas berlaku untuk semua nilai θ . Apabila nilai θ sangat kecil berlaku nilai $\sin \theta \approx \tan \theta = p/L$ (dalam satuan radian). Maka persamaan yang digunakan untuk mencari pola interferensi maksimum adalah (Halliday, 2013):

$$\frac{dp}{L} = m\lambda \quad (2.5)$$

Dimana:

- d = Jarak antara kedua celah
- p = Jarak dari pita terang pusat ke pita terang ke- m
- λ = Panjang gelombang

- $m =$ Orde interferensi (bilangan bulat = 1, 2, 3, . . .)
- $L =$ Jarak celah ke layar (detektor cahaya)

b. Interferensi Destruktif

Ketika gelombang-gelombang berbeda fase sebanyak setengah siklus. Amplitudo resultan itu adalah selisih di antara kedua amplitudo gelombang tersebut dan saling meniadakan. Keadaan saling meniadakan dari gelombang-gelombang individu itu yang disebut interferensi destruktif (Halliday, 2013).



Gambar 2.6 Hasil Gelombang Interferensi Destruktif
(Sumber: Halliday, 2013)

Persamaan umum pola interferensi maksimum dapat dicari apabila memenuhi persamaan sebagai berikut (Halliday, 2013):

$$d \sin \theta = \left(m - \frac{1}{2} \right) \lambda \quad (2.6)$$

Persamaan di atas berlaku untuk semua nilai θ . Apabila nilai θ sangat kecil berlaku nilai $\sin \theta \approx \theta = p/L$ (dalam satuan radian). Maka persamaan yang digunakan untuk mencari pola interferensi maksimum adalah (Halliday, 2013):

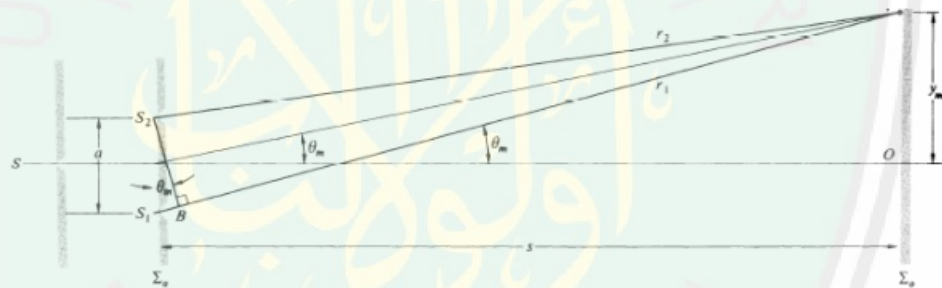
$$\frac{dp}{L} = \left(m - \frac{1}{2} \right) \lambda \quad (2.7)$$

Dimana:

- $d =$ Jarak antara kedua celah
- $p =$ Jarak dari pita terang pusat ke pita gelap ke- m
- $\lambda =$ Panjang gelombang

- m = Orde interferensi (bilangan bulat = 1, 2, 3, . . .)
- L = Jarak celah ke layar (detektor cahaya)

Interferensi cahaya terjadi karena bergabungnya dua gelombang cahaya dimana kedua gelombang cahaya harus bersifat koheren yang berarti kedua gelombang cahaya tersebut mempunyai amplitudo, frekuensi yang sama pada fase yang tetap. Apabila kedua gelombang cahaya berinterferensi memiliki fase yang sama saling memperkuat atau bersifat konstruktif. Sebaliknya, apabila kedua gelombang cahaya tersebut saling memperlemah atau bersifat destruktif jika kedua gelombang bertemu dalam fase yang berlawanan. Interferensi cahaya dapat terjadi pada peristiwa pemantulan dan sinar laser sebagai penghasil cahaya koheren (Tipler, 1998).



Gambar 2.7 Skema Percobaan Interferensi Thomas Young
(Sumber: Bueche dan Eugene, 2006)

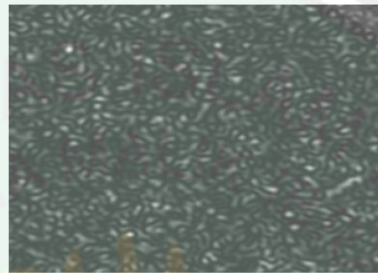
Thomas Young melakukan percobaan untuk membuktikan terjadinya interferensi pada cahaya koheren. Intensitas interferensi cahaya yang terjadi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yaitu (Bueche dan Eugene, 2006):

$$I = 4I_0 \cos^2 \frac{k(r_1 - r_2)}{2} \quad (2.8)$$

$$I = 4I_0 \cos^2 \frac{ym\pi}{s\lambda} \quad (2.9)$$

2.3 Metode *Laser Speckle Imaging* (LSI)

Laser speckle Imaging (LSI) adalah fenomena interferensi gelombang cahaya yang terjadi ketika cahaya koheren digunakan untuk menerangi sampel. Interferensi cahaya ini ditandai dengan visualisasi bintik-bintik terang dan gelap yang disebut spekel. Pola bintik gelap dan terang yang diperoleh dapat bervariasi dalam ukuran dan bentuk, tergantung pada sampel yang digunakan, sumber cahaya yang koheren dan deteksi citra pada sistem (Briers dkk, 2013).



Gambar 2.8 Pola Spekel Laser Sintetis Dengan Resolusi 320×240 Pixel dan Ukuran *Spot* 8 Pixel Per Spekel.
(Sumber : Vaz dkk, 2017)

Efek spekel banyak digunakan dalam aplikasi biomedis sebagai alat untuk mengukur persebaran pola bintik gelap terang pada citra (Briers, 2013). Pemanfaatannya dalam sampel yang dianalisis yaitu pola spekel akan berubah seiring waktu. Perubahan pola spekel yang terukur menyajikan informasi yang dapat dikaitkan variabel yang sedang dianalisis. Analisis pola laser spekel dari waktu ke waktu disebut *dynamic laser speckle* (Vaz dkk, 2017).

Efek yang ditimbulkan pada spekel merupakan hasil dari interferensi gelombang yang memiliki fase yang berbeda dan nilai amplitudonya besar sehingga bersifat interferensi konstruktif yang kemudian memberikan gelombang resultan. Kekasaran obyek merupakan penyebab utama terjadinya spekel. Cahaya pada tiap titik pada gelombang telah tersebar pada setiap titik permukaan yang diterangi cahaya. Jika permukaan kasar maka cukup untuk membuat suatu celah

dengan perbedaan panjang melebihi satu panjang gelombang. Sehingga menimbulkan perubahan fase lebih besar dari 2π , amplitudo dan intensitas cahaya yang dihasilkan bervariasi secara acak. *Digital Speckle Pattern Interferometry* (DSPI) merupakan salah satu teknik interferometri spekel yang melibatkan pola spekel pada permukaan baur, hasil penyinaran cahaya laser yang dipadukan dengan komputer pengelola citra. Konsep dasarnya yaitu merekam citra spekel objek uji sebelum mengalami deformasi dengan kamera CCD dan selanjutnya disimpan dalam memori komputer untuk diolah. Pengelolaan (operasi komputer) yang utama adalah mengurangkan (mensubtraksikan) kedua buah citra tersebut *pixel per pixel*, dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk pola gelap terang (frinji) (Kumala dkk, 2015).

Pola spekel dapat dianalisis dengan menghitung kontrasnya menggunakan metode yang sering disebut *Laser Speckle Contrast Imaging* (LSCI). Kontras pola terkait dengan pancaran sinar cahaya yang ada dalam sampel. Penyebaran yang lebih cepat berarti hubungan dekorasi gambar yang lebih cepat yang mengarah ke kontras yang lebih rendah (Draijer dkk, 2009).

2.3.1 *Laser Speckle Contrast Imaging* (LSCI)

Pola spekel dapat dianalisis dengan menghitung kontrasnya menggunakan metode yang sering disebut *Laser Speckle Contrast Imaging* (LSCI). Kontras pola terkait dengan pancaran sinar cahaya yang ada dalam sampel. Penyebaran yang lebih cepat berarti hubungan dekorasi gambar yang lebih cepat yang mengarah ke kontras yang lebih rendah (Draijer dkk, 2009).

Spekel yang merupakan pola interferensi acak yang dihasilkan oleh fluktuasi intensitas spasial atau temporal dari laser yang tersebar dari permukaan

yang diterangi. Ketika partikel yang menyala bergerak, pola interferensi berubah seiring waktu, dan akhirnya, pola spekel yang berubah terhadap waktu dihasilkan. *Laser Speckle Contrast Imaging* (LSCI) digunakan untuk menganalisis secara statistik fluktuasi intensitas pola spekel yang bervariasi waktu dan memberikan informasi kecepatan 2D tentang partikel yang bergerak dengan resolusi spasial dan temporal (Choi dkk, 2006).

Kontras (c), dari pola spekel laser adalah properti orde pertama yang sering diselidiki untuk menyimpulkan terkait dengan dinamika sistem biofisika. Sebagai contoh, *laser speckle contrast imaging* (LSCI) adalah modalitas yang umum digunakan untuk pencitraan relatif dan kualitatif fluks darah. LSCI relatif sederhana untuk diterapkan, memiliki bidang pandang yang luas, dan resolusi spasial dan temporal yang relatif baik. Fitur-fitur ini memungkinkan teknik-teknik ini digunakan sebagai alat yang kuat dalam pengukuran dan pemantauan sistem secara optik (Khaksari dan Sean, 2017).

Kontras bintik dapat dihitung dengan menggunakan tiga algoritma yang berbeda : yang pertama menggunakan perhitungan kontras berbasis spasial, yang kedua menggunakan perhitungan berbasis temporal dan, ketiga menggabungkan perhitungan spasial dan temporal. Variasi spekel temporal menyediakan informasi yang dapat dikaitkan dengan kecepatan pancar cahaya. Analisis pola spekel laser dengan melihat pancaran cahaya disebut *dynamic laser speckle* (Vaz dkk, 2017).

Ketika berkas atau sinar koheren dari laser dikenakan pada permukaan bahan, maka terbentuklah pola cahaya yang khas dalam bentuk suatu granular (butiran) bernama spekel. Pola gelap terang suatu spekel terjadi karena frekuensi

yang berbeda. Deskripsi tentang statistik distribusi intensitas yang dihasilkan oleh spekel ketika cahaya laser menerangi suatu bahan (Goodman, 2007)

Kekasaran suatu bahan akan menyebabkan distribusi intensitas dan fase yang acak. Pola spekel dapat terbentuk ketika ada perpaduan dari cahaya yang memiliki amplitudo dan fase yang berbeda pada bidang kompleks. Tinjauan secara kompleks didasari dari fenomena alami yang terjadi ketika pola spekel terbentuk. Phasor mempresentasikan sinyal sinusoidal dari cahaya yang mengalami pemantulan. Sehingga tinjauan secara kompleks dalam pola spekel dapat dilihat pada persamaan berikut (Goodman, 2007):

$$u_j(P) = |u_j|e^{i\phi_j} = |u_j|e^{ikr_j} \quad (2.9)$$

Persamaan tersebut adalah jarak (variasi acak) dari elemen sampel yang memiliki intensitas cahaya pada bidang ke j pada titik P . Persamaan tersebut menyatakan cara distribusi cahaya secara acak dalam bidang kompleks dengan fase acak $\phi_j = kr_j$. Maka P dapat dituliskan dalam persamaan (Goodman, 2007):

$$u_j(P) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{j=1}^N u_j(P) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{j=1}^N |u_j|e^{i\phi_j} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{j=1}^N |u_j|e^{ikr_j} \quad (2.10)$$

Dengan mengasumsikan amplitudo u_j dan fase ϕ_j secara statistik *independen* (bebas) dianggap sebagai fase dari data spekel. Fase ϕ_j didistribusikan secara menyeluruh pada interval $(\pi, -\pi)$, dari keadaan tersebut diperoleh persamaan densitas citra spekel. Fungsi densitas pada persebaran intensitas diberikan oleh persamaan di bawah ini (Goodman, 2007):

$$P_{r,i}(U^{(r)}, U^{(i)}) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp \left[-\frac{(u^{(r)})^2 + (u^{(i)})^2}{2\sigma^2} \right] \quad (2.11)$$

Dimana nilai Circular Gaussian, yaitu:

$$\sigma^2 = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^N \frac{\langle |u_j|^2 \rangle}{2} \quad (2.12)$$

Nilai intensitas I dan fase ϕ medan resultan pada bagian riil dan imajiner medan mengacu pada persamaan di bawah ini:

$$U^{(r)} = \sqrt{I} \cos \phi \quad (2.13)$$

$$U^{(i)} = \sqrt{I} \sin \phi \quad (2.14)$$

Rata-rata intensitas pada diagram spekel adalah $\langle I \rangle$. Distribusi intensitas mengikuti hukum eksponensial negatif dimana fase terdistribusi secara merata dalam interval $(-\pi, \pi)$. Distribusi kejadian intensitas didefinisikan pada persamaan di bawah ini (Goodman, 2007):

$$\langle I \rangle = n! (2\sigma^2)^n = n! \langle I \rangle^n \quad (2.15)$$

Probabilitas intensitas $p(I)$ dan probabilitas fase $p(\phi)$ didapatkan dengan menyubstitusikan persamaan 2.13 dan 2.14 ke dalam persamaan 2.11. Sehingga diperoleh persamaan di bawah ini (Goodman, 2007):

$$P_{r,i}(U^{(r)}, U^{(i)}) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp \left[\frac{\sqrt{I} \cos \phi)^2 + (\sqrt{I} \sin \phi)^2}{\langle I \rangle} \right] \quad (2.16)$$

$$= \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp \left[\frac{\sqrt{I}^2 \cos^2 \phi + (\sqrt{I}^2 \sin^2 \phi)^2}{\langle I \rangle} \right] \quad (2.17)$$

$$= \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp \left[\frac{\sqrt{I}^2 (\cos^2 \phi)^2 + \sin^2 \phi)^2}{\langle I \rangle} \right] \quad (2.18)$$

Maka diperoleh persamaan dibawah ini:

$$P_{r,i}(U^{(r)}, U^{(i)}) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp \left[\frac{I}{\langle I \rangle} \right] \quad (2.19)$$

Persamaan tersebut dapat diuraikan untuk memperoleh persamaan probabilitas intensitas $p(I)$ dan probabilitas $p(\phi)$, seperti yang dapat dilihat dibawah ini:

$$p(I) = \frac{1}{\sqrt{I}} e^{-\frac{1}{\langle I \rangle}} \text{ untuk } I \geq 0 \quad (2.20)$$

$$p(\phi) = \frac{1}{2\pi} \text{ untuk } -\pi \leq \phi \leq \pi \quad (2.21)$$

Distribusi kejadian intensitas pada orde kedua dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$\langle I \rangle = n! (2\sigma^2)^n = n! \langle I \rangle^n \quad (2.22)$$

$$\begin{aligned} \langle I^2 \rangle &= 2! \langle I \rangle^2 \\ &= 2\langle I \rangle^2 \end{aligned} \quad (2.23)$$

Standar deviasi diperoleh dari:

$$\sigma^2 = \langle I^2 \rangle - \langle I \rangle^2 = \langle I \rangle \quad (2.24)$$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa standar deviasi dari pola spekel berpolarisasi sama dengan nilai rata-rata intensitas. Nilai kontras dari pola spekel didefinisikan sebagai rasio dari standar deviasi (σ_I) dan $\langle I \rangle$ rata-rata dari intensitas yang diukur dari gambar spekel. Sehingga diperoleh nilai kontras yang dinyatakan dengan persamaan (Goodman, 2007):

Kontras (C), dari pola spekel biasanya didefinisikan sebagai rasio dari deviasi standar σ_I dan μ_I rata-rata dari intensitas yang diukur dari gambar spekel (Khaksari dan Sean, 2017):

$$C = \frac{\sigma_I}{\mu_I} \quad (2.25)$$

Konsep di balik LSCI adalah mengaitkan gerakan pancaran sinar dalam ruang objek atau ruang pencitraan yang diamati. Dengan demikian, pola intensitas spekel yang dicitrakan harus merupakan penduga yang bukan hasil bias dari bidang spekel yang timbul (Khaksari dan Sean, 2017).

Jadi kontras didefinisikan dalam hal nilai yang diharapkan tetapi dalam praktiknya itu dihitung atas daerah spasial (atau temporal, atau keduanya) dalam hal statistika sampel untuk intensitas dapat dinyatakan dengan persamaan (Khaksari dan Sean, 2017):

$$C = \frac{S}{M} \quad (2.26)$$

$$M = \frac{1}{N_s} \sum_{i=1}^N I_i \quad (2.27)$$

$$S^2 = \frac{1}{N_s-1} \sum_{i=1}^N (I_i - M)^2 \quad (2.28)$$

di mana M adalah intensitas rata-rata dari spekel sampel dan S^2 adalah standar deviasi dari intensitas sampel. Jika diasumsikan bahwa statistik sampel (M dan S^2) adalah estimasi cahaya yang tidak bias dari bidang sebenarnya (Khaksari dan Sean, 2017).

Untuk membuat pola spekel terintegrasi waktu untuk membuat gambar kontras spekel laser, *frame* berurutan dijumlahkan berdasarkan intensitas untuk menstimulasikan spekel yang diamati dalam percobaan LSCI yang sebenarnya ketika spekel dinamis dicitrakan dengan waktu pencahayaan yang terbatas. Spekel yang kabur menghasilkan kontras yang berkurang (Khaksari dan Sean, 2017).

Ukuran $N \times N$ *kernel* dipindahkan untuk menghitung kontras di suatu gambar. Ukuran *kernel* biasanya dipilih dengan mempertimbangkan *trade-off* antara akurasi statistik dan resolusi spasial. Ukuran *kernel* yang kecil mengurangi akurasi statistik, sedangkan ukuran *kernel* yang lebih besar membatasi resolusi spasial. Agar pengambilan sampel yang tepat untuk LSCI, perlu diketahui bahwa ukuran satu spekel dalam bidang pencitraan kira-kira sama dengan ukuran satu *pixel* pada *Camera Chargecoupled Device* (CCD) atau VGA. Ukuran spekel ditentukan sebagai berikut (Khaksari dan Sean, 2017).:

$$d = 1.2 \times (M + 1) \times \lambda \times f \quad (2.29)$$

di mana d adalah ukuran spekel, M adalah pembesaran sistem pencitraan, λ adalah panjang gelombang laser, dan f adalah fokus dari lensa kamera.

2.4 Cahaya dalam Perspektif Al-Qur'an

Allah SWT menciptakan cahaya untuk membantu aktivitas makhluk hidup di bumi. Adapun Allah SWT menjelaskan tentang cahaya dalam An-Nur yang berbunyi:

اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ ۗ مِثْلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۗ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۗ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبْرَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ ۗ نُورٌ عَلَى نُورٍ ۗ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاءُ ۗ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَلَ لِلنَّاسِ ۗ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٣٥﴾

“Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya), yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahayanya siapa yang dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu” (QS. An-Nur/24: 35).

Menurut Shihab (2001) pada tafsir Al-Misbah menyatakan bahwa Allah SWT adalah sumber segala cahaya di langit dan di bumi. Dialah yang menerangi keduanya dengan cahaya yang bersifat materiil (al misbah) yang dapat kita lihat dan berjalan di bawahnya. Cahayanya juga ada yang bersifat maknawi (nur) seperti cahaya kebenaran, keadilan, pengetahuan, keutamaan, petunjuk, dan keimanan. Pada lafaz *زُجَاجَةٍ فِي الْمِصْبَاحِ* Allah SWT menunjukkan kejelasan cahayanya yang agung dan bukti-buktinya yang menggunakan adalah seperti cahaya sebuah lampu yang sangat terang. Lampu itu dapat membantu mengumpulkan cahaya dan memantulkannya. Lampu itu berada dalam kaca yang

bening dan bersinar seperti matahari. Adapun konsep cahaya sudah dijelaskan dalam surah Al-Furqan:

أَمْ تَرَى إِلَىٰ رَبِّكَ كَيْفَ مَدَّ الظِّلَّ وَلَوْ شَاءَ لَجَعَلَهُ سَاكِنًا ثُمَّ جَعَلْنَا الشَّمْسَ عَلَيْهِ دَلِيلًا ﴿٤٥﴾

“Apakah kamu tidak memperhatikan (penciptaan) Tuhanmu, bagaimana Dia memanjangkan (dan memendekkan) bayang-bayang; dan kalau Dia menghendaki, niscaya Dia menjadikan tetap bayang-bayang itu kemudian Kami jadikan matahari sebagai petunjuk atas bayang-bayang itu” (Q.S Al-Furqan/25: 45).

Menurut tafsir Ibnu Katsir ayat tersebut menjelaskan dalil-dalil yang menunjukkan kekuasaan Allah SWT. “firman Allah SWT “Apakah kamu tidak memperhatikan (penciptaan) Tuhanmu, bagaimana Dia memanjangkan bayang-bayang? (Al-Furqan/25: 45)”, Ibnu Abbas, Ibnu Umar, Abul Aliyah, Abu Malik, Masruq, Mujahid, Sa'id ibnu Jubair, An-Nakha'i, Ad-Dahhak, Al-Hasan, dan Qatadah telah mengatakan bahwa hal itu terjadi di antara terbitnya fajar sampai dengan terbitnya matahari. “dan kalau Dia menghendaki, niscaya Dia menjadikan tetap bayang-bayang itu (Al-Furqan/25: 45)” yaitu tetap dan tidak hilang. Adapun firman Allah SWT ”kemudian Kami jadikan matahari sebagai petunjuk atas bayang-bayang itu (Al-Furqan/25: 45)” menjelaskan ketika matahari tidak terbit atas bayang-bayang itu, tentulah bayang-bayang tidak akan ada, karena sesungguhnya sesuatu itu tidak dikenal melainkan melalui lawannya. Qatadah dan As-Saddi mengatakan bahwa matahari sebagai petunjuk yang mengiringi dan mengikutinya hingga sinar matahari berada di atasnya.

Di dalam surat Al-Furqon ayat 45 tersebut Allah SWT menjelaskan mengenai matahari sebagai sumber cahaya, salah satu objek yang terbentuk akan adanya cahaya adalah bayangan. panjang dan pendek pada bayangan dalam ayat tersebut menunjukkan adanya proses perputaran bumi baik pada porosnya

maupun mengelilingi matahari. Dalam hal ini proses pembentukan bayangan tersebut berhubungan dengan sudut yang terbentuk dari pancaran sinar matahari terhadap objeknya yaitu bumi. Sehingga adanya peristiwa tersebut makhluk hidup dapat menikmati adanya siang dan malam.

Adapun terbentuknya objek pengamatan cahaya didasari melalui proses sifat alami cahaya, salah satunya yaitu pembiasan. Pelangi merupakan salah satu contoh dari peristiwa pembiasan. Peristiwa terjadinya pelangi juga dijelaskan dalam QS. Faathir:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا ۚ وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيْضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَعَرَايِبٌ سُودٌ ﴿٢٧﴾

“Tidakkah kamu melihat bahwasanya Allah menurunkan hujan dari langit lalu Kami hasilkan dengan hujan itu buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat” (Q.S. Faathir/35: 27).

Menurut tafsir Ibnu Katsir ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT. menyebutkan tentang kekuasaannya yang sempurna melalui segala sesuatu yang diciptakannya yang beraneka ragam bentuk dan rupanya, padahal mereka diciptakan dari air yang diturunkannya dari langit. Lalu tumbuhlah darinya berbagai macam buah yang beraneka ragam warnanya, ada yang kuning, ada yang merah, ada yang hijau, ada yang putih, ada pula warna-warna lainnya, dan bermacam-macam pula rasa dan baunya. Adapun Pelangi terjadi akibat pembiasan cahaya pada titik-titik air. Ketika cahaya ini melewati hujan, panjang gelombang pendek yang bengkok lebih dari yang panjang dan membelah cahaya menjadi warna yang berbeda.

Allah telah menciptakan segala sesuatu dengan ukuran masing-masing yang sangat teliti. Demikian halnya dengan penciptaan nilai indeks bias yang beragam. Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan dalam QS. Al-Qamar.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

“*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran*” (Q.S. Al-Qamar/54: 49).

Menurut tafsir Ibnu Katsir ayat tersebut semakna dengan surat Al-A'la ayat 1-3 “*Sucikanlah nama Tuhanmu Yang Maha tinggi, yang menciptakan dan yang menyempurnakan (penciptaan-Nya) dan yang menentukan kadar (masing-masing) dan memberi petunjuk*” yakni Allah SWT telah menentukan ukuran masing-masing makhluknya dan memberi petunjuk kepada semua makhluk-Nya. Karena itulah maka para imam dari kalangan *Ahlu Sunnah* menyimpulkan dalil dari ayat ini yang membuktikan akan kebenaran dari takdir Allah yang terdahulu terhadap makhluknya. Ayat di atas semakin menguatkan bahwa Allah SWT Maha Besar, Maha Berkehendak, dan Maha Berkuasa atas segala sesuatu. apabila semua medium memiliki nilai indeks bias yang sama, maka tidak akan dapat melihat warna pelangi. Adapun melalui indeks bias tersebut dalam penelitian ini dapat mencari nilai kontras dalam pemanfaatannya untuk aplikasi kualitas beras.

2.5 Software MATLAB

Software Matrix Laboratory atau yang biasa dikenal dengan MATLAB merupakan salah satu *software* yang digunakan dalam ranah analisis dan komputasi numerik yang dibuat dengan algoritma pemrograman menggunakan sifat dan bentuk matriks. Sebagai sebuah sistem dalam pemrosesan dan analisis data, MATLAB tersusun dari 5 bagian utama (Suarga, 2007):

a. *Development Environment.*

Merupakan sekumpulan perangkat dan fasilitas yang membantu untuk menggunakan fungsi-fungsi dan *file-file* MATLAB. Beberapa perangkat ini merupakan sebuah *Graphical User Interfaces* (GUI). Termasuk di dalamnya adalah MATLAB desktop dan *command window*, *command history*, sebuah editor dan *debugger*, dan browser untuk melihat *help*, *workspace*, *files*, dan *searchpath*.

b. *Mathematical Function Library*

Merupakan sekumpulan algoritma komputasi mulai dari fungsi-fungsi dasar seperti: *sum*, *sin*, *cos*, dan *complex arithmetic*, sampai dengan fungsi-fungsi yang lebih kompleks seperti *matrix inverse*, *matrix eigenvalues*, *Bessel functions*, dan *Fast Fourier transforms*.

c. *MATLAB Language*

Merupakan suatu *high-level matrix/array language* dengan *control flow statements*, *functions*, *data structures input/output*, dan fitur-fitur *object-oriented programming*. Ini memungkinkan untuk melakukan pemrograman sederhana untuk mendapatkan hasil yang cepat, dan pemrograman yang lebih besar untuk memperoleh hasil-hasil dan aplikasi yang kompleks.

d. *Graphics*

MATLAB memiliki fasilitas untuk menampilkan vektor dan matriks sebagai suatu grafik. Di dalamnya melibatkan *high-level functions* (fungsi-fungsi level tinggi) untuk visualisasi data dua dimensi dan data tiga dimensi, *image processing*, *animation*, dan *presentation graphics*. Ini juga melibatkan fungsi untuk memunculkan grafik mulai dari bentuk yang sederhana sampai dengan tingkatan GUI pada aplikasi MATLAB.

e. *MATLAB Application Program Interface (API)*

Merupakan suatu *library* yang memungkinkan program yang telah ditulis dalam bahasa C dan *Fortran* mampu berinteraksi dengan MATLAB. Ini melibatkan fasilitas untuk pemanggilan rutin dari MATLAB (*dynamic linking*), pemanggilan MATLAB sebagai sebuah *computational engine*, dan untuk membaca dan menuliskan *Mat-files*.

f. *Graphical User Interface (GUI)*

GUIDE atau GUI (*Graphical User Interface*) *Builder* merupakan sebuah *Graphical User Interface* (GUI) yang terdiri atas tombol (*pushbutton*), *edit*, *slider*, *text*, *combo*, sumbu (*axes*), maupun *menu* dan lain-lain. MATLAB mulai menyediakan fitur pemrograman yang berbasis GUI sejak MATLAB versi 5. Pemrograman GUI pada MATLAB cenderung berorientasi visual, dengan bahasa pemrograman seperti Visual Basic, Delphi, Visual C, dan Visual Fox Pro. *GUIDE* MATLAB memiliki banyak kelebihan, antara lain (Sugiharto, 2006) :

1. GUIDE MATLAB cocok untuk membuat *software* yang cenderung berorientasi sains dan matematis.
2. GUI pada MATLAB juga menyediakan fungsi *built-in* yang siap digunakan, sehingga tidak perlu membuat dari awal.
3. *File* yang dihasilkan oleh MATLAB cenderung kecil, meskipun menampilkan gambar grafik.
4. Fitur yang disediakan oleh MATLAB untuk membuat grafik juga sangat beragam sehingga dapat divariasikan sesuai keinginan.

2.6 Citra Digital

Suatu gambar dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi, $f(x, y)$, di mana x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo dari f pada setiap pasangan koordinat (x, y) yang disebut intensitas atau tingkat abu-abu dari gambar pada titik itu. Ketika x , y , dan nilai amplitudo dari f berbentuk diskrit, kita sebut gambar sebagai gambar digital. Bidang pemrosesan gambar digital mengacu pada pemrosesan gambar digital dengan menggunakan komputer. *Pixel* adalah istilah yang paling banyak digunakan untuk menunjukkan unsur-unsur gambar digital (Hermawati, 2013).

Citra digital tersusun dari sejumlah nilai tingkat keabuan yang dikenal sebagai *pixel* pada posisi tertentu. Untuk melakukan pemrosesan citra digital, maka citra analog harus dikonversi dahulu ke citra digital. Terdapat dua jenis citra digital, yaitu citra diam (*still image*) dan citra bergerak (*moving image*). Pada prinsipnya, citra bergerak adalah sekumpulan citra diam dalam bentuk *frame-frame*, sedangkan citra diam merupakan komponen-komponen *pixel* yang

menyusun suatu gambar. Suatu citra digital dapat dinyatakan dengan persamaan (Purnomo dan Arif, 2010):

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(1,1) & f(1,2) & f(1,n) \\ f(m-1,1) & f(m-1,2) & f(m-1,n) \\ f(m,1) & f(m,2) & f(m,n) \end{bmatrix} \quad (2.30)$$

Dari persamaan di atas, citra digital dapat dinyatakan sebagai matriks dengan tinggi citra diwakili dengan huruf m dan lebar citra diwakili dengan huruf n. (Purnomo dan Arif, 2010).

2.7 Pengolahan Citra Digital

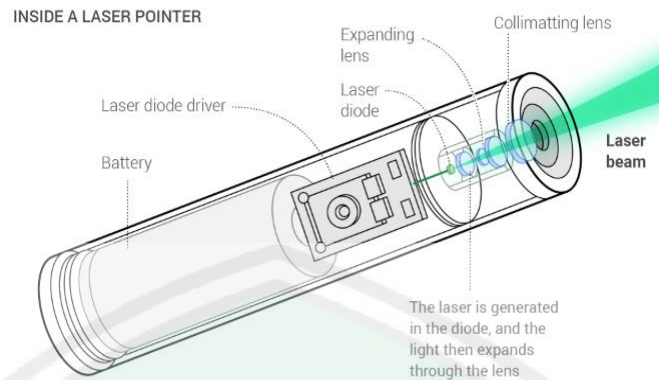
Bidang pemrosesan gambar digital mengacu pada pemrosesan gambar digital dengan menggunakan komputer dengan *software* tertentu sesuai dengan kebutuhan. Gambar digital dibuat dari sejumlah elemen yang terbatas, yang masing-masing memiliki lokasi dan nilai tertentu. Elemen-elemen ini disebut sebagai elemen gambar, elemen gambar. *Pixel* adalah istilah yang paling banyak digunakan untuk menunjukkan unsur-unsur gambar digital (Hermawati, 2013).

Penglihatan merupakan indra paling kompleks bagi manusia, sehingga tidak mengherankan bahwa gambar memainkan peran paling penting dalam persepsi manusia. Namun, penglihatan manusia, yang terbatas pada pita visual dari spektrum elektromagnetik (EM). Pada dasarnya, mesin pencitraan mencakup hampir seluruh spektrum EM, mulai dari gamma hingga gelombang radio. Dengan demikian, pemrosesan gambar digital mencakup bidang aplikasi yang luas dan beragam (Hermawati, 2013).

Ada tiga jenis penggolongan dalam proses pengolahan citra digital, yaitu : proses tingkat rendah, menengah, dan tinggi. Proses tingkat rendah melibatkan operasi primitif seperti *pre-processing* gambar untuk mengurangi *noise*, peningkatan kontras, dan penajaman gambar. Proses tingkat rendah dicirikan oleh fakta bahwa baik *input* maupun *output*-nya adalah gambar. Proses tingkat menengah pada gambar melibatkan tugas-tugas seperti segmentasi (memartisi gambar menjadi wilayah atau objek), deskripsi objek-objek tersebut untuk menguranginya ke bentuk yang sesuai untuk pemrosesan komputer dan klasifikasi (pengenalan) objek individual. Proses tingkat menengah dikarakterisasi oleh fakta bahwa *input* umumnya berupa gambar, tetapi *output* berupa citra yang diekstraksi dari gambar tersebut (misalnya, tepi, kontur, dan jumlah objek individu). Kemudian, pemrosesan tingkat yang lebih tinggi melibatkan beberapa objek yang dikenali, seperti dalam analisis gambar dan melakukan fungsi kognitif yang biasanya diasosiasikan dengan penglihatan manusia (Hermawati, 2013).

Jenis operasi pada pemrosesan digital diantaranya adalah operasi titik, operasi lokal, operasi global, dan operasi obyek. Operasi titik (*Point processing*) merupakan operasi yang dilakukan dengan mengoperasikan *pixel* tanpa memperhatikan tetangga, sehingga mudah dilakukan. Operasi lokal yaitu operasi citra yang melibatkan *pixel* yang terletak di sekitar *pixel* yang akan dioperasikan. Operasi global merupakan operasi yang melibatkan seluruh *pixel* citra sehingga menghasilkan nilai yang baru, contohnya yaitu pada proses ekualisasi histogram. Operasi obyek merupakan gabungan operasi titik dan operasi lokal yang berbasis obyek, contohnya pada segmentasi citra (Purnomo dan Arif, 2010).

2.8 Laser Pointer



Gambar 2.9 Laser Pointer
(Sumber: Lok-kei dkk, 2019)

Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) merupakan alat yang dapat memancarkan cahaya (gelombang radio elektromagnetik) pada daerah *infrared*, *visible* atau ultraviolet. Sifat yang terjadi akibat kesamaan frekuensi adalah monokromatis dan sifat yang terjadi akibat kesamaan fase adalah koherensi. Cahaya yang dipancarkan oleh laser dihasilkan dari stimulasi emisi radiasi dari medium yang ada di laser, emisi radiasi tersebut dikuatkan sehingga menghasilkan cahaya yang mempunyai sifat kesearahan, intensitas, monokromatis (tunggal/hanya satu), koheren, dan *brightness* (sifat kecerahan tinggi) (Setyaningsih, 2006).

Spesifikasi:

- Warna laser : merah
- Teknologi *Radio Frequency* (RF) : 2.4GHZ
- Power : 1 mw
- *Irradiated Range* : 15m
- Panjang Gelombang : 650nm
- Tegangan : 12V
- Baterai : 1*23A Baterai

2.9 Kamera VGA (*Action Camera VGA 30 FPS*)

Kamera VGA yaitu kamera digital yang menyimpan gambar mereka secara langsung di dalam memori kamera atau ke kartu memori terpasang. Kamera yang memiliki sebutan VGA mengambil gambar yang memiliki resolusi 640, 480 X yang berarti bahwa sebuah gambar akan menjadi 640 *pixel* lebar 480 *pixel* panjang (Suarga, 2007).

Bedanya dengan kamera MP, *pixel* kamera MP lebih banyak (sesuai namanya mega *pixel*), sedangkan kamera VGA hanya memiliki resolusi 640x480. *Pixel* lebih banyak berarti lebih banyak data yang masuk ke sensor, sehingga gambar yang dihasilkan menjadi lebih jernih (Suarga, 2007).



Gambar 2.10 *Action Camera VGA 30 FPS*
(Sumber: Suarga, 2007)

Spesifikasi:

- Resolusi Video : FHD 1080p, HD 720p (1280x720 *Pixel*)@30FPS, VGA (640x480 *pixel*)@30 FPS
- Kamera : 1m / 2m / 3m / 5m *Pixel* (JPEG)
- Prosesor CPU : *Sunplus* SPCA1521/ *Generalplus* 6624
- Sensor : GC1004
- Sudut lensa : 170° 6G *wide angle lens*
- Layar : LCD 2 inci

- Baterai : 900mAh (1.5 jam) 3.7V Li-Po Baterai
- Waktu Pengisian : 4-5 jam
- Penyimpanan : *Micro SDHC Class 6-10* 4GB sampai 32GB
- Input / Output : *Micro USB2.0 & Mini HDMI (Type D),TF card slot*
- Ukuran Kamera: 59.3mm x 29.3mm x 41.1mm
- Berat Kamera : 170 gram

2.10 Color Reader



Gambar 2.11 *Color Reader*
(Sumber: alibaba.com, 2008)

Sistem Hunter merupakan salah satu sistem warna yang telah luas digunakan untuk kolorimetri makanan. Warna dapat diamati secara kuantitatif dengan sistem Hunter yang mana menghasilkan tiga nilai pengukuran yaitu L, a dan b. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan sampel. Semakin cerah sampel yang diukur maka nilai L mendekati 100. Sebaliknya semakin kusam (gelap), maka nilai L mendekati 0. Nilai a merupakan pengukuran warna kromatik campuran merah-hijau. Nilai b merupakan pengukuran warna kromatik campuran kuning-biru (Hutching, 1999).

Karena sistem L, a, b adalah model tiga dimensi, sehingga hanya dapat diwakili dengan baik dalam ruang tiga dimensi. Dua dimensi penggambarannya adalah diagram Kromatisitas: bagian dari warna dengan *lightness* tetap. Dan satu dimensi lainnya digunakan untuk menentukan *lightness*. Penggunaan model ini masih memiliki kelemahan, bahwa representasi visual dari keseluruhan warna dalam model ini adalah masih belum akurat, karena hanya untuk membantu dalam memahami konsep (Hutching, 1999).



Gambar 2.12 Diagram Ruang Warna CIELAB
(Sumber: coats.com, 2014)

Prinsip kerja *color reader* adalah sistem pemaparan warna dengan menggunakan sistem CIE dengan tiga reseptor warna yaitu L, a, b Hunter. Lambang L menunjukkan tingkat kecerahan berdasarkan warna putih, lambang a menunjukkan kemerahan atau kehijauan, dan lambang b menunjukkan kekuningan atau kebiruan (Safitri, 2014).

Komponen *color reader* terdiri dari (Safitri, 2014):

1. Reseptor : berfungsi sebagai tempat menempelnya sampel yang akan diuji warnanya yang akan membaca warna sampel tersebut.
2. Penutup reseptor : berfungsi untuk menutup reseptor setelah digunakan.
3. Tombol *on/off* : berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *color reader*.
4. Tombol target : tombol ini ditekan saat sampel ditempelkan pada reseptor.
5. Layar hasil : berfungsi sebagai tempat hasil pembacaan warna oleh reseptor.
6. Tombol sistem L, a, b dan Lch : metode yang dipakai untuk pembacaan warna yang diinginkan.

Adapun dalam uji L, a, b akan didapatkan nilai diantaranya:

$$\Delta L = L_{\text{sampel}} - L_{\text{standar}} \quad (+ = \text{lebih terang}, - = \text{lebih gelap}) \quad (2.31)$$

$$\Delta a = a_{\text{sampel}} - a_{\text{standar}} \quad (+ = \text{lebih merah}, - = \text{lebih hijau}) \quad (2.32)$$

$$\Delta b = b_{\text{sampel}} - b_{\text{standar}} \quad (+ = \text{lebih kuning}, - = \text{lebih biru}) \quad (2.33)$$

$$\Delta E \text{ (Total perbedaan warna)} = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (2.34)$$

Cara kerja alat ini adalah ditempelkan pada sampel, yang akan diuji intensitas warnanya, kemudian tombol pengujian ditekan sampai berbunyi atau lampu menyala dan akan memunculkannya dalam bentuk angka dan kemudian diukur pada grafik untuk mengetahui spesifikasi warna (Safitri, 2014)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2020 sampai dengan bulan Juli 2020 di beberapa tempat, diantaranya: ruang gelap Laboratorium Zat Padat dan Optik Jurusan Fisika (gedung B.J. Habibie lantai 2 Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang) sebagai tempat penyimpanan dan preparasi sampel, lab Riset Material sebagai tempat mengukur berat beras kuning, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur (BPTP Jatim) sebagai tempat untuk uji Lab kekuningan beras menggunakan alat colorimeter, dan di kamar kos yang berada di kelurahan Sumbersari Gg 1B No. 17 Kecamatan Lowokwaru Kota Malang sebagai tempat pengambilan data citra spekel.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilaksanakan kali ini adalah penelitian yang bersifat eksperimental sekaligus rancang bangun aplikasi pengolahan citra. Penelitian bersifat eksperimental dengan melakukan pengambilan data citra spekel beras terhadap variasi kadar air beras, kemudian dilakukan perancangan aplikasi untuk pengolahan citra spekel. Jenis *output* yang diharapkan pada penelitian kali ini berupa data nilai kontras pada perubahan kadar air beras dan persentase jumlah beras kuning yang nantinya digunakan dalam karakterisasi pengolahan citra digital, serta aplikasi pengolahan citra spekel berbasis *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB untuk analisis kontras citra spekel.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang berhubungan dengan teori-teori relevan yang mendukung dalam pengambilan data dan perancangan aplikasi. Kajian pustaka yang diperlukan penelitian ini mengenai interferensi cahaya, pemantulan cahaya, metode *Laser Speckel Imaging* (LSI), parameter yang mempengaruhi kualitas citra spekel, kualitas beras, cara mencari nilai kontras citra spekel, GUI MATLAB, dan pengolahan citra digital pada MATLAB.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

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

- | | |
|--|---------|
| 1. Kamera VGA 30 FPS | 2 Buah |
| 2. <i>Laser Pointer</i> | 1 Buah |
| 3. Cawan Petri | 1 Buah |
| 4. <i>Statif</i> | 5 Buah |
| 5. Klem | 3 Buah |
| 6. Busur | 3 Buah |
| 7. <i>Grain Moisture Meter</i> | 1 Buah |
| 8. Wadah Sampel menggunakan botol club 1500 ml | 18 Buah |
| 9. Penggaris/Mistar | 2 Buah |
| 10. Kabel USB | 1 Buah |
| 11. Busur papan tulis | 2 Buah |

12. Serbet Kain	4 Buah
13. Corong	1 Buah
14. Gergaji	1 Buah
15. Pinset	1 Buah
16. Baterai AAA	6 Buah
17. <i>Bose head</i>	1 Buah
18. Colorimeter HP 2136	1 Buah
19. <i>Double tip</i>	
20. Pita Perekat	
21. Kain Hitam	
22. Timbangan Digital	
23. <i>Software:</i>	
a. MATLAB R2015a	
b. ImageJ	
c. Microsoft Excel 2016	

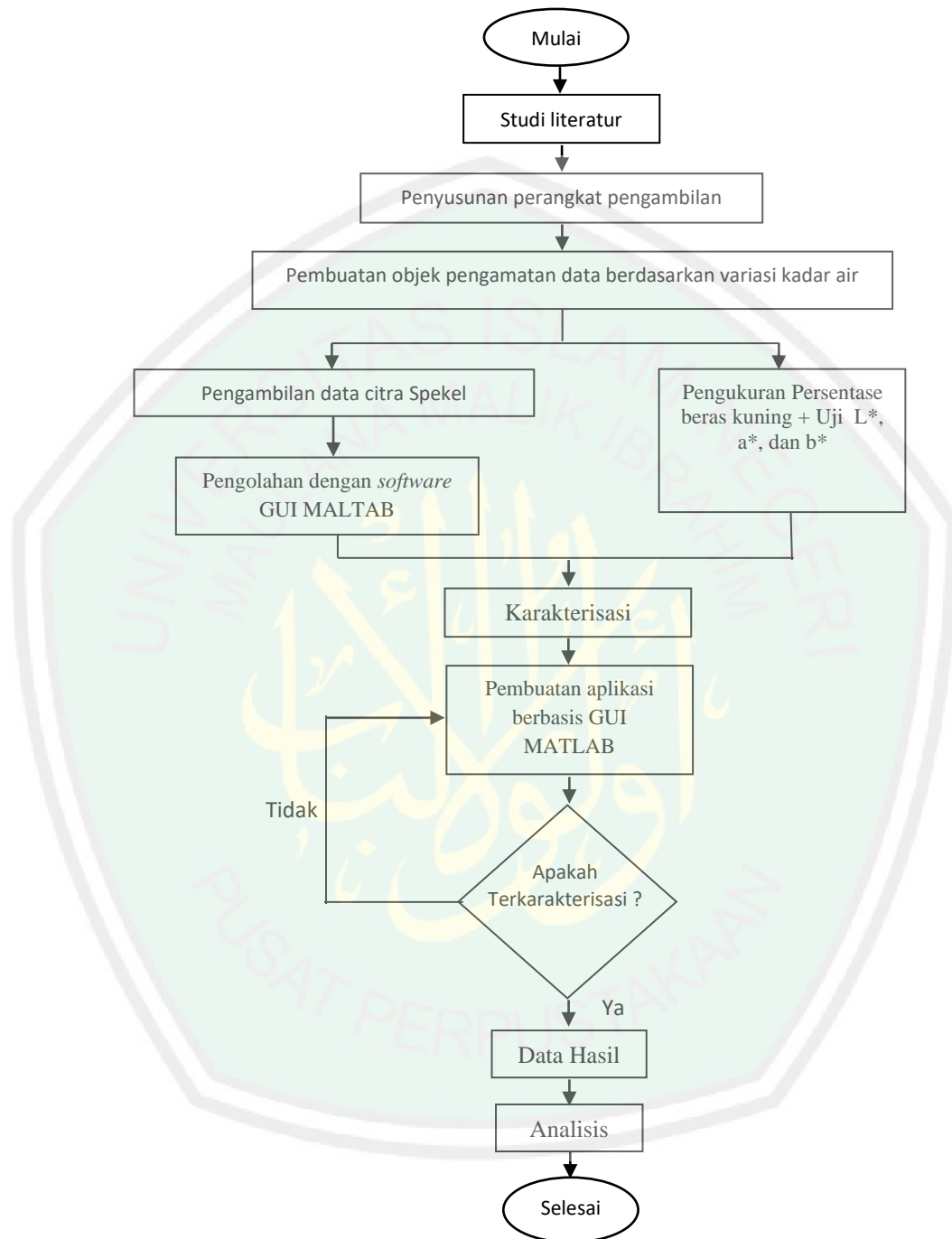
3.4.2 Bahan Penelitian

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

1. Beras
2. Air

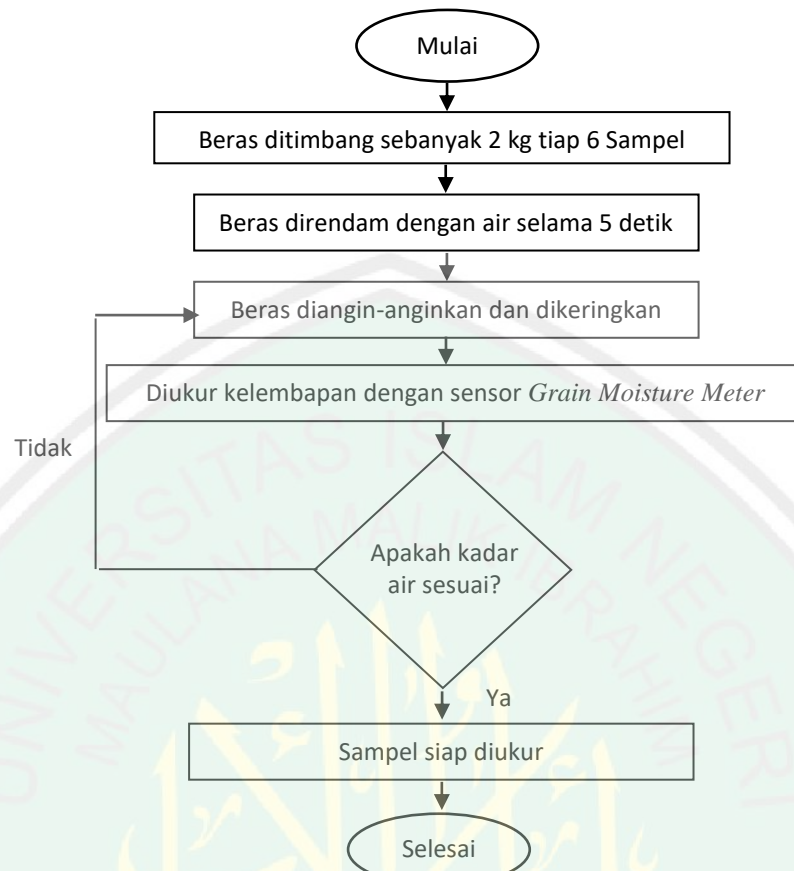
3.5 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan yaitu:

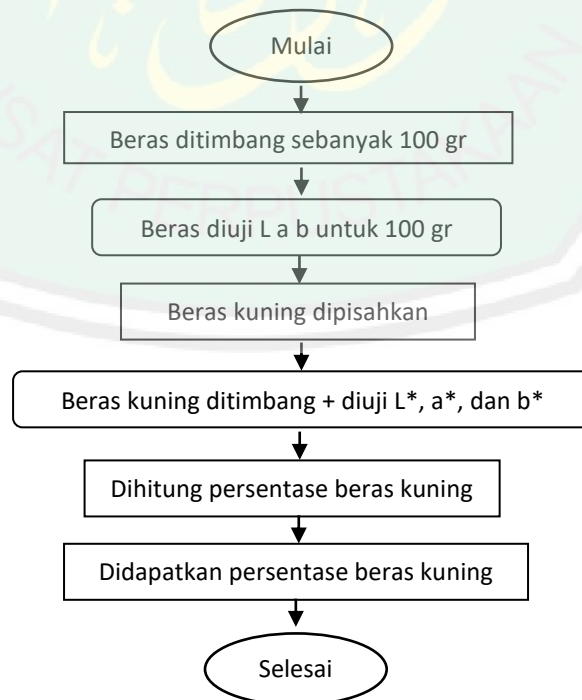


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

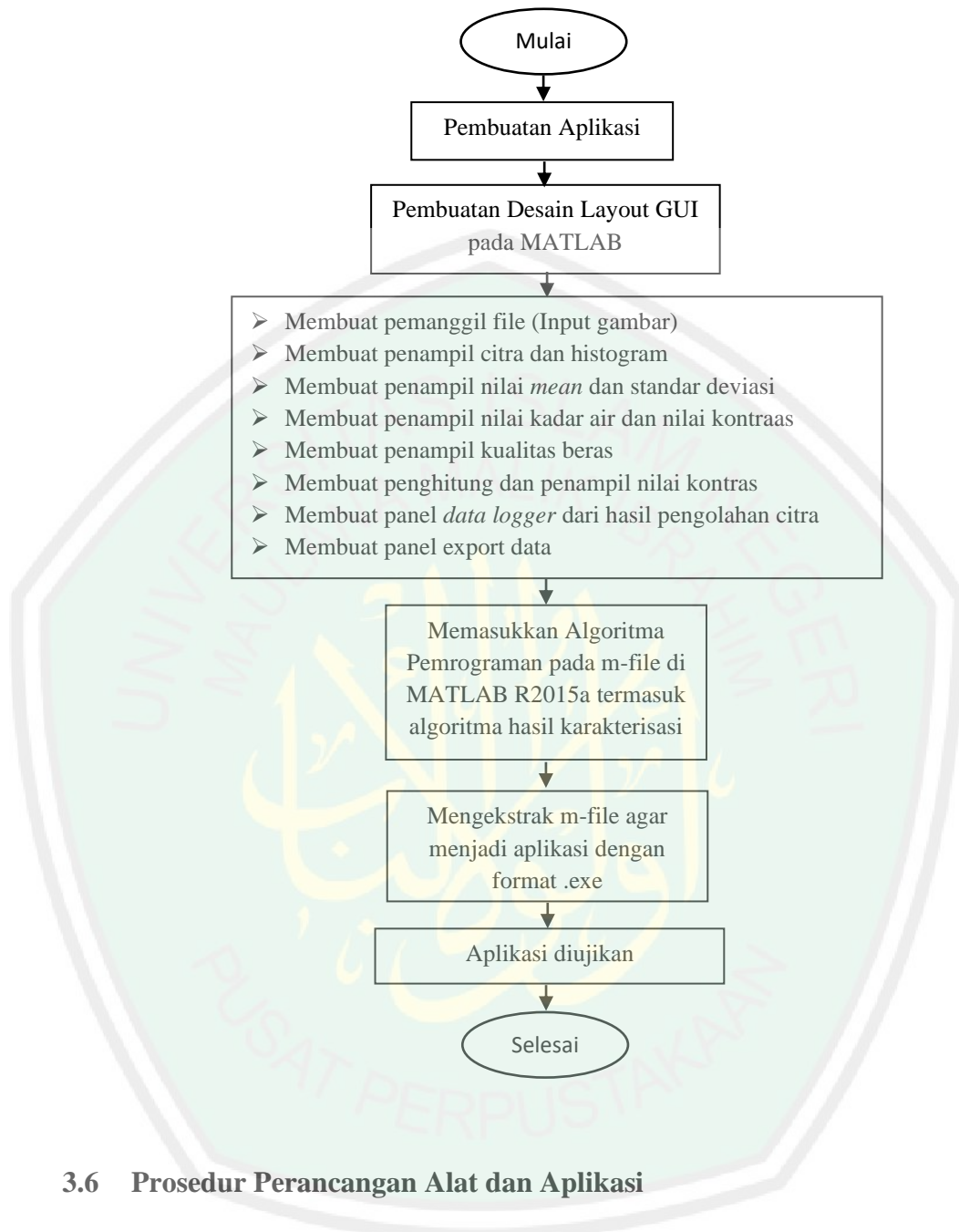
3.5.1 Pembuatan Objek Pengamatan Data Berdasarkan Variasi Kadar Air



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



3.5.3 Pembuatan Aplikasi Berbasis GUI MATLAB



3.6 Prosedur Perancangan Alat dan Aplikasi

Pengambilan data dan perancangan sistem dibagi menjadi dua tahap, yakni tahap penyusunan alat untuk pengambilan data citra spekel secara eksperimental dan tahap pembuatan aplikasi pengolahan citra spekel berbasis *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB.

3.6.1 Prosedur Penyusunan Alat Pengambilan Data Citra Beras

Pengambilan data citra spekel beras secara eksperimental menggunakan *laser pointer* dilakukan dengan menyusun alat dan bahan. Adapun prosedurnya sebagai berikut:

1. Menyiapkan meja sebagai tempat melekatnya busur papan tulis, statif, dan cawan petri.
2. Bagian permukaan meja dilapisi dengan kain hitam terlebih dahulu.
3. Salah satu busur dipotong pada bagian tengah menjadi 2 bagian, kemudian salah satunya digabungkan dengan busur yang lain membentuk sudut 120° dan diletakkan di meja.
4. Meletakkan klem dan *bose head* pada statif dengan kaki magnet, kemudian menaruhnya pada meja.
5. Mengatur posisi *laser pointer* dengan cara merekatkan pada busur dengan sudut 40° ke arah sampel menggunakan *double tip* dan pita perekat.
6. Meletakkan 1 batang statif dengan kaki magnet untuk menahan posisi kamera, kemudian diatur sudut kamera sebesar 30° ke arah sampel.
7. Meletakkan beras pada cawan petri sebagai sampel yang diukur, kemudian diletakkan pada pusat busur dengan permukaan sampel di usahakan rata.
8. Pengambilan data citra spekel beras dapat dilakukan dengan memfoto hamburan cahaya laser setelah sudut datang dan sudut pantul laser diatur sesuai yang dibutuhkan.

3.6.2 Prosedur Pembuatan Aplikasi Pengolahan Citra Spekel

Pembuatan aplikasi untuk analisis kontras citra spekel beras pada *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB dapat dilakukan dengan beberapa langkah yang harus dilakukan. Adapun prosedurnya sebagai berikut:

1. Membuat rancangan *layout* aplikasi yang akan dibuat.
2. Mengatur tata letak tombol dan penampil citra sesuai dengan *layout* yang sudah dibuat sebelumnya.
3. Membuat algoritma pemrograman dari aplikasi yang akan dibuat menggunakan *software* MATLAB R2015a.
4. Membuat koding fungsi dan perintah dari tiap tombol serta penampil pada sketsa GUI yang telah dibuat.
5. Memasukkan koding pada m-file MATLAB.
6. Melakukan *compiler* pada *interface* GUI yang telah dibuat dengan menggunakan *toolbox deploytool*.
7. Memasukkan *file* koding dengan format (.m), *file layout interface* aplikasi berupa *figure file* (.fig), dan memasukkan *file* grafik dengan format (.asv).
8. Mengekstrak *file* yang sudah dimasukkan, sehingga menjadi aplikasi yang *standalone*.

3.7 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada analisis kontras citra spekel penelitian ini dengan melakukan pengambilan data secara eksperimental untuk memperoleh data citra spekel dengan variasi kadar air. sudut datang cahaya digunakan sudut optimum dengan sudut tangkap sebesar 40^0 dan sudut datang 30^0 . Kemudian data tersebut dapat diolah untuk mendapatkan nilai kontrasnya. Pengambilan data masing-masing sampel dilakukan setiap 2 hari sekali dengan masing-masing pengulangan.

Tabel 3.1 Format Rencana Pengambilan Data Nilai Kontras

SAMPel	Pengambilan Ke-					
	1		2			
	KADAR AIR	KONTRAS	KADAR AIR	KONTRAS	KADAR AIR	KONTRAS
M						
CB						
BE						
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Tabel 3.2 Format Rencana Pengambilan Data Persentase Jumlah Beras Kuning

Sampel	Pengambilan Ke-						
	1	2	3				
M							
CB							
BE							
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Tabel 3.3 Format Rencana Pengambilan Data L*a*b* Beras Campuran

SAMPel	Pengambilan Ke-								
	1			2					
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
M									

Tabel 3.4 Format Rencana Pengambilan Data $L*a*b^*$ Beras Kuning

SAMPLE	Pengambilan Ke-								
	1			2					
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
M									
CB									
BE									
1									

3.8 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data terdiri dari dua tahapan, yaitu pengolahan data pada Excel untuk mencari karakterisasi kadar air, dilanjutkan menampilkan hasil yang diperoleh dari pengolahan citra spekel yang di-*input* pada aplikasi berbasis GUI MATLAB. Hasil *image processing* akan menunjukkan nilai kontras dari histogram yang ditampilkan, sehingga dapat dianalisis untuk menentukan kualitas beras yang diuji.

Setelah didapatkan data pada tabel, kemudian data diplot berdasarkan nilai kadar airnya dan dibandingkan data lama waktu penyimpanan dengan nilai kontras. Nilai pada kurva tertinggi dan terendah akan digunakan untuk karakterisasi kualitas beras berdasarkan kadar airnya. Selain itu, perubahan persentase jumlah beras kuning juga akan digunakan dalam karakterisasi kualitas beras, yaitu data di plot berdasarkan nilai kadar airnya dan dibandingkan data pada lama waktu penyimpanan dengan persentase beras kuning. Sehingga data akan menunjukkan nilai rentang kontras dan nilai rentang persentase beras kuning

untuk setiap kadar air. Nilai rentang yang ditunjukkan dapat di analisis guna mengelompokkan kadar air dengan kriteria baik, sedang, atau buruk.

3.8.1 Penentuan Nilai Kontras dari Citra Spekel

Kontras, c , dari pola spekel biasanya didefinisikan sebagai rasio dari deviasi standar σ_I dan μ_I rata-rata dari intensitas yang diukur dari gambar spekel (Khaksari dan Sean, 2017):

$$C = \frac{\sigma_I}{\mu_I} \quad (3.1)$$

$$\text{Nilai Kontras} = \frac{\text{Standar Deviasi}}{\text{Mean}} \quad (3.2)$$

3.8.2 Penentuan Persentase Beras Kuning

Penentuan butir kuning atau rusak dilakukan dengan cara mengambil sampel sebanyak 100 gram beras, kemudian dipisahkan secara visual menggunakan pinset dan kaca pembesar. Persamaan 2.1 menunjukkan perhitungan kadar butir kuning (Badan Standardisasi Nasional, 2015).

$$\text{Kadar Butir Kuning} = \frac{\text{Berat Butir Kuning}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\% \quad (3.3)$$

3.9 Metode Analisis Data

Analisis data pada penelitian kali ini dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif dengan melihat hasil pengolahan citra spekel beras yang diperoleh dari sudut datang laser dan sudut tangkap kamera. Analisis secara kuantitatif pada nilai kontras dilakukan dengan cara mengambil nilai kontras rata-rata dari kadar air yang dibutuhkan yaitu 12,5; 13; 13,5; 14; 14,5; dan 15, kemudian nilai kontras rata-rata tersebut dibandingkan dengan data lama waktu penyimpanan. Selain itu persentase kadar air juga dibandingkan dengan data lama waktu penyimpanan. Sedangkan pada nilai persentase beras kuning juga membandingkan perubahan

kadar air terhadap lama waktu penyimpanan dan perubahan nilai kontras terhadap lama waktu penyimpanan. Sehingga data-data tersebut nantinya dapat diolah untuk mendapatkan nilai eror dan akurasi. Sedangkan analisis data secara kualitatif dilakukan dengan cara mencari nilai kontras yang maksimum dan minimum pada masing-masing kadar air yang dibutuhkan, begitu pula pada persentase beras kuning. Nilai kontras dapat diketahui dengan melihat histogram citra. Pada histogram tersebut memberi informasi berupa nilai *mean* dan standar deviasi citra, sehingga nantinya dapat dihitung untuk mengetahui nilai kontrasnya. Analisis data Lab digunakan sebagai pembandingan data persentase beras kuning yakni mengkorelasikan data perubahan persentase beras kuning dengan persentase kekuningan dari nilai Lab.

Analisis data pada aplikasi pengolahan citra spekel berbasis *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB dapat dilakukan dengan cara mengalibrasi nilai mean dan standar deviasi yang didapatkan. Nilai tersebut dapat dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari *software* ImageJ. Kemudian dapat diketahui ketelitian dari aplikasi yang sudah dibuat.

3.10 *Layout Interface* Aplikasi Pengolahan Citra Spekel Berbasis GUI MATLAB

APLIKASI ANALISIS KONTRAS CITRA SPEKEL

Beras Sampel (gr) <input style="width: 50px;" type="text"/> Beras Kuning (gr) <input style="width: 50px;" type="text"/> Masukkan Nama File : <input style="width: 100%;" type="text"/> <input type="button" value="Export Data"/> <input type="button" value="Input Citra"/> <input type="button" value="Analisis Citra"/> <input type="button" value="Reset"/> <input type="button" value="Exit"/>	<div style="border: 1px solid gray; width: 100%; height: 100%; display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> Gambar Hasil </div>	<div style="border: 1px solid gray; width: 100%; height: 100%; display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> Histogram </div>	Kualitas Beras <input style="width: 80%;" type="text"/> Kadar Air <input style="width: 80%;" type="text"/> Kadar Beras Kuning <input style="width: 80%;" type="text"/>
	Mean <input style="width: 50px;" type="text"/>	Standar Deviasi <input style="width: 50px;" type="text"/>	Kontras <input style="width: 50px;" type="text"/>

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini memerlukan pengambilan data secara eksperimental dan rancang bangun pembuatan aplikasi analisis kontras citra spekel beras. Objek pengamatan adalah beras dengan beberapa merek, diantaranya: Beras Mentari, Beras Enak, dan Beras Cap Belimbing. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Laser Speckle Contrast Imaging* (LSCI). Metode ini mengekstraksi citra spekel pada beras agar memperoleh nilai *mean* dan standar deviasi untuk mendapatkan nilai kontras. Nilai kontras tersebut akan digunakan dalam analisis kadar kualitas beras. Selain itu beberapa data yang digunakan dalam analisis kualitas beras diantaranya: persentase beras kuning dan kadar air beras. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 4 Juli 2020 sampai dengan tanggal 16 Juli 2020 dengan rentang 2 hari untuk 1 kali pengambilan data.

Kontras suatu citra spekel dapat didefinisikan sebagai hubungan antara standar deviasi terhadap nilai *mean* yang menyatakan sebaran terang (*lightnes*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah citra diambil dari histogramnya. Histogram menampilkan nilai-nilai yang dianalisis diantaranya nilai minimum, maksimum, *mean* dari intensitas spekel, dan nilai standar deviasi intensitas. Pada penelitian ini, nilai kontras digunakan untuk menentukan persentase dari kadar air beras melalui uji pengelompokan data. Data yang didapatkan untuk karakterisasi kontras beras berupa rentang nilai kontras minimum dan maksimum masing-masing kadar air beras pada setiap pengambilan data.

Perubahan pada beras disebabkan karena beberapa faktor baik kimia dan biologis. Dalam penelitian kali ini, perubahan yang dirasa cukup tampak dan yang diamati sebagai salah satu indikator dalam penentuan kualitas beras yaitu beras kuning. Sehingga nilai persentase beras kuning beras juga digunakan dalam salah satu faktor penentu kualitas beras. Data yang didapatkan untuk karakterisasi persentase beras kuning berupa nilai persentase beras kuning minimum dan maksimum masing-masing kadar air beras pada setiap pengambilan data. sebagai tambahan dilakukan pula uji nilai $L^*a^*b^*$ guna menganalisis beras kuning dilihat pada uji warna secara digital. Tanda bintang (*) setelah L, a dan b adalah bagian dari nama lengkap, karena mereka mewakili L^* , a^* dan b^* , untuk membedakan CIELAB dengan dari L Hunter (CIEXYZ)

4.1.1 Hasil Preparasi Sampel

Terdapat 3 merek beras yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian kali ini sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya yaitu Beras Mentari, Beras Cab Belimbing, dan Beras Enak dengan berat masing-masing jenis beras sebanyak 2 kg. Sampel yang digunakan dibagi menjadi 2 yaitu sampel beras dengan tanpa perlakuan dan sampel beras dengan perlakuan. Perlakuan yang dimaksudkan adalah pengaturan kadar air pada sampel beras sebelum diletakan pada wadah berupa perendaman beras selama 5 detik kemudian diangin-anginkan hingga memenuhi kadar air yang dibutuhkan. Sampel beras tanpa perlakuan menggunakan 3 merek yang berbeda dengan berat masing-masing sebanyak 2 kg. Penggunaan 3 merek beras yang berbeda dimaksudkan untuk mengetahui penambahan kadar air tiap merek dilihat dari lama waktu penyimpanan dengan tanpa memberikan perlakuan. Dalam hal ini didapatkan

beras dengan merek yang berbeda mempunyai nilai kadar air yang berbeda-beda, diantaranya: Beras Mentari: 12,4%, Beras Cab Belimbing: 12,8%, dan Beras Enak: 13,3%. Sedangkan sampel beras dengan perlakuan hanya menggunakan merek beras Mentari. Pada sampel beras dengan perlakuan divariasikan kadar air beras sebesar 12,5%, 13%, 13,5%, 14%, dan 14,5%.

Tempat penyimpanan beras menggunakan botol air mineral 1500 ml sebanyak 2 buah untuk masing-masing sampel. Sepanjang 19 cm pada bagian atas botol dipotong sebagai tempat masuknya beras. Kemudian beras dimasukkan dan ditutup menggunakan plastik dan *aluminium foil*. Tujuannya adalah untuk menjaga agar bagian dalam tetap lembap dan bebas dari udara luar. Kedua sampel kemudian di simpan dengan suhu ruangan,.



Gambar 4.1 Sampel Beras

4.1.2 Hasil Pengujian Sampel

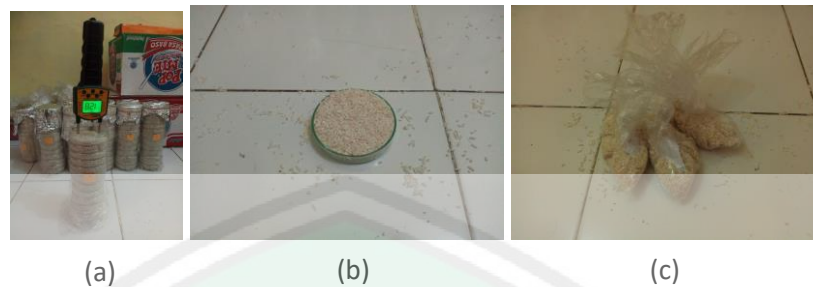
Sampel yang sudah dipreparasi diuji untuk mendapatkan nilai kontras, kadar air, beras kuning, dan $L^* a^* b^*$ pada beras. Pada pengujian nilai kontras dilakukan dengan pengambilan citra pada masing-masing sampel. Citra yang didapat kemudian dimasukkan ke program GUI MATLAB untuk mencari kontras. Pada pengujian ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk masing-masing sampel.

Pengujian kadar air dilakukan dengan menggunakan sensor *Grain Moisture Meter* pada masing-masing sampel. Pada pengujian ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk masing-masing sampel.

Pengujian beras kuning dilakukan dengan mengambil sebanyak 100 gr beras tiap sampel, kemudian dicari beras kuning pada masing-masing 100 gr sampel secara manual menggunakan pinset. Data persentase beras kuning didapatkan dari perbandingan berat beras kuning terhadap 100 gr beras yang diambil dikali 100%.

Pengujian nilai $L^* a^* b^*$ dilakukan dengan menggunakan alat colorimeter yang dimiliki Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Timur. Pengambilan data dilakukan dengan menyinari sampel beras kuning yang sudah dipisahkan dari 100 gr beras sehingga akan muncul nilai L^* , a^* , dan b^* pada alat colorimeter. Dilakukan 4 kali pengulangan tiap sampel yang diuji. Kemudian sampel beras kuning tadi dicampurkan kembali dengan 100 gr beras untuk di uji nilai $L^* a^* b^*$ juga. Dilakukan pengulangan sebanyak 20 kali. Pengujian ini menghasilkan data yang tersimpan dalam bentuk angka. Data yang tersimpan

tersebut kemudian diolah menggunakan Excel untuk mencari nilai kekuningan dan kecerahan sampel.



Gambar 4.2 (a) Pengukuran dengan Grain Moisture Meter, (b) Sampel beras untuk Pengambilan Data Citra Spekel, dan (c) Sampel Beras untuk Uji $L^*a^*b^*$

4.1.3 Hasil Pengolahan Data Nilai Kadar Air Beras dan Lama Waktu

Penyimpanan

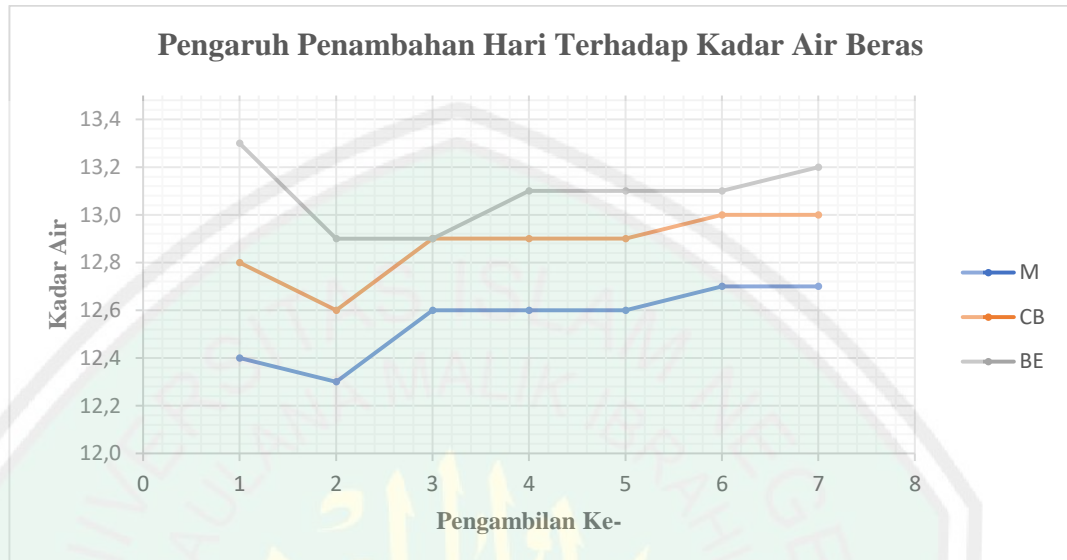
Hasil yang didapat dalam pengambilan data terdiri dari nilai kadar air, dan lama waktu penyimpanan. Data-data tersebut nantinya akan digunakan untuk menentukan karakteristik kadar air pada beras. Untuk analisis lebih lanjut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 Data Pengukuran Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Air (%) pada Sampel Beras Tanpa Perlakuan

SAMPSEL	Pengambilan Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
	04-Jul-20	06-Jul-20	08-Jul-20	10-Jul-20	12-Jul-20	14-Jul-20	16-Jul-20
	%	%	%	%	%	%	%
M	12,4	12,3	12,6	12,6	12,6	12,7	12,7
CB	12,8	12,6	12,9	12,9	12,9	13	13
BE	13,3	12,9	12,9	13,1	13,1	13,1	13,2

Pada tabel 4.1 memuat data kadar air (%), waktu pengambilan data dan 3 sampel beras dengan tanpa perlakuan. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai kadar air cenderung mengalami peningkatan seiring dengan lama waktu

penyimpanan. Hal tersebut dipengaruhi oleh perbedaan kelembapan antara sampel dengan lingkungan. Penyajian data lebih jelas dapat dilihat pada grafik gambar 4.3 berikut.



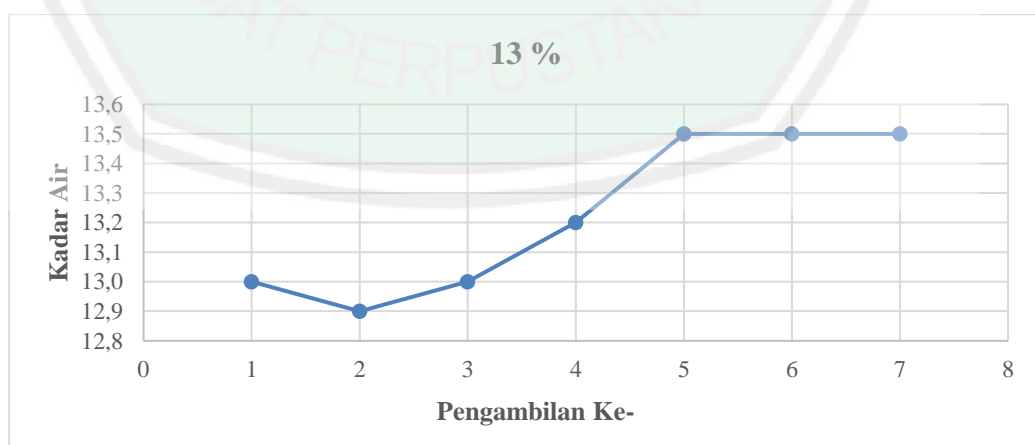
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Nilai Kadar Air Dilihat Pada Penambahan Hari

Grafik pada gambar 4.3, tampak grafik perubahan kadar air beras selama pengambilan data cenderung naik. Masing-masing mempunyai kadar air yang berbeda pada hari pertama. Semakin lama beras disimpan, maka nilai kadar air akan semakin bertambah. Pada pengambilan data ke 2 tampak bawa nilai kadar air berkurang. Hal tersebut dapat terjadi akibat kesalahan penguji pada saat pengambilan data. Di samping itu pada beberapa pengambilan data nilai kadar air menunjukkan nilai yang sama. Hal ini dikarenakan kemampuan dari sensor yang berbasis resistansi sendiri hanya mampu membaca nilai satu angka di belakang koma.

Tabel 4.2 Data Pengukuran Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Air (%) pada Sampel Beras dengan Perlakuan

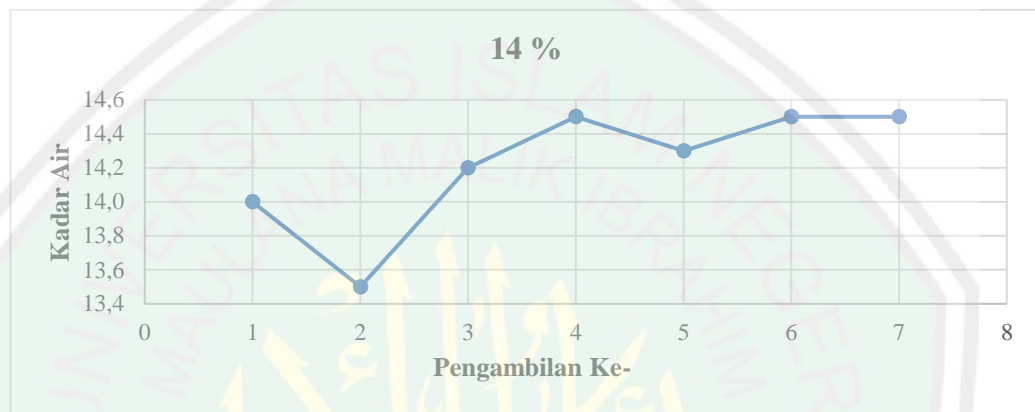
SAMPSEL	Pengambilan Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
	04-Jul-20	06-Jul-20	08-Jul-20	10-Jul-20	12-Jul-20	14-Jul-20	16-Jul-20
	%	%	%	%	%	%	%
12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,6	12,6	12,5
13	13	12,9	13	13,2	13,5	13,5	13,5
13,5	13,5	13,8	14	14	13,7	13,8	14
14	14	13,5	14,2	14,5	14,3	14,5	14,5
14,5	14,5	14,8	15,2	15,6	15,6	15	15,3
15	15	15,4	15,3	15,4	15,4	15,3	15,5

Pada tabel 4.2 memuat data kadar air (%), waktu pengambilan data dan 5 sampel beras dengan tanpa perlakuan. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai kadar air cenderung mengalami peningkatan seiring dengan lama waktu penyimpanan. Kenaikan nilai kadar air beras mengindikasikan nilai kelembapan udara di lingkungan lebih tinggi. Jika kelembapan udara di lingkungan lebih tinggi, maka kadar air akan naik agar kesetimbangan antara beras dengan lingkungan. Penyajian data lebih jelas dapat dilihat pada grafik gambar berikut.



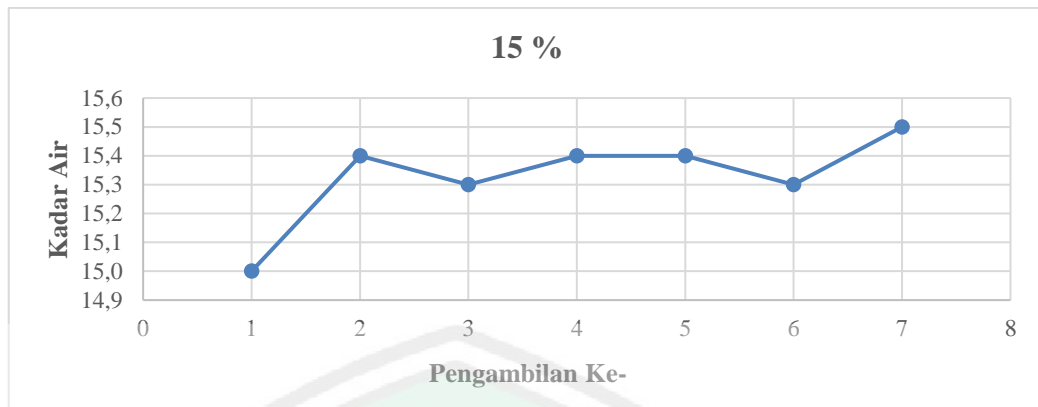
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Kadar Air Pada Beras 13 %

Berdasarkan grafik pada gambar 4.4, diperoleh informasi bahwa sampel dengan kadar air mula-mula sebesar 13 % cenderung mengalami kenaikan seiring dengan lama waktu penyimpanan. Kadar air pada pengambilan data ke-5 dan ke-7 mempunyai kesamaan nilai. Hal tersebut menunjukkan bahwa keterbatasan alat ukur kadar air hanya mampu membaca satu angka di belakang koma.



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Kadar Air Pada Beras
14 %

Berdasarkan grafik pada gambar 4.5, diperoleh informasi bahwa sampel dengan kadar air mula-mula sebesar 14 % cenderung mengalami kenaikan seiring dengan lama waktu penyimpanan. Namun beberapa pengambilan data juga menunjukkan nilai kadar air lebih kecil. Hal tersebut dikarenakan keadaan kerapatan sampel juga memengaruhi pada waktu pengambilan data melalui alat *Grain Moisture Meter*.



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Kadar Air Pada Beras 15 %

Berdasarkan grafik pada gambar 4.6, diperoleh informasi bahwa sampel dengan kadar air mula-mula sebesar 15 % cenderung mengalami kenaikan seiring dengan lama waktu penyimpanan. Hal tersebut dipengaruhi oleh perbedaan kelembapan antara sampel dengan lingkungan.

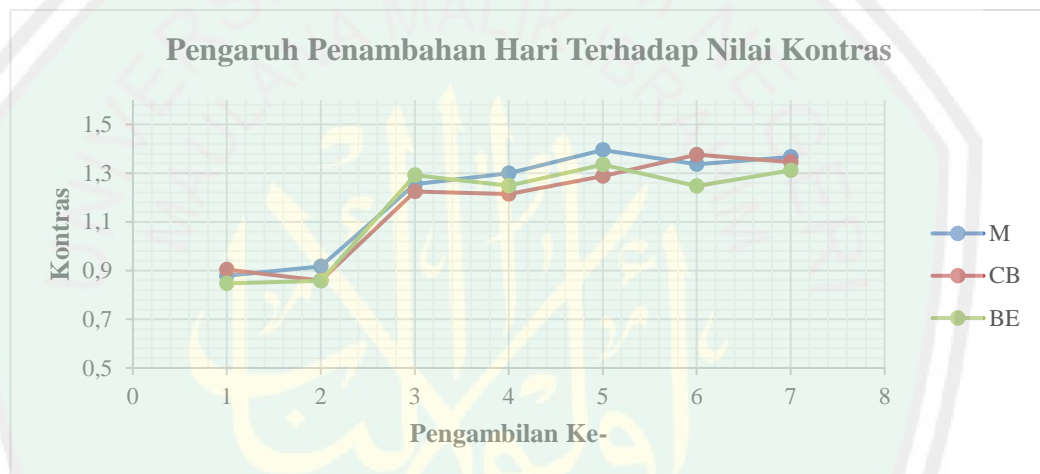
4.1.4 Hasil Pengolahan Data Nilai Kontras Beras

Hasil yang didapat dalam pengambilan data pada sampel terdiri dari nilai kontras citra spekel, lama waktu penyimpanan, dan sampel beras dengan tanpa perlakuan. Data-data tersebut nantinya akan digunakan untuk menentukan karakteristik kadar air pada beras. Untuk analisis lebih lanjut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.3 Data Pengukuran Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Kontras pada Sampel Beras Tanpa Perlakuan

SAMPSEL	Pengambilan Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
	04-Jul-20	06-Jul-20	08-Jul-20	10-Jul-20	12-Jul-20	14-Jul-20	16-Jul-20
	a.u	a.u	a.u	a.u	a.u	a.u	a.u
M	0,8787	0,9170	1,2547	1,2997	1,3949	1,3367	1,3668
CB	0,9044	0,8587	1,2248	1,2144	1,2871	1,3756	1,3455
BE	0,8472	0,8583	1,2914	1,2486	1,3347	1,2468	1,3112

Pada tabel 4.3 memuat data nilai kontras dengan satuan *arbitrary unit* (a.u), waktu pengambilan data dan 3 sampel beras dengan tanpa perlakuan. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai kontras cenderung mengalami peningkatan seiring dengan lama waktu penyimpanan, semakin lama waktu penyimpanan maka nilai kontras citra spekel yang terukur akan semakin besar. Hal ini dipengaruhi oleh intensitas cahaya dari hasil pemantulan baur yang diterima oleh kamera. Adapun data pada tabel secara lebih jelas dapat dilihat pada grafik berikut.



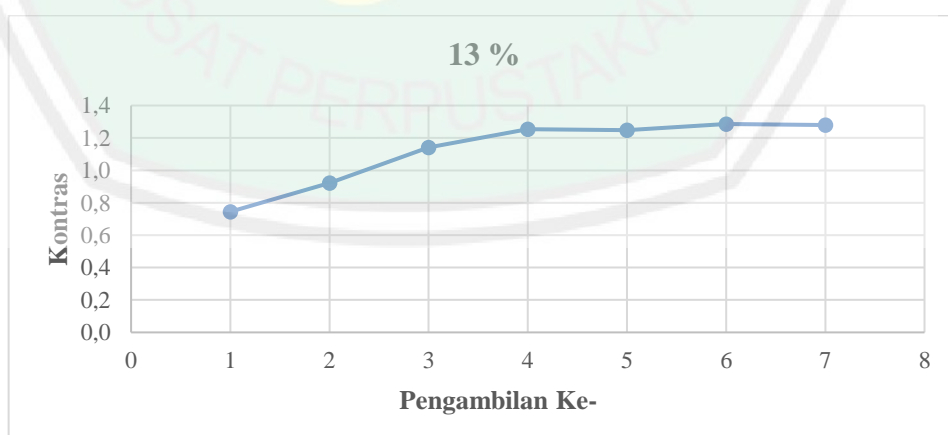
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras

Grafik pada gambar 4.7, tampak grafik perubahan kontras beras selama pengambilan data cenderung naik. Masing-masing mempunyai kontras yang berbeda pada hari pertama. Semakin lama beras disimpan, maka nilai kontras akan semakin bertambah. Pada pengambilan data ke 4 dan ke 6 tampak bawa nilai kontras berkurang. Hal tersebut dapat terjadi akibat kesalahan pengujian dalam pengambilan data gambar. Di samping itu pada beberapa pengambilan data nilai kadar air menunjukkan nilai yang sama.

Tabel 4.4 Data Pengukuran Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Nilai Kontras pada Sampel Beras dengan Perlakuan

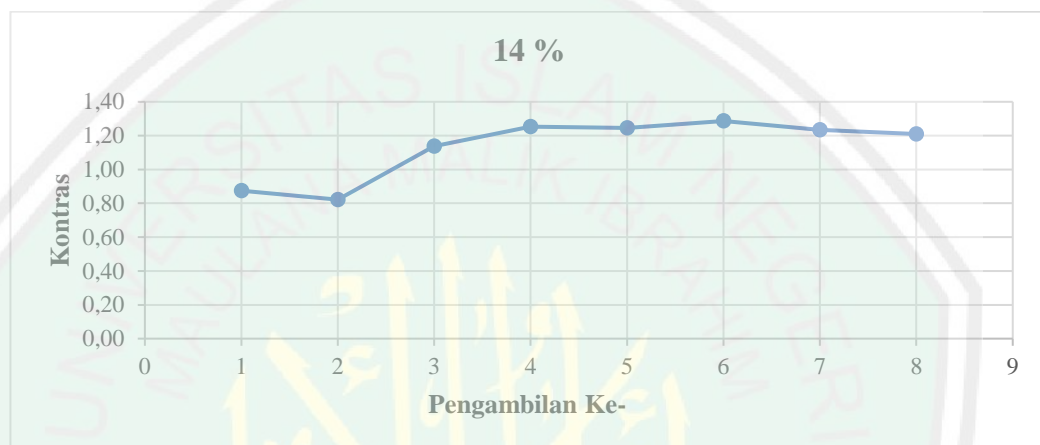
SAMPSEL	Pengambilan Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
	04-Jul-20	06-Jul-20	08-Jul-20	10-Jul-20	12-Jul-20	14-Jul-20	16-Jul-20
	a.u	a.u	a.u	a.u	a.u	a.u	a.u
12,5	0,7438	0,8355	1,2392	1,2143	1,2505	1,3473	1,2747
13	0,7446	0,9219	1,1421	1,2540	1,2486	1,2861	1,2803
13,5	0,7963	0,9607	1,1453	1,2377	1,3182	1,3730	1,3246
14	0,8215	0,8743	1,1372	1,2458	1,2537	1,2863	1,2338
14,5	0,8649	0,9061	1,1990	1,2628	1,2596	1,3280	1,2737
15	0,8804	0,9033	1,1960	1,2544	1,3382	1,3342	1,2955

Pada tabel 4.4 memuat data kontra (a.u), waktu pengambilan data dan 5 sampel beras dengan perlakuan. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai kontras cenderung mengalami peningkatan seiring dengan lama waktu penyimpanan. Perubahan tersebut dapat dikarenakan nilai kontras citra spekel diperoleh dari rasio standar deviasi dengan *mean* yang mana keduanya dalam hal ini sama-sama naik nilainya. Penyajian data lebih jelas dapat dilihat pada grafik gambar berikut.



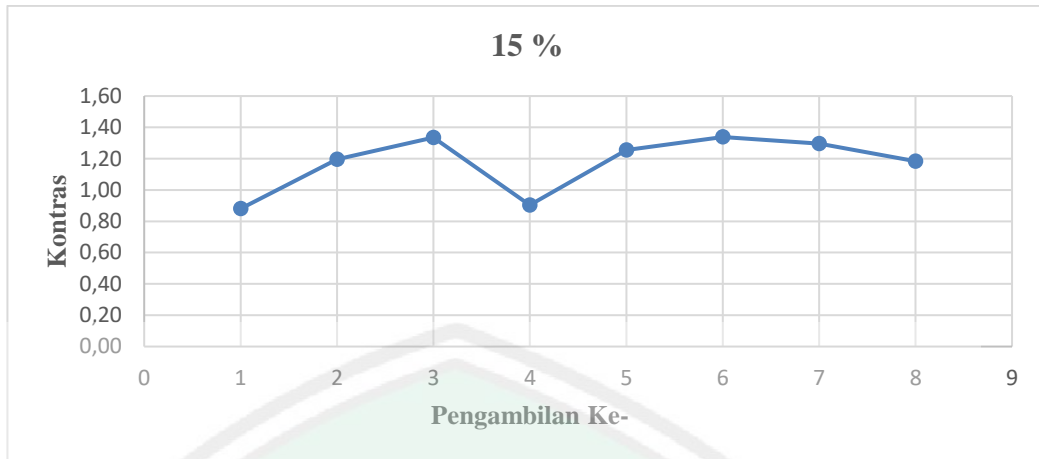
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Pada Beras 13 %

Berdasarkan grafik pada gambar 4.8, diperoleh informasi bahwa nilai kontras juga secara garis besar mengalami kenaikan seiring dengan lama penyimpanan beras. Hal tersebut menunjukkan bahwa beras mengalami perubahan secara fisik selama penyimpanan. Sehingga pada pengambilan pertama nilai kontras beras sebesar 0,7438 a.u yang mana mengalami kenaikan seiring dengan penambahan hari.



Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Pada Beras 14 %

Berdasarkan grafik pada gambar 4.9, diperoleh informasi bahwa nilai kontras juga secara garis besar mengalami kenaikan seiring dengan lama penyimpanan beras. hal tersebut menunjukkan bahwa menurunnya intensitas cahaya yang terukur pada citra spekel. Sehingga pada hari pertama nilai kontras sampel 14 % sebesar 0,8215 a.u yang mana mengalami kenaikan seiring dengan penambahan hari.



Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Pada Beras 15 %

Berdasarkan grafik pada gambar 4.10, diperoleh informasi bahwa nilai kontras juga secara garis besar mengalami kenaikan seiring dengan lama penyimpanan beras. Naiknya nilai kontras menunjukkan perubahan fisik beras. Perubahan yang terjadi mengakibatkan pemantulan baur cahaya lebih sedikit. Sehingga pada hari pertama nilai kontras sampel 15 % sebesar 0,8804 a.u yang mana mengalami kenaikan seiring dengan penambahan hari.

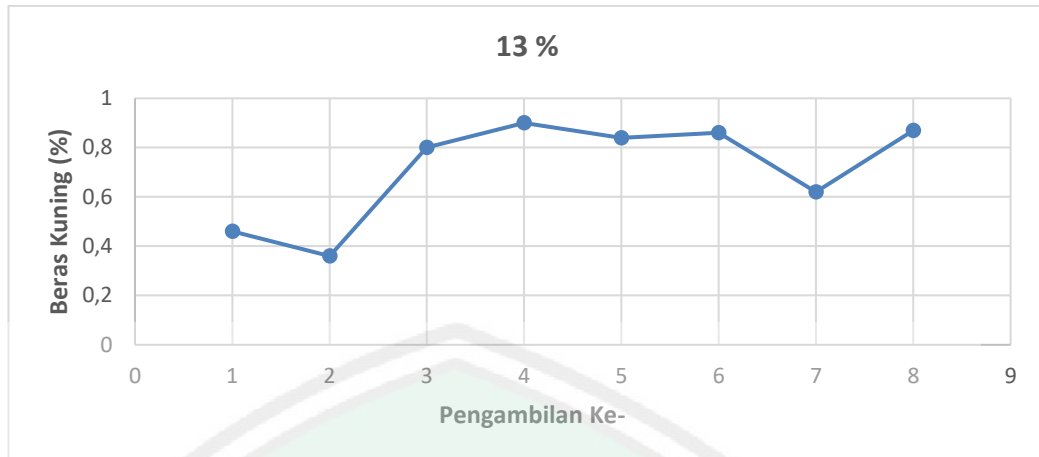
4.1.5 Hasil Pengolahan Data Nilai Persentase Beras Kuning

Hasil yang didapat dalam pengambilan data pada sampel terdiri dari nilai persentase beras kuning dan lama waktu penyimpanan berdasarkan hari. Data-data tersebut nantinya akan digunakan untuk menentukan karakteristik kadar air pada beras. Untuk analisis lebih lanjut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.5 Data Penelitian Pengukuran Nilai Persentase Beras Kuning pada Sampel Beras dengan Perlakuan

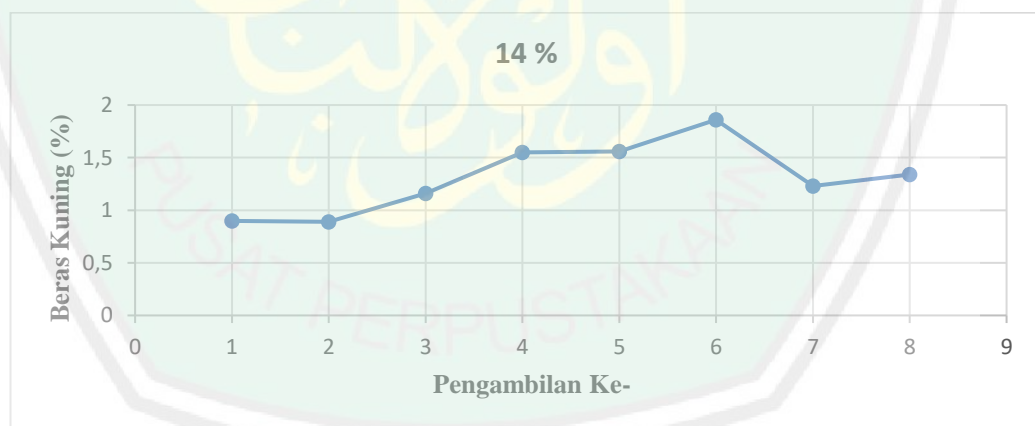
SAMPSEL	Pengambilan Ke-													
	1		2		3		4		5		6		7	
	04-Jul-20		06-Jul-20		08-Jul-20		10-Jul-20		12-Jul-20		14-Jul-20		16-Jul-20	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
M	12,4	0,63	12,3	1,21	12,6	0,51	12,6	0,98	12,6	1,43	12,7	1,08	12,7	0,81
CB	12,8	0,86	12,6	1,07	12,9	0,85	12,9	1,24	12,9	1,24	13,0	1,4	13,0	1,5
BE	13,3	0,9	12,9	1,36	12,9	1,15	13,1	1,65	13,1	1,27	13,1	1,04	13,2	1,2
12,5	12,5	0,3	12,5	0,45	12,5	0,52	12,5	0,88	12,6	0,52	12,6	0,85	12,5	0,56
13	13,0	0,46	12,9	0,36	13,0	0,8	13,2	0,9	13,5	0,84	13,5	0,86	13,5	0,62
13,5	13,5	0,63	13,8	0,92	14,0	0,98	14,0	0,83	13,7	0,91	13,8	0,98	14,0	1,1
14	14,0	0,9	13,5	0,89	14,2	1,16	14,5	1,55	14,3	1,56	14,5	1,86	14,5	1,23
14,5	14,5	0,95	14,8	1,45	15,2	1,47	15,6	1,38	15,6	1,32	15,0	1,3	15,3	1,35
15	15,0	0,98	15,4	1,69	15,3	1,66	15,4	1,42	15,4	1,2	15,3	1,25	15,5	1,27

Data tersebut memuat nilai kadar air dalam satuan persen (%) pada masing-masing baris dan nilai persentase beras kuning (%) dilihat pada penambahan hari. Berdasarkan data tersebut dapat dipahami bahwa semakin lama waktu penyimpanan beras maka semakin tinggi kadar airnya. Begitu pula semakin lama waktu penyimpanan beras, maka semakin tinggi persentase beras kuning yang terukur. Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa kadar dan kelembapan ruang penyimpanan memengaruhi faktor penyebab kerusakan fisik pada beras. Sedangkan beras kuning merupakan dampak akibat perubahan kadar air beras.



Gambar 4.11 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Persentase Beras Kuning Pada Beras 13 %

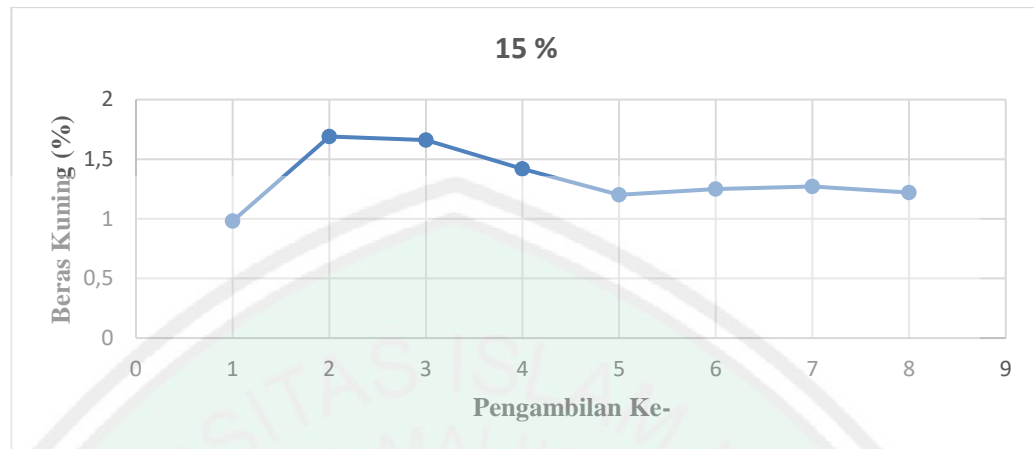
Berdasarkan grafik pada gambar 4.11, diperoleh informasi bahwa nilai persentase beras kuning juga secara garis besar cenderung mengalami kenaikan seiring dengan lama penyimpanan beras. Pada hari pertama nilai persentase beras kuning sampel 13 % sebesar 0,46% yang mana mengalami kenaikan seiring dengan penambahan hari.



Gambar 4.12 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Persentase Beras Kuning Pada Beras 14 %

Berdasarkan grafik pada gambar 4.12, diperoleh informasi bahwa nilai persentase beras kuning juga secara garis besar mengalami kenaikan seiring dengan lama penyimpanan beras. Pada hari pertama nilai persentase beras

kuning sampel 14 % sebesar 0,9% yang mana mengalami kenaikan seiring dengan penambahan hari.



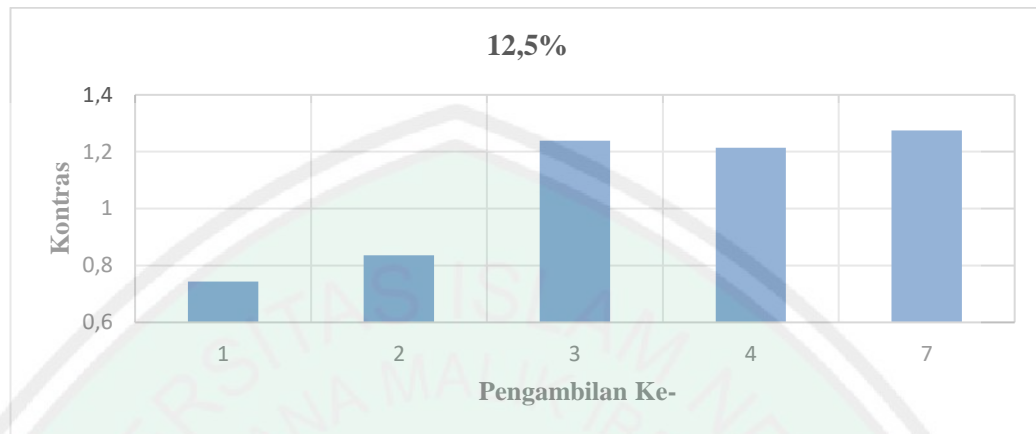
Gambar 4.13 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Persentase Beras Kuning Pada Beras 15 %

Berdasarkan grafik pada gambar 4.13, diperoleh informasi bahwa nilai persentase beras kuning juga secara garis besar mengalami kenaikan seiring dengan lama penyimpanan beras. Pada hari pertama nilai persentase beras kuning sampel 15 % sebesar 0,98% yang mana mengalami kenaikan juga penurunan seiring dengan penambahan hari.

4.1.6 Karakteristik Kadar Air pada Nilai Kontras

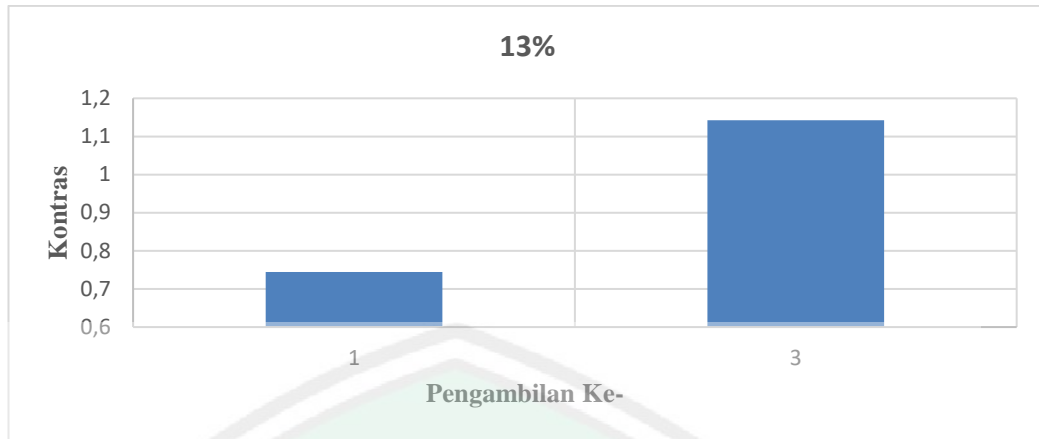
Adapun pada karakterisasi kadar air, data yang digunakan yaitu persentase kadar air beras, nilai kontras, dan persentase beras kuning. Karakterisasi dilakukan dengan mengelompokkan data berdasarkan kadar air beras yaitu 12,5%, 13%, 13,5%, 14%, 14,5%, dan 15% selama 7 kali pengambilan data dengan membandingkan terhadap nilai kontras citra spekel. Nilai Kadar yang terukur pada penambahan hari kemudian akan dikelompokkan sesuai dengan masing-masing nilai kadar airnya dan kemudian akan dicari nilai maksimum dan minimum untuk karakterisasi nilai kontras, persentase beras kuning dan kadar air

beras. penyajian data lebih lanjut terkait karakterisasi kadar air terhadap perbandingan penambahan hari dengan nilai kontras dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



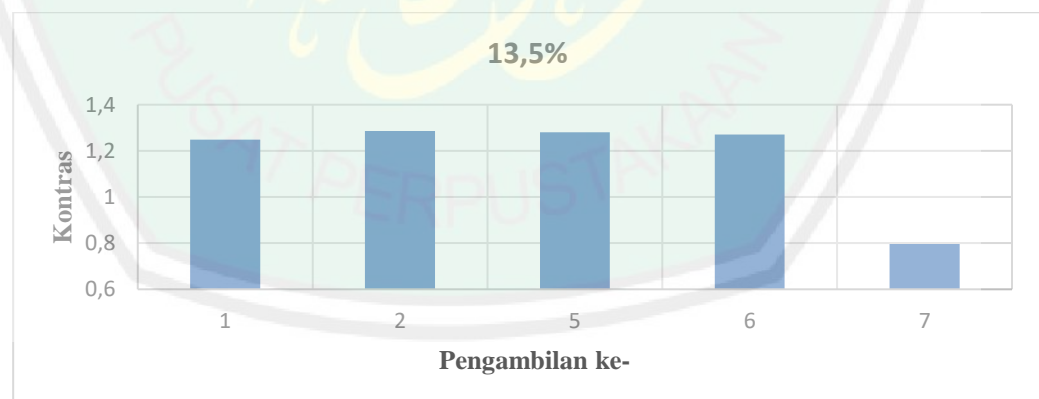
Gambar 4.14 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 12,5%

Berdasarkan grafik pada gambar 4.14, diperoleh informasi bahwa selama 7 kali pengambilan data didapatkan kadar air beras 12,5% pada pengambilan data ke-1, 2, 3, 4, dan 7. Masing-masing memiliki nilai kontras yang berbeda dilihat dari waktu pengambilan data. Pada hari pertama didapatkan nilai kontras minimum sebesar 0,7348 a.u. sedangkan untuk nilai kontras maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-7 yakni sebesar 1,2747 a.u. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai kontras yang dimiliki kadar air 12,5%.



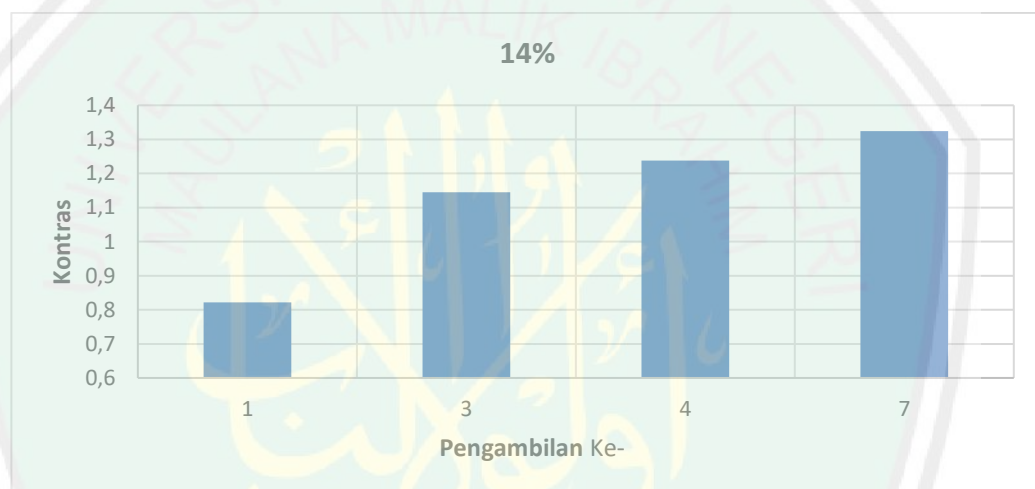
Gambar 4.15 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 13%

Berdasarkan grafik pada gambar 4.15, diperoleh informasi bahwa selama 7 kali pengambilan data didapatkan kadar air beras 13% pada hari pertama dan ke-3. Masing-masing memiliki nilai kontras yang berbeda dilihat dari waktu pengambilan data. Pada hari pertama didapatkan nilai kontras minimum sebesar 0,7446 a.u. sedangkan untuk nilai kontras maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-3 yakni sebesar 1,1421 a.u. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai kontras yang dimiliki kadar air 13%.



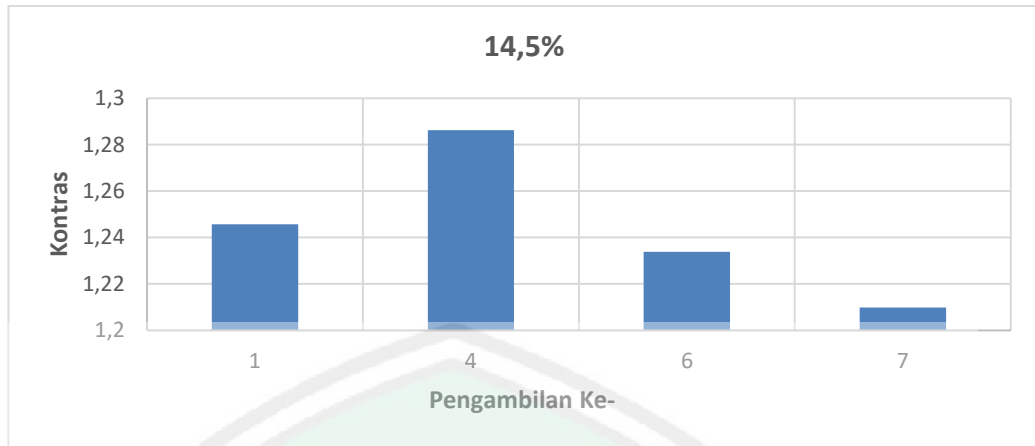
Gambar 4.16 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 13,5%

Berdasarkan grafik pada gambar 4.16, diperoleh informasi bahwa selama 7 kali pengambilan data didapatkan kadar air beras 13,5% pada pengambilan data ke-1, 2, 5, 6, dan 7. Masing-masing memiliki nilai kontras yang berbeda dilihat dari waktu pengambilan data. Pada hari pertama didapatkan nilai kontras minimum sebesar 0,7963 a.u. sedangkan untuk nilai kontras maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-2 yakni sebesar 1,2861 a.u. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai kontras yang dimiliki kadar air 13,5%.



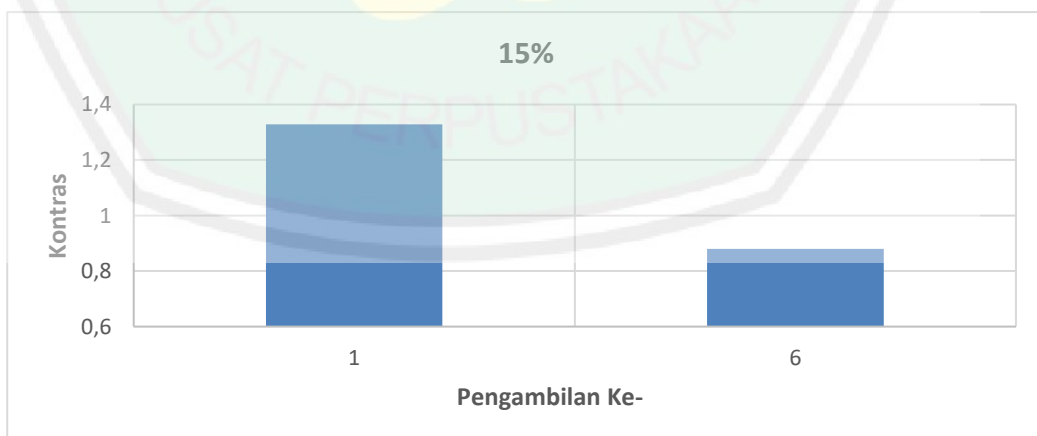
Gambar 4.17 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 14%

Berdasarkan grafik pada gambar 4.17, diperoleh informasi bahwa selama 7 kali pengambilan data didapatkan kadar air beras 14% pada pengambilan data ke-1, 3, 4, dan 7. Masing-masing memiliki nilai kontras yang berbeda dilihat dari waktu pengambilan data. Pada hari pertama didapatkan nilai kontras minimum sebesar 0,8215 a.u. sedangkan untuk nilai kontras maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-7 yakni sebesar 1,3246 a.u. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai kontras yang dimiliki kadar air 14%.



Gambar 4.18 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 14,5%

Berdasarkan grafik pada gambar 4.18, diperoleh informasi bahwa selama 7 kali pengambilan data didapatkan kadar air beras 14,5% pada pengambilan data ke-1, 4, 6, dan 7. Masing-masing memiliki nilai kontras yang berbeda dilihat dari waktu pengambilan data. Pada pengambilan data ke-7 didapatkan nilai kontras minimum sebesar 1,2099 a.u. sedangkan untuk nilai kontras maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-4 yakni sebesar 1,2863 a.u. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai kontras yang dimiliki kadar air 14,5%.



Gambar 4.19 Grafik Pengaruh Penambahan Hari Terhadap Nilai Kontras Dilihat Pada Kadar Air 15%

Berdasarkan grafik pada gambar 4.19, diperoleh informasi bahwa selama 7 kali pengambilan data didapatkan kadar air beras 15% pada hari pertama dan ke-6. Masing-masing memiliki nilai kontras yang berbeda dilihat dari waktu pengambilan data. Pada pengambilan data ke-6 didapatkan nilai kontras minimum sebesar 0,8804 a.u. sedangkan untuk nilai kontras maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-6 yakni sebesar 1,3280 a.u. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai kontras yang dimiliki kadar air 15%.

Tabel 4.6 Data Karakterisasi Nilai Kadar Air Dan Kontras Citra Spekel

Kadar Air (%)	Kontras (a.u)	Keterangan
12,5	0,7438	Min
12,5	0,8355	
12,5	1,2392	
12,5	1,2143	
12,5	1,2747	Max
13	0,7446	Min
13	1,1421	Max
13,5	1,2486	
13,5	1,2861	Max
13,5	1,2803	
13,5	1,2707	
13,5	0,7963	Min
14	0,8215	Min
14	1,1453	
14	1,2377	
14	1,3246	Max
14,5	1,2458	
14,5	1,2863	Max
14,5	1,2338	
14,5	1,2099	Min
15	1,3280	Max
15	0,8804	Min

4.1.7 Karakteristik Kadar Air pada Persentase Beras Kuning

Data karakterisasi ini menggunakan data yang diambil dari perubahan kadar air dengan rentang 12,5 - 15 % selama 7x pengambilan data dengan membandingkan pada nilai persentase beras kuning. Nilai Kadar air yang berubah seiring dengan bertambahnya hari akan dikelompokkan sesuai dengan masing2 kadar air dan kemudian akan dicari nilai maksimum dan minimum untuk karakterisasi nilai persentase beras kuning dan kadar air beras.

Tabel 4.7 Data Karakterisasi Nilai Kadar Air Dan Persentase Beras Kuning Citra Spekel

Kadar Air (%)	Beras Kuning (%)	Keterangan
12,5	0,30	Min
12,5	0,45	
12,5	0,52	
12,5	0,88	Max
12,5	0,56	
13	0,46	Min
13	0,80	Max
13,5	0,63	Min
13,5	0,89	Max
13,5	0,84	
13,5	0,86	
13,5	0,62	
14	0,90	Min
14	0,98	
14	0,83	
14	1,10	Max
14,5	0,95	Min
14,5	1,55	
14,5	1,86	Max
14,5	1,23	
15	0,98	Min
15	1,30	Max

Berdasarkan data pada tabel 4.3, diperoleh informasi bahwa selama 7 kali pengambilan data didapatkan kadar air beras 12,5% pada pengambilan data ke-1, 2, 3, 4, dan 7. Masing-masing memiliki nilai persentase beras kuning yang berbeda dilihat dari waktu pengambilan data. Pada hari pertama didapatkan nilai persentase beras kuning minimum sebesar 0,3%. sedangkan untuk nilai persentase beras kuning maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-4 yakni sebesar 0,88%. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai persentase beras kuning yang dimiliki kadar air 12,5%.

Untuk kadar air beras 13%, pada hari pertama didapatkan nilai persentase beras kuning minimum sebesar 0,46%. sedangkan untuk nilai persentase beras kuning maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-3 yakni sebesar 0,80. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai persentase beras kuning yang dimiliki kadar air 13%.

Untuk kadar air beras 13,5%, pada hari pertama didapatkan nilai persentase beras kuning minimum sebesar 0,63%. sedangkan untuk nilai persentase beras kuning yang didapatkan pada pengambilan data ke-2 yakni sebesar 0,89%. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai persentase beras kuning yang dimiliki kadar air 13,5%.

Untuk kadar air beras 14%, pada hari pertama didapatkan nilai persentase beras kuning minimum sebesar 0,9%. sedangkan untuk nilai persentase beras kuning maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-7 yakni sebesar 1,1%. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai persentase beras kuning yang dimiliki kadar air 14%.

Untuk kadar air beras 14,5%, pada pengambilan data ke-7 didapatkan nilai persentase beras kuning minimum sebesar 0,95%. sedangkan untuk nilai persentase beras kuning maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-4 yakni sebesar 1,86%. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai persentase beras kuning yang dimiliki kadar air 14,5%.

Sedangkan kadar air beras 15%, pada pengambilan data ke-6 didapatkan nilai persentase beras kuning minimum sebesar 0,98%. sedangkan untuk nilai persentase beras kuning maksimum didapatkan pada pengambilan data ke-6 yakni sebesar 1,3%. perbedaan nilai kontras tersebut menunjukkan rentang nilai persentase beras kuning yang dimiliki kadar air 15%.

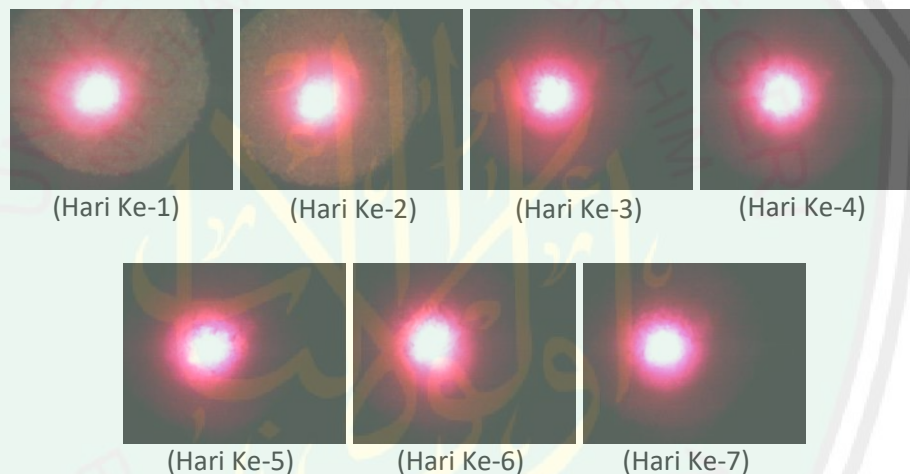
4.2 Pembahasan

Penggunaan citra spekel dalam pengujian kualitas bahan memiliki beberapa faktor yang harus diperhatikan. Menurut Muchlian dkk pada tahun 2013, spekel yang dihasilkan bergantung pada panjang gelombang cahaya, ukuran berkas cahaya, jarak bidang pengamatan terhadap sumber cahaya, kekasaran permukaan benda, serta sudut yang terbentuk oleh laser dan detektor terhadap bidang. Pengaruh kadar air terhadap perubahan kontras spekel beras, pengaruh kadar air beras terhadap kerusakan beras dan analisis nilai kontras spekel beras dengan kerusakan beras berbasis GUI MATLAB akan dibahas lebih lanjut dalam bab ini.

4.2.1 Pengaruh Kadar Air Terhadap Perubahan Kontras Spekel Beras

Sampel yang digunakan dalam penelitian kali ini menggunakan beras dengan tanpa perlakuan dan menggunakan perlakuan. Beras tanpa perlakuan menggunakan beberapa merek beras yaitu Mentari, Cab Belimbing, dan Beras

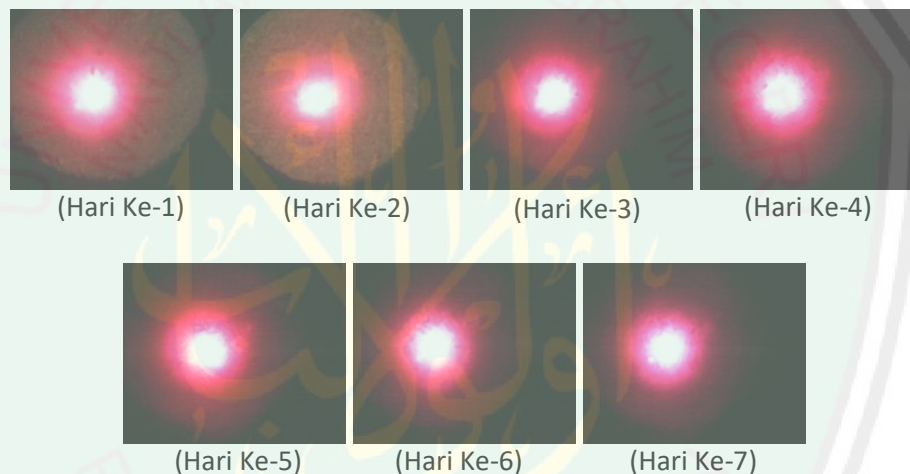
Enak. Sedangkan beras dengan perlakuan menggunakan variasi kadar air yang yaitu 12,5%, 13%, 13,5%, 14%, 14,5%, dan 15%. Pada beras tanpa perlakuan mempunyai kadar air dengan nilai yang berbeda yaitu: Beras Mentari: 12,4%, Beras Cab Belimbing: 12,8%, dan Beras Enak: 13,3%. Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan nilai kontras semakin tinggi seiring dengan lama hari. Begitu pula pada tabel 4.2 dimana kadar air yang berubah seiring dengan lama hari memengaruhi nilai persentase beras kuning yang relatif semakin naik nilainya. Adapun citra spekel yang dihasilkan dari perubahan kadar air pada beras Mentari dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 Citra Spekel Beras pada Pengambilan Data Hari ke-1 s/d 7 (Merek Beras Mentari)

Pada gambar 4.20 di hari pengambilan data ke-1 dengan kadar air mula-mula sebesar 12,4% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 0,879 a.u. yang mana cahaya lebih banyak tertangkap kamera. Pada citra pengambilan data ke-4 dengan kadar air menjadi 12,6% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 1,3 a.u. yang mana cahaya lebih tampak memusat ke tengah. Pada citra pengambilan data ke-7 dengan kadar air sebesar 12,7% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 1,367 a.u yang mana juga tampak cahaya lebih memusat ke bagian

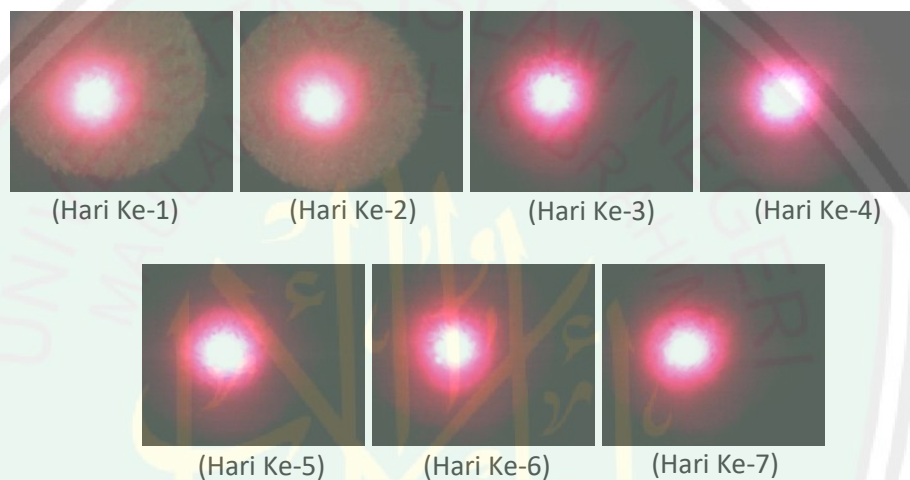
tengah. Hal tersebut menunjukkan semakin besar kadar air maka nilai kontras juga cenderung naik. Semakin banyak intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin besar sehingga nilai kontras akan bernilai kecil. Begitu pula semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin kecil sehingga nilai kontras akan bernilai besar. Intensitas citra yang diterima didapat dari pola hamburan cahaya pada permukaan beras. Beras yang sudah mengalami perubahan warna, lapisan, dan kepadatan akibat pengaruh kadar air membuat pemantulan cahaya semakin menyebar yang mana berdampak pada intensitas citra yang didapat.



Gambar 4.21 Citra Spekel Beras pada Pengambilan Data Hari ke-1 s/d 7 (Merek Beras Cab Belimbing)

Pada gambar 4.22 di hari pengambilan data ke-1 dengan kadar air mula-mula sebesar 12,8% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 0,904 a.u. yang mana cahaya lebih banyak tertangkap kamera. Pada citra pengambilan data ke-4 dengan kadar air menjadi 12,9% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 1,214 a.u. yang mana cahaya lebih tampak memusat ke tengah. Pada citra pengambilan data ke-7 dengan kadar air sebesar 13% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 1,345 a.u yang mana juga tampak cahaya lebih memusat ke bagian

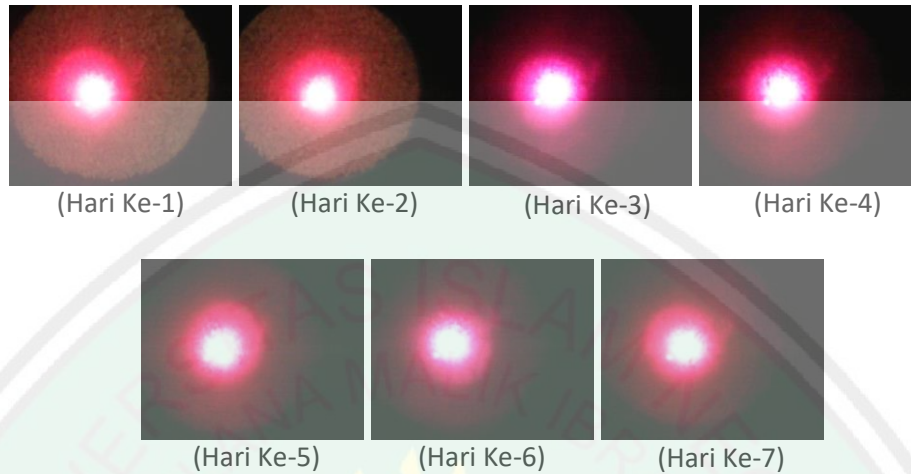
tengah. Intensitas cahaya akibat fenomena pemantulan baur yang tertangkap kamera akan memengaruhi nilai *mean* citra dan secara otomatis juga mempengaruhi nilai kontras citra. Hal tersebut menunjukkan semakin besar kadar air maka nilai kontras juga cenderung naik. Semakin banyak intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin besar sehingga nilai kontras akan bernilai kecil. Begitu pula semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin kecil sehingga nilai kontras akan bernilai besar.



Gambar 4.22 Citra Spekel Beras pada Pengambilan Data Hari ke-1 s/d 7 (Merek Beras Enak)

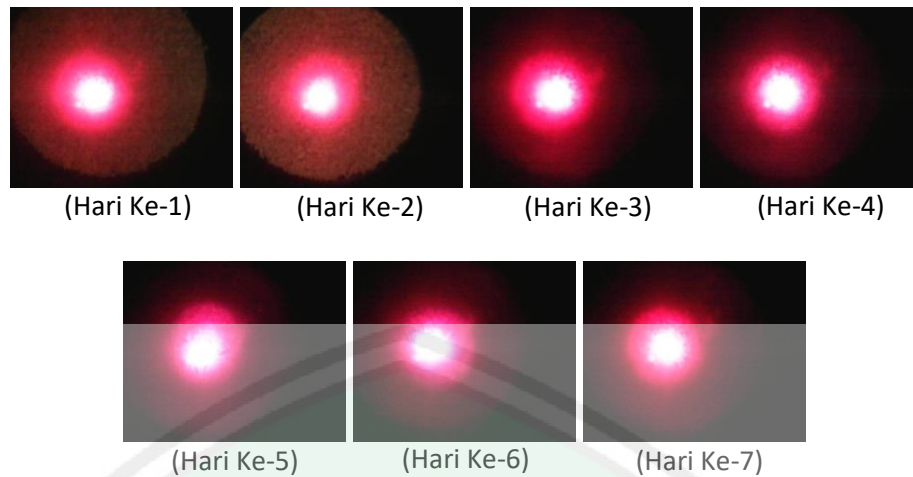
Pada gambar 4.22 di hari pengambilan data ke-1 dengan kadar air mula-mula sebesar 13,3% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 0,847 a.u. yang mana cahaya lebih banyak tertangkap kamera. Pada citra pengambilan data ke-4 dengan kadar air menjadi 13,1% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 1,29 a.u. yang mana cahaya lebih tampak memusat ke tengah. Pada citra pengambilan data ke-7 dengan kadar air sebesar 13,2% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 1,311 a.u yang mana juga tampak cahaya lebih memusat ke bagian tengah. Hal tersebut menunjukkan semakin besar kadar air maka nilai kontras juga cenderung naik. Semakin banyak intensitas cahaya yang diterima maka

nilai *mean* semakin besar sehingga nilai kontras akan bernilai kecil. Begitu pula semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin kecil sehingga nilai kontras akan bernilai besar.



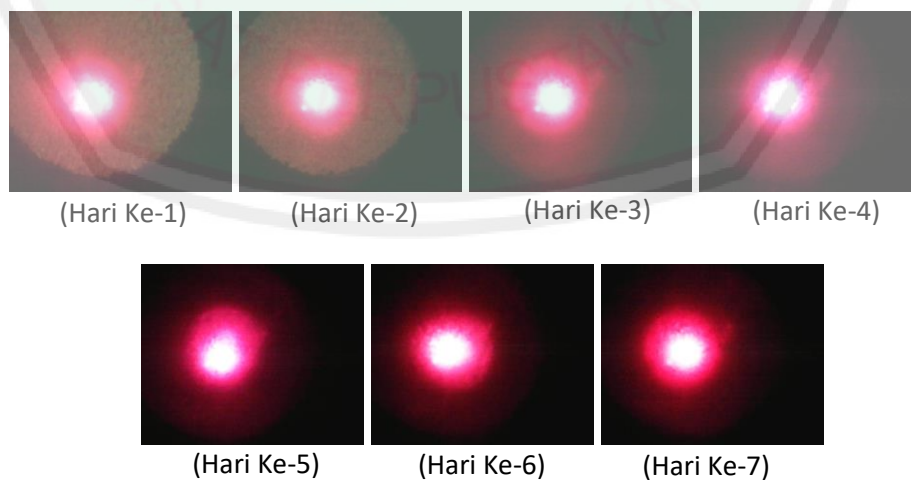
Gambar 4.23 Citra Spekel Beras 12,5 %

Pada gambar 4.23 di hari pengambilan data ke-1 dengan kadar air mula-mula sebesar 12,5% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 0,744 a.u. yang mana cahaya lebih banyak tertangkap kamera. Hal tersebut menunjukkan semakin besar kadar air maka nilai kontras juga cenderung naik. Semakin banyak intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin besar sehingga nilai kontras akan bernilai kecil. Begitu pula semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin kecil sehingga nilai kontras akan bernilai besar.



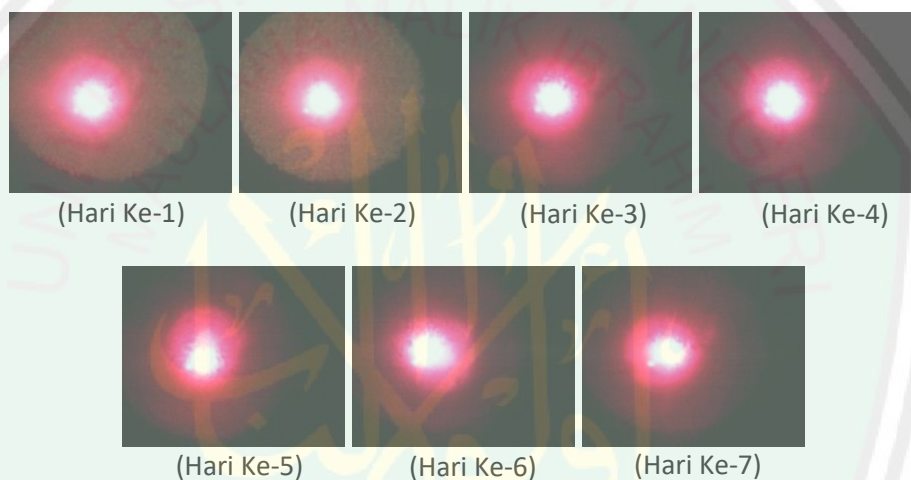
Gambar 4.24 Citra Spekel Beras 13 %

Pada gambar 4.24 di hari pengambilan data ke-1 dengan kadar air mula-mula sebesar 13% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 0,745 a.u. yang mana cahaya lebih banyak tertangkap kamera. Hal tersebut menunjukkan semakin besar kadar air maka nilai kontras juga cenderung naik. Semakin banyak intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin besar sehingga nilai kontras akan bernilai kecil. Begitu pula semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin kecil sehingga nilai kontras akan bernilai besar.



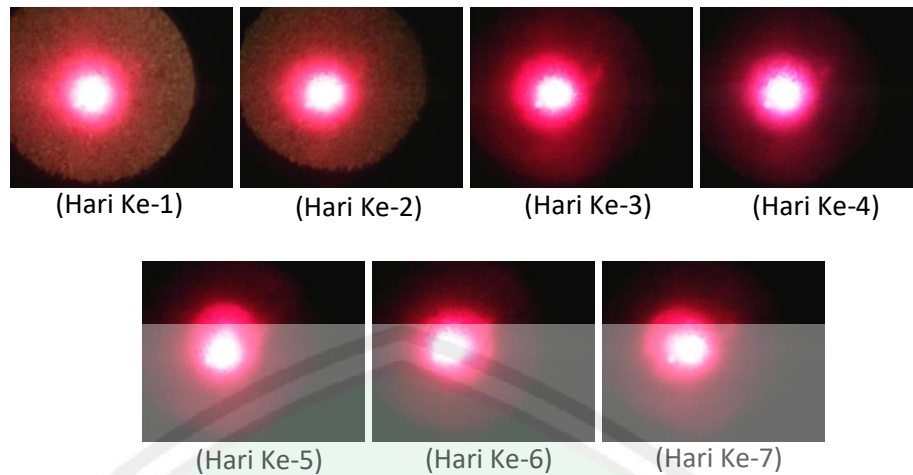
Gambar 4.25 Citra Spekel Beras 13,5 %

Pada gambar 4.25 di hari pengambilan data ke-1 dengan kadar air mula-mula sebesar 13,5% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 0,789 a.u. yang mana cahaya lebih banyak tertangkap kamera. Hal tersebut menunjukkan semakin besar kadar air maka nilai kontras juga cenderung naik. Semakin banyak intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin besar sehingga nilai kontras akan bernilai kecil. Begitu pula semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin kecil sehingga nilai kontras akan bernilai besar.



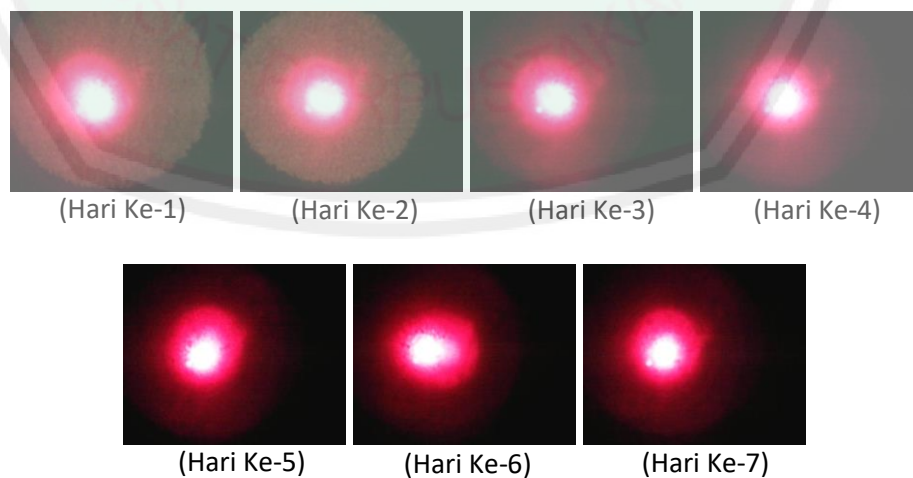
Gambar 4.26 Citra Spekel Beras 14 %

Pada gambar 4.26 di hari pengambilan data ke-1 dengan kadar air mula-mula sebesar 14% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 0,822 a.u. yang mana cahaya lebih banyak tertangkap kamera. Hal tersebut menunjukkan semakin besar kadar air maka nilai kontras juga cenderung naik. Semakin banyak intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin besar sehingga nilai kontras akan bernilai kecil. Begitu pula semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin kecil sehingga nilai kontras akan bernilai besar.



Gambar 4.27 Citra Spekel Beras 14,5 %

Pada gambar 4.27 di hari pengambilan data ke-1 dengan kadar air mula-mula sebesar 14,5% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 0,865 a.u. yang mana cahaya lebih banyak tertangkap kamera. Hal tersebut menunjukkan semakin besar kadar air maka nilai kontras juga cenderung naik. Semakin banyak intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin besar sehingga nilai kontras akan bernilai kecil. Begitu pula semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin kecil sehingga nilai kontras akan bernilai besar.



Gambar 4.28 Citra Spekel Beras 15 %

Pada gambar 4.28 di hari pengambilan data ke-1 dengan kadar air mula-mula sebesar 15% didapatkan nilai rata-rata kontras sebesar 0,88 a.u. yang mana cahaya lebih banyak tertangkap kamera. Hal tersebut menunjukkan semakin besar kadar air maka nilai kontras juga cenderung naik. Semakin banyak intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin besar sehingga nilai kontras akan bernilai kecil. Begitu pula semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima maka nilai *mean* semakin kecil sehingga nilai kontras akan bernilai besar.

Pemantulan cahaya baur yang terjadi pada penelitian ini mengakibatkan intensitas cahaya yang terpantul mempunyai fase yang acak. Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa kekasaran permukaan beras memengaruhi intensitas cahaya yang diterima oleh kamera. Oleh karena itu, persamaan yang digunakan untuk perhitungan nilai kontras diperoleh dengan mengacu pada persamaan probabilitas, statistika, dan distribusi intensitas yang terjadi ketika sinar laser mengenai bahan dan mengalami refleksi.

4.2.2 Pengaruh Kadar Air Terhadap Kerusakan Beras

Perubahan kadar air beras yang terjadi pada sampel beras menunjukkan bahwa adanya perbedaan kelembapan antara beras dengan lingkungan atau ruangan. Apabila dilihat pada data nilai kontras citra spekel beras, semakin lama waktu penyimpanan maka nilai kadar air cenderung naik sehingga nilai kontras juga akan naik. Selain kadar air beras, beras kuning juga menjadi parameter kualitas beras. Kadar toleransi untuk persentase beras kuning pada beras adalah < 2 gr berat beras kuning.

Pada penelitian ini, kadar air menjadi subjek utama pengamatan dalam kualitas beras karena dinilai mempunyai peran yang cukup besar dalam pengamatan kualitas beras walaupun memang tentu terdapat banyak faktor-faktor lain yang memengaruhi kualitas beras. Tetapi melalui pengamatan perubahan kadar air dapat ditemukan dampak berubahnya nilai kontras citra spekel beras dan bertambahnya persentase beras kuning. Adapun data terkait pengaruh kadar air terhadap kerusakan beras dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2. kedua tabel tersebut menunjukkan penambahan nilai kontras dan persentase beras kuning akibat perubahan kadar air beras yang terjadi dalam lama waktu penyimpanan. Sehingga dalam hal ini, beras kuning merupakan salah satu fenomena yang tampak akibat perubahan kadar air beras.

Nilai kontras dan persentase beras kuning dapat menjadi karakteristik dalam menentukan kadar air beras. Karena perubahan nilai kontras dan persentase beras kuning sangat dipengaruhi oleh kadar air beras. Adapun data karakterisasi nilai kontras ditunjukkan pada tabel 4.3, sedangkan data karakterisasi nilai persentase beras ditunjukkan pada tabel 4.4.

4.2.3 Analisis Hubungan Persentase Beras Kuning Terhadap Uji Nilai L*

a*b*

Warna merupakan sebuah nama yang muncul atas segala aktivitas pada retina mata. Selain itu, warna adalah hal penting bagi berbagai macam makanan. Warna juga menunjukkan indikasi adanya perubahan kimia dalam makanan seperti misalnya *browning* karamelisasi. Untuk beberapa makanan cair yang jernih seperti minyak, warna merupakan refleksi dari cahaya (De Man,1999).

Pengukuran warna secara visual atau kualitatif sangat sulit dilakukan karena indra penglihatan manusia sulit untuk membedakan perbedaan warna yang sedikit. Panjang gelombang warna yang bisa ditangkap mata berkisar antara 380 – 780 nanometer dan panjang gelombang ini menentukan sifat warna. Warna juga berarti interpretasi otak dari campuran warna primer, yaitu merah, hijau dan biru dengan komposisi tertentu (Rosimari, 2006).

Warna dapat diukur secara modern dengan menggunakan alat *color reader*. Prinsip kerjanya adalah dengan memanfaatkan sistem pemaparan warna dengan menggunakan CIE dengan tiga reseptor warna yaitu L, a, dan b di mana L menunjukkan kecerahan berdasarkan warna putih, a menunjukkan warna kemerahan atau kehijauan, dan b menunjukkan kekuningan atau kebiruan.

Penelitian kali ini membandingkan nilai kekuningan beras terhadap beras kuning untuk mengurangi kemungkinan kesalahan subjektivitas pengujian. Adapun tabel perbandingan kadar air dengan persentase beras kuning dan $L^*a^*b^*$ sebagaimana berikut:

Tabel 4.8 Data Nilai $L^*a^*b^*$, Persentase Beras Kuning, dan Kekuningan

Sampel	Pengambilan data ke-	Kadar Air	Beras Kuning (%)	L, a, dan b		
				L	a	b
M	1	12,4	0,63	64,31	1,45	6,66
	2	12,3	1,21	61,13	2,14	6,30
	3	12,6	0,51	64	1,42	7,15
	4	12,6	0,98	57,82	2,29	7,05
	5	12,6	1,43	62	2,09	6,75
	6	12,7	1,08	62,31	1,68	6,14
	7	12,7	0,81	62,40	2,69	6,35

CB	1	12,8	0,86	64,01	1,71	7,63
	2	12,6	1,07	60,99	1,81	7,24
	3	12,9	0,85	62,37	1,98	6,92
	4	12,9	1,24	56,3	4,60	6,36
	5	12,9	1,24	61,83	2,27	6,31
	6	13,0	1,4	59,76	2,18	6,74
	7	13,0	1,5	61,93	2,02	6,87
BE	1	13,3	0,9	61,61	1,11	6,90
	2	12,9	1,36	57,35	1,91	6,30
	3	12,9	1,15	58,33	1,25	6,33
	4	13,1	1,65	60,13	1,87	5,90
	5	13,1	1,27	59,82	1,52	6,56
	6	13,1	1,04	58,46	1,97	6,20
	7	13,2	1,2	56,91	2,19	6,73
12,5	1	12,5	0,3	70,41	2,11	6,76
	2	12,5	0,45	67,7	2,25	6,93
	3	12,5	0,52	67,80	1,92	6,74
	4	12,5	0,88	65,96	2,25	6,19
	5	12,6	0,52	65,13	1,87	6,58
	6	12,6	0,85	66,76	2,23	6,86
	7	12,5	0,56	67,03	1,84	6,47
13	1	13,0	0,46	68,87	1,97	6,56
	2	12,9	0,36	63,40	2,48	6,34
	3	13,0	0,8	70,38	1,55	7,14
	4	13,2	0,9	66,54	1,77	6,45
	5	13,5	0,84	68,36	1,93	6,47
	6	13,5	0,86	66,43	2,12	6,43
	7	13,5	0,62	66,98	2,27	6,64
13,5	1	13,5	0,63	69,94	2,07	7,12
	2	13,8	0,92	66,89	2,11	6,58
	3	14,0	0,98	65,79	1,76	6,74
	4	14,0	0,83	67,10	1,74	6,13
	5	13,7	0,91	68,20	1,92	6,52
	6	13,8	0,98	66,39	2,41	6,46
	7	14,0	1,1	66,96	2,27	6,52

14	1	14,0	0,9	70,05	1,99	6,15
	2	13,5	0,89	67,27	1,92	5,62
	3	14,2	1,16	69,46	1,80	6,87
	4	14,5	1,55	66,2	1,79	6,34
	5	14,3	1,56	68,93	2,13	6,23
	6	14,5	1,86	66,78	5,76	6,08
	7	14,5	1,23	67,37	2,38	6,33
14,5	1	14,5	0,95	69,10	2,42	6,62
	2	14,8	1,45	67,50	2,32	6,19
	3	15,2	1,47	69,48	1,42	7,51
	4	15,6	1,38	67,03	1,97	6,28
	5	15,6	1,32	68,60	1,96	6,63
	6	15,0	1,3	68,13	2,20	6,24
	7	15,3	1,35	67,67	2,36	6,23
15	1	15,0	0,98	68,78	1,50	6,65
	2	15,4	1,69	63,61	3,24	6,54
	3	15,3	1,66	70,32	1,42	7,65
	4	15,4	1,42	68,28	1,96	6,36
	5	15,4	1,2	67,30	1,92	6,52
	6	15,3	1,25	66,35	2,28	6,27
	7	15,5	1,27	67,03	1,97	6,01

Nilai numerik dalam $L^*a^*b^*$ menguraikan semua warna dilihat dengan penglihatan normal. Adapun data pada tabel di atas yang menunjukkan nilai $L^*a^*b^*$ dan kekuningan diambil dari rata-rata pengambilan data sebanyak 20x untuk setiap sampel. Nilai *lightness* (L^*) menunjukkan interval kecerahan pada ketampakan suatu bahan dari gelap (0) hingga cerah (100). Nilai L^* beras normal Indonesia berkisar 56,3 hingga 70,41. Pada sampel beras dengan kadar air 12,5 % mempunyai nilai L^* yang paling tinggi yang mana menunjukkan warna paling cerah dibandingkan dengan sampel-sampel yang lain pada hari pertama. Apabila di amati maka semakin lama hari maka nilai kecerahan atau

lightness juga semakin kecil. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan kadar air pada beras menyebabkan beras mengalami perubahan warna.

Redness (a^*) menunjukkan warna kromatis campuran merah-hijau dengan nilai $+a^*$ dari 0 sampai +80 untuk warna merah dan nilai $-a^*$ dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Nilai a^* beras berkisar antara 1,25 hingga 5,76.

Yellowness (b^*) menunjukkan warna kromatik campuran biru kuning dengan nilai $+b^*$ dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai $-b^*$ dari 0 sampai -70 untuk warna biru. Nilai b^* beras berkisar antara 5,62 hingga 7,65. Data pada b^* ini merupakan nilai kekuningan sebagai tolak ukur sampel beras terhadap beras kuning dan kadar air. Apabila dibandingkan nilai $L^*a^*b^*$ pada sampel 12,5 % dengan sampel 15 % untuk mencari total perbedaan warna atau ΔE . Maka akan didapatkan $\Delta L^* = 2,4$, $\Delta a^* = 0,56$, $\Delta b^* = 0,11$. Sehingga didapatkan total perubahan warnanya $\Delta E = \sqrt{(2,4)^2 + (0,56)^2 + (0,11)^2} = 2,47$.

4.2.4 Analisis Nilai Kontras Spekel Beras dengan Kerusakan Beras Berbasis GUI MATLAB

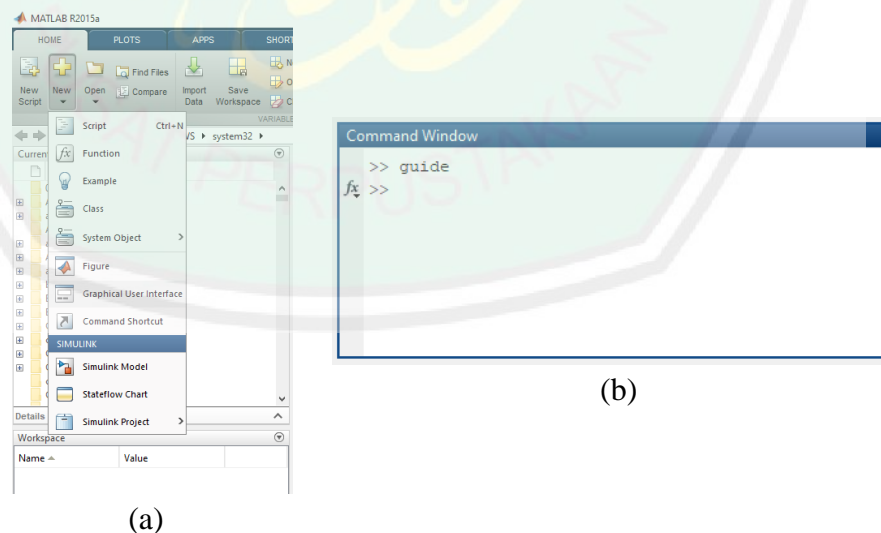
Penelitian ini dilakukan analisis pengolahan citra menggunakan GUI MATLAB untuk menentukan nilai *mean*, standar deviasi, dan kontras pada histogram keabu-abuan. Citra/gambar yang digunakan mempunyai ukuran 8 bit. Sehingga rentang intensitas warna keabuan bernilai 0-255. Histogram berfungsi untuk merumuskan nilai kontras. Dalam hal ini, nilai kontras beras dipengaruhi oleh kenaikan kadar air pada beras, yang mana semakin tinggi kadar air maka semakin tinggi nilai kontras. Sedangkan perubahan kadar air beras menyebabkan beras mengalami kerusakan fisik salah satunya yakni beras kuning. Pada analisis kerusakan beras, nilai persentase beras kuning menjadi

salah satu *input* pengolahan kualitas beras. Setelah didapatkan rentang kontras dan persentase beras kuning pada masing-masing kadar air, kemudian akan digunakan dalam aplikasi analisis kontras citra spekel berbasis GUI MATLAB.

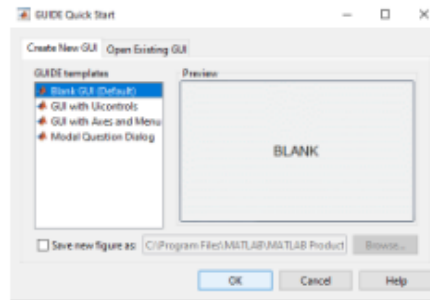
a. Pembuatan dan Pengoperasian Aplikasi Citra Spekel Berbasis GUI MATLAB

Nilai mean, standar deviasi, dan nilai kontras citra spekel diperoleh dari hasil pengolahan citra digital dalam aplikasi. Aplikasi analisis kontras citra spekel dibuat menggunakan fitur GUI yang terdapat pada MATLAB. Fitur yang digunakan adalah *guide* dan *deploytool*, fitur tersebut digunakan untuk membuat aplikasi yang bersifat *standalone*. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan untuk membuat aplikasi tersebut adalah:

1. Membuat GUI kosong yang baru dengan cara pilih menu **HOME** > **Graphical User Interface**, kemudian pilih **Create New GUI** pilih **Blank GUI (Default)** atau menuliskan pada **Command Window** > **guide** > tekan **Enter** pada keyboard.

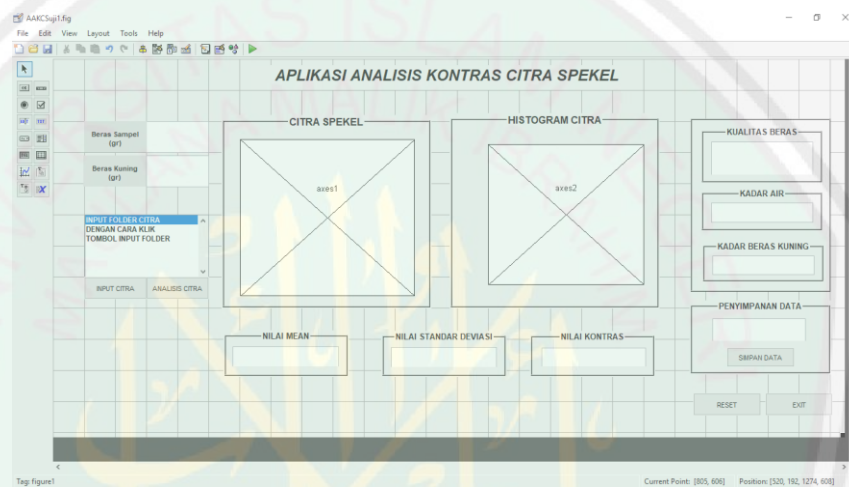


Gambar 4.29 (a) Letak Menu GUI Baru (b) Menu GUI Baru pada *Command Window*



Gambar 4.30 Pemilihan GUI Kosong untuk Pembuatan Aplikasi

2. Membuat *Interface* aplikasi pada GUI.



Gambar 4.31 Desain *Interface* GUI dari Aplikasi Analisis Kontras Citra Spekel

Pembuatan *interface* aplikasi berbasis GUI MATLAB menggunakan beberapa macam tombol, listbox, dan grafik. Adapun komposisi fitur yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.5

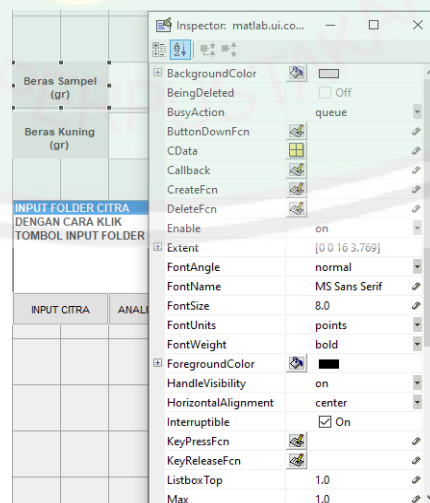
Tabel 4.9 Fitur *Button* yang Digunakan Membuat Aplikasi

No.	Nama <i>Button</i>	Jenis <i>Button</i>	Fungsi
1.	APLIKASI ANALISIS KONTRAS CITRA SPEKEL	<i>Static text 2</i>	Untuk menampilkan judul aplikasi yang dibuat
2.	<i>Axes 1</i>	<i>Axes1</i>	Untuk menampilkan citra yang dipilih dan belum diolah
3.	<i>Axes 2</i>	<i>Axes2</i>	Untuk menampilkan hasil <i>image procecing</i> sehingga gambar menjadi hitam-putih

4.	<i>Axes 3</i>	<i>Axes3</i>	Untuk menampilkan histogram citra hasil <i>image procecing</i>
5.	INPUT CITRA	<i>Pushbutton1</i>	Untuk membuka dan memasukkan folder gambar yang akan dianalisis pada aplikasi
6.	ANALISIS CITRA	<i>Pushbutton2</i>	Untuk menjalankan perintah mencari nilai <i>mean</i> , standar deviasi, nilai kontras, kadar beras kuning, kadar air, dan kualitas beras dari citra yang dimasukkan
7.	SIMPAN DATA	<i>Pushbutton3</i>	Untuk menjalankan perintah menyimpan data dalam bentuk <i>file</i> Excel atau <i>file Text</i>
8.	RESET	<i>Pushbutton4</i>	Untuk menjalankan perintah mengatur ulang tampilan gambar, histogram, dan nilai-nilai yang telah didapatkan
9.	EXIT	<i>Pushbutton5</i>	Untuk menjalankan perintah keluar dari aplikasi
10.	Excel File (.xlsx)	<i>Radiobutton1</i>	Untuk menjalankan perintah pemilihan <i>file</i> penyimpanan data dalam bentuk Excel <i>file</i>
11.	Text File (.txt)	<i>Radiobutton2</i>	Untuk menjalankan perintah pemilihan <i>file</i> penyimpanan data dalam bentuk Text <i>file</i>
12.	Panel1	<i>Panel</i>	Sebagai panel untuk letak tombol pilihan format <i>file</i> penyimpanan data
13.	Panel2	<i>Panel</i>	Sebagai panel untuk tempat penampil gambar dan histogram citra
14.	Panel3	<i>Panel</i>	
15.	Panel4	<i>Panel</i>	Sebagai panel untuk tempat menampilkan nilai mean
16.	Panel5	<i>Panel</i>	Sebagai panel untuk tempat menampilkan nilai standar deviasi
17.	Panel6	<i>Panel</i>	Sebagai panel untuk tempat menampilkan nilai kontras citra yang diolah
18.	Panel7	<i>Panel</i>	Sebagai panel untuk tempat menampilkan nilai kualitas beras, kadar air, dan kadar beras kuning
19.	Panel8	<i>Panel</i>	
20.	Panel9	<i>Panel</i>	

21.	Listbox1	<i>Listbox</i>	Untuk menampilkan nama <i>file</i> sebagai penyimpanan data
22.	Edit1	<i>Edit Text 1</i>	Untuk menampilkan nilai berat beras kuning
23.	Edit2	<i>Edit Text 2</i>	Untuk menampilkan nilai berat beras sampel
24.	Edit3	<i>Edit Text 3</i>	untuk menuliskan nama <i>file</i> sebagai penyimpanan data
25.	Edit4	<i>Edit Text 4</i>	untuk menampilkan nilai <i>mean</i> dari citra yang diolah
26.	Edit5	<i>Edit Text 5</i>	Untuk menampilkan nilai standar deviasi dari citra yang diolah
27.	Edit6	<i>Edit Text 6</i>	Untuk menampilkan nilai kontras dari citra yang diolah
28.	Edit7	<i>Edit Text 7</i>	Untuk menampilkan nilai kadar beras kuning
29.	Edit8	<i>Edit Text 8</i>	Untuk menampilkan nilai kadar air beras
30.	Edit9	<i>Edit Text 9</i>	Untuk menampilkan nilai kualitas beras

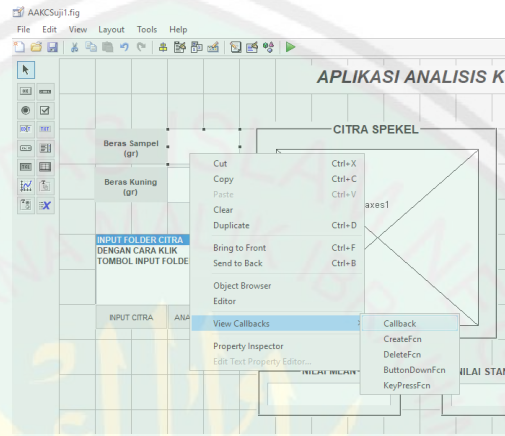
3. Selanjutnya memberikan identitas dan tampilan pada masing-masing *button* yaitu dengan cara klik 2x pada *button* sehingga akan muncul *pop-up Inspector*, kemudian diisi kolom **tag** dan **string** untuk identitas sesuai keinginan.



Gambar 4.32 Pengaturan Identitas dan Tampilan pada *Pop-Up Inspector*

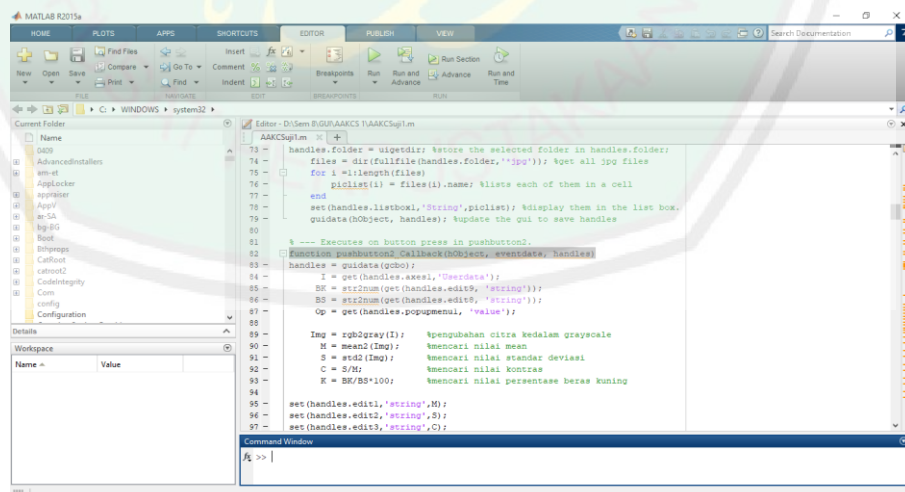
4. Kemudian memasukkan *coding* pada tiap tombol. Sehingga tombol dapat terhubung dan melakukan perintah sesuai yang diharapkan. Langkah yang dilakukan yaitu:

Klik kanan pada *button* > kemudian pilih **View Callback** > pilih **Callback**



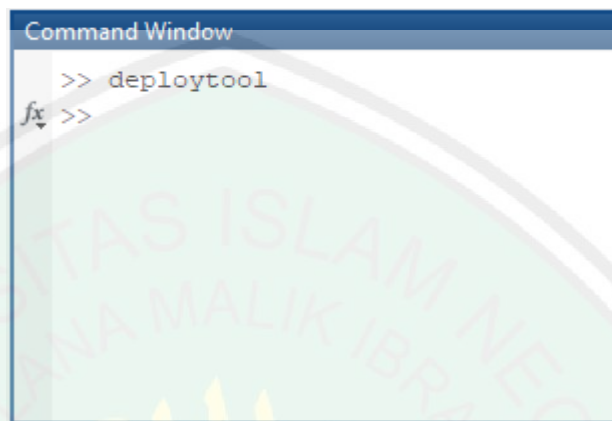
Gambar 4.33 Pengaturan Editor MATLAB untuk Pengisian *Coding*

5. Setelah itu akan tampil editor *file* MATLAB sebagai tempat untuk memasukkan *coding* agar tombol dapat berfungsi dan berjalan dengan baik.



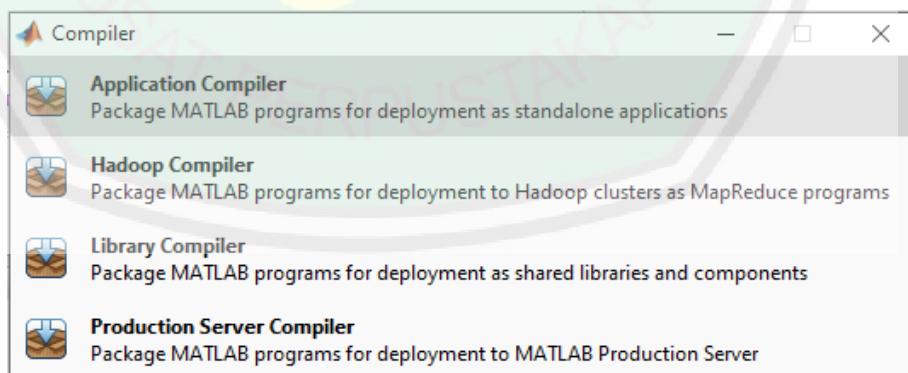
Gambar 4.34 Pengisian *Coding* Aplikasi

6. Apabila semua *coding* sudah selesai dimasukkan, selanjutnya adalah mengekstrak aplikasi agar menjadi *standalone* menggunakan fitur *deploytool*. Pemanggilan fitur dapat dilakukan dengan menetik *deploytool* pada *command window*, seperti pada gambar 4.26

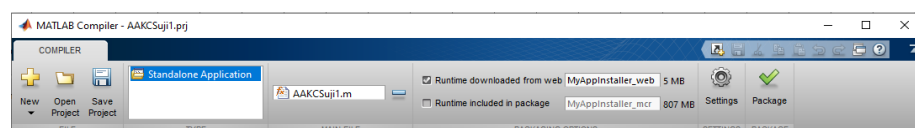


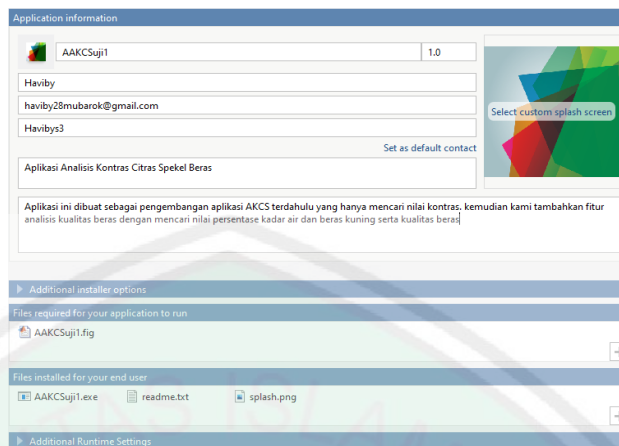
Gambar 4.35 Pemanggil Fitur *Deploytool*

7. Kemudian akan tampil menu *pop-up*, pilih **Application Compiler**. Setelah itu, isi informasi tambahan mengenai aplikasi yang akan diekstrak. Isi data yang dibutuhkan dan tambahkan *file coding* beserta *file figure* dari aplikasi yang dibutuhkan sehingga tanda centang menjadi warna hijau. Seperti pada gambar 4.26 dan gambar 4.27.

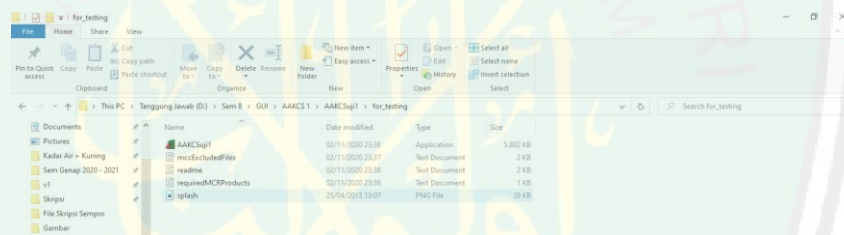


Gambar 4.36 Pemanggil Fitur *Application Compiler*



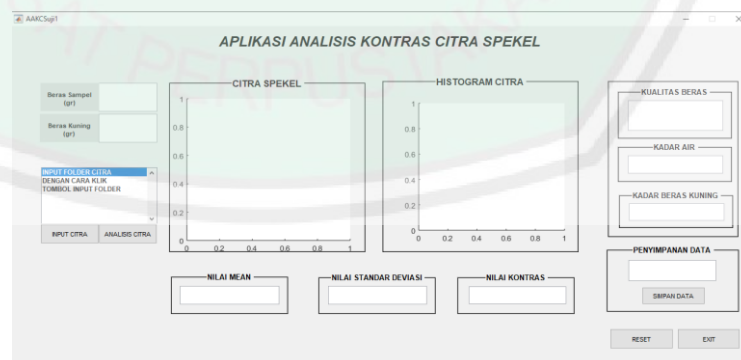
Gambar 4.37 Memasukkan *File* Utama Aplikasi dan *Package*Gambar 4.38 pengisian Informasi dan *File* Penunjang Aplikasi

8. Aplikasi dapat dijalankan pada *file for_testing* > klik 2x pada *file* berekstensi *.exe* yang ada di dalam folder.



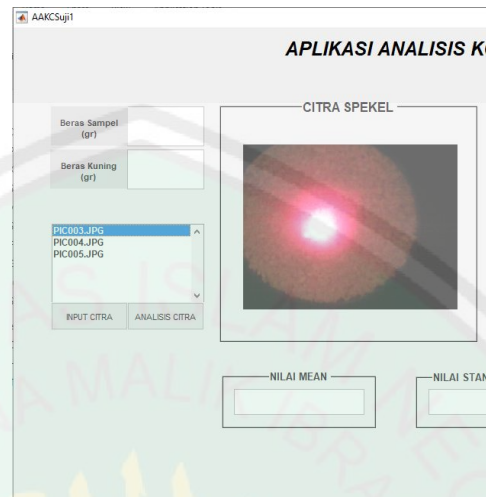
Gambar 4.39 Pengujian untuk Menjalankan Aplikasi

9. Maka akan tampil aplikasi yang telah dibuat



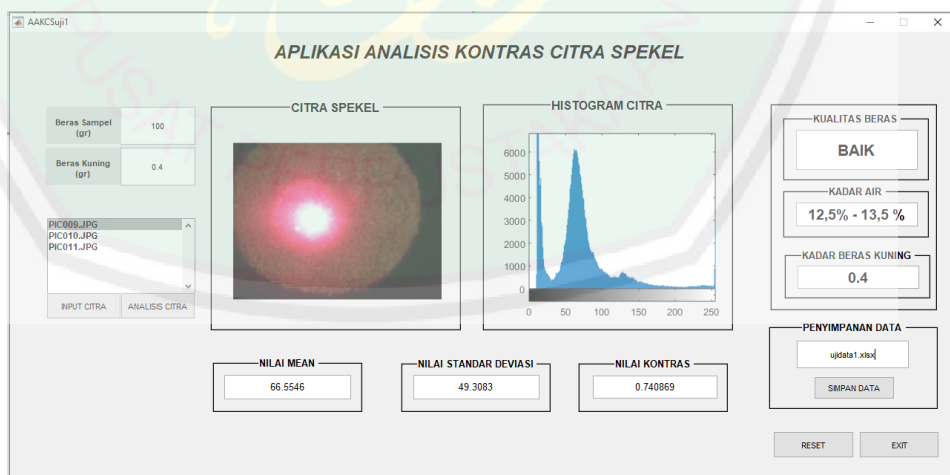
Gambar 4.40 Tampilan Aplikasi

10. Kemudian klik tombol **INPUT CITRA** untuk memasukkan folder yang berisi citra pada *listbox* di aplikasi. Untuk membuka gambar dapat dilakukan dengan memilih nama *file*, kemudian klik 1x.



Gambar 4.41 File Gambar Ditampilkan pada *Listbox*

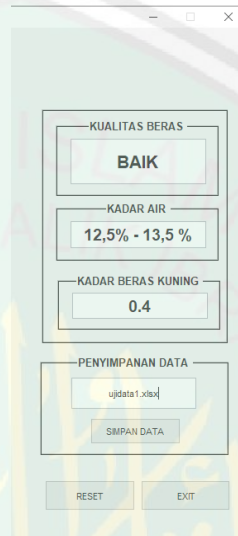
11. Setelah itu klik tombol **ANALISIS CITRA** untuk memulai perintah analisis citra spekel agar menampilkan histogram, nilai *mean*, standar deviasi, kontras, kualitas beras, kadar air, dan kadar persentase beras. Maka tampilan aplikasi akan menjadi seperti pada gambar 4.28.



Gambar 4.42 Tampilan Aplikasi Ketika Dijalankan

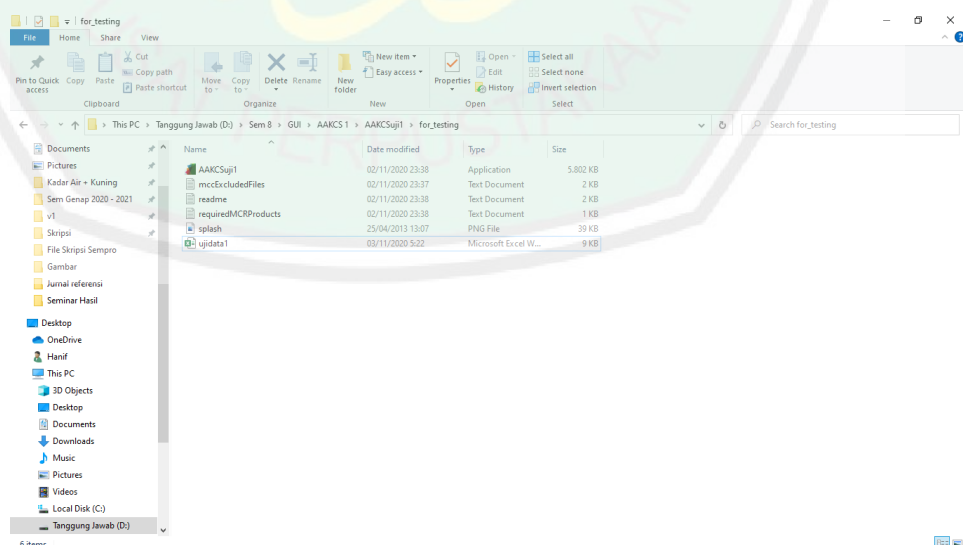
12. Untuk menyimpan data hasil pengolahan citra, dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Klik tombol pilihan format *file* penyimpanan > masukkan nama *file* beserta formatnya > klik tombol **SIMPAN DATA**. Maka aplikasi akan menjadi seperti pada gambar 4.33.



Gambar 4.43 Tampilan Aplikasi Ketika Proses Simpan Data

13. Lokasi *file* hasil *export* terletak pada folder ketika membuka aplikasi pertama kali



Gambar 4.44 Lokasi *File* Hasil Simpan Data pada Aplikasi

b. Pemrograman MATLAB

Aplikasi analisis kontras citra spekel dibuat menggunakan fitur GUI yang ada pada MATLAB. Fitur yang digunakan adalah *guide* dan *deploytool*, fitur tersebut digunakan untuk membuat aplikasi yang bersifat *standalone*. Agar dapat berjalan sesuai perintah maka diperlukan pemrograman pada masing-masing tombol dan komponen dalam *template* aplikasi. Pembuatan program untuk aplikasi diawali dengan membuat runtutan/algorithm kinerja aplikasi, sehingga dapat berjalan dengan baik. adapun alur pemrograman dalam aplikasi berbasis GUI untuk analisis kontras citra spekel beserta program dalam MATLAB yaitu:

1. *Input folder* dan *input file* gambar hasil penelitian.

Program yang harus dibuat pertama kali pada aplikasi berbasis GUI adalah *input* citra hasil penelitian. Data penelitian dikelompokkan berdasarkan sumbu pengambilan citra spekel. Fitur yang digunakan adalah *pushbutton* sebagai pemanggil *file* dan *listbox* untuk menampilkan data citra pada folder tersebut. Program pada *input file* bertujuan untuk memfilter *file* yang ditampilkan, *file* citra yang dapat terbaca hanya yang memiliki ekstensi .jpg/.jpeg. adapun *script* program sebagaimana berikut:

```
% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
handles.folder = uigetdir;
files = dir(fullfile(handles.folder, '*jpg'));
for i =1:length(files)
piclist{i} = files(i).name;
end
set(handles.listbox1, 'String', piclist);
guidata(hObject, handles);
```

```

% --- Executes on selection change in listBox1
function listBox1_Callback(hObject, eventdata, handles)
    list = get(handles.listBox1, 'string'); %get the picture
    list
    selected = get(handles.listBox1, 'value'); % get which one is
    selected.
    data1 =
    imread(fullfile(handles.folder, cell2mat(list(selected))));
    %open the picture
    axes(handles.axes1);
    handles=guidata(gcbo);
    imshow(data1);
    set(handles.figure1, 'Userdata', data1);
    set(handles.axes1, 'Userdata', data1);

```

2. *Image procecing* untuk mendapatkan nilai *means*, standar deviasi, dan nilai kontras serta logika Fuzy untuk menentukan kualitas beras, kadar air, dan kadar beras kuning.

Program yang dibuat selanjutnya yaitu *image procscsing*. Proses ini bertujuan untuk menganalisis citra agar dapat menampilkan nilai *mean*, standar deviasi, dan nilai kontras. Tahap *image processing* dilakukan dengan mengubah gambar ke dalam *grayscale*, kemudian dapat digunakan untuk menampilkan histogram citra. Fitur yang digunakan adalah *pushbutton* untuk menjalankan perintah *image processing*. Selanjutnya nilai kontras digunakan bersamaan dengan nilai persentase beras kuning untuk uji karakterisasi melalui program *fuzzy logic*. Sehingga didapatkan nilai kualitas beras, kadar beras kuning, dan kadar air beras. Adapun *script* program sebagaimana berikut:

```

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
handles = guidata(gcbo);
    I = get(handles.axes1, 'Userdata');
    BK = str2num(get(handles.edit9, 'string'));
    BS = str2num(get(handles.edit8, 'string'));

```

```

    Img = rgb2gray(I); %ubah citra kedalam grayscale
    M = mean2(Img); %mencari nilai mean
    S = std2(Img); %mencari nilai standar deviasi
    C = S/M; %mencari nilai kontras
    K = BK/BS*100; %mencari nilai beras kuning (%)

set(handles.edit1, 'string', M);
set(handles.edit2, 'string', S);
set(handles.edit3, 'string', C);

if C<=1.3183 && K<=0.89
    set(handles.edit4, 'string', 'BAIK');
    set(handles.edit6, 'string', '12,5% - 13,5 %');
    K = num2str(K);
    set(handles.edit7, 'string', K);
elseif C>=1.1698 & C<=1.2542 && K>=0.9 & K<=1.1
    set(handles.edit4, 'string', 'SEDANG');
    set(handles.edit6, 'string', '13,5 % - 14 %');
    K = num2str(K);
    set(handles.edit7, 'string', K);
elseif C>=1.1818 & C<=1.259 && K>=0.95 & K<=1.86
    set(handles.edit4, 'string', 'BURUK');
    set(handles.edit6, 'string', '14 % - 15 %');
    K = num2str(K);
    set(handles.edit7, 'string', K);
end

```

3. Menampilkan histogram dan citra hasil image *procecing*.

Selanjutnya berikutnya yaitu penampil citra hasil dan histogram. Proses ini bertujuan untuk menampilkan gambar yang sudah melalui tahap *image processing* dan menampilkan histogramnya. Fitur yang digunakan adalah *pushbutton* dan *axes*. Adapun *script* pemrogramannya sebagaimana berikut:

```

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
handles = guidata(gcbo);
    I = get(handles.axes1, 'Userdata');
axes(handles.axes2)
imhist(Img);

```

4. Penyimpanan data hasil dalam bentuk Excel *file* atau Text *file*.

Program terakhir yaitu penyimpanan data hasil. Proses ini bertujuan untuk menyimpan hasil pengolahan berupa nilai *mean*, standar deviasi, nilai kontras, kualitas beras, kadar air, dan kadar beras kuning dalam bentuk Excel *file*. Fitur yang digunakan adalah *pushbutton* untuk menjalankan perintah penyimpanan data hasil. Adapun *script* programnya sebagaimana berikut:

```
% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
handles = guidata(gcbo);

M1 = str2num(char(get(handles.edit1,'String')));
S1 = str2num(char(get(handles.edit2,'String')));
C1 = str2num(char(get(handles.edit3,'String')));
KB = string(get(handles.edit4,'String'));
KA = str2num(char(get(handles.edit6,'String')));
BK = str2num(char(get(handles.edit7,'String')));
F = get(handles.edit5,'string');

%Export ke Excel
Header = {'Mean','Standar Deviasi','Nilai Kontras','Kadar
Air(%)','Kadar Beras Kuning(%)','Kualitas Beras'}
filename = F;
xlswrite(filename,Header,'Sheet1','A1');
% cek apakah file ada
if exist(filename,'file')
% jika file ada baca datanya, tambahkan dengan data, simpan
sebagai file baru
% jika tidak buat file data.xlsx
data= xlsread(filename,'Sheet1','A2:A1000');
MBaru = [data;M1];
xlswrite(filename,MBaru,'Sheet1','A2');

data1= xlsread(filename,'Sheet1','B2:B1000');
SBaru = [data1;S1];
xlswrite(filename,SBaru,'Sheet1','B2');

data2= xlsread(filename,'Sheet1','C2:C1000');
CBaru = [data2;C1];
xlswrite(filename,CBaru,'Sheet1','C2');

data3= xlsread(filename,'Sheet1','D2:C1000');
KABaru = [data3;KA];
xlswrite(filename,KABaru,'Sheet1','D2');

data4= xlsread(filename,'Sheet1','E2:C1000');
BKBaru = [data4;BK];
xlswrite(filename,BKBaru,'Sheet1','E2');
```

```

data5= xlsread(filename, 'Sheet1', 'F2:C1000');
KBBaru = [data5;KB];
        xlswrite(filename,KBBaru, 'Sheet1', 'F2' );

else
% File does not exist.
xlswrite(filename,M1, 'Sheet1', 'A2' );
xlswrite(filename,S1, 'Sheet1', 'B2' );
xlswrite(filename,C1, 'Sheet1', 'C2' );
xlswrite(filename,KA, 'Sheet1', 'D2' );
xlswrite(filename,BK, 'Sheet1', 'E2' );
xlswrite(filename,KB, 'Sheet1', 'F2' );

end

```

4.3 Integrasi Penelitian dengan Al-Qur'an

Tumbuhan yang ada di dunia ini berasal dari bibit, atau biji-bijian khususnya bagi padi. Hasil olahan padi adalah beras. Adapun menurut Thayyarah kata-kata biji dan bulir seluruhnya disebut sebanyak 17 kali dalam Al-Qur'an. Kata biji disebut lebih sedikit daripada kata kurma yang disebut sebanyak 20 kali dalam Alquran. Hal tersebut dianggap sebagai salah satu mukjizat Al-Quran, karena menempatkan biji pada posisi penting sebagai unsur makanan, dan hal itu sejalan dengan prinsip dalam ilmu gizi modern. Semakin maju perkembangan zaman, maka biji-bijian pun diolah dengan cara yang lebih kekinian. Adapun salah satu ayat yang menjelaskan tentang biji-bijian dijelaskan oleh Allah SWT secara tersirat dalam surah Al-An'am:

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَلِكُمْ اللَّهُ فَأَنَّى تُؤْفَكُونَ ﴿٩٥﴾

“Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati, dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kalian masih berpaling?” (Q.S Al-An'am/6: 95).

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir ayat tersebut menunjukkan Allah SWT memberitahukan bahwa Dialah yang membelah biji-bijian dan semua bibit tanaman, yakni Dia membelahnya di dalam tanah, lalu menumbuhkan dari biji-

bijian berbagai macam tanaman, sedangkan dari bibit tanaman Dia mengeluarkan berbagai macam pohon yang menghasilkan buah-buahan yang berbeda-beda warna, bentuk, dan rasanya. Dalam firmanNya yang berbunyi “menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan (Al-An’am/6: 95)” ditafsirkan oleh firman selanjutnya yang mengatakan “Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati (Al-An’am/6: 95)” yang artinya Dia mengeluarkan tumbuh-tumbuhan yang hidup dari biji dan bibit tanaman yang merupakan benda mati.

Pada Al-Qur’an juga menjelaskan mengenai pemeliharaan biji-bijian dalam hal ketahanan pangan. Allah SWT telah menjelaskan dalam surat Yusuf yang berbunyi:

قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأَبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تَأْكُلُونَ ﴿٤٧﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِّمَّا تُحْصِنُونَ ﴿٤٨﴾ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ عَامٌ فِيهِ يُعَاثُ النَّاسُ وَفِيهِ يَعْرِضُونَ ﴿٤٩﴾

“Yusuf berkata: “Supaya kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa; maka apa yang kamu tuai hendaklah kamu biarkan di bulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan. Kemudian sesudah itu akan datang tujuh tahun yang amat sulit, yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali sedikit dari (bibit gandum) yang kamu simpan. Kemudian setelah itu akan datang tahun yang padanya manusia diberi hujan (dengan cukup) dan dimasa itu mereka memeras anggur” (QS. Yusuf/12: 47-49).

Menurut Ibnu Katsir pada ayat 47 yang berbunyi “Supaya kalian bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa (Yusuf/12: 47)” yang artinya, kelak akan datang musim subur dan banyak hujan kepada kalian selama tujuh tahun berturut-turut. Sapi dita'birkan dengan tahun karena sapilah yang dipakai untuk membajak tanah dan lahan yang digarap untuk menghasilkan buah-buahan dan tanam-tanaman, yaitu bulir-bulir gandum yang hijau (subur). Kemudian Yusuf a.s. memberikan pengarahan kepada mereka mengenai apa yang harus mereka

kerjakan selama tujuh tahun subur itu. “Maka apa yang kalian panen hendaklah kalian biarkan di bulirnya, kecuali sedikit untuk makan kalian (Yusuf12: 47)” yakni betapapun banyaknya hasil yang kalian peroleh dari panen kalian di musim-musim subur selama tujuh tahun itu, kalian harus membiarkan hasilnya pada bulir-bulirnya, agar dapat disimpan untuk jangka waktu yang lama dan menghindari kebusukan. Terkecuali sekadar apa yang kalian makan, maka boleh dipisahkan dari bulirnya. Dan makanlah dalam kadar yang minim, jangan berlebih-lebihan agar jumlah makanan yang ada dapat cukup menutupi kebutuhan makan kalian selama musim-musim paceklik yang lamanya tujuh tahun. Musim paceklik yang berturut-turut selama tujuh tahun yang mengiringi musim-musim subur adalah ibarat sapi-sapi kurus yang memakan sapi-sapi yang gemuk. Karena dalam musim paceklik semua persediaan makanan yang mereka kumpulkan di musim subur habis mereka makan (konsumsi). Musim paceklik inilah yang dimaksudkan dengan bulir-bulir yang kering

Jadi, konsep penyimpanan yang dijelaskan dalam QS. Yusuf ayat 47 adalah kondisi penyimpanan optimal. Studi ilmiah juga, menemukan bahwa lima belas tahun merupakan masa terpanjang bagi terjaganya kualitas biji-bijian yang dapat bertumbuh dan berkembang (Thalbah, 2008). Dari sini dapat disimpulkan penyimpanan beras dengan mengikutkan sesuai dengan yang ada pada Al-Quran akan dapat mempertahankan kualitas pada beras.

Berdasarkan ayat beserta tafsir yang telah dipaparkan pada surat ‘Abasa, dan Al-An’am dimana pada ayat tersebut Allah SWT menunjukkan kekuasaannya dengan menumbuhkan butir tumbuhan agar dapat menjadi sumber makanan bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Selain itu Allah SWT memerintahkan

kepada hambanya untuk menjaga makanannya pada surat 'Abasa ayat 24 dengan menjaga kandungan gizi dan ketahanan yang terkandung pada makanan. Sehingga Allah SWT menunjukkan kepada hambanya melalui rasulnya tentang cara menjaga makanan dengan baik terutama pada tanaman pokok seperti biji-bijian, yaitu dengan cara menyimpan biji-bijian tetap pada bulirnya sebagaimana yang dijelaskan pada surat Yusuf. Selain itu Allah SWT juga menunjukkan kekuasaannya dalam surat An-Nur ayat 35 dengan menciptakan cahaya yang bersifat materiil (al misbah) yang dapat kita lihat dan berjalan di bawahnya. Oleh sebab itu, sebagai hamba Allah SWT, sudah sepatutnya kita senantiasa bersyukur dan bertakwa atas segala nikmat yang telah diberikan kepada kita. Salah satu bukti syukur kepada Allah SWT yaitu dengan menjaga dan memanfaatkan pemberian Allah SWT dengan sebaik-baiknya.

Sebagai seorang muslim tentunya harus memanfaatkan teknologi dalam penentuan kualitas makanan. Salah satu metode yang dapat dilakukan dan bersifat tidak merusak (*Non-Destructive Detection*) adalah menggunakan identifikasi pola spekel (*Laser Contrast Speckle Imaging*) hasil dari fenomena pemantulan cahaya baur. Hal inilah yang mendorong untuk dilakukannya penelitian kali ini.

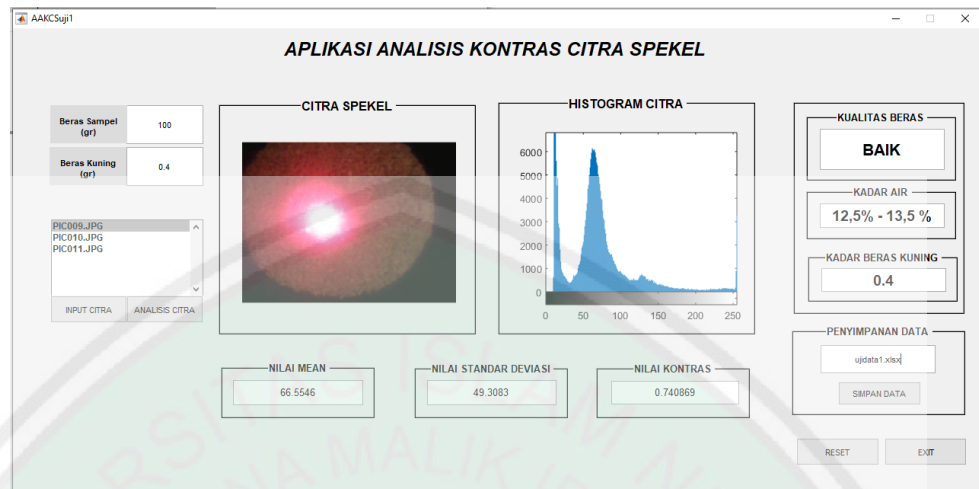
BAB IV PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan mengenai pengaruh kelembapan sebagai salah satu faktor penentu kualitas beras berdasarkan citra spekel berbasis *Graphical User Interface* (GUI) MATLAB, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin besar kadar air yang terukur pada beras maka semakin besar nilai kontras yang diperoleh dilihat dari lama waktu penyimpanan beras, sehingga intensitas cahaya dari laser pada citra spekel tampak lebih terang memusat ke tengah. Perubahan nilai kontras tersebut dikarenakan berubahnya penampakan fisik, tekstur, dan permukaan beras akibat kadar air yang berubah.
2. Pada penelitian kali ini di dapatkan data karakterisasi beras baik, sedang dan buruk melalui perubahan nilai kontras dan persentase beras kuning. Semakin buruk kualitas suatu beras maka semakin tinggi nilai kontras dan persentase beras kuningnya. Begitu pula sebaliknya.
3. Data kualitas beras didapat dari karakterisasi nilai persentase kadar air dan persentase nilai kontras pada beras. karakterisasi kadar air beras baik yaitu 12,5% - 13% dengan persentase beras kuning $\leq 0,89\%$ dan nilai kontras $\leq 1,3183$ a.u, pada beras sedang yaitu 13,5% - 14% dan 15% dengan persentase beras kuning 0,9% - 1,1% dan nilai kontras 1,1698a.u – 1,2542a.u, dan pada beras buruk yaitu 14,5% - 15% dengan persentase beras kuning 0,95% - 1,186% dan nilai kontras 1,1818a.u – 1,259a.u. karakterisasi

tersebut akan digunakan dalam algoritma pada program GUI MATLAB sebagaimana berikut:



5.2 Penutup

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dipaparkan maka disarankan:

1. Penambahan faktor kualitas beras yang lain pada aplikasi analisis kontras citra spekel dapat digunakan lebih fleksibel.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan pada pengambilan data dapat dilakukan lebih banyak sehingga pola karakterisasi kualitas beras lebih optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba.com. 2008. *Colorimeter HP-2136*. Diakses pada 20 Juni 2020. Dari https://www.alibaba.com/product-detail/Portable-Colorimeter-HP-2136_60252575409.html.
- Al-Qur'an dan terjemahnya. *Surat 'Abasa ayat 24-32*. Diakses Pada Tanggal 20 Oktober 2020. Dari <https://quran.com/80>.
- Amal, Ikhlasul. 2017. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Susan Detection Dan Neurofuzzy Untuk Identifikasi Komponen Kualitas Beras*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta. Vol. 4 No. 6 :30-45.
- Antika, Elly, Hariyono Rakhmad, dan Febri Nabilla Ishaq. 2018. *Penentuan Kualitas Mutu Beras Merah Berdasarkan Standart Nasional Indonesia Berbasis Pengolahan Citra Digital*. Jember: Politeknik Negeri Jember.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2015. *SNI No: 6128-2015 Beras*. Indonesia : Badan Standardisasi Nasional.
- Baldwin, Katherine, Nathan Childs, John Dyck, dan Jim Hansen, 2012. *Southeast Asia's Rice Surplus*. Economic Research Service: United States Department of Agriculture.
- Briers, D., Duncan, D., Kirkpatrick, S., Larsson, M., Stromberg, T., dan Thompson, O. (2013). *Laser speckle contrast imaging : theoretical and practical limitations*. Biomedical Optics Journal., 18(6):1-9.
- Bueche, Frederick J. dan Eugene Hecht. 2006. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh* .Jakarta: Erlangga.
- Choi, B., J. C. Ramirez-San-Juan, J. Lotfi, dan J. S. Nelson. 2006. *Linear response range characterization and in vivo application of laser speckle imaging of blood flow dynamics*, J. Biomed. Opt. 11, 041129.
- COATS. 2020. *Colour By Number*. Diakses pada 20 Juni 2020. Dari <https://www.coats.com/id/Information-Hub/Colouring-By-Numbers>.

- De Man. J.M. 1999. *Principles of Food Chemistry Third edition*, An Aspen Publication. Gaithersburg
- Draijer, M., Hondebrink, E., van Leeuwen, T., dan Steenbergen, W. 2009. *Review of laser speckle contrast techniques for visualizing tissue perfusion*. *Lasers Med. Sci.*, 24(4):639-651.
- Fitrya, Neneng, Sandra Sandra, dan Harmadi Harmadi. 2015. *Analisis Kontras Spekel menggunakan LSI (Laser Speckel Imaging) untuk Mendeteksi Formalin pada Tomat (Lycopersicum Esculentum Mill)*. Pekanbaru: Universitas Muhammadiyah Riau Vol 9 No 2 : 80-85.
- Fitrya, Neneng, Shabri Putra Wirman, dan Wahyuni Fitri. 2018. *Identifikasi Karakteristik Buah Kelapa Sawit Siap Panen Dengan Metode Laser Spekel Imaging (LSI)*. Pekanbaru: Universitas Muhammadiyah Riau. Vol. 9 No. 1 : 139 – 142.
- Halliday, David, Robert Resnick dan Jearl Walker. 2013. *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Hermawati, Fajar Astuti. 2013. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Hutching, J.B. 1999. *Food Color and Appearance*. Aspen publisher Inc., Maryland.
- Katsir, Ibnu. 2015. Tafsir Q.S. ‘Abasa/80: 24-28. Diakses pada 21 Desember 2020. Dari <http://www.ibnukatsironline.com/2015/07/tafsir-surat-al-furqan-ayat-45-47.html>.
- Katsir, Ibnu. 2015. Tafsir Q.S. Al-An’am/6: 95. Diakses pada 21 Desember 2020. Dari <http://www.ibnukatsironline.com/2015/05/tafsir-surat-al-anam-ayat-95-97.html>
- Katsir, Ibnu. 2015. Tafsir Q.S. Al-Fathir/35: 27. Diakses pada 21 Desember 2020. Dari <http://www.ibnukatsironline.com/2015/09/tafsir-surat-fathir-ayat-27-28.html>.
- Katsir, Ibnu. 2015. Tafsir Q.S. Al-Furqan/25: 45. Diakses pada 21 Desember 2020. Dari <http://www.ibnukatsironline.com/2015/10/tafsir-surat-abasa-ayat-1-16.html>.

- Katsir, Ibnu. 2015. Tafsir Q.S. Al-Qamar/54: 49. Diakses pada 21 Desember 2020. Dari <http://www.ibnukatsironline.com/2015/10/tafsir-surat-al-qamar-ayat-47-55.html>.
- Katsir, Ibnu. 2015. Tafsir Q.S. Al-Yusuf/12: 47. Diakses pada 21 Desember 2020. Dari <http://www.ibnukatsironline.com/2015/05/tafsir-surat-yusuf-ayat-43-49.html>.
- Khaksari, Kosar and Sean J. Kirkpatrick. 2017. “*Laser Speckle Modeling and Simulation for Biophysical Dynamics: Influence of Sample Statistics*” J. Biomed. Opt. 11, 040302.
- Krane, Kenneth. 1992. *Fisika Modern*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI – Press).
- Kumala, Puji Pertiwi. Ning R, Diani A. N. dan Gontjang P. 2015. *Uji Kekasaran Permukaan Bahan dengan Metode Citra Spekel dan Menggunakan Pengolahan Software ImageJ*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Lok-kei , Sum , Clifford Lo dan Kanis Leung. 2019, 7 Agustus. *Protesters shine light on arrest of Hong Kong student with new kind of laser rally*. Diakses pada 20 Juni 2020. Dari <https://www.scmp.com/news/hong-kong/law-and-crime/article/3021875/hong-kong-protesters-shine-light-arrest-baptist>.
- Muchlian, M, Dahyunir D, dan Harmadi. 2013. *Analisis Pola dan Bulir Spekel Menggunakan LSI (Laser Speckle Imaging) pada Lapisan Tipis TiO₂*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya. 9 (2): 52 – 56.
- Nurchayani, Arissa Aprilia dan Ristu Saptono. 2015. *Identifikasi Kualitas Beras dengan Citra Digital*. Surakarta : Prodi Informatika, FMIPA, Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Purnomo, Maudhi Henri dan Arif Muntasa. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rosmisari, A. 2006. *Review: Tepung jagung komposit, pembuatan dan pengolahannya. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Pengembangan Pertanian*. . Bogor: BPPPT.

- Rusono, Nono, Anwar Suanri, Ade Candradijaya, Ali Muharam, Ifan Martino, Tejaningsih, Prayoyo Utomo Hadi, Sri Hery Susilowati, dan Muhammad Maulana. 2014. *Studi Pendahuluan: Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Bidang Pangan dan Pertanian 2015-2019*. Direktorat Pangan dan Pertanian (Bappenas): Jakarta.
- Safitri, Desi. 2014. *Laporan Praktikum Analisis Hasil Pertanian*. Jambi: Universitas Jambi.
- Setyaningsih, Agustina. 2006. *Penentuan Nilai Panjang Koherensi Lase Menggunakan Interferometr Michelson*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Diponegoro.
- Shihab, Muhammad Quraish. 2001. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Suarga. 2007. *FISIKA KOMPUTASI: Problem Fisika dengan MATLAB*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Sugiharto, Aris. 2006. *Pemrograman GUI dengan MATLAB*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Thalbah, Hisyam. 2008. *Ensiklopedia mukjizat Al-Qur'an dan Hadist*, Jakarta: Sapta Sentosa.
- Thayyarah, Nadiyah. 2014. *Buku Pintar Sains dalam Al-Quran Mengerti Mukjizat Ilmiah Firman Allah*. Jakarta: Zaman.
- Tipler, Paul A. 1998. *Fisika: Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Tokopedia.com. 2019. *Makan Lebih Lahap dengan 10 Merek Beras Berkualitas Terbaik*. Diakses pada 20 Juni 2020, dari <https://www.tokopedia.com/blog/top-merk-beras-terbaik/>.
- Vaz, Pedro G, Anne Humeau H, Edite Figueiras, Carlos Coreia, and Joao Cardoso. 2017. *Performance Analysis of Spatial Laser Speckle Contrast Implementations*. Journal Of BIOSTEC : 148 -153.

Lampiran 1: Dokumentasi Pengambilan Data



Lampiran 2: Gambar Citra Spekel Beras Pengukuran Nilai Kontras

A. Citra Spekel Hasil Pengamatan Data Hari Ke-1

Tanpa Perlakuan



Mentari



Cab
Belimbing



Beras Enak

Dengan Perlakuan



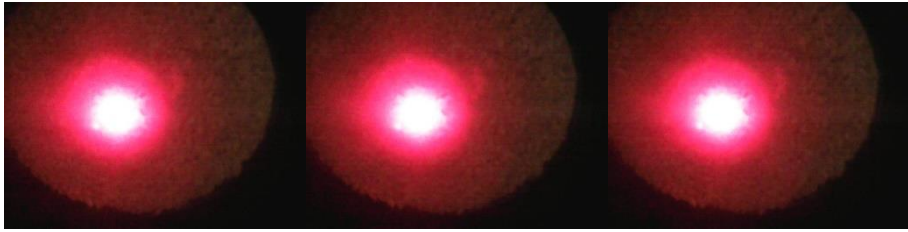
1



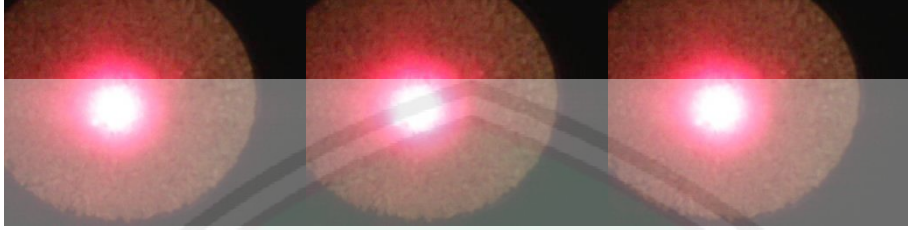
2



3



4



5



6

B. Citra Spekel Hasil Pengamatan Data Hari Ke-2

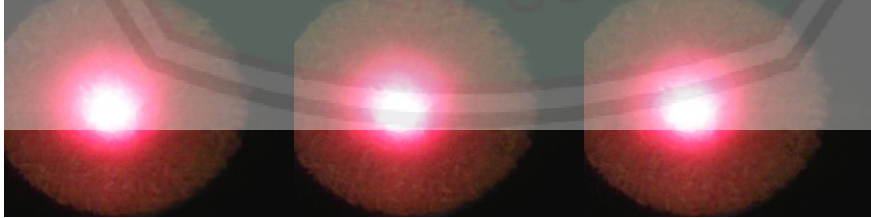
Tanpa Perlakuan



Mentari

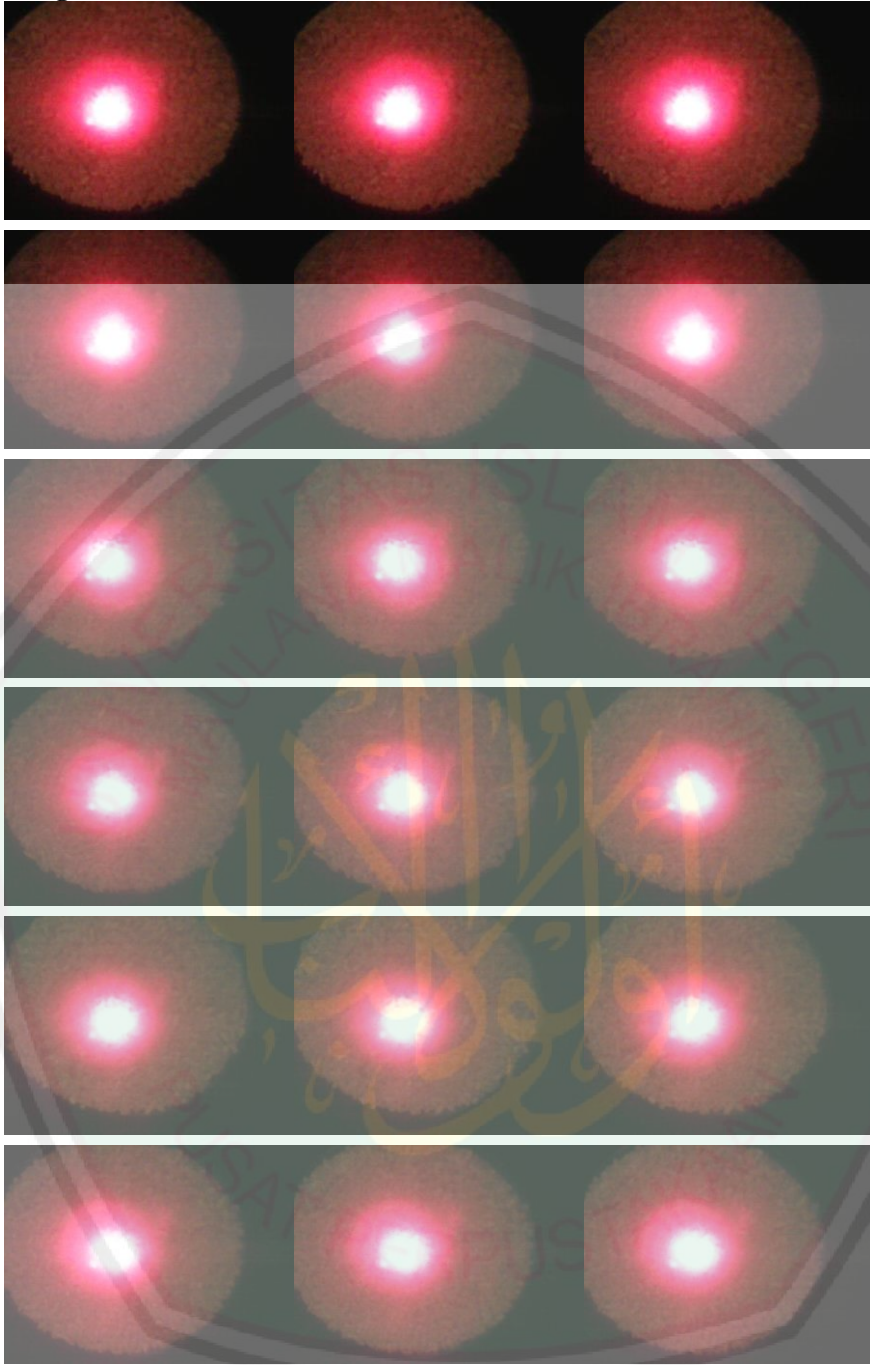


Cab
Belimbing



Beras Enak

Dengan Perlakuan



1

2

3

4

5

6

C. Citra Spekel Hasil Pengamatan Data Hari Ke-3

Tanpa Perlakuan



Mentari



Cab
Belimbing

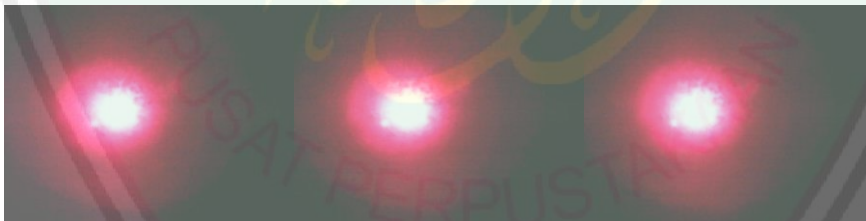


Beras Enak

Dengan Perlakuan



1



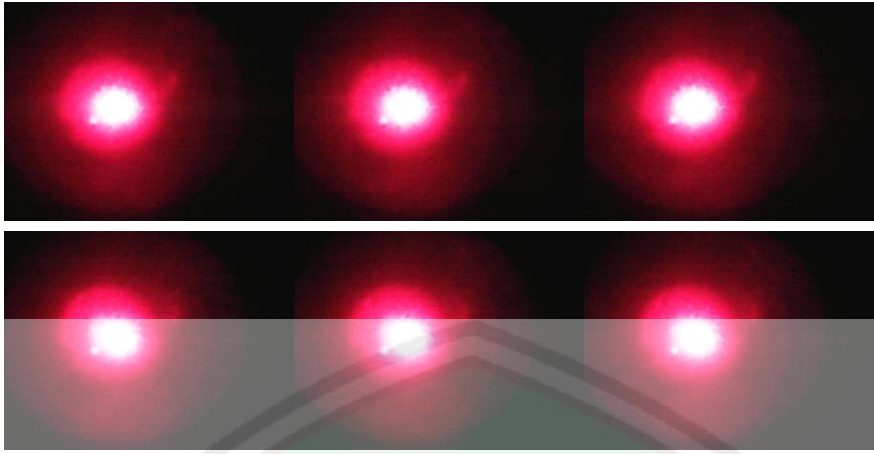
2



3



4

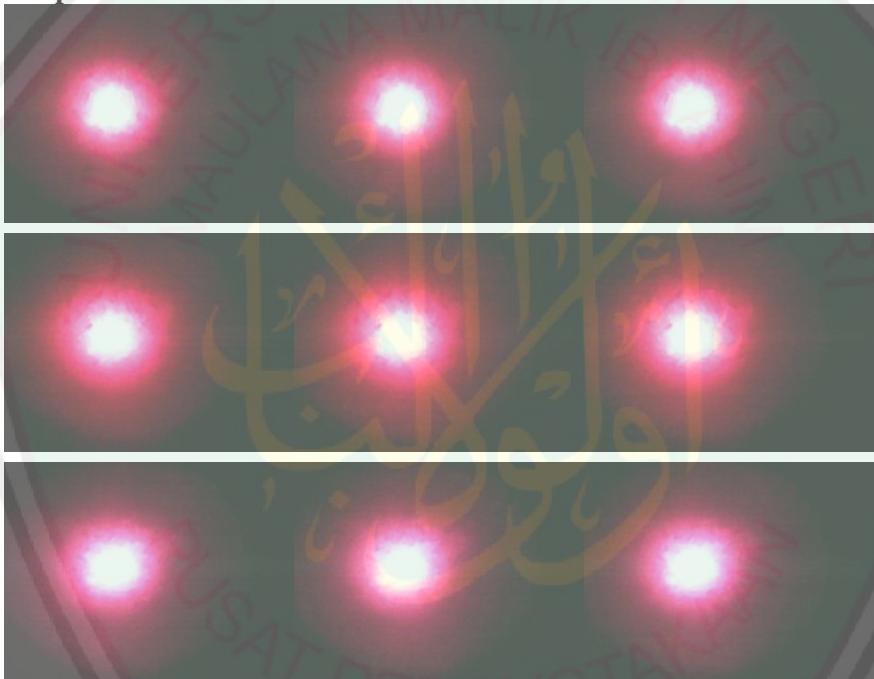


5

6

D. Citra Spekel Hasil Pengamatan Data Hari Ke-4

Tanpa Perlakuan

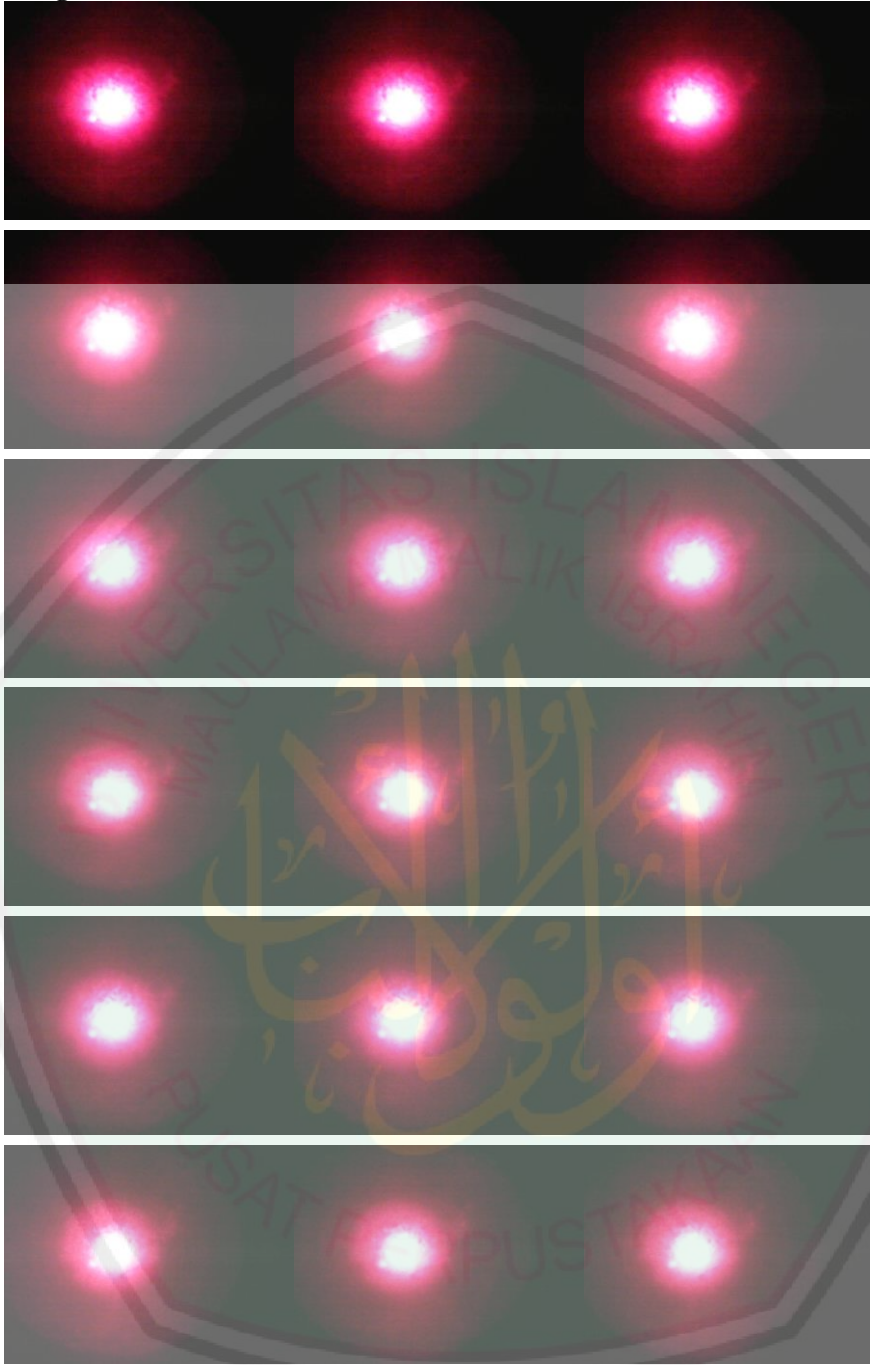


Mentari

Cab
Belimbing

Beras Enak

Dengan Perlakuan



1

2

3

4

5

6

E. Citra Spekel Hasil Pengamatan Data Hari Ke-5

Tanpa Perlakuan



Mentari



Cab
Belimbing

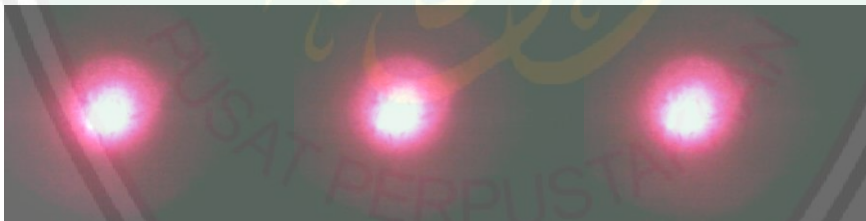


Beras Enak

Dengan Perlakuan



1



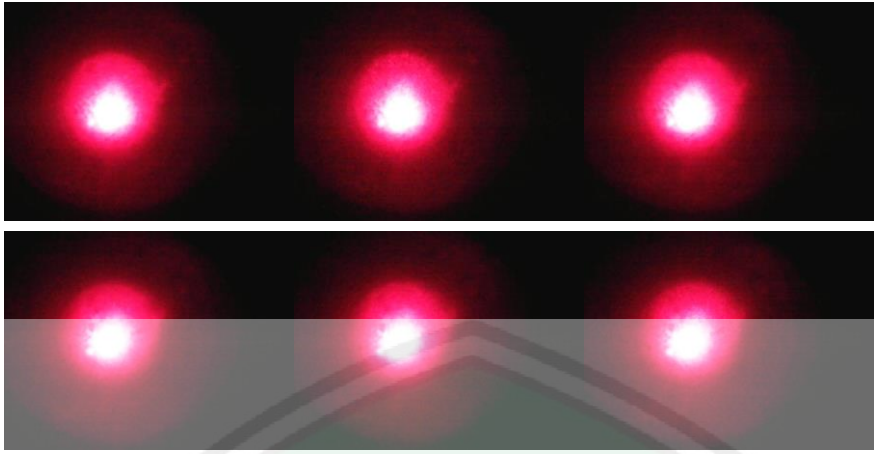
2



3



4

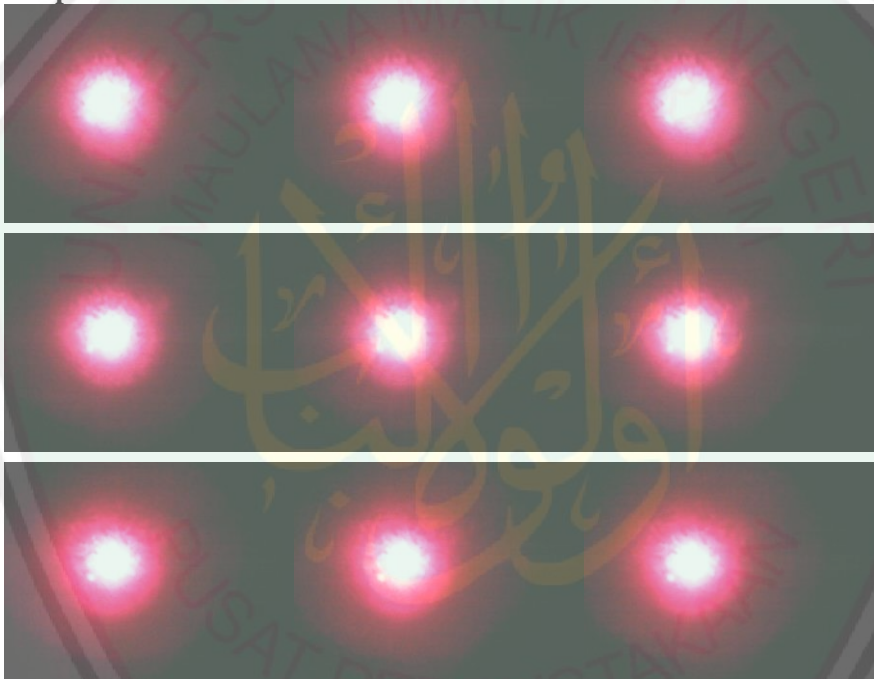


5

6

F. Citra Spekel Hasil Pengamatan Data Hari Ke-6

Tanpa Perlakuan

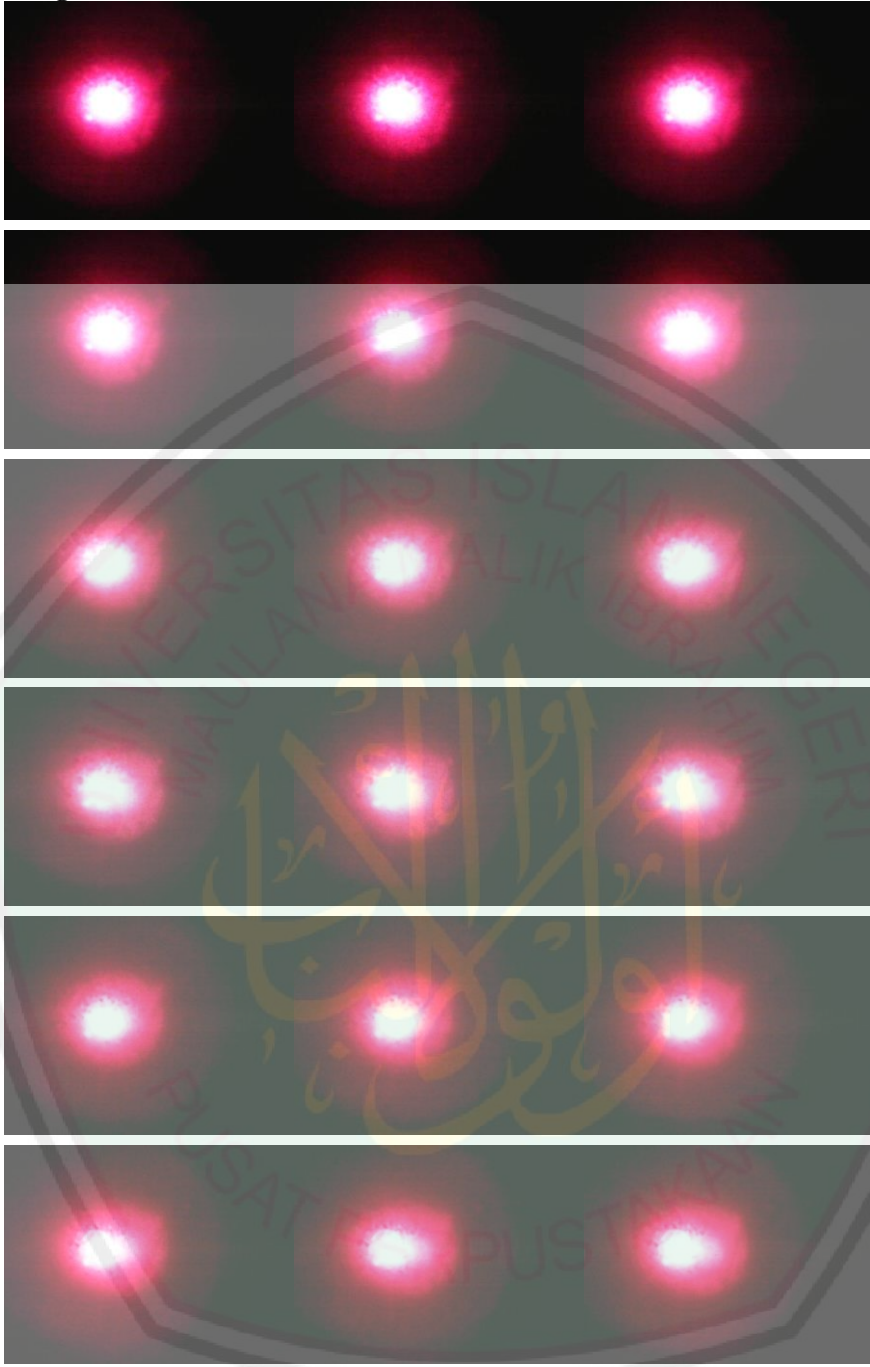


Mentari

Cab
Belimbing

Beras Enak

Dengan Perlakuan



1

2

3

4

5

6

G. Citra Spekel Hasil Pengamatan Data Hari Ke-7

Tanpa Perlakuan



Mentari

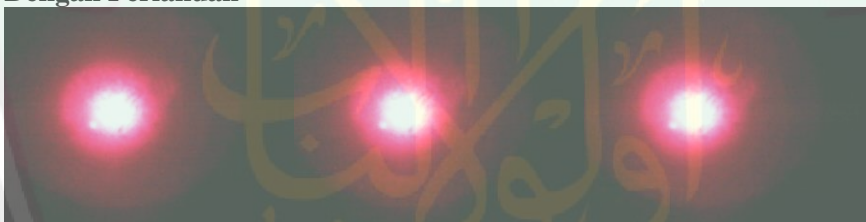


Cab
Belimbing

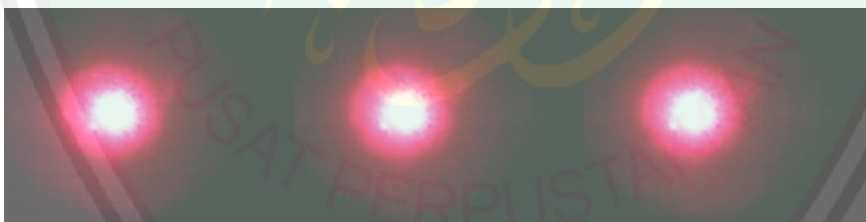


Beras Enak

Dengan Perlakuan



1



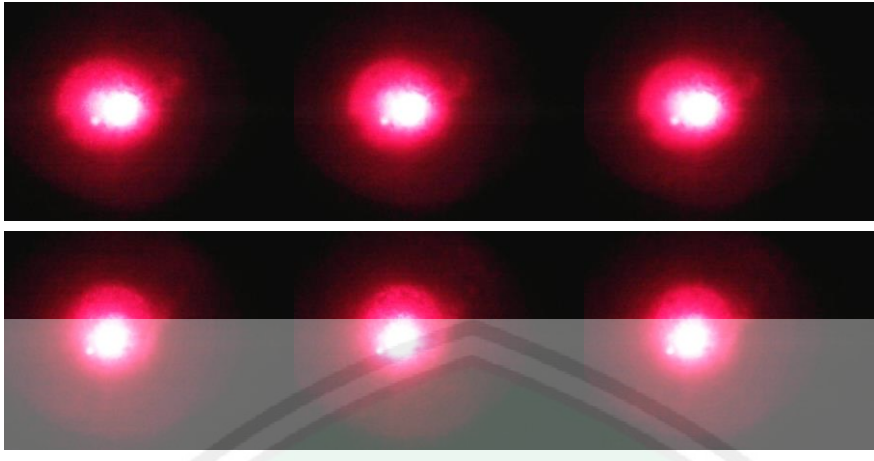
2



3



4



5

9

Lampiran 3: Coding Aplikasi

```
function varargout = AAKCSujil(varargin)
% AAKCSujil MATLAB code for AAKCSujil.fig
%   AAKCSujil, by itself, creates a new AAKCSujil or raises the
existing
%   singleton*.
%
%   H = AAKCSujil returns the handle to a new AAKCSujil or the
handle to
%   the existing singleton*.
%
%   AAKCSujil('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls
the local
%   function named CALLBACK in AAKCSujil.M with the given input
arguments.
%
%   AAKCSujil('Property','Value',...) creates a new AAKCSujil
or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property
value pairs are
%   applied to the GUI before AAKCSujil_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property
application
%   stop. All inputs are passed to AAKCSujil_OpeningFcn via
varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows
only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help AAKCSujil

% Last Modified by GUIDE v2.5 08-Oct-2020 02:04:12

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @AAKCSujil_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn', @AAKCSujil_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',   []);

if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT
```

```

% --- Executes just before AAKCSujil is made visible.
function AAKCSujil_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles,
varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);

function varargout = AAKCSujil_OutputFcn(hObject, eventdata,
handles)
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on selection change in listbox1.
function listbox1_Callback(hObject, eventdata, handles)
list = get(handles.listbox1, 'string'); %get the picture list
selected = get(handles.listbox1, 'value'); % get which one is
selected.
data1 =
imread(fullfile(handles.folder, cell2mat(list(selected)))); %open
the picture
axes(handles.axes1);
handles=guidata(gcbo);
imshow(data1);
set(handles.figure1, 'Userdata', data1);
set(handles.axes1, 'Userdata', data1);

function listbox1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUiControlBackgroundColor'))
set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
handles.folder = uigetdir;
files = dir(fullfile(handles.folder, '*jpg'));
for i =1:length(files)
piclist{i} = files(i).name;
end
set(handles.listbox1, 'String', piclist);
guidata(hObject, handles);

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
handles = guidata(gcbo);
I = get(handles.axes1, 'Userdata');
BK = str2num(get(handles.edit9, 'string'));
BS = str2num(get(handles.edit8, 'string'));

Img = rgb2gray(I); %pengubahan citra kedalam grayscale
M = mean2(Img); %mencari nilai mean
S = std2(Img); %mencari nilai standar deviasi
C = S/M; %mencari nilai kontras
K = BK/BS*100; %mencari nilai persentase beras kuning

set(handles.edit1, 'string', M);
set(handles.edit2, 'string', S);
set(handles.edit3, 'string', C);

```

```

if C<=1.3183 && K<=0.89
    set(handles.edit4,'string','BAIK');
    set(handles.edit6,'string','12,5% - 13,5 %');
    K = num2str(K);
    set(handles.edit7,'string',K);
elseif C>=1.1698 & C<=1.2542 && K>=0.9 & K<=1.1
    set(handles.edit4,'string','SEDANG');
    set(handles.edit6,'string','13,5 % - 14 %');
    K = num2str(K);
    set(handles.edit7,'string',K);
elseif C>=1.1818 & C<=1.259 && K>=0.95 & K<=1.86
    set(handles.edit4,'string','BURUK');
    set(handles.edit6,'string','14 % - 15 %');
    K = num2str(K);
    set(handles.edit7,'string',K);
end

axes(handles.axes2)
imhist(Img);

% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
handles = guidata(gcbo);

M1 = str2num(char(get(handles.edit1,'String')));
S1 = str2num(char(get(handles.edit2,'String')));
C1 = str2num(char(get(handles.edit3,'String')));
KB = string(get(handles.edit4,'String'));
KA = str2num(char(get(handles.edit6,'String')));
BK = str2num(char(get(handles.edit7,'String')));
F = get(handles.edit5,'string');

%Export ke Excel
Header = {'Mean','Standar Deviasi','Nilai Kontras','Kadar
Air(%)','Kadar Beras Kuning(%)','Kualitas Beras'}
filename = F;
xlswrite(filename,Header,'Sheet1', 'A1' );

% cek apakah file ada
if exist(filename, 'file')
    % jika file ada baca datanya, tambahkan dengan data, simpan
    sebagai file baru
    % jika tidak buat file data.xlsx
    data= xlsread(filename,'Sheet1', 'A2:A1000');
    MBaru = [data;M1];
    xlswrite(filename,MBaru,'Sheet1', 'A2' );

    data1= xlsread(filename,'Sheet1', 'B2:B1000');
    SBaru = [data1;S1];
    xlswrite(filename,SBaru,'Sheet1', 'B2' );

    data2= xlsread(filename,'Sheet1', 'C2:C1000');
    CBaru = [data2;C1];
    xlswrite(filename,CBaru,'Sheet1', 'C2' );

```

```

data3= xlsread(filename, 'Sheet1', 'D2:C1000');
    KABaru = [data3;KA];
        xlswrite(filename,KABaru, 'Sheet1', 'D2' );

data4= xlsread(filename, 'Sheet1', 'E2:C1000');
    BKBaru = [data4;BK];
        xlswrite(filename,BKBaru, 'Sheet1', 'E2' );

data5= xlsread(filename, 'Sheet1', 'F2:C1000');
    KBBaru = [data5;KB];
        xlswrite(filename,KBBaru, 'Sheet1', 'F2' );

else
% File does not exist.
xlswrite(filename,M1, 'Sheet1', 'A2' );
xlswrite(filename,S1, 'Sheet1', 'B2' );
xlswrite(filename,C1, 'Sheet1', 'C2' );
xlswrite(filename,KA, 'Sheet1', 'D2' );
xlswrite(filename,BK, 'Sheet1', 'E2' );
xlswrite(filename,KB, 'Sheet1', 'F2' );
end

% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.edit1, 'string', '');
set(handles.edit2, 'string', '');
set(handles.edit3, 'string', '');
set(handles.edit4, 'string', '');
set(handles.edit5, 'string', '');
set(handles.edit6, 'string', '');
set(handles.edit7, 'string', '');
set(handles.listbox1, 'string', '');
axes(handles.axes1)
plot(0)
axes(handles.axes2)
plot(0)

function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

```



```

function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
close

function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit7_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit7 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit7 as text

```

```

%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit7 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit7_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit7 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit6 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit6 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit8 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

```

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit8 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit8 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit8 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit9_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit9 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit9 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
edit9 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function edit9_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit9 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popupmenu1.
function popupmenu1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu1 (see GCBO)

```

```

% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns
popupmenu1 contents as cell array
% contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from
popupmenu1

% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function popupmenu1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popupmenu1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on
Windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

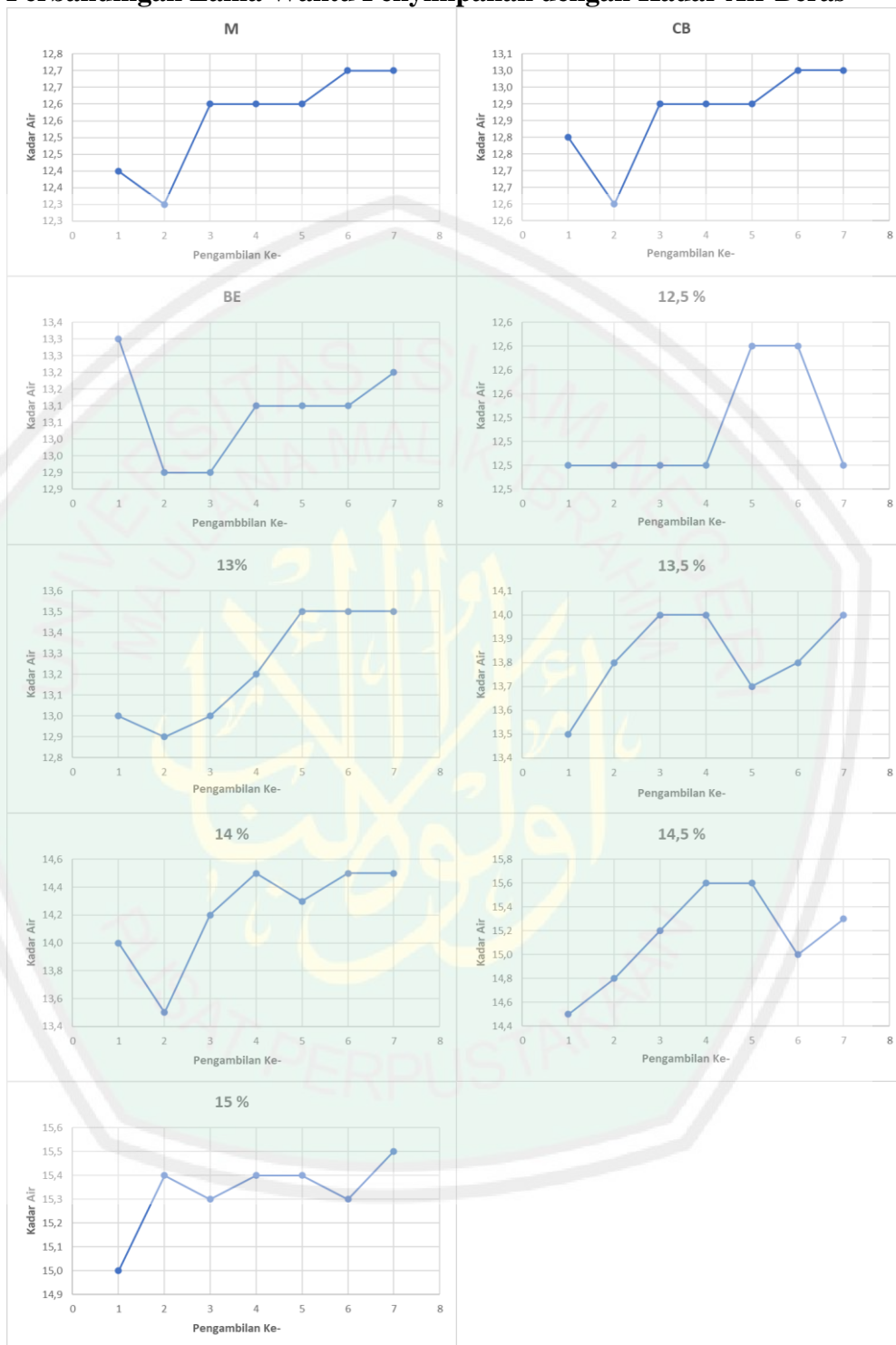
Lampiran 4: Data Hasil Pengolahan Citra Spekel

A. Data Penelitian Pengukuran Nilai Kontras Kadar Air, dan Lama Waktu Penyimpanan

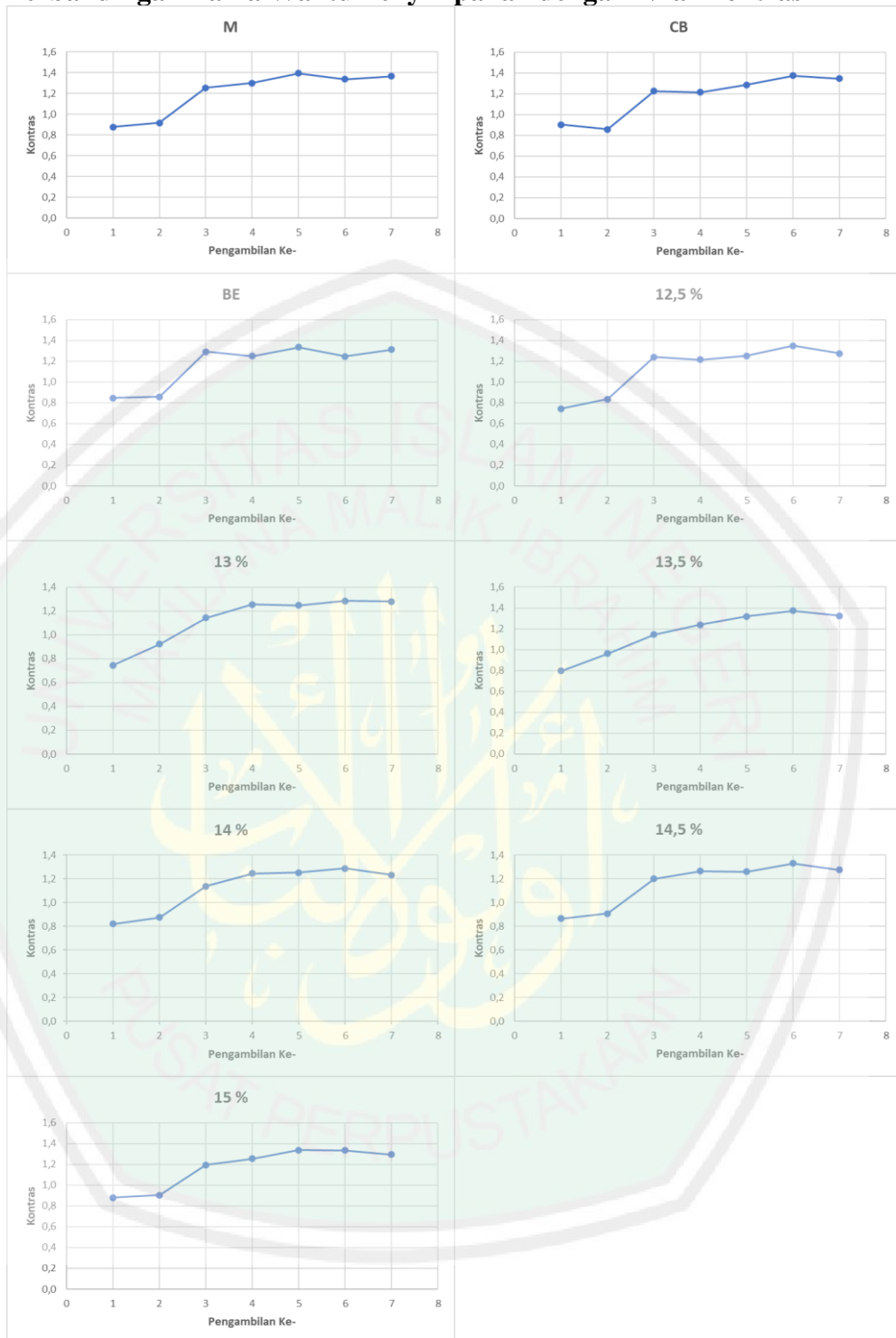
SAMPLE	Hari													
	1		2		3		4		5		6		7	
	KADAR AIR	KONTRAS	KADAR AIR	KONTRAS	KADAR AIR	KONTRAS	KADAR AIR	KONTRAS	KADAR AIR	KONTRAS	KADAR AIR	KONTRAS	KADAR AIR	KONTRAS
M	12.4	0.8817	12.3	0.9146	12.6	1.2549	12.6	1.3015	12.6	1.3987	12.7	1.3310	12.7	1.3661
		0.8798		0.9212		1.2526		1.2963		1.3938		1.3424		1.3658
		0.8981		0.8564		1.2215		1.2188		1.2901		1.3723		1.3385
CB	12.8	0.9079	12.6	0.8606	12.9	1.2270	12.9	1.2079	12.9	1.2827	13.0	1.3806	13.0	1.3404
		0.904388		0.858693		1.2281		1.21481		1.2871		1.375667		1.345497
		0.9071		0.8591		1.2259		1.2165		1.2885		1.3738		1.3576
BE	13.3	0.8570	12.9	0.8601	12.9	1.2918	13.1	1.2453	13.1	1.3359	13.1	1.2486	13.2	1.3046
		0.8466		0.8526		1.2910		1.2492		1.3381		1.2461		1.3066
		0.8380		0.8522		1.2913		1.2513		1.3302		1.2457		1.3223
1	12.5	0.7409	12.5	0.8311	12.5	1.2439	12.5	1.2165	12.6	1.2274	12.6	1.3438	12.5	1.2755
		0.7425		0.8399		1.2411		1.2104		1.2624		1.3490		1.2738
		0.7481		0.8354		1.2326		1.2161		1.2617		1.3491		1.2750
2	13.0	0.7462	12.9	0.9203	13.0	1.1404	13.2	1.2571	13.5	1.2410	13.5	1.2882	13.5	1.2788
		0.744604		0.921901		1.142087		1.2566		1.240861		1.2886		1.2859
		0.7436		0.9231		1.1404		1.2484		1.2516		1.2816		1.2780
3	13.5	0.7976	13.8	0.9614	14.0	1.1420	14.0	1.2382	13.7	1.3191	13.8	1.3683	14.0	1.3268
		0.7958		0.9596		1.1464		1.2376		1.3264		1.3699		1.3282
		0.7956		0.9611		1.1474		1.2371		1.3090		1.3807		1.3189
4	14.0	0.8036	13.5	0.8732	14.2	1.1406	14.5	1.2396	14.3	1.2500	14.5	1.2827	14.5	1.2297
		0.821543		0.8771		1.1367		1.2547		1.2545		1.2913		1.2404
		0.8296		0.8726		1.1342		1.2430		1.2567		1.2849		1.2314
5	14.5	0.8569	14.8	0.9123	15.2	1.1980	15.6	1.2588	15.6	1.2583	15.0	1.3321	15.3	1.2774
		0.8637		0.9065		1.2036		1.2655		1.2572		1.259613		1.273693
		0.8680		0.8963		1.1954		1.2641		1.2633		1.3199		1.2645
6	15.0	0.8783	15.4	0.9899	15.3	1.1976	15.4	1.2599	15.4	1.3409	15.3	1.3299	15.5	1.2948
		0.8721		0.903278		1.1904		1.2448		1.3373		1.3401		1.2964
		0.8908		0.9006		1.1999		1.2585		1.3364		1.3325		1.2954

Lampiran 5: Grafik *Plotting* Data

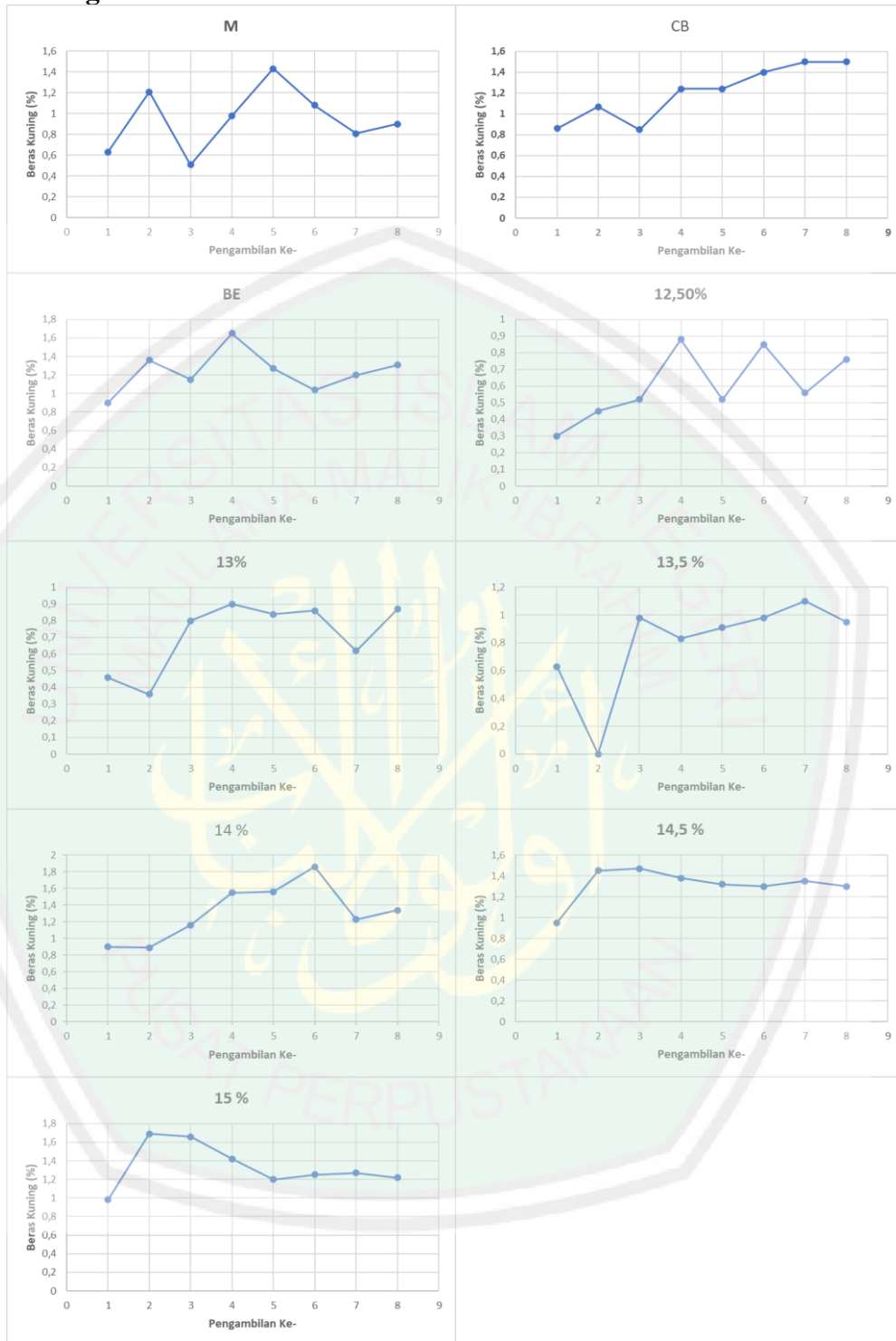
A. Perbandingan Lama Waktu Penyimpanan dengan Kadar Air Beras



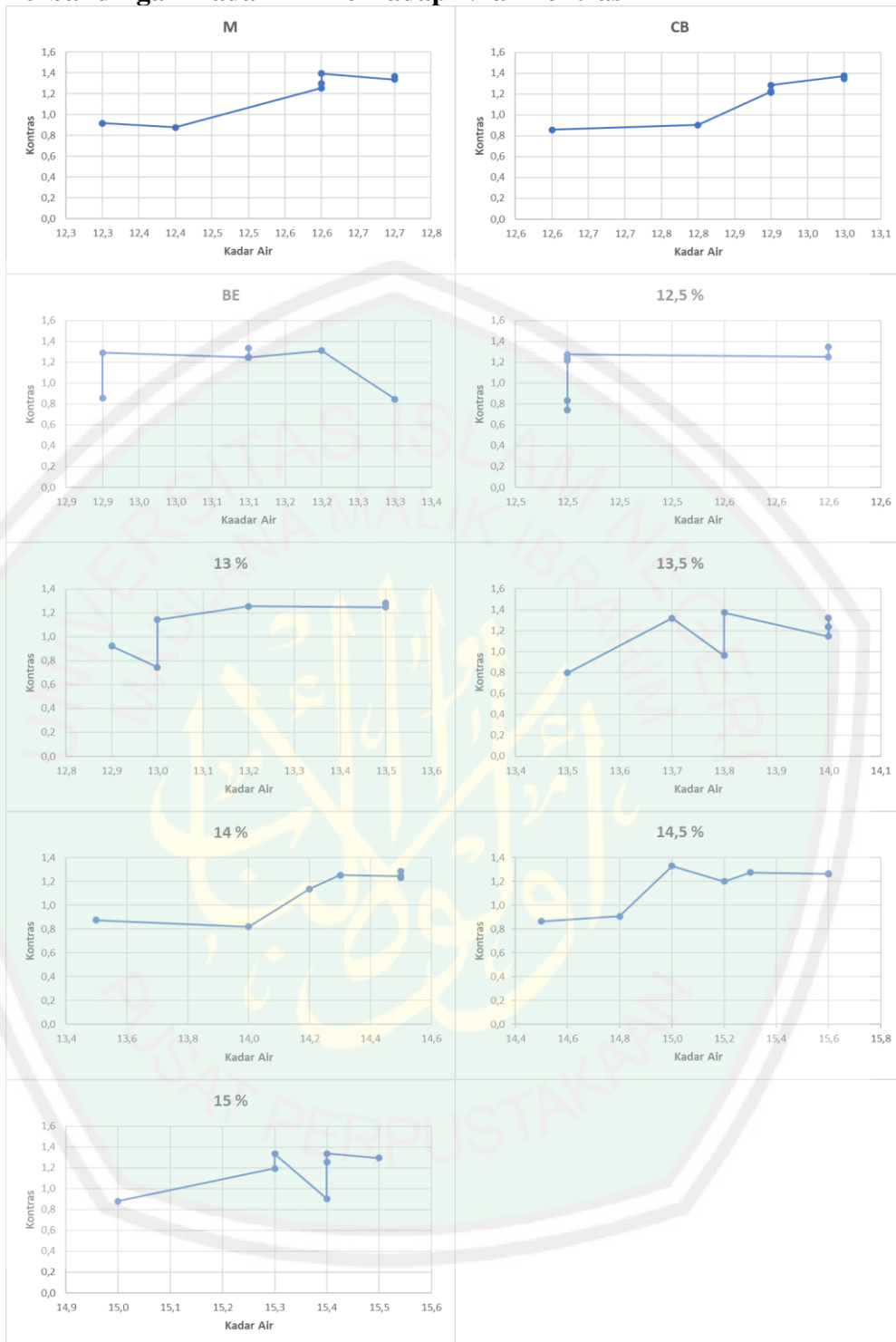
B. Perbandingan Lama Waktu Penyimpanan dengan Nilai Kontras



C. Perbandingan Lama Waktu Penyimpanan dengan Persentase Beras Kuning



D. Perbandingan Kadar Air Terhadap Nilai Kontras







**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA**

Gedung B.J. Habibie Lt. 2 Fak. Saintek Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Moh. Hanif Mubarok
NIM : 16640051
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Kelembapan Sebagai Salah Satu Faktor Penentu Kualitas Beras Berdasarkan Citra Spekel Berbasis Graphical User Interface (GUI) MATLAB
Pembimbing I : Farid Samsu Hananto, M.T
Pembimbing II : Erna Hastuti, M.Si

No.	Hari/Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	Rabu/4 Maret 2020	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	Kamis/5 Maret 2020	Konsultasi Bab I, II, dan III	
3	Jumat/6 Maret 2020	Konsultasi Bab III dan ACC	
4	Jumat/19 Juni 2020	Izin Laboratorium	
5	Rabu/24 Juni 2020	Konsultasi Penelitian	
6	Kamis/1 Oktober 2020	Konsultasi Data Hasil Penelitian	
7	Minggu/4 Oktober 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
8	Senin/19 Oktober 2020	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
9	Selasa/20 Oktober 2020	Konsultasi Bab IV	
10	Kamis/5 November 2020	Konsultasi Bab IV, V, Abstrak, dan ACC	
11	Kamis/5 November 2020	Konsultasi Integrasi Al-Qurán	
12	Kamis/26 November 2020	Revisi Integrasi Al-Qurán	
13	Minggu/29 November 2020	Konsultasi Semua BAB	
14	Minggu/20 Desember 2020	Revisi Integrasi Al-Qurán	
15	Senin/21 Desember 2020	Revisi Integrasi Al-Qurán dan ACC	
16	Selasa/21 Desember 2020	ACC Semua BAB	



**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA**

Gedung B.J. Habibie Lt. 2 Fak. Saintek Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. (0341) 558933

Malang, 23 Desember 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Abdul Basid, M.Si
19650504 199003 1 003

