



**PENGEMBANGAN SENSOR UNTUK MENDETEKSI
KESEGERAN BUAH DURIAN (*Durio zibethinus Murr.*)
KUPAS BERBASIS INDIKATOR ALAMI
EKSTRAK KAYU SECANG
(*Caesalpinia sappan L.*)**

SKRIPSI

Oleh

Nur Alfi Syahrin

NIM 142210101044

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2019



**PENGEMBANGAN SENSOR UNTUK MENDETEKSI
KESEGERAN BUAH DURIAN (*Durio zibethinus Murr.*)
KUPAS BERBASIS INDIKATOR ALAMI
EKSTRAK KAYU SECANG
(*Caesalpinia sappan L.*)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Farmasi
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh

Nur Alfi Syahrin

NIM 142210101044

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2019

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayah dan Umi tercinta, Edy Lesmana dan Dra. Siti Nihayah yang telah merawat, membesarkan, dan mendidik dengan penuh kasih sayang dan kesabaran, serta doa-doa mereka yang tiada putus sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Adik - adik saya Dek Muh. Arya dan Khofifah yang selalu memberikan motivasi semangat dan doa.
3. Guru, dosen dan pendidik dosen yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya sejak dari TK Raflesia, SD Negeri Tugu X, SD Negeri Jember Lor 1, SMP Negeri 1 Jember, SMA Negeri 1 Jember, dan Fakultas Farmasi Universitas Jember.
4. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan.”

(QS. Al Insyirah : 5)

“Sadarlah yang terjadi dalam hidupmu tak selalu semudah itu. Jangan putus asa dahulu karena pelaut hebat tak pernah lahir di laut yang tenang.”

(HIVI – Jatuh, Bangkit Kembali)

“Berapa banyak masalah yang kau dapat, Mimpi akan terwujud suatu hari.

Pasti, hari esok yang baru akan menunggu mu.”

(King & Prince – Kimi o matteru)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Alfi Syahrin

NIM : 142210101044

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengembangan Sensor untuk Mendeteksi Kesegaran Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Kupas Berbasis Indikator Alami Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpania sappan* L.)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 September 2019

Yang menyatakan,

Nur Alfi Syahrin

142210101044

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SENSOR UNTUK MENDETEKSI
KESEGARAN BUAH DURIAN (*Durio zibethinus Murr.*)
KUPAS BERBASIS INDIKATOR ALAMI
EKSTRAK KAYU SECANG
(*Caesalpinia sappan L.*)**

Oleh

Nur Alfi Syahrin

NIM 142210101044

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., PhD

Dosen Pembimbing Anggota : Lesty Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengembangan Sensor untuk Mendeteksi Kesegaran Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Kupas Berbasis Indikator Alami Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpania sappan* L.)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Kamis, 12 September 2019

Tempat : Ruang Sidang A Lt. 3 Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., PhD
NIP. 196902011994031002

Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt.
NIP. 197604142002122001

Tim Penguji

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt.
NIP. 198304282008122004

Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Sc., Apt.
NIP. 198504282009121004

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember

Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt.
NIP. 197604142002122001

RINGKASAN

Pengembangan Sensor untuk Mendeteksi Kesegaran Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Kupas Berbasis Indikator Alami Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpania sappan* L.) ; Nur Alfi Syahrin; 142210101044; 2019; 108 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.) merupakan buah dari famili Bombaceae yang telah terkenal di Asia Tenggara sejak abad 7 Masehi dan termasuk lima komoditas unggulan produksi buah – buahan di Indonesia. Pada pasar swalayan, buah ini dijual dalam kemasan durian kupas dengan masa simpan 2 – 5 hari pada suhu kamar dan durian beku dengan masa simpan hingga 3 bulan atau lebih. Kelebihan kemasan durian kupas dan durian beku adalah mudah dibawa, praktis dan siap santap. Kelemahannya kemasan ini tidak dapat memberi informasi kesegaran. Kemasan cerdas dapat digunakan sebagai jawaban dari kelemahan tersebut dengan memanfaatkan indikator untuk berinteraksi dengan keadaan kesegaran durian. Keadaan kesegaran durian erat hubungannya dengan penurunan tingkat pH dimana segar (6,88 – 7,6) dan busuk (4,6). Indikator yang sesuai dengan trayek kesegaran buah durian adalah indikator dari ekstrak dekok kayu secang yang dapat berubah warna pada kondisi trayek pH dari durian.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sensor dalam mendeteksi kesegaran buah durian (*Durio zibethinus* Murr.) kupas berbasis indikator alami ekstrak kayu secang (*Caesalpania sappan* L.). Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental laboratoris. Rancangan penelitian berupa teknik imobilisasi dekok kayu secang dengan metode adsorpsi. Sampel yang digunakan adalah durian kupas dengan kondisi penyimpanan suhu ruang dan *chiller*.

Hasil penelitian yang didapatkan dari dua kondisi penyimpanan dapat dilihat pada perubahan karakteristik kesegaran durian dan perubahan warna dari kertas sensor. Durian kupas pada penyimpanan suhu ruang mulai membusuk pada hari kedua penyimpanan dan kondisi oke pada hari pertama penyimpanan. Kondisi oke disertai perubahan warna kertas sensor dari merah keunguan menjadi merah agak jingga, sedangkan kondisi busuk adalah dari warna merah agak jingga menjadi kuning terang. Karakteristik kesegaran daging buah durian semakin menurun hingga pada kondisi busuk ini memiliki nilai pH 4,68, nilai kekerasan 7,4g/ 0,1 mm, dan nilai TPT 4,47 %Brix. Pada penyimpanan hari kelima di suhu *chiller*, durian kupas mulai membusuk dan kondisi oke pada hari ketiga penyimpanan. Perubahan warna kertas sensor sama seperti penyimpanan suhu ruang. Daging buah durian ini mengalami penurunan karakteristik kesegaran hingga pada kondisi busuk ini memiliki nilai pH 5,02, nilai kekerasan 5,4g/ 0,1 mm, dan nilai TPT 4,47 %Brix.

PRAKATA

Puji syukur atas segala limpahan rahmat dan karunia yang telah diberi Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan Sensor untuk Mendeteksi Kesegaran Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Kupas Berbasis Indikator Alami Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpania sappan* L.)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat penyelesaian pendidikan Strata Satu (S1) di Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga serta perhatiannya untuk memberikan ilmu, bimbingan, dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
2. Ibu Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt. dan bapak Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Sc., Apt. yang telah berkenan untuk menguji skripsi ini dan memberikan masukan serta saran untuk pengembangan diri penulis dan skripsi ini;
3. Ibu Endah Puspitasari S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing penulis dalam perkuliahan;
4. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan yang berguna dalam menyelesaikan skripsi;
5. Seluruh staf dan karyawan/karyawati Fakultas Farmasi Universitas Jember, khususnya Bu Wayan dan Mbak Hani atas bantuannya selama penulis menyelesaikan penelitian;
6. Bu Ketut selaku teknisi Lab. Kimia dan Biokimia FTP UNEJ yang telah memberikan waktu dan bantuan dalam melakukan penelitian;

7. Ayah dan Umi tercinta, Edy Lesmana dan Dra. Siti Nihayah yang telah merawat, membesarkan, dan mendidik dengan penuh kasih sayang dan kesabaran, serta doa-doa mereka yang tiada putus;
8. Adik - adik saya Dek Muh. Arya dan Khofifah yang selalu memberikan motivasi semangat dan doa;
9. Rekan kerja selama melakukan penelitian dalam laboratorium Kimia yang telah membantu, menyemangati, dan menasehati selama melakukan penelitian;
10. Teman – teman Lanangan Buncit Pharmagen yang telah memberi semangat, bantuan, dan dukungan selama melakukan penelitian;
11. Keluarga angkatan 2014 Pharmagen atas kekeluargaan, persaudaraan, dan pengalaman yang tidak terlupakan selama berjuang bersama dalam perkuliahan.

Penulis berharap semua pihak yang telah diberikan kepada penulis dapat diberikan balasan yang baik dari Allah SWT. Semoga skripsi ini dapat memberikan ilmu dan manfaat.

Jember, 12 September 2019

Penulis

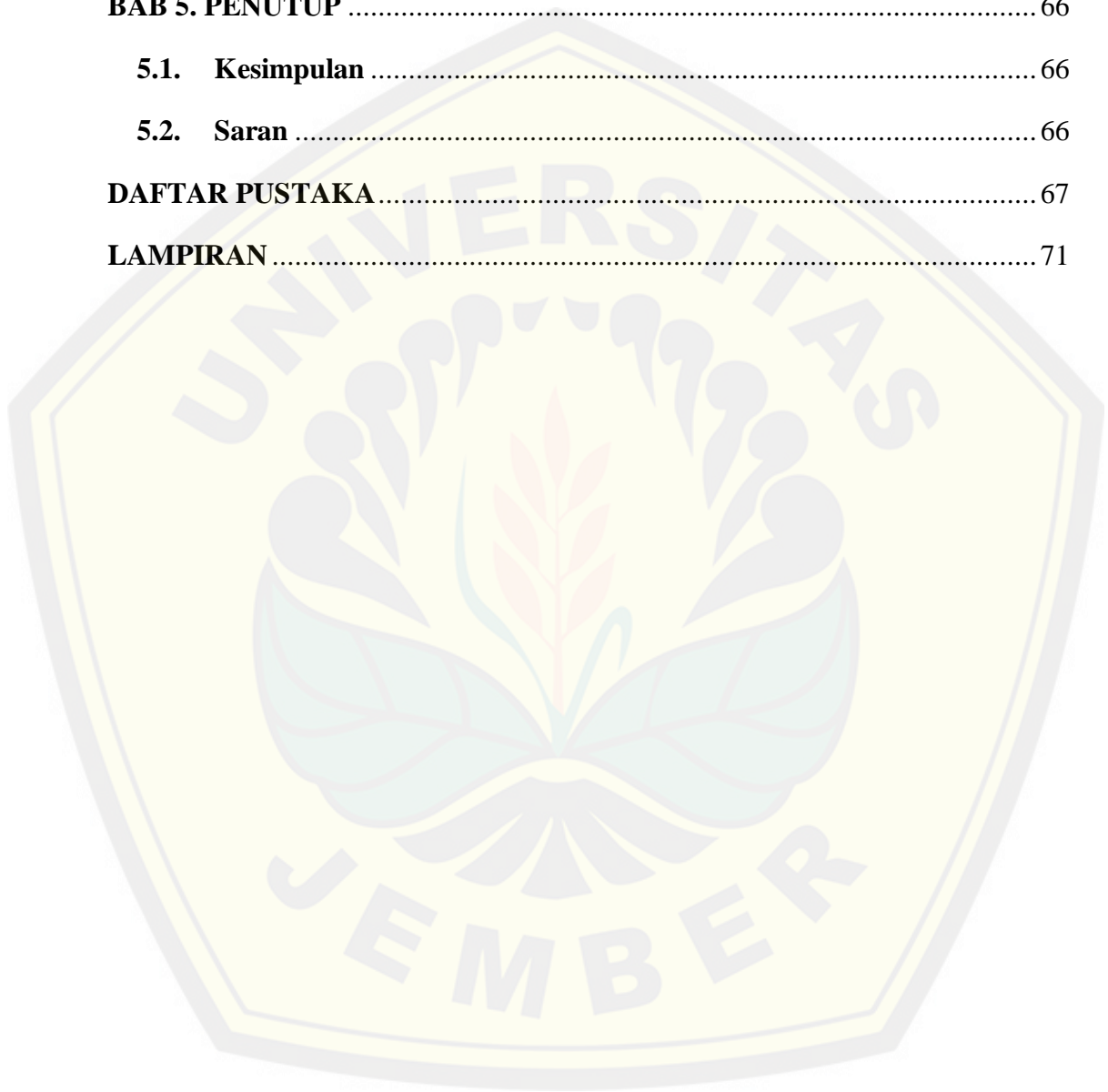
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN BIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR RUMUS	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Buah Durian	4
2.1.1 Komposisi Buah Durian	5
2.1.2 Fisiologi buah durian pasca panen	6

2.2	Kemasan Cerdas	11
2.3	Sensor pH	13
2.4	Ekstraksi	15
2.5	Kayu secang	16
2.6	Immobilisasi	18
2.6.1	Metode penyerapan (adsorpsi)	19
2.6.2	Metode <i>entrapmen</i>	19
2.6.3	Metode pengkapsulan (enkapsulasi)	20
2.6.4	Metode ikatan kovalen	20
2.6.5	Metode <i>cross-linking</i>	21
2.7	Tinjauan bahan tambahan dan material pendukung	21
2.7.1.	PVA	21
2.7.2.	Kertas Saring Selulosa <i>Whatman</i>	22
2.8	Evaluasi Sensoris	22
2.9	Piranti Lunak <i>Image J</i>	23
BAB 3.	METODE PENELITIAN	25
3.1.	Jenis Penelitian	25
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian	25
3.4.	Variabel Penelitian	26
3.5.	Definisi Operasional	26
3.6.	Alur Penelitian	28
3.7.	Rancangan Penelitian	29
3.8.	Prosedur Penelitian	29
3.8.1	Pembuatan serbuk simplisia kayu secang	29

3.8.2	Pembuatan Dekok Kayu Secang Induk	29
3.8.3	Karakterisasi serbuk simplisia dan dekok kayu secang	30
3.8.4	Pembuatan bahan awal kertas sensor kesegaran	32
3.8.5	Optimasi kertas sensor kesegaran.....	33
3.8.6	Pengaplikasian kertas sensor kesegaran pada kemasan.....	34
3.8.7	Penyimpanan buah durian kupas	35
3.8.8	Pengamatan perubahan karakteristik kesegaran buah	35
3.9.	Analisi Data.....	38
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1.	Pembuatan Larutan Indikator pH Kesegaran	39
4.1.1.	Penentuan Kadar Air.....	40
4.1.2.	Penentuan kadar total flavonoid	41
4.2.	Kondisi Optimum Kertas Sensor Kesegaran.....	44
4.2.1.	Optimasi Konsentrasi Dekok	44
4.2.2.	Optimasi Bahan Pengikat	47
4.2.3.	Optimasi Pengulangan Perendaman	49
4.3.	Aplikasi Kertas Sensor Kesegaran pada Kemasan	51
4.4.	Perubahan Kesegaran Durian Kupas pada Penyimpanan Ruang... 54	
4.4.1.	Perubahan intensitas warna kertas sensor kesegaran.....	54
4.4.2.	pH durian Kupas.....	55
4.4.3.	Kekerasan.....	56
4.4.4.	Total Padatan Terlarut	58
4.5.	Perubahan Kesegaran Durian Kupas pada Penyimpanan <i>Chiller</i> 59	
4.5.1.	Perubahan intensitas warna kertas sensor kesegaran.....	59
4.5.2.	pH durian kupas.....	60

4.5.3. Kekerasan.....	62
4.5.4. Total Padatan Terlarut	63
4.5.5. Evaluasi Sensoris.....	64
BAB 5. PENUTUP	66
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	71



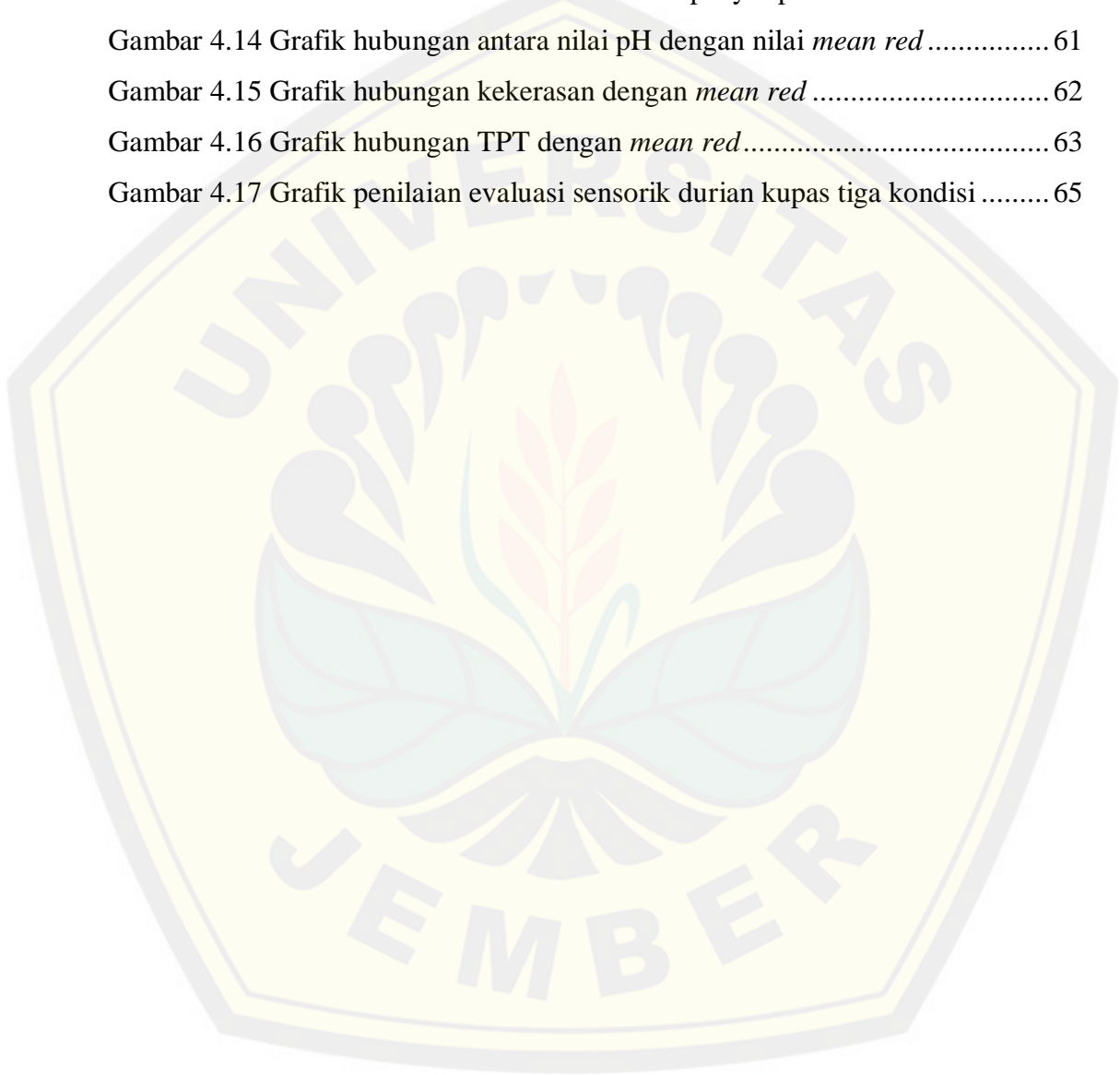
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel nutrisi buah durian (Sumber: Devalaraja dkk., 2011)	6
Tabel 3.1 Tabel komposisi optimasi konsentrasi dekok	33
Tabel 4.1 Hasil analisis warna blanko kertas sensor optimasi konsentrasi	45
Tabel 4.2 Tabel hasil perubahan warna kertas sensor dengan larutan dapar.	46
Tabel 4.3 Hasil tes kebocoran pada kertas sensor.	48
Tabel 4.4 Hasil analisis warna blanko optimasi pengulangan perendaman	49
Tabel 4.5 Hasil perubahan warna pengulangan perendaman dengan dapar	50
Tabel 4.6 Tabel hasil perubahan kertas sensor pada penyimpanan suhu ruang	54
Tabel 4.7 Tabel perubahan warna kertas sensor penyimpanan suhu <i>chiller</i>	60
Tabel 4.8 Tabel hasil penilaian panelis	64

DAFTAR GAMBAR

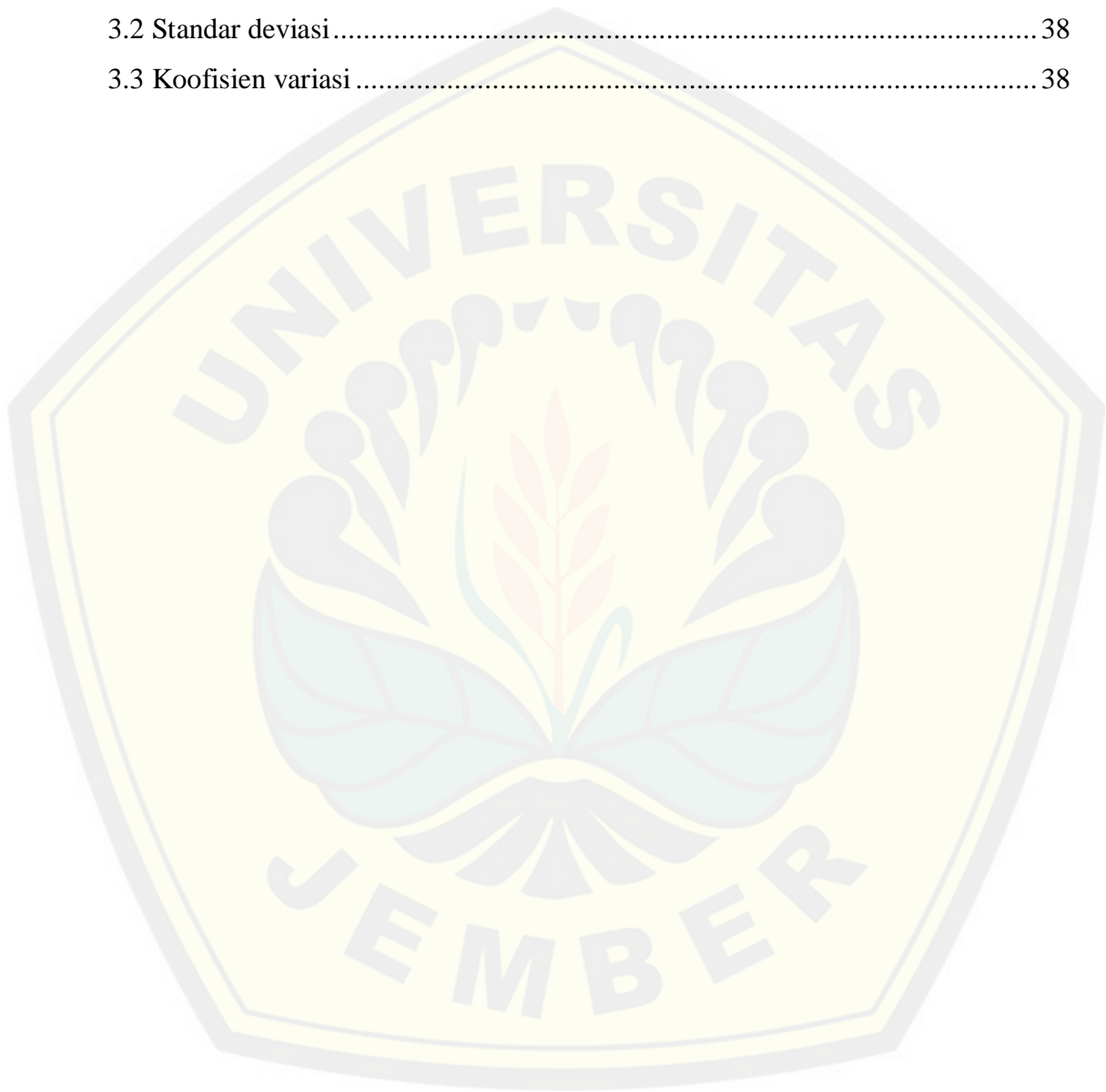
Gambar 2.1 Gambar durian yang rusak akibat patogen.....	8
Gambar 2.2 Gambar proses degradasi asam malat	11
Gambar 2.3 Gambar pengemasan buah durian kupas.....	12
Gambar 2.4 Gambar kemasan pintar pendeteksi kesegaran apel	13
Gambar 2.5 Gambar model skema sensor kimia (Sumber: Kuswandi, 2010)	14
Gambar 2.6 Gambar tanaman kayu secang	17
Gambar 2.7 Reaksi perubahan brazilin dan brazilein	18
Gambar 2.8 Ilustrasi model penyerapan	19
Gambar 2.9 Ilustrasi model entrapment	20
Gambar 2.10 Ilustrasi model pengkapsulan	20
Gambar 2.11 Ilustrasi model ikatan kovalen.....	21
Gambar 2.12 Ilustrasi model <i>cross-linking</i>	21
Gambar 2.13 Rumus kimia PVA.....	22
Gambar 2.14 Tampilan menu untuk analisis warna	24
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.....	28
Gambar 3.2 Gambar skema alat penagas air	30
Gambar 3.3 Diagram alur proses penentuan kadar air serbuk simplisia.....	31
Gambar 3.4 Gambar label sensor kesegaran durian kupas	35
Gambar 3.5 Diagram alur proses penggunaan program <i>Image J</i>	36
Gambar 4.1 Penentuan kadar air dengan <i>Moisture Analyzer</i>	40
Gambar 4.2 Pembentukan senyawa kompleks kuersetin – aluminium klorida....	41
Gambar 4.3 Grafik kurva baku kuersetin.....	43
Gambar 4.4 Grafik analisis warna kertas sensor optimasi konsentrasi dekok	47
Gambar 4.5 Grafik analisis warna kertas sensor optimasi perenedaman.....	51
Gambar 4.6 Gambar aplikasi kemasan pintar durian kupas tampak atas.....	52
Gambar 4.7 Gambar aplikasi kemasan pintar durian kupas tampak samping.....	52
Gambar 4.8 Aplikasi label sensor dan kertas sensor kesegaran pada tiga kondisi.	53

Gambar 4.9 Grafik analisis warna kertas sensor penyimpanan suhu ruang	55
Gambar 4.10 Grafik hubungan antara nilai pH dengan nilai <i>mean red</i>	56
Gambar 4.11 Grafik hubungan antara kekerasan dengan nilai <i>mean red</i>	57
Gambar 4.12 Grafik hubungan TPT dengan nilai <i>mean red</i>	58
Gambar 4.13 Grafik analisis warna kertas sensor penyimpanan suhu <i>chiller</i>	60
Gambar 4.14 Grafik hubungan antara nilai pH dengan nilai <i>mean red</i>	61
Gambar 4.15 Grafik hubungan kekerasan dengan <i>mean red</i>	62
Gambar 4.16 Grafik hubungan TPT dengan <i>mean red</i>	63
Gambar 4.17 Grafik penilaian evaluasi sensorik durian kupas tiga kondisi	65



DAFTAR RUMUS

3.1 Δ mean RGB	36
3.2 Standar deviasi	38
3.3 Koofisien variasi	38



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.) merupakan buah dari famili Bombaceae. Buah asli Asia Tenggara sudah dikenal dunia sejak abad 7 Masehi (Indarti, 2014). Penyebaran durian awalnya berada di hutan Sumatera, Kalimantan, dan Malaysia, selanjutnya durian menyebar kearah barat yakni Thailand, Birma, India dan Pakistan (Paull dan Ketsa, 2014). Buah durian sangat terkenal di Indonesia. Buah ini termasuk dalam lima komoditas unggulan produksi buah – buah tahunan di Indonesia (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2016).

Pada pasar swalayan dan/atau toko *online*, buah durian biasa dijual dalam kemasan buah durian kupas dan buah durian beku. Buah durian memiliki waktu simpan 2 – 5 hari pada suhu Ruang. Pada penyimpanan suhu 4°C, buah durian kupas dapat disimpan hingga 1 bulan atau lebih sedangkan, buah durian beku dapat disimpan hingga 3 bulan atau lebih (Voon dkk., 2006; Redaksi Agromedia, 2009). Kelebihan lain dari kemasan buah durian kupas dan buah durian beku adalah mudah dibawa oleh konsumen, praktis siap santap, dan tidak membuat konsumen terluka karena durinya yang besar dan tajam, namun kemasan ini memiliki kelemahan. Kelemahannya adalah konsumen tidak dapat mengetahui tingkat kesegaran buah durian baik secara kasat mata maupun dengan alat spektrokolorimeter (Voon dkk., 2006).

Dalam upaya menjawab tantangan tersebut, beberapa inovasi teknologi kemasan pangan terus berkembang. Pada beberapa dekade terakhir ini, inovasi kemasan pangan yang terkenal salah satunya adalah kemasan cerdas (*smart packaging*). Kemasan cerdas memanfaatkan interaksi yang terjadi dalam kemasan seperti kesegaran, patogen, kebocoran, oksigen, karbondioksida, suhu, waktu, atau pH dalam upaya menjaga dan mengawasi kualitas dan keamanan pangan (Kuswandi dkk., 2011; Widiastuti, 2016). Fungsi cerdas yang diberikan ini diperoleh dari indikator, sensor, dan/atau peralatan yang dapat memberikan

informasi perubahan yang terjadi pada sistem kemasan. Indikator menyampaikan informasi perubahan yang terjadi dalam kemasan pangan atau sekitaran kemasan melalui perubahan visual (Widiastuti, 2016).

Salah satu cara untuk mengetahui tingkat kesegaran buah adalah dengan menggunakan kemasan cerdas yang memiliki indikator kesegaran yang memanfaatkan perubahan pH dalam memberikan perubahan visual. Salah satu perusahaan yang telah menerapkan kemasan pintar ini adalah *ripeSenseTM* (Kuswandi dkk., 2011). Buah durian memiliki trayek kesegaran pada pH 6,88 hingga 7,60 dan busuk pada pH 4,6 (Voon dkk., 2006; Lee dan Bhat, 2015). Salah satu indikator yang cocok pada trayek tersebut adalah indikator asam basa alami dari ekstrak dekok kayu secang (Rina dkk., 2017). Hal ini dibuktikan dengan dua range pH yang dimiliki ekstrak ini, yakni pH pada 4 – 6 (kuning sampai jingga kecoklatan) dan pada pH 6 – 8 (jingga kecoklatan sampai merah) (Purbaningtias dkk., 2017). Kelebihan dari dekok kayu secang ini adalah tidak memiliki bau atau aroma, aman dan direkomendasikan untuk dapat digunakan dalam produk makanan (Athinarayanana dkk., 2017). Kecocokan kesegaran dan trayek pH dari buah durian dan dekok kayu secang inilah yang menjadikan ekstrak kayu secang dipilih sebagai indikator kesegaran buah durian kupas.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang ingin dipelajari dalam penelitian ini

1. Bagaimana kondisi optimum fabrikasi sensor kesegaran buah durian kupas berbasis kayu secang (berupa konsentrasi ekstrak kayu secang, pH dan konsentrasi bahan lain) ?
2. Bagaimana karakteristik perubahan warna sensor berbasis ekstrak kayu secang (pH, total padatan terlarut, kekerasan dan evaluasi sensoris) terhadap kesegaran buah durian kupas dalam kemasan pada suhu ruang dan *chiller*.
3. Bagaimana aplikasi kertas sensor kesegaran pada kemasan durian kupas saat penyimpanan suhu ruang dan *chiller*.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari peneliti ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui kondisi optimum fabrikasi sensor kesegaran buah durian kupas berbasis kayu secang (berupa konsentrasi ekstrak kayu secang, pH dan konsentrasi bahan lain).
2. Dapat mengetahui karakteristik perubahan warna sensor berbasis ekstrak kayu secang (pH, total padatan terlarut, kekerasan dan evaluasi sensoris) terhadap kesegaran buah durian kupas dalam kemasan pada suhu ruang dan *chiller*
3. Dapat mengetahui aplikasi kertas sensor kesegaran pada kemasan durian kupas saat penyimpanan suhu ruang dan *chiller*.

1.4 Manfaat

Beberapa manfaat dari penelitian pembuatan sensor untuk mendeteksi kesegaran buah durian kupas berbasis indikator alami ekstrak kayu secang adalah :

1. Dapat membantu masyarakat mengetahui kesegaran dan mutu buah
2. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat teknologi sensor kimia pada kemasan berupa kemasan pintar berbasis indikator alami pH

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Durian

Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.) merupakan buah yang sangat terkenal di kawasan Asia Tenggara. Buah ini terkenal dengan sebutan Raja Buah (King of Fruit). Buah tropis ini kebanyakan ditanam di daerah tropis khatulistiwa yang memiliki kondisi hangat dan basah, khususnya Sri Lanka, India Selatan, Burma, Thailand, Kamboja, Vietnam, Malaysia, Indonesia, Borneo, Mindanao (Philippines), dan Papua New Guinea (Paull dan Ketsa, 2014).

Durian merupakan buah dari tanaman liar berupa pohon yang awalnya berada di hutan Sumatera, Kalimantan, dan Malaysia. Pohon buah durian memiliki tinggi diatas 45 m pada daerah perhutanan dan 10 – 15 m untuk daerah halaman perumahan. Kulit kayunya berwarna merah tua kecoklatan. Kulit buah durian berwarna hijau pada saat belum matang dan coklat kekuningan saat kondisi matang. Selain itu, kulit ini memiliki duri tajam dengan panjang dan bentuk yang bervariasi (Indarti, 2014). Biji durian berwarna coklat dan diselimuti dengan bagian yang dapat dimakan (daging buah). Daging buah memiliki warna, ketebalan, dan tekstur yang bervariasi sesuai varietasnya. Tanaman ini memiliki bunga yang sempurna atau memiliki putik dan benang sari. Bunga buah durian terdiri dari 5 daun bungayang berwarna putih, kuning terang, atau *cream* (Ketsa, 2018). Tanaman ini berbunga sekali sampai dua kali dalam setahun (Orwa dkk., 2009). Buah durian ini biasa ditemukan pada bagian bawah cabang pohon. Buah durian memiliki ukuran yang beragam dengan diameter berkisar 15- 25 cm. Buah durian ini diperkirakan memiliki 28 spesies. Spesies yang paling umum dan paling bernilai secara ekonomi adalah *Durio zibethinus* Murr. (Paull dan Ketsa, 2014).

Berdasarkan data dari NRCS (2018a), klasifikasi taksonomi dari durian adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Malvales
Famili : Bombaceae
Genus : Durio.
Spesies : *Durio zibethinus*. Murr.

Durian sudah terkenal dan banyak dibudidayakan di wilayah Asia Tenggara terutama Indonesia. Durian dikenal dengan rasanya yang sangat nikmat dan memiliki harga yang mahal pada pasar luar negeri (Ketsa, 2018). Durian termasuk jenis tanaman buah - buahan yang tidak berumpun dan dipanen terus menerus dalam satu musim. Pada tahun 2015, buah Durian ini masuk dalam salah satu dari lima komoditas unggulan produksi buah – buahan tahunan di Indonesia sehingga, hampir setiap provinsi di Indonesia memproduksi buah durian (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2016).

2.1.1 Komposisi Buah Durian

Buah durian telah lama sekali dimanfaatkan sebagai bahan pangan karena memiliki nilai nutrisi yang tinggi dan kaya antioksidan. Bagian buah durian yang dapat dikonsumsi adalah daging buah dan bijinya. Daging buah durian ini berbobot berkisar 20 – 35% dari berat buah. Biji buah durian mengandung pati yang tinggi sehingga bisa dijadikan sebagai alternatif pengganti makanan (Indarti, 2014; Lee dan Bhat, 2015).

Kandungan nilai nutrisi yang tinggi dan kaya dengan senyawa bioaktif berada pada daging buahnya. Daging buah durian mengandung karbohidrat (27%), lemak (5,33%), protein (1,47%), serat (3,1 %), vitamin dan mineral. Vitamin yang terdapat dalam buah ini adalah tiamin, riboflavin, vitamin A, vitamin C dan vitamin E. Sedangkan mineral yang terdapat dalam buah ini kalsium, besi, kalium, dan fosfor (Devalaraja dkk., 2011). Asam palmitat, asam

oleat dan asam linoleat merupakan asam lemak terbanyak yang teridentifikasi saat masa pendewasaan dan pematangan buah durian. Konsentrasi tinggi n-3 asam lemak (asam lemak poli tak jenuh) dapat menjadi keuntungan dan mungkin dikaitkan dengan penurunan tekanan darah, trigliserol plasma, dan pengumpulan platelet (Caterina, 2011).

Tabel 2.1 Tabel nutrisi buah durian (Sumber: Devalaraja dkk., 2011)

Senyawa	Jumlah
Komposisi (dalam berat segar g/100g)	
Air	64,99
Protein	1,47
Total Lemak	5,33
Serat kasar	3,08
Karbohidrat	27,09
Mineral (dalam berat kering mg/100g)	
Natrium	220,2 ± 11,1
Kalium	15,942 ± 42
Magnesium	691,2 ± 29,7
Kalsium	199,8 ± 10,1
Besi	6,71 ± 0,3
Mangan	8,26 ± 0,4
Seng	4,92 ± 0,3
Tembaga	4,02 ± 0,3
Vitamin (dalam berat segar mg/100g)	
Vitamin C	19,7
Thiamin	0,374
Riboflavin	0,2
Niacin	1,074
Asam pantotenat	0,23
Vitamin A, IU	44
Beta karoten (mikrogram/100g berat segar)	23

2.1.2 Fisiologi buah durian pasca panen

Fisiologi buah pascapanen adalah berbagai proses yang terjadi pada buah setelah dipisahkan dari pohon. Hampir semua proses fisiologis memerlukan substrat dan energi. Oleh sebab itu, selama substrat dan energi masih ada, maka proses fisiologis dapat terus berlangsung. Proses fisiologis ini berkaitan dengan proses pertumbuhan dan respirasi (Dwiari dkk., 2008a).

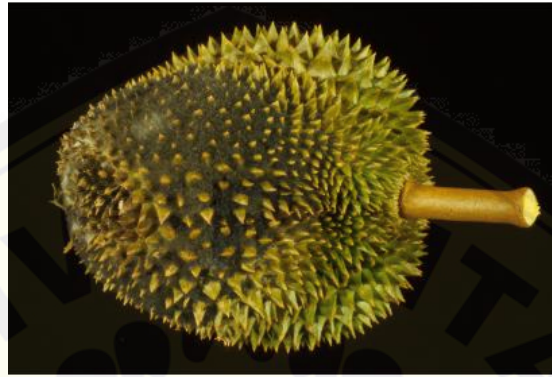
a. Proses pertumbuhan

Proses pertumbuhan pada buah dimulai dari pembelahan sel, pendewasaan sel (*maturation*), pematangan (*ripening*), kelayuan (*senescence*), dan pembusukan (*deterioration*). Proses pembelahan sel dimulai setelah terjadinya proses pembuahan, yang selanjutnya dilanjutkan dengan pengembangan sel. Pengembangan sel adalah proses yang mengacu pada perkembangan buah pada tahap akhir. Pada tahap pendewasaan sel ini, terjadi pembesaran sel sampai volume maksimal, akumulasi karbohidrat dan pembentukan konstituen aromatik. Proses selanjutnya yakni pematangan buah dimana pada proses ini buah telah memperlihatkan karakteristik perubahan. Perubahan yang terjadi adalah terbentuk karakteristik aroma dari hasil senyawa – senyawa atsiri, cita rasa, warna dan pelunakan daging buah. Proses pematangan buah dijelaskan sebagai proses akhir dari penguraian substrat (Dwiari dkk., 2008a; Zulkarnain, 2009).

Proses pendewasaan buah durian berlangsung setelah bunga mekar. Umumnya di Indonesia, durian berbunga pada bulan September – November. Setelah empat bulan bunga mekar, buah durian memiliki tingkat kematangan yang sempurna. Kematangan buah durian dapat ditandai dengan sudah terciumnya aroma yang kuat, ujung durinya sudah berwarna coklat tua, garis – garis diantara duri lebih jelas, tangkai buah lunak dan mudah dibengkokkan, ruas – ruas tangkai buah membesar, serta terdengar bunyi kasar dan bergema jika buah dipukul (Redaksi Agromedia, 2009) Setelah proses pematangan ini, enzim – enzim spesifik yang disintesis pada saat proses pematangan akan digunakan pada masa kelayuan (Dwiari dkk., 2008a; Zulkarnain, 2009).

Masa kelayuan merupakan tahapan setelah pematangan buah dimana proses pertumbuhan buah terhenti dan digantikan dengan proses penuaan (Zulkarnain, 2009). Proses penuaan pada buah durian ditandai dengan berkurangnya kualitas buah durian. Namun terkadang proses kelayuan pada durian ini tanpa diawali dengan proses pematangan. Terjadinya kelayuan pada buah ini kemungkinan dikarenakan adanya kerusakan yang terjadi (Dwiari dkk., 2008a). Kerusakan yang terjadi pada buah durian belum dewasa dan buah

durian dewasa dikarenakan patogen *Phytophthora* spp. dan *Lasiodiplodia* spp. Kerusakan dapat pula terjadi saat buah bersentuhan dengan tanah dimana buah durian ini bisa diserang *Sclerotium rolfsii* (Paull dan Ketsa, 2014).



Gambar 2.1 Gambar durian yang rusak akibat patogen
Sumber: (Paull dan Ketsa, 2014)

b. Respirasi

Energi dibutuhkan untuk melakukan beberapa fungsi biokimia seperti menjaga sekumpulan sel, permeabilitas membran, transportasi metabolisme dan lain – lain. Respirasi adalah proses dimana sel melepaskan energi dari senyawa organik untuk mendapatkan ATP yang merupakan sumber energi dari sel – sel. Proses ini terjadi di sel mitokondria (Pantastico, 1975; Dwiari dkk., 2008a).

Respirasi yang terjadi pada buah bergantung pada persediaan oksigennya. Bila persediaan oksigennya normal maka berlangsung respirasi aerob dan menghasilkan pembebasan karbondioksida dan air. Namun, bila persediaan oksigen sedikit atau tidak ada, maka proses yang terjadi adalah respirasi anaerob yang menghasilkan karbondioksida dan etanol melalui fermentasi. Respirasi aerob terdiri dari tiga fase yakni glikolisis, siklus *Krebs* atau asam trikarboksilat dan jalur transport elektron (Pantastico, 1975).

Respirasi biasanya ditentukan dengan pengukuran karbondioksida dan oksigen, yaitu laju penggunaan oksigen atau penentuan laju pengeluaran karbondioksida. Laju respirasi ini berperan sebagai petunjuk dalam masa

simpan buah segar pascapanen. Semakin tinggi laju respirasi buah maka semakin pendek masa simpan dari buah tersebut. Beberapa buah tropika memperlihatkan kenaikan laju respirasi pada saat proses pematangan. Buah – buah tersebut dinamakan sebagai buah klimaterik. Sedangkan buah – buah lainnya yang tidak memiliki perubahan laju respirasi disebut buah tak klimaterik (Pantastico, 1975). Klimaterik itu sendiri merupakan keadaan dimana terjadi secara tiba – tiba peningkatan produksi etilen, pengeluaran CO₂, dan konsumsi O₂ (Fry, 2016). Buah durian termasuk dalam buah klimaterik (Ketsa, 2018).

Sesungguhnya, buah yang sudah dipanen, masih melangsungkan aktivitas metabolisme sebagaimana tanaman hidup, karena buah tersebut terdiri atas sel – sel yang masih hidup. Sebagai sel yang masih hidup, maka respirasi tetap berjalan (Zulkarnain, 2009). Proses respirasi pada jaringan buah ini menyebabkan adanya perubahan fisika dan kimia dari buah pasca panen (Pantastico, 1975). Berdasarkan penelitian Voon dkk. (2006), perubahan sifat fisika dan sifat kimia dari daging buah durian adalah kekerasan, total padatan terlarut, dan pH (keasaman).

1) Kekerasan

Kekerasan buah dipengaruhi oleh turgor sel yang masih hidup. Perubahan turgor disebabkan adanya komponen dinding sel yang berubah selama proses perkembangan dan pematangan buah. Perubahan ini berpengaruh terhadap kekerasan yang biasanya menyebabkan buah menjadi lunak setelah matang (Winarno dan Aman, 1979).

Salah satu komponen dinding sel yang berperan dalam proses pelunakan pada daging buah adalah zat – zat pektin. Zat – zat ini melekat pada dinding sel dan lamela tengah dan berfungsi sebagai bahan perekat (Pantastico, 1975). Pada daging buah durian, penurunan kekerasan daging buah dikaitkan dengan peningkatan pektin larut air, aktivitas enzim poligalakturonase (Voon dkk., 2006), aktivitas enzim pektin metiliterase (Ketsa, 2018), dan adanya mikroorganisme yang memproduksi enzim degradasi pektin. Aktivitas enzim

degradasi pektin yakni, enzim poligalakturonase dan enzim pektin metiliterase ini mengalami peningkatan pada suhu diatas suhu 27 - 34°C (Voon dkk., 2006).

2) Total Padatan Terlarut dan Kandungan Gula

Total padatan terlarut menunjukkan konsentrasi gula atau konsentrasi padatan yang terlarut pada bahan tersebut (Winarno dan Aman, 1979). Karbohidrat pada buah terdiri atas zat – zat pati, polisakarida dan gula seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Sukrosa merupakan gula yang paling banyak pada daging buah durian, diikuti dengan glukosa, fruktosa dan maltosa. Total padatan terlarut akan sebanding dengan kadar gula yang terkandung pada buah. Setelah daging buah dipisahkan dari buah, pelunakan dan pertukaran pati menjadi gula terus meningkat dengan laju yang bergantung pada keadaan atmosfer sekitar. Pada penyimpanan suhu 4°C, kandungan sukrosa, glukosa, dan fruktosa pada daging buah meningkat. Namun pada penyimpanan 28°C, kandungan sukrosa menurun sementara terjadi peningkatan kandungan glukosa dan fruktosa (Voon dkk., 2006).

3) pH atau tingkat keasaman

pH atau tingkat keasaman digunakan untuk menyatakan nilai keasaman atau kebasaan dari suatu produk (Khopkar, 1990). pH pada rata – rata buah durian segar berkisaran adalah 6,88 – 7,60 (Lee dan Bhat, 2015). Pada proses masa kelayuan pH daging buah ini akan semakin menurun menjadi disekitaran 4,6. Daging buah durian pada keadaan ini dinilai terlalu asam dan tidak dapat dikonsumsi sebagai daging buah segar (Voon dkk., 2006).

Adanya penurunan pH ini berhubungan dengan perubahan kandungan asam organik selama penyimpanan. Asam organik yang teridentifikasi pada buah durian kupas adalah asam malat, sitrat, tartarat, dan suksinat. Proses penurunan pH ini diduga akibat dari reduksi kuat dari kandungan asam malat dan secara bersamaan adanya pembentukan asam laktat, suksinat, sitrat dan asetat (Voon dkk., 2006).

Menurut Volschenk dkk (2006), Proses degradasi asam malat ini terjadi karena adanya aktivitas enzim malat. Pada saat kondisi ini, enzim malat akan membentuk asam piruvat dari asam malat dan selanjutnya akan dilanjutkan pada siklus asam trikarboksilat untuk menjadi asam sitrat (lihat Gambar 2.9). Asam sitrat merupakan asam organik yang mudah menguap dan menyebabkan aroma asam dari buah (Volschenk dkk., 2006).



Gambar 2.2 Gambar proses degradasi asam malat
(Sumber: Volschenk dkk., 2006)

2.2 Kemasan Cerdas

Kemasan adalah suatu benda yang digunakan untuk wadah atau tempat dan dapat memberikan perlindungan sesuai dengan tujuannya (Dwiari dkk., 2008b). fungsi dasar kemasan pangan terbagi menjadi empat kategori, yakni proteksi, komunikasi, kenyamanan, dan pewadah. Kemasan digunakan sebagai proteksi terhadap efek perusak dari lingkungan luar. Kemasan dapat mengkomunikasikan kepada konsumen sebagai alat pemasaran dan mewadahi berbagai ukuran dan bentuk. Pengemasan menjadi hal yang penting karena akan memudahkan dalam kegiatan transportasi dan penyimpanan. Pengemasan

memberikan konsumen kemudahan dalam menggunakan dan kenyamanan dalam penghematan waktu (Yam dkk., 2005).

Buah durian biasa dijual dalam kemasan buah durian kupas dan buah durian beku di berbagai pasar swalayan dan/atau toko *online*. Buah durian memiliki waktu simpan 2 – 5 hari pada suhu ruang. Pada penyimpanan suhu 4°C, buah durian kupas dapat disimpan hingga 1 bulan atau lebih sedangkan, buah durian beku dapat disimpan hingga 3 bulan atau lebih (Voon dkk., 2006; Redaksi Agromedia, 2009). Kelebihan lain dari kemasan buah durian kupas dan buah durian beku adalah mudah dibawa oleh konsumen, praktis siap santap, dan tidak membuat konsumen terluka karena durinya yang besar dan tajam, namun kemasan ini memiliki kelemahan. Kelemahannya adalah konsumen tidak dapat mengetahui tingkat kesegaran buah durian karena tidak terlihat perubahan warna kuning yang signifikan dari daging buah durian saat segar dan tidak segar baik secara kasat mata maupun dengan alat spektrokolorimeter (Voon dkk., 2006).



Gambar 2.3 Gambar pengemasan buah durian kupas
Sumber: Paull dan Ketsa, 2014)

Dalam upaya menjawab tantangan tersebut, beberapa inovasi teknologi kemasan pangan terus berkembang. Pada beberapa dekade terakhir ini, inovasi kemasan pangan yang terkenal salah satunya adalah kemasan cerdas (*smart packaging*). Kemasan ini memanfaatkan interaksi yang terjadi dalam kemasan seperti kesegaran, patogen, kebocoran oksigen dan karbondioksida, suhu, waktu, atau pH dalam upaya menjaga dan mengawasi kualitas dan keamanan pangan (Kuswandi dkk., 2011; Widiastuti, 2016).

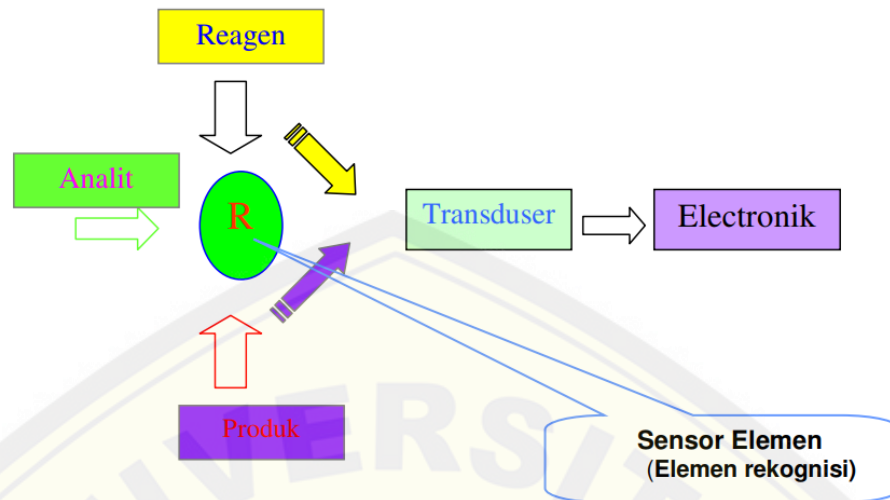
Menurut Yam dkk. (2005), Kemasan cerdas didefinisikan sebagai sistem kemasan yang dapat membawa fungsi cerdas (seperti mendeteksi, merasakan, merekam, melacak, mengkomunikasikan, dan mengaplikasikan logika ilmiah) untuk memfasilitasi perencanaan dalam memperpanjang masa simpan, meningkatkan keamanan, meningkatkan kualitas, menyediakan informasi, dan memperingatkan masalah yang mungkin terjadi. Fungsi cerdas ini didapatkan dari indikator, sensor, dan/atau peralatan yang mampu memberikan informasi terkait pangan dalam kemasan. Indikator dapat menyampaikan informasi ini melalui perubahan visual. Adapun contoh dari indikator pada sistem ini adalah TTI (indikator suhu dan waktu), indikator gas oksigen, indikator karbondioksida, dan indikator kesegaran (Widiastuti, 2016).



Gambar 2.4 Gambar kemasan pintar pendeteksi kesegaran apel
(Sumber: Widiastuti, 2016)

2.3 Sensor pH

Sensor secara umum dapat dijelaskan sebagai suatu alat atau piranti yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi yang lain. Pada analisis kimia, sensor biasa dijelaskan sebagai indikator kimia pada suatu alat atau instrumen yang dapat memproduksi sinyal indikatif. Indikator kimia ini mengalami baik itu reaksi reversibel baik kovalen ataupun non kovalen terhadap suatu analit. Kunci dari sensor itu sendiri adalah pengenalan suatu target berupa reaksi dengan analit dan pelaporan dari reaksi yang terjadi. Mekanisme proses pengenalan target yang terjadi didasari pada interaksi permukaan dimana analit teradsorpsi pada sensor (Kuswandi, 2010) (Spichiger dan Keller, 1998). Secara skematis proses sensor kimia dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Gambar model skema sensor kimia (Sumber: Kuswandi, 2010)

Salah satu sensor kimia yang sering kita gunakan adalah kertas pH atau kertas lakmus yang biasa digunakan untuk menentukan asam atau basa suatu sampel. Kertas lakmus dapat memberikan indikasi secara kualitatif asam basa dari suatu sampel berdasarkan perubahan warna yang terjadi. Perubahan warna yang terjadi ini dikarenakan adanya indikator pH tertua yakni lakmus.

Indikator merupakan suatu bahan yang dapat merespon suatu perubahan kimia dengan cara perubahan warna dari indikator tersebut. Perubahan kimia yang terjadi karena adanya metabolit – metabolit yang bereaksi dengan indikator (Widiastuti, 2016). Indikator asam basa adalah senyawa yang dapat merespon suatu zat asam atau basa dengan cara berubah warna. Warna yang ditampilkan oleh indikator beragam sesuai trayek pH indikatornya karena setiap indikator memiliki tetapan ionisasi yang berbeda. Trayek pH inilah yang digunakan dalam mengukur kekuatan asam atau basa suatu zat (Khopkar, 1990).

Indikator asam basa yang biasa dipakai pada umumnya berupa indikator sintetik. Indikator sintetik ini terdiri dari golongan indikator ftalein dan sulfoftalein, indikator azo, dan indikator trifenilmetana (Khopkar, 1990). Selain indikator sintetik, terdapat pula indikator asam basa alami. Indikator alami ini

biasanya terkandung pada pewarna alami dari tumbuhan. Beberapa bahan alam yang telah diteliti sebagai indikator adalah bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*), bunga tasbih (*Canna indica*), bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa*), bayam merah (*Bisella alba*), kayu secang, bunga kembang sepatu, kubis ungu, bunga bougenville, dan kunyit. Keuntungan menggunakan indikator alami adalah sederhana, mudah didapatkan, dan murah (Purbaningtias dkk., 2017).

2.4 Ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan bahan aktif pada jaringan tanaman atau hewan dengan menggunakan pelarut selektif melalui prosedur standart (Handa dkk., 2010). Teknik ekstraksi semacam ini memisahkan senyawa aktif yang dapat larut dan meninggalkan senyawa yang tidak larut seperti serat, karbohidrat, protein dan lain - lain. Struktur kimia dari tiap golongan senyawa aktif berbeda – beda sehingga, mempengaruhi kelarutan serta stabilitas senyawa tersebut terhadap derajat keasaman, pemanasan, logam berat, udara dan cahaya. Produk yang diperoleh proses ekstraksi adalah campuran metabolit yang relatif kompleks, dalam bentuk cair atau semisolid atau bubuk kering (setelah pelarut dihilangkan), dan dimaksudkan untuk penggunaan secara oral atau eksternal (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2000).

Proses teknik ekstraksi dimulai dengan pembuatan serbuk simplisia. Simplisia itu sendiri adalah bahan mentah obat (*crude drug*) dari jaringan tanaman yang belum mengalami pengolahan apapun kecuali hanya pengeringan. Pembuatan serbuk simplisia diupayakan sampai derajat kehalusan tertentu karena semakin halus serbuk simplisia maka proses ekstraksi menjadi semakin efektif dan efisien. Proses teknik ekstraksi dengan menggunakan cairan pelarut dibagi menjadi cara dingin dan cara panas. Salah satu metode ekstraksi dengan cara panas dengan pelarut air adalah dekok (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2000).

Dekok adalah ekstraksi dengan pelarut air pada temperatur 90°C selama waktu lebih dari 30 menit. Metode ini hampir sama dengan infus yang

menggunakan pelarut air namun perbedaanya hanya pada lama waktu pemanasan. Dekok adalah pilihan metode yang baik untuk mengekstrak dengan tanaman keras, tanaman berserat, kulit kayu dan akar. Prosedur ini cocok untuk mengekstraksi konstituen yang dapat larut dalam air dan tahan panas. (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2000; Handa dkk., 2010). Rasio awal yang biasa digunakan untuk metode ekstraksi dekok adalah 1: 4 atau 1:16. Ektrak dekok kemudian dapat disaring atau dijadikan ekstrak kering dan digunakan langsung dalam bentuk tersebut atau diproses lebih lanjut (Handa dkk., 2010).

2.5 Kayu secang

Kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) merupakan famili Fabaceae atau Leguminosae yang merupakan tanaman liar dan kadang ditanam sebagai tanaman pagar. Tumbuhan ini menyukai tempat terbuka dengan tinggi sampai 1.000 mdpl, seperti daerah pegunungan berbatu namun tidak terlalu dingin. Kayu secang termasuk pohon kecil yang tingginya sekitar 6-9 m dan berdiameter 20 – 25 cm. Batang tanaman ini berbentuk bulat dan berwarna hijau kecoklatan. Pemanenan kayu dilakukan mulai umur 1 – 2 tahun. Perbanyak tanaman ini dapat dilakukan dengan biji atau setek batang (Baruah dan Borthakur, 2012).

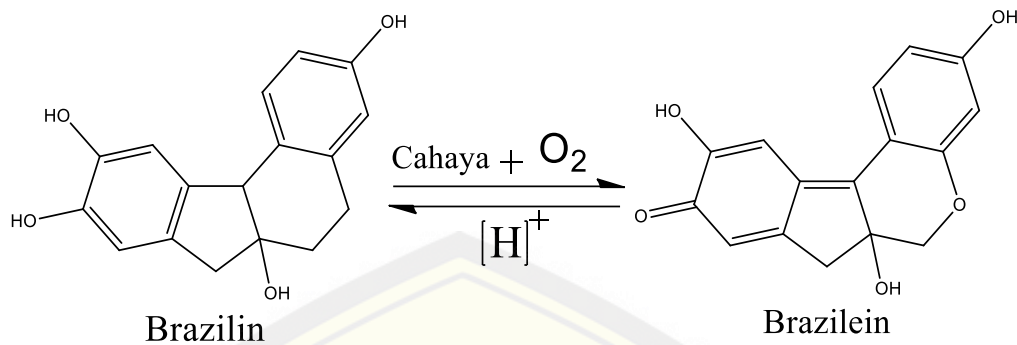
Berdasarkan data NRCS (2018b), taksonomi kayu secang adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae/ Leguminosae
Genus	: <i>Caesalpinia</i> L.
Spesies	: <i>Caesalpinia sappan</i> L.



Gambar 2.6 Gambar tanaman kayu secang
(Sumber: Baruah dan Borthakur, 2012)

Tanaman kayu secang merupakan tumbuhan yang sangat melimpah di Indonesia, seperti Sumatra Barat, Yogyakarta, Sulawesi Utara, Jawa Tengah, Jawa Barat (Rina dkk., 2017). Ekstrak dekok kayu secang memiliki banyak khasiat secara farmakologis (Athinarayanana dkk., 2017). Dekok kayu secang juga bisa digunakan sebagai indikator asam basa yang efektif. Dekok ini memiliki dua trayek pH, yakni kuning hingga jingga kecoklatan pada pH 4 – 6 dan jingga kecoklatan hingga merah pada pH 6 – 8. Kayu secang mengandung flavonoid yang larut dalam air yakni brazilin, protosappanin dan haemotxylin. Brazilin merupakan kandungan homoisoflavonoid utama yang ditemukan dalam kayu secang (Nirmal dkk., 2015). Warna merah yang terdapat pada dekok diproduksi oleh brazilein dan warna jingga diproduksi oleh brazilin (Ulma dkk., 2018).



Gambar 2.7 Reaksi perubahan brazilin dan brazilein

Perubahan brazilin menjadi brazilein dikarenakan delokasi elektron karena adanya gugus karbonil yang merupakan hasil dari proses oksidasi brazilin. Reaksi oksidasi terjadi lebih cepat saat terpapar cahaya karena oksigen akan lebih mudah menyerang suatu senyawa sehingga senyawa tersebut melepaskan protonnya. Pelepasan proton ini semakin mudah terjadi pada proton yang berdekatan dengan ikatan rangkap karena radikal elektron dapat terdelokalisasi. Gugus aromatik pada senyawa ini yang dapat memberikan efek delokalisasi lebih tinggi dibandingkan ikatan rangkap alifatik. Sedangkan, perubahan brazilein menjadi brazilin karena mengalami proses reduksi yang dipengaruhi oleh proton dari ion hidrogen (Ulma dkk., 2018).

2.6 Immobilisasi

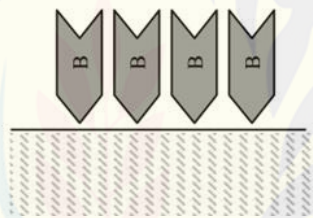
Dalam pembuatan sensor kimia, sensor kimia ini membutuhkan reagen kimia yang dapat tersambung dengan transduser agar sensor kimia dapat bekerja. Proses pengaplikasian reagen kimia biasa disebut immobilisasi reagen. Immobilisasi reagen merupakan pengikatan bahan reagen pada material pendukung secara merata sebagai media pertukaran larutan sampel dimana terdapat analit untuk dideteksi (Kuswandi, 2010).

Berdasarkan teknik pembuatannya, metode immobilisasi ini dapat dilakukan secara fisika dan kimiawi. Metode immobilisasi secara fisika meliputi metode penyerapan (*adsorpsi*), pemerangkapan (*entrapmen*) dan pengkapsulan

(enkapsulasi). Sedangkan metode imobilisasi secara kimia meliputi ikatan kovalen dan *cross-linking* (Eggins, 1996).

2.6.1 Metode penyerapan (adsorpsi)

Metode adsorpsi merupakan metode yang paling mudah dalam imobilisasi reagen dan melibatkan persiapan yang sederhana. Metode ini sangat banyak digunakan, karena dapat digunakan untuk mengikat berbagai reagen baik dari reagen organik maupun anorganik. Namun, adhesi dari reagen pada fasa padat lemah karena ikatan yang terbentuk selama proses adsorpsi tidak mudah untuk ditentukan. Ikatan yang biasanya terjadi adalah ikatan hidrogen dan ikatan “*Van der Waals*” (Eggins, 1996; Kuswandi, 2010).



Gambar 2.8 Ilustrasi model penyerapan
(Sumber: Górecka dan Jastrzębska, 2011)

2.6.2 Metode *entrapmen*

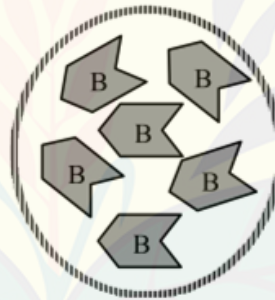
Metode ini biasanya menggunakan bahan biomaterial yang dicampur dengan larutan monomer, yang kemudian akan membentuk membran berupa gel atau lapis film sehingga bahan reagen dapat terperangkap didalamnya. Bahan polymer yang paling umum digunakan adalah polyacrylamid (Eggins, 1996; Kuswandi, 2010).



Gambar 2.9 Ilustrasi model entrapment
(Sumber: Górecka dan Jastrzębska, 2011)

2.6.3 Metode pengkapsulan (enkapsulasi)

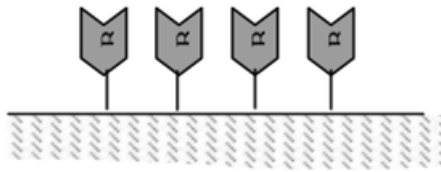
Metode ini menggunakan membran semipermeabel dalam menjerat atau memerangkap reagen atau indikator pada membran. Pada umumnya tipe membran yang biasa digunakan pada metode ini adalah selulosa asetat, polikarbonat, kolagen, dan *polytetrafluoroethylene* atau teflon (Eggins, 1996; Kuswandi, 2010).



Gambar 2.10 Ilustrasi model pengkapsulan
(Sumber: Górecka dan Jastrzębska, 2011)

2.6.4 Metode ikatan kovalen

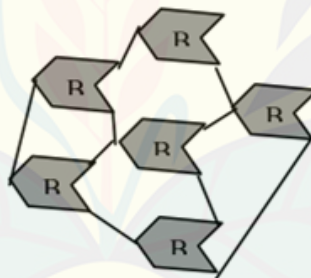
Metode ini memanfaatkan pembentukan ikatan kovalen yang terjadi pada molekul reagen dengan gugus aktif atau gugus fungsi pendukung misalnya polimer. Metode ini umumnya terdiri dari beberapa langkah sintesis sehingga, metode ini menghasilkan reagen yang stabil dan tidak mudah lepas (Kuswandi, 2010).



Gambar 2.11 Ilustrasi model ikatan kovalen
(Sumber: Górecka dan Jastrzębska, 2011)

2.6.5 Metode *cross-linking*

Cross linking merupakan metode imobilisasi *irreversible* yang terjadi dari pembentukan ikatan kimia antar reseptor satu dengan yang lain dengan bantuan reagen bifungsional atau multifungsional (Eggins, 1996). Hasil ikatan reseptor dengan bantuan reagen bifungsional atau multifungsional ini akan membentuk ikatan yang menyerupai struktur 3D kristal (Górecka dan Jastrzębska, 2011).



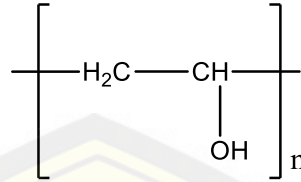
Gambar 2.12 Ilustrasi model *cross-linking*
(Sumber: Górecka dan Jastrzębska, 2011)

2.7 Tinjauan bahan tambahan dan material pendukung

2.7.1. PVA

Polivinil alkohol (PVA) merupakan polimer sintetis yang memiliki rumus dasar $(C_2H_4O)_n$ dimana n berkisar 500 sampai 5000 atau setara dengan berat molekul (BM) 20.000 sampai 200.000. PVA mudah larut dalam air pada suhu $90^\circ C$ namun pada suhu $100^\circ C$ dapat terdegradasi secara perlahan. Bahan ini sedikit larut dalam etanol (95%) dan tidak larut dalam pelarut organik. PVA tidak mengiritasi kulit pada konsentrasi hingga 10 % dan biasa digunakan pada kosmetik dengan konsentrasi hingga 7%. Bahan ini biasa digunakan dalam

beberapa sediaan farmasi sebagai agen penyalut, agen pelumas, dan bahan pengikat (Rowe dkk., 2009).



Gambar 2.13 Rumus kimia PVA

2.7.2. Kertas Saring Selulosa *Whatman*

Kertas saring selulosa *Whatman* dibuat dari katun berkualitas tinggi yang telah diperlakukan untuk mendapatkan minimal 98% kandungan alfa selulosa. Kertas saring selulosa *Whatman* digunakan untuk penyaringan dengan tingkat retensi partikel hingga dibawah 2.5 μm . Berdasarkan tujuannya, jenis kertas saring ini dibagi menjadi dua yakni kertas saring kuantitatif dan kertas saring kualitatif. Kertas saring kuantitatif dirancang untuk analisis gravimetrik dan preparasi sampel pada analisis instrumen. Sedangkan kertas saring kualitatif digunakan pada teknik analisis kualitatif untuk penentuan bahan (Nair, 2014).

Kertas saring kualitatif kelas 1 merupakan kertas saring yang paling umum digunakan dalam analisis kualitatif. Kertas saring ini memiliki ukuran pori – pori 10 μm , ukuran diameter dari 10 mm hingga 500mm dan ukuran lembaran 460mm x 570mm. Pada pendeteksian gas, kertas saring dilakukan proses imobilisasi dengan reagen dan pembentukan warna diukur dengan reflektan optik (Whatman, 2013).

2.8 Evaluasi Sensoris

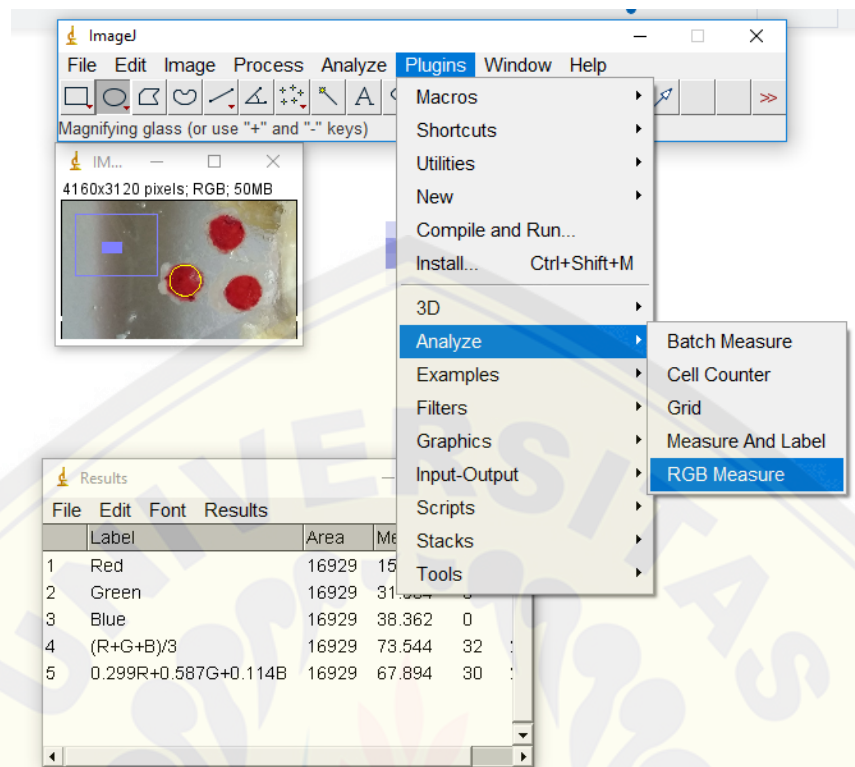
Menurut Lawless dan Heymann (2010), evaluasi sensoris merupakan suatu metode ilmiah yang memanfaatkan panca indera manusia dalam menganalisa, menilai dan menginterpretasikan penampakan, tekstur, *flavor*, dan aroma dari suatu produk pangan. Evaluasi sensoris berperan penting dalam pengembangan produk dalam memperkecil potensi adanya efek bias

dari identitas suatu merek dan pemberian informasi yang berguna dalam mempengaruhi tanggapan konsumen (Lawless dan Heymann, 2010).

2.9 Piranti Lunak *Image J*

Image J adalah sebuah program analisis gambar yang dibuat oleh *National Institutes of Health*, Amerika Serikat. Program ini menghitung hasil statistik luas dan *pixel* yang dipilih oleh pengguna. Program ini bekerja dengan menganalisis gambar digital. Gambar digital merupakan gambar asli yang diperoleh dari kamera, hasil *scan* dan sebagainya. Gambar ini diukur panjang dan lebarnya berdasarkan nilai intensitas *pixel* dalam arah baris (x) dan kolom (y) (Ferreira dan Rasband, 2012).

Menu dari program *ImageJ* yang digunakan untuk menganalisa warna adalah *menu File, Edit, dan Plugins*. *Menu File* digunakan untuk membuka gambar yang akan dianalisa dan menyimpan hasil program. *Menu Edit* digunakan untuk mengulang kembali langkah kerja jika ada langkah yang salah (*Undo* dan *Redo*). *Menu Plugins* digunakan untuk menganalisis warna dari gambar dengan *area* yang terpilih untuk dijadikan statistik nilai data warna RGB (Reinking, 2007; Ferreira dan Rasband, 2012).



Gambar 2.14 Tampilan menu untuk analisis warna

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret 2018 sampai selesai, bertempat di Laboratorium Biokimia Pangan Fakultas Teknologi Pertanian dan Laboratorium Sensor Kimia dan Biosensor Fakultas Farmasi Universitas Jember.

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah plat tetes, pH meter, labu ukur (pyrex), *beaker glass* (pyrex), *hairdryer*, neraca analitik (Sartorius), botol semprot, *white tip*, *blue tip*, piranti lunak *Image J*, *blender*, lemari pendingin, pinset, *hot plate & stirrer*, kertas saring, batang pengaduk, vial, *rheotex*, *refractometer*, *moisture analyzer* (Adam), spektrofotometer UV – Sinar tampak, alat penyaring serbuk, alat pembolong kertas, dan Canon *Scan LiDe 120*.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah simplisia kayu secang, buah Durian lokal, plastik transparan sebagai perekat sensor, *aquadest*, kertas saring *Whatman 150mm Cat No 1001*, *styrofoam*, *plastic wrap*, asam klorida, natrium hidroksida (Merck), kalium hidrogen fosfat (Merck), etanol 96%, alumunium klorida, asam sitrat, standard kuersetin, dan *polyvinyl alcohol* (Merck).

3.4. Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

Variasi suhu penyimpanan dengan dua macam suhu penyimpanan, yaitu suhu ruang dan suhu *chiller* ($4 \pm 2^\circ\text{C}$).

3.4.2 Variabel Terikat

1. Perubahan warna membran dinilai dengan *software ImageJ*
2. Perubahan pH
3. Evaluasi sensoris
4. Total padatan terlarut
5. Kekerasan

3.4.3 Variabel Terkendali

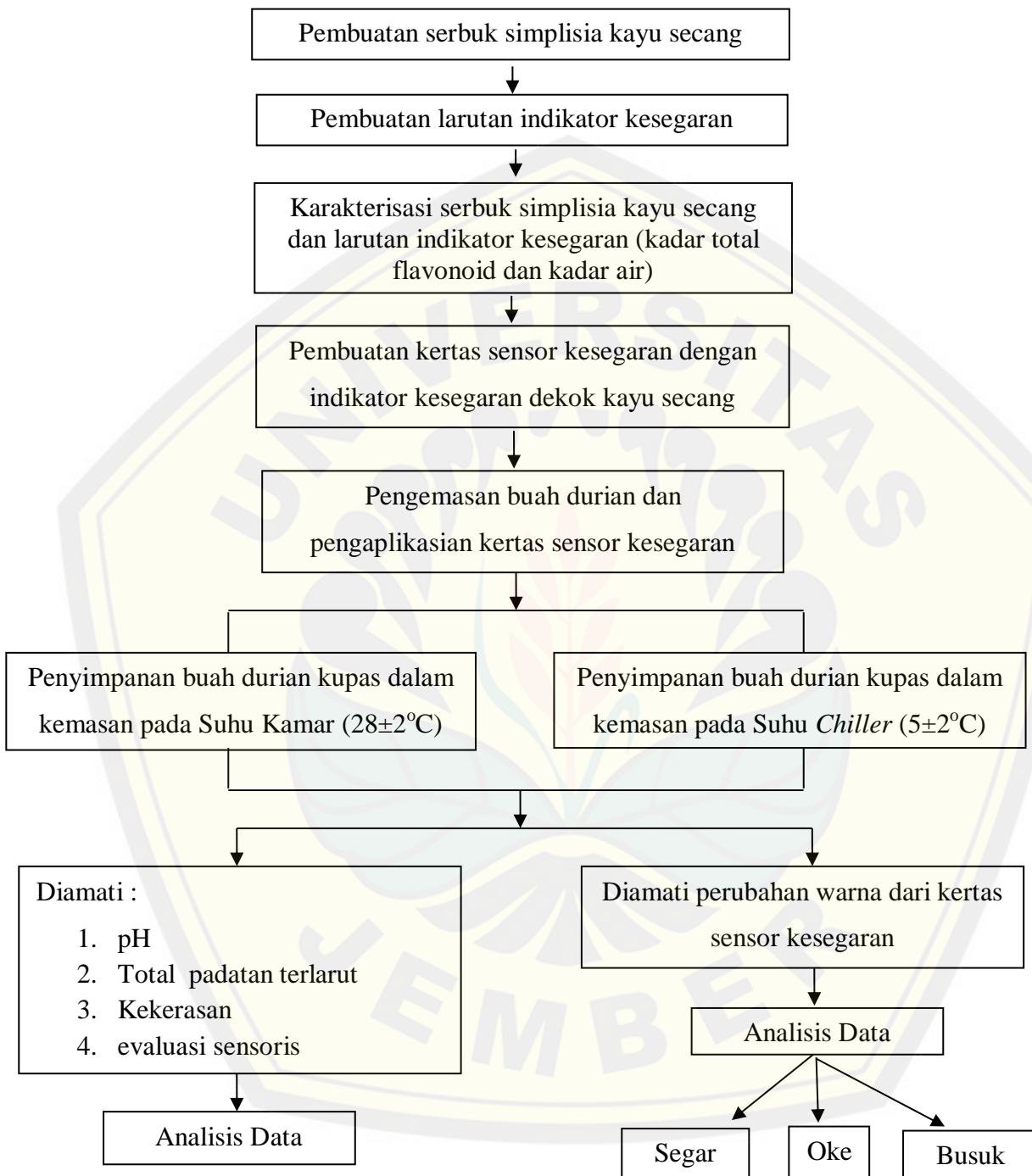
1. Jenis buah durian yang digunakan adalah buah durian lokal daerah Jember yang sudah matang.
2. Berat buah durian kupas dalam satu kemasan ± 100 g
3. Jenis kayu secang yang dibeli berasal dari Toko Jamu Surabaya, Jember.
4. Konsentrasi ekstraksi kayu secang dengan air adalah 1 : 4

3.5. Definisi Operasional

- a. Metode Ekstraksi yang digunakan dalam mengekstrak kayu secang adalah metode dekok.
- b. Satuan konsentrasi M adalah Molaritas yakni mol per satu liter
- c. Satuan konsentrasi N adalah Normalitas yakni mol equivalen per satu liter.
- d. Satuan konsentrasi %b/v adalah 1 gram zat terlarut dalam 100 mL larutan.
- e. Satuan konsentrasi %v/b adalah 1 ml pelarut dalam 100 gram sampel.

- f. Pengamatan karakteristik tingkat kesegaran buah durian kupas dilakukan selama lima hari.
- g. Satuan yang dipakai dalam mengukur peningkatan atau penurunan total padatan terlarut buah durian kupas adalah %brix.
- h. Satuan yang dipakai dalam mengukur mean RGB sebagai respon peningkatan atau penurunan intensitas warna membran adalah pixel.
- i. Satuan yang dipakai untuk mengukur kekerasan buah adalah g/ 0,1 mm.
- j. Kondisi daging buah durian segar adalah salah satu kategori kesegaran daging buah durian yang memiliki ciri daging buah baru dikupas, memiliki rasa manis, dan tercium aroma khasnya.
- k. Kondisi daging buah durian oke adalah salah satu kategori kesegaran daging buah durian yang memiliki ciri daging buah baru memiliki rasa kurang manis dan aroma khasnya tidak terlalu tercium.
- l. Kondisi daging buah durian busuk adalah salah satu kategori kesegaran daging buah durian yang memiliki ciri daging buah memiliki rasa asam, dan tercium aroma alkohol dan asam.
- m. Kondisi bocor pada hasil tes kebocoran adalah ada warna kertas sensor yang terlarut dalam larutan tes kebocoran.
- n. Kondisi sedikit bocor pada hasil tes kebocoran adalah terdapat sedikit warna kertas sensor yang terlarut dalam larutan tes kebocoran.
- o. Kondisi tidak bocor pada hasil tes kebocoran adalah tidak ada warna kertas sensor yang terlarut dalam larutan tes kebocoran.

3.6. Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

3.7. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini terdiri dari :

- a. Pembuatan serbuk simplisia kayu secang
- b. Karakterisasi serbuk simplisia kayu secang (kadar air)
- c. Pembuatan ekstrak kayu secang dengan metode dekok
- d. Karakterisasi serbuk simplisia dan ekstrak kayu secang (kadar total flavonoid)
- e. Pembuatan kertas sensor kesegaran
- f. Optimasi konsentrasi dekok
- g. Optimasi penambahan PVA
- h. Optimasi pengulangan perendaman
- i. Pengaplikasian kertas sensor kesegaran dalam kemasan durian kupas
- j. Penyimpanan kemasan pintar durian kupas pada dua kondisi suhu ruang dan *chiller*.
- k. Pengamatan perubahan warna kertas sensor kesegaran dan perubahan karakteristik durian pada penyimpanan suhu ruang dan *chiller*.

3.8. Prosedur Penelitian

3.8.1 Pembuatan serbuk simplisia kayu secang

Serutan kayu secang yang diperoleh dari Toko Surabaya, Jember dipotong menggunakan gunting dengan panjang ± 1 cm. Potongan serutan kayu secang selanjutnya dimasukkan ke *blender*. Hasil dari *blender* disaring dengan penyaring serbuk. Simplisia yang tertinggal pada pengayak di*blender* dan disaring lagi dengan penyaring serbuk.

3.8.2 Pembuatan Dekok Kayu Secang Induk

Serbuk kayu secang sebanyak 12,5 gram ditimbang pada timbangan analit. Serbuk kayu diekstraksi menggunakan metode dekok dengan perbandingan serbuk kayu secang dan larutan *aquadest* 1 : 4 (12,5 gram : 50ml). Serbuk kayu secang dan larutan *aquadest* dimasukkan dalam gelas

beker 100 mL. Gelas beker 100 mL selanjutnya dimasukkan ke dalam Gelas beker 250 mL yang sudah diisi air kira – kira 150 mL dan kedua gelas beker tersebut diletakkan di atas alat *hot plate & stirrer* dengan pemanasan pada suhu 90°C selama 30 menit. Hasil ekstraksi dekok kayu didiamkan hingga mencapai suhu ruang. Larutan dekok yang sudah mencapai suhu ruang disaring dengan kertas saring pada labu ukur 50 ml dan ditambahkan dengan *aquadest* hingga batas. Hasil larutan dekok yang didapatkan memiliki konsentrasi 25% b/v. Larutan dekok konsentrasi 25% b/v selanjutnya dituangkan dalam vial dan diukur pH larutan setiap akan menggunakan larutan tersebut.

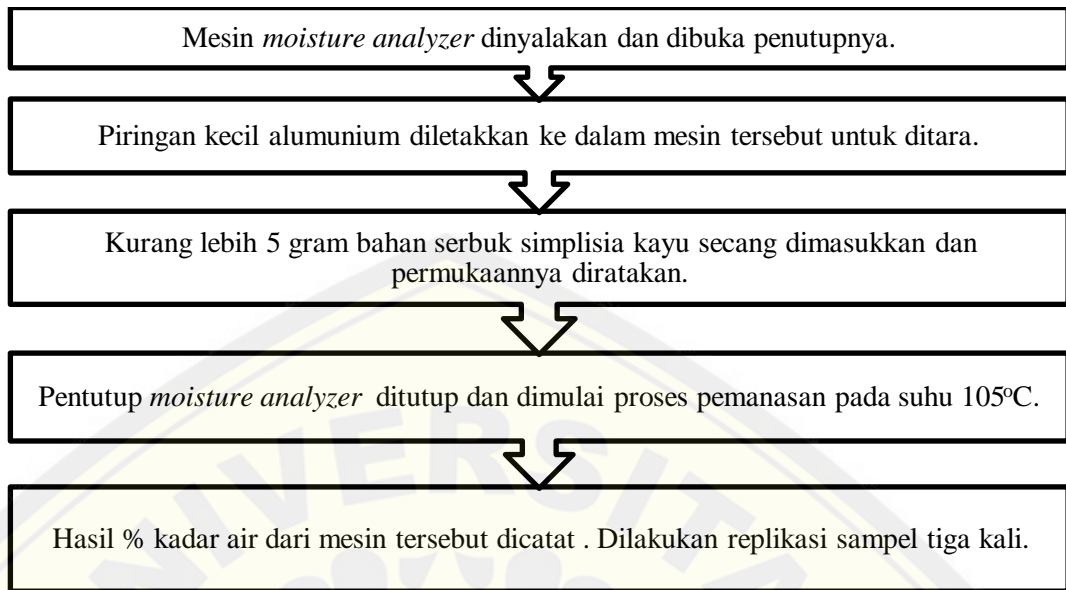


Gambar 3.2 Gambar skema alat penagas air

3.8.3 Karakterisasi serbuk simplisia dan dekok kayu secang

a. Pengukuran kadar air

Pengukuran kadar air digunakan untuk menginformasikan rentang besarnya kandungan air yang diperbolehkan. Pengukuran kandungan air pada bahan ini dilakukan dengan mesin *moisture analyzer*. Prosedur pengukuran kandungan air bahan serbuk simplisia kayu secang adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Diagram alur proses penentuan kadar air serbuk simplisia

b. Penentuan kadar total flavonoid

Penentuan kadar flavonoid total digunakan untuk mengetahui kadar brazilin atau brazilein yang merupakan kelompok flavonoid. Penentuan kadar total flavonoid ditentukan dengan metode kolorimetri alumunium klorida. Standar pembanding yang digunakan dalam metode ini adalah kuersetin. Cara penentuan kadar flavonoid total dengan metode kolorimetri alumunium klorida adalah sebagai berikut (Chandra dkk., 2014):

- 1) Pembuatan larutan uji ekstrak etanol simplisia kayu secang yaitu 1,0 g serbuk simplisia kayu secang dalam 25 mL etanol 95%. Larutan selanjutnya diaduk selama dua jam dengan menggunakan alat pengaduk pada kecepatan 300 rpm selama tiga hari kemudian, disaring. Filtrat yang diperoleh ditambahkan etanol 95% sampai batas 25,0 mL.
- 2) Larutan uji ekstrak dekok kayu secang yang digunakan adalah dekok kayu secang konsentrasi 25% b/v yang telah dibuat.
- 3) Kurva kalibrasi dibuat dengan kuersetin sebagai pembanding. Larutan kuersetin dibuat dalam etanol dengan konsentrasi 40, 60, 80, 100, 120, 140, dan 160 $\mu\text{g/mL}$. Sejumlah 0,5 mL dari masing-masing larutan, dicampur dengan 1,5 mL etanol 95%; 0,1 mL alumunium klorida

10%, 0,1 mL kalium asetat 1M dan 2,8 mL *aquadest* dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 30 menit, serta diukur serapannya dengan spektrofotometer UV – Sinar tampak pada panjang gelombang maksimumnya.

- 4) Penentuan kadar flavonoid total dari larutan uji serbuk simplisia dan dekok kayu secang dilakukan dengan cara sejumlah 0,5 mL larutan uji sampel diperlakukan sama seperti pada pembuatan kurva kalibrasi. Proses selanjutnya adalah perhitungan kadar total flavonoidnya. Hasil konsentrasi yang didapatkan adalah berat miligram ekuivalen kuersetin / berat gram serbuk simplisia.

3.8.4 Pembuatan bahan awal kertas sensor kesegaran

- a. Pembuatan dapar fosfat pH 7,5 dan 6

Pembuatan dapar fosfat pH 7,5 dilakukan dengan cara yang tertera pada Farmakope Indonesia Edisi 3. Dapar fosfat dibuat dengan mencampur 50 mL kalium dihidrogenfosfat 0,2 M dan 40,75 mL natrium hidroksida 0,2 N untuk pH 7,5 atau 5,6 mL natrium hidroksida 0,2 N untuk pH 6. Larutan dapar ini selanjutnya dilarutkan dengan air bebas karbondioksida sampai 200 mL. Larutan dicek pH dengan pH meter.

- b. Pembuatan dapar asetat pH 4,6

Pembuatan dapar asetat pH 4,6 dilakukan dengan cara yang tertera pada Farmakope Indonesia Edisi 5. Dapar asetat dibuat dengan melarutkan sebesar 2 gram Asam Sitrat dalam 50 mL *aquadest*. pH larutan disesuaikan dengan penambahan natrium hidroksida 0,2 N atau asam klorida 0,1 M hingga angka pada pH meter menunjukkan nilai 4,6. Larutan dapar asetat pH 4,6 selanjutnya ditambahkan *aquadest* hingga 100 mL.

- c. Pembuatan bahan pengikat induk

Bahan pengikat yang digunakan adalah PVA (*polyvinyl alcohol*). Konsentrasi PVA induk yang digunakan adalah 10%. Larutan PVA induk ini dibuat dengan cara melarutkan PVA dalam larutan dapar fosfat pH 7,5 hingga 10 mL. Agar PVA cepat larut maka larutan ini dipanaskan pada suhu 90°C dan diaduk dengan pengaduk magnet. Larutan PVA selanjutnya dapat disimpan pada suhu *chiller* (5°C).

d. Pemotongan media kertas sensor.

Kertas sensor yang dipakai adalah kertas saring kualitatif *Whatman* nomor 1. Kertas *Whatman* ini dipotong dengan alat pembolong kertas dengan diameter pembolong 5,5 mm. Potongan kertas *Whatman* dengan diameter 5,5 mm ini disimpan dalam wadah yang tertutup rapat dan terdapat *silica gel*.

3.8.5 Optimasi kertas sensor kesegaran

a. Optimasi konsentrasi dekok

Optimasi konsentrasi dekok dilakukan untuk mengetahui kestabilan warna larutan indikator pada perbedaan konsentrasi dekok sehingga pada saat proses imobilisasi didapatkan perubahan warna yang stabil saat bereaksi dengan pH durian segar, oke dan busuk. Konsentrasi dekok dari larutan indikator kesegaran yang digunakan dalam optimasi adalah konsentrasi dekok 5% b/v, 10 % b/v dan 15 % b/v. Berikut tabel komposisi optimasi konsentrasi dekok :

Tabel 3.1 Tabel komposisi optimasi konsentrasi dekok

Volume Komposisi	Konsentrasi Dekok		
	5% b/v	10% b/v	15% b/v
Dekok Kayu Secang	2 mL	4 mL	6 mL
Dapar Fosfat pH 7,5	2 mL	2 mL	2 mL
<i>Aquadest</i>	6 mL	2 mL	2 mL

Ketiga larutan tersebut selanjutnya dicek pH selama pemakaian dan dicek warnanya pada saat dilakukan proses imobilisasi pada kertas *Whatman*. Pemeriksaan perubahan warna kertas sensor dilakukan dengan cara meneteskan larutan dapar fosfat pH 7,5 untuk segar, larutan dapar fosfat pH 6 untuk oke dan larutan dapar asetat pH 4,6 untuk busuk pada media pendukung kertas *Whatman* nomor 1.

b. Optimasi bahan pengikat

Bahan pengikat yang digunakan adalah PVA. Optimasi konsentrasi PVA dilakukan untuk mengikat warna indikator dekok kayu secang pada media kertas saring *Whatman* dan warna indikator ini tidak bocor. Optimasi bahan pengikat yang digunakan adalah konsentrasi PVA 0,5% b/v, 1% b/v dan 2% b/v. Konsentrasi optimasi PVA ini dibuat dari pengenceran larutan PVA induk dengan larutan komposisi larutan konsentrasi dekok yang optimum.

c. Optimasi pengulangan perendaman

Optimasi pengulangan perendaman dilakukan untuk mengetahui berapa kali perendaman yang diperlukan pada proses imobilisasi kertas saring *Whatman* agar didapatkan sensor dengan respon warna yang baik saat bereaksi dengan pH durian pada saat segar, oke dan busuk. Pengulangan perendaman yang dilakukan adalah 1 kali, 3 kali dan 5 kali. Perendaman dilakukan selama 1 menit dan setiap satu kali perendaman, kertas sensor dikeringkan dengan pengering rambut terlebih dahulu.

3.8.6 Pengaplikasian kertas sensor kesegaran pada kemasan durian kupas

Buah durian lokal Jember yang sudah matang dibuka kulitnya dan dimasukkan wadah. Selanjutnya durian kupas tersebut di timbang dalam *stryfoam* dengan berat sebesar $\pm 100\text{g}$. Setelah itu, durian kupas tersebut ditutup dengan *plastic wrap* yang telah diaplikasikan kertas sensor kesegaran dengan bantuan plastik transparan perekat sensor. Durian kupas yang telah

diaplikasikan kertas sensor kesegaran selanjutnya ditempelkan label sensor diluar *plastic wrap*.



Gambar 3.4 Gambar label sensor kesegaran durian kupas

3.8.7 Penyimpanan buah durian kupas

Kemasan durian kupas dilakukan penyimpanan pada dua kondisi suhu yakni, suhu ruang ruang (28°C) dan suhu *chiller* (5°C). Pada kondisi suhu *chiller*, *plastic wrap* dan *styrofoam* dimasukkan kulkas terlebih dahulu sebelum digunakan untuk pengemasan.

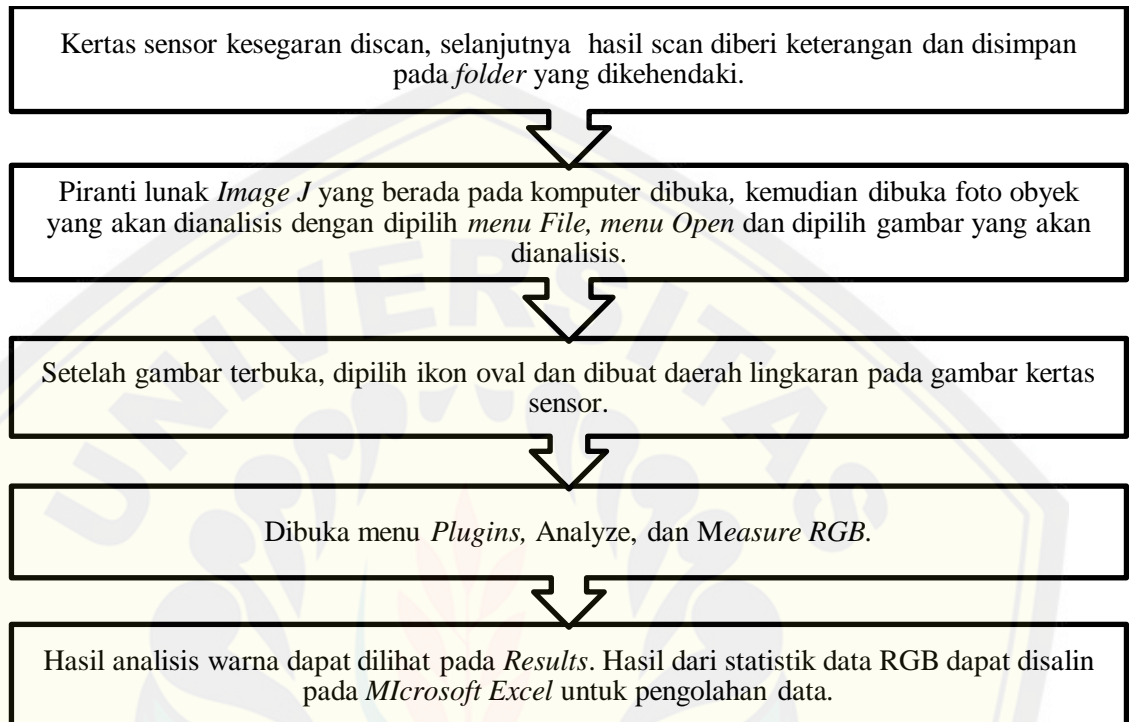
3.8.8 Pengamatan perubahan karakteristik kesegaran buah

Pengamatan perubahan karakteristik pada kesegaran buah durian kupas terdiri dari analisis perubahan warna kertas sensor kesegaran, tingkat keasaman buah, total padatan terlarut, dan tingkat kekerasan. Pengamatan ini dilakukan selama 5 hari.

a. Analisis perubahan warna dengan *Image J*

Perubahan warna dari kertas sensor kesegaran dianalisis dengan piranti lunak *Image J*. Pengukuran warna ini dilakukan dari hasil *scan* kertas sensor

kesegaran.. Hasil yang didapatkan adalah statistik nilai RGB (Red, Green, Blue). Cara penggunaan piranti lunak *Image J* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.5 Diagram alur proses penggunaan program *Image J*

Hasil dari piranti lunak *Image J* masih berupa nilai RGB. Proses selanjutnya adalah menghitung nilai Δ nilai RGB. Rumus nilai Δ nilai RGB adalah sebagai berikut:

$$\Delta \text{ nilai RGB} = \text{nilai RGB data pengamatan} - \text{nilai RGB data blanko} \dots (3.1)$$

b. Tingkat keasaman (pH)

Daging buah durian 1g dilarutkan dalam *aquadest* 10 mL dengan bantuan batang pengaduk dan dilakukan replikasi 3 sampel. pH sampel ditentukan dengan pH meter (Eutach instrument). Sebelum dilakukan penentuan pH sampel, pH meter dikalibrasi dengan larutan standar pH 7; 4 dan 10. Nilai pH yang muncul dicatat sebagai data tingkat keasaman sampel.

c. Total padatan terlarut

Total padatan terlarut diukur menggunakan *hand refractometer* (Atago Co., Tokyo). Daging buah durian diblender dengan aquadest dengan perbandingan daging buah dan aquadest yakni 1:2. Selanjutnya larutan disaring dengan kertas saring. Pertama prisma *refractometer* ditetesi aquadest untuk menghilangkan kotoran dari prisma *refractometer*. Pengukuran Total padatan terlarut dilakukan dengan cara meneteskan larutan daging buah durian 1 – 2 tetes pada prisma *refractometer*. Pengukuran ini dilakukan replikasi tiga kali. Hasil dari pengukuran ini berupa %*brix*. Setelah selesai menggunakan alat tersebut, alat dibersihkan dengan ditetesi *aquadest*.

d. Tingkat kekerasan

Daging buah durian diukur dengan menggunakan alat *rheotex*. Pengukuran dilakukan pada bagian atas, tengah, dan bawah dari daging buah durian untuk mendapatkan data rata – rata pengukuran.

e. Evaluasi sensoris

Evaluasi ini dilakukan pada pukul 14.00 – 16.00 WIB di depan Laboratorium Kimia, panelis yang dibutuhkan sebanyak 10 orang yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi pada evaluasi sensoris ini adalah sebagai berikut :

- 1) Berusia 20 – 25 tahun;
- 2) Tertarik terhadap evaluasi sensoris dan mau berpartisipasi;
- 3) Tertarik dan suka terhadap buah durian
- 4) Konsisten dalam mengambil keputusan;
- 5) Menunggu minimal 20 menit setelah merokok, atau makan permen karet atau makanan atau minuman ringan.

Kriteria eksklusi pada evaluasi sensoris ini sebagai berikut :

- 1) Bebas dari penyakit Telinga Hidung Tenggorakan (THT), tidak buta warna serta gangguan psikologis;

- 2) Tidak menolak terhadap daging buah durian yang akan diuji (Tidak alergi terhadap buah durian);
- 3) Tidak melakukan uji 1 jam sesudah makan;
- 4) Tidak sedang sakit influenza dan sakit mata saat akan mencicipi
- 5) Tidak memakan makanan yang sangat pedas pada saat sebelum mencicipi.

3.9. Analisis Data

Data penelitian dijelaskan dengan metode deskriptif. Data hasil pengukuran ditampilkan dengan bentuk grafik dan tabel agar dapat mempermudah dalam menginterpretasi data. Hasil data yang diperoleh, ditunjukkan berupa tiga kelompok tingkat kesegaran yakni kondisi segar, oke dan busuk.

Data hasil pengukuran dilakukan perhitungan standar deviasi dan koefisien variasi. Standar deviasi berfungsi untuk mengetahui besar luas penyimpangan data pengukuran dengan rata – ratanya. Sedangkan koefisien variasi berfungsi untuk mengetahui distribusi data homogen atau heterogen dari hasil perbandingan antara standar deviasi dengan rata – rata data pengukuran. Semakin besar nilai CV, maka distribusi datanya kurang merata (heterogen). Sebaliknya, semakin kecil nilai CV, maka distribusi datanya merata (homogen) (Soewarno, 1995). Rumus dari standar deviasi dan koefisien variasi adalah sebagai berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum |Xd - \bar{X}d|^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$CV = \frac{SD}{X} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana:

- SD : standar deviasi
- CV : koefisien variasi
- X : rata-rata hitung
- N : jumlah data

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kondisi optimum untuk kertas sensor kesegaran yang dipilih adalah konsentrasi dekok 10%, konsentrasi penambahan PVA 2% dan pengulangan perendaman sebanyak tiga kali.
2. Kertas sensor kesegaran dapat menunjukkan perubahan warna pada tiga kategori kesegaran durian yakni merah keunguan untuk segar ,merah agak jingga untuk oke dan kuning untuk busuk diikuti dengan adanya kenaikan nilai $\Delta mean red$ dari kertas sensor, penurunan nilai pH dari daging buah durian, penurunan nilai kekerasan dari daging buah durian, penurunan nilai TPT dari daging buah durian dan penurunan nilai evaluasi sensoris saat daging buah durian mengalami penurunan kualitas.
3. Kertas sensor pada kemasan durian kupas saat penyimpanan suhu ruang mengalami perubahan warna pada saat hari pertama menjadi merah agak jingga dengan kategori oke dan pada hari hari kedua menjadi warna kuning dengan kategori busuk, sedangkan kertas sensor pada penyimpanan suhu *chiller* masih berwarna merah keunguan sampai hari kedua dengan kondisi segar, pada hari ketiga mengalami perubahan warna menjadi merah agak jingga dan menajadi warna kuning pada hari kelima.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan, saran yang dapat diberikan adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait metode pembuatan kertas sensor karena saat kertas sensor tertempel daging buah durian, kertas sensor mengalami pemudaran warna menjadi warna daging buah durian.

DAFTAR PUSTAKA

- Athinarayanana, G., A. J. A. Ranjitsingh, U. R. A. Nanthini, dan C. Padmalatha. 2017. Toxicological studies of caesalpinia sappan wood derived dye in wister albino rats. *Food Science and Human Wellness*. 6(1):34–38.
- Azizah, D. N., E. Kumolowati, dan F. Faramayuda. 2014. Penetapan kadar flavonoid metode alc13 pada ekstrak metanol kulit buah kakao (*Theobroma cacao* .). *Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2(2):45–49.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2016. *Statistik Tanaman Buah - Buah dan Sayuran Tahunan Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Baruah, S. dan S. K. Borthakur. 2012. *Caesalpinia sappan* linn. (caesalpiniaceae): a new record for assam as well as for northeast india. *East Himalayan Society for Spermatophyte Taxonomy*. (January):457–461.
- Caterina, R. D. 2011. Study shows omega- 3 fatty acids extend life. *New England Journal Og Medicine*
- Chandra, S., S. Khan, B. Avula, H. Lata, M. H. Yang, M. A. Elsohly, dan I. A. Khan. 2014. Assessment of total phenolic and flavonoid content , antioxidant properties , and yield of aeroponically and conventionally grown leafy vegetables and fruit crops : a comparative study. 2014
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1979. *Farmakope Indonesia*. Edisi III. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Edisi 1. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2014a. Pengendalian Mutu Simplisia Dan Ekstrak Tanaman Obat. http://binfar.depkes.go.id/v2/wp-content/uploads/2014/06/Pengendalian-Mutu_Simplisia-dan-ekstrak.pptx [Diakses pada July 1, 2019].
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2014b. *Farmakope Indonesia*. Edisi V. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Devalaraja, S., S. Jain, dan H. Yadav. 2011. Exotic fruits as therapeutic complements for diabetes, obesity, and metabolic syndrome. *Food Research International*. 44:1856–1865.

- Ditjen POM. 1985. *Cara Pembuatan Simplisia*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dwiari, S. R., D. D. Asadayanti, Nurhayati, M. Sofyaningsih, S. F. A. R. Yudhanti, dan I. B. K. Y. Yoga. 2008a. *Teknologi Pangan Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Dwiari, S. R., D. D. Asadayanti, Nurhayati, M. Sofyaningsih, S. F. A. R. Yudhanti, dan I. B. K. Y. Yoga. 2008b. *Teknologi Pangan Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Eggins, B. R. 1996. *Biosensors: An Introduction*. Teubner Studienbücher Chemie. Edisi I. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Ferreira, T. dan W. Rasband. 2012. ImageJ user guide. *ImageJ/Fiji*. 1:185.
- Fry, S. C. 2016. *Ripening*. Dalam Encyclopedia of Applied Plant Sciences
- Górecka, E. dan M. Jastrzębska. 2011. Immobilization techniques and biopolimer carriers. *Biotechnology and Food Science*. 75(November 2011):65–86.
- Handa, S. S., S. P. S. Kanuja, G. Longo, dan D. D. Rakesh. 2010. Natural product chemistry for drug discovery. *Journal of Natural Products*. 5(8):440.
- Indarti, D. 2014. *Outlook Komoditi Durian*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian 2014.
- Ketsa, S. 2018. *Durian : Durio Zibethinus*. Dalam Exotic Fruits Reference Guide. Elsevier Science.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Kuswandi, B. 2010. *Sensor Kimia: Teori, Praktek Dan Aplikasi*. Jember: Jember University Press.
- Kuswandi, B., Y. Wicaksono, Jayus, A. Abdullah, L. Y. Heng, dan M. Ahmad. 2011. Smart packaging: sensors for monitoring of food quality and safety. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*. 5(3–4):137–146.
- Lawless, H. T. dan H. Heymann. 2010. *Sensory Evaluation of Food : Principles and Practices*. Edisi 2. New York: Springer.
- Lee, H. H. dan R. Bhat. 2015. Exploring the potential nutraceutical values of durian (*durio zibethinus l.*) - an exotic tropical fruit. *Food Chemistry*. 168:80–89.

- Nair, P. 2014. Whatman price catalog. *General Electric Company*. (April)
- Nirmal, N. P., M. S. Rajput, R. G. S. V Prasad, dan M. Ahmad. 2015. Asian pacific journal of tropical medicine brazilin from *Caesalpinia sappan* heartwood and its pharmacological activities: a review. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 8(6):421–430.
- NRCS. 2018a. Plants Profile for *Durio zibethinus* Murr. (Durian). <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=DUZI> [Diakses pada August 27, 2018].
- NRCS. 2018b. Plants Profile for *Caesalpinia Sappan* (Sappanwood). <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=CASA28> [Diakses pada August 27, 2018].
- Ohaus Corporation. 2008. A guide to moisture content analysis. *Igeniously Practical*. 19.
- Orwa, C., A. Mutua, R. Kindt, R. Jamnadass, dan S. Anthony. 2009. Agroforestry Database: A Tree Reference and Selection Guide. <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp> [Diakses pada March 25, 2018].
- Pantastico, E. B. 1975. *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Sub-Tropical Fruits and Vegetables*. Laguna, Philipines: The Avi Publishing Company.
- Paull, R. E. dan S. Ketsa. 2014. Durian: Postharvest Quality - Maintenance Guidelines. <https://www.ctahr.hawaii.edu/> [Diakses pada August 24, 2018].
- Purbaningtias, T. E., I. D. Lestari, B. Wiyantoko, P. Kurniawati, dan D. Sriadryani. 2017. Utilization of Natural Indicators for Borax Identification in the Indonesian Tofu. *AIP Conference Proceedings*. 1823. 2017. American Institute of Physics: 020057.
- Redaksi Agromedia. 2009. *Buku Pintar Budi Daya Tanaman Buah Unggul Indonesia*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Reinking, L. 2007. ImageJ basics. *Word Journal Of The International Linguistic Association*. (June):1–22.
- Rina, O., S. Ibrahim, A. Dharma, Afrizal, C. U. W, dan Y. R. Widodo. 2017. Stabilities natural colorant of sappan wood (*Caesalpinia sappan* l.) for food and beverages in various ph, temperature, and matrices of food. *International Journal of ChemTech Research*. 10(1):98–103.

- Rowe, R., P. Sheskey, dan M. Quinn. 2009. Handbook of pharmaceutical excipients. *Handbook of Pharmaceutical Excipients, Sixth Edition*. 549–553.
- Sakano, K. 1998. Revision of biochemical pH-stat : involvement of alternative pathway metabolisms. *Plant Cell Physiol*. 39(5):467–473.
- Soewarno. 1995. *Analisa Meotde Statistik Untuk Analisa Data*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Spichiger, U. E. dan Keller. 1998. *Chemical Sensors and Biosensors for Medical and Biological Applications*. Wiley.
- Triyati, E. 1985. Spektrofotometer ultra-violet dan sinar tampak serta aplikasinya dalam oseanologi. *Oseana*. X(1):39–47.
- Ulma, Z., E. Rahayuningsih, dan T. D. Wahyuningsih. 2018. Methylation of Brazilein on Secang (*Caesalpinia sappan* Linn.) Wood Extract for Maintain Color Stability to the Changes of PH. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 299(1). January 2018. IOP Publishing: 012075.
- Volschenk, H., H. Van Vuuren, dan M. Viljoen-bloom. 2006. Malic acid in wine : origin , function and metabolism during vinification. *South African Journal for Enology and Viticulture*. (May 2014)
- Voon, Y. Y., N. S. A. Hamid, G. Rusul, A. Osman, dan S. Y. Quek. 2006. Physicochemical, microbial and sensory changes of minimally processed durian (*Durio zibethinus* cv. d24) during storage at 4 and 28 °c. *Postharvest Biology and Technology*. 42(2):168–175.
- Whatman. 2013. Filter Papers and Membranes: http://www.chimica.unipd.it/nicola.tiso/pubblica/_private/Utile/catalogo_whatman.pdf
- Widiastuti, D. R. 2016. *Kajian Kemasan Pangan Aktif Dan Cerdas (Active and Intelligent Food Packaging)*. Badan Pengawas Obat Dan Makanan.
- Winarno, F. G. dan M. Aman. 1979. *Fisiologi Lepas Panen*. Bogor: Sastra Hudaya.
- Yam, K., P. Takhistov, dan J. Miltz. 2005. Intelligent packaging : concept and applications. *Journal of Food Science*. 70(1):1–10.
- Zulkarnain. 2009. *Dasar - Dasar Hortikultura*. Edisi I. Jakarta: Bumi Aksara.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Foto Alat dan Bahan Penelitian



Serutan Kayu Secang



Serbuk Simplisia Kayu Secang



pH meter



Timbangan analitik



Refractometer



Rheotex

LAMPIRAN 2. Karakterisasi Serbuk Simplisia dan Dekok Kayu Secang

1. Hasil uji kadar air serbuk simplisia kayu secang

Sampel	Kadar Air (% v/b)			Rata - rata	SD	CV
	R 1	R 2	R 3			
Serbuk						
Simplisia Kayu	7,30	7,55	7,35	7,40	0,001323	1,79%
Secang						

2. Hasil uji kadar total flavonoid serbuk simplisia dan dekok kayu secang

a. Penimbangan bahan

Bahan	Berat
Serbuk Simplisia Kayu Secang	R1 = 1,0292 g R2 = 1,0127 g R3 = 1,036 g
Serbuk simplisia Kayu secang untuk dekok	12,5247 g
Standar Kuersetin	25,7 mg

b. Pembuatan AlCl_3 10% b/v

$$10\% \text{ b/v} = \frac{m}{10 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$m = 1 \text{ gram}$$

c. Pembuatan kalium asetat 1M

$$M = \frac{m}{Mr} \times \frac{1000}{V}$$

$$1 \text{ M} = \frac{m}{98} \times \frac{1000}{10 \text{ ml}}$$

$$m = 0,98 \text{ gram}$$

d. Pembuatan Kuersetin Induk 1000 ppm

$$\begin{aligned}\text{Konsentrasi kuersetin} &= \frac{25,7 \text{ gram}}{25 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ppm} \\ &= 1028 \text{ ppm}\end{aligned}$$

e. Pengenceran kuersetin

Konsentrasi Larutan Baku	Volume Kuersetin Induk	Konsentrasi pengenceran	Konsentrasi pengenceran lagi
40 ppm	0,4 ml	41,12 ppm	3,43 ppm
80 ppm	0,8 ml	82,24 ppm	6,85 ppm
100 ppm	1,0 ml	102,8 ppm	8,57 ppm
120 ppm	1,2 ml	123,36 ppm	10,28 ppm
140 ppm	1,4 ml	143,92 ppm	11,99 ppm
160 ppm	1,6 ml	164,48 ppm	13,71 ppm

Contoh perhitungan Hasil konsentrasi

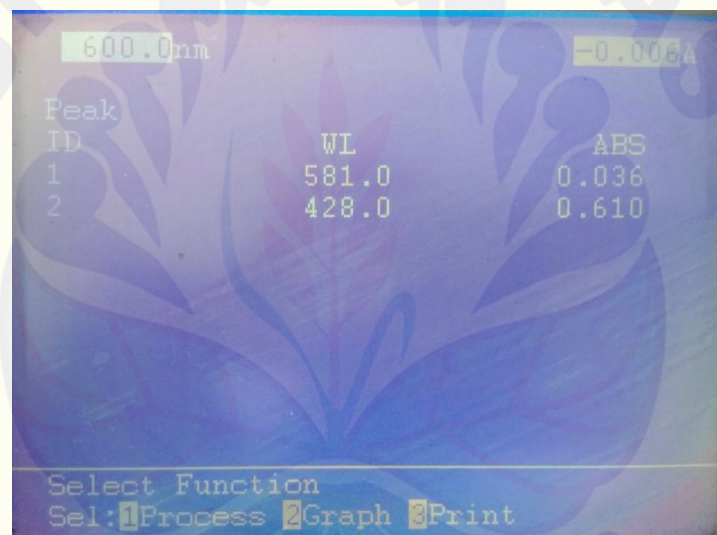
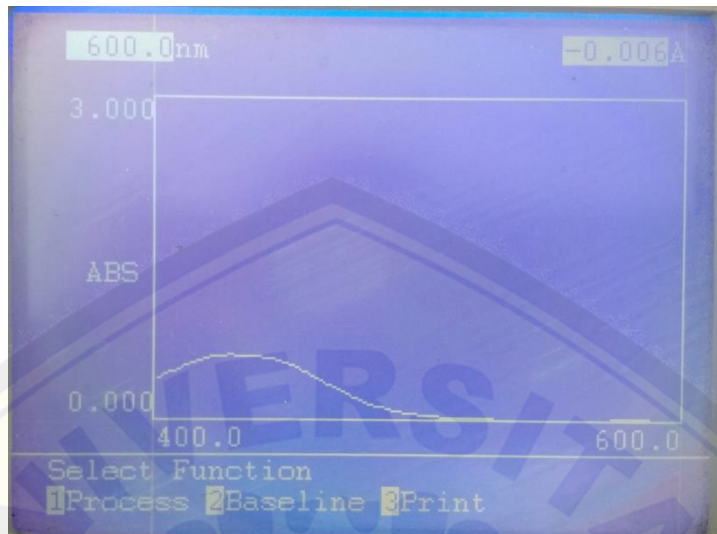
Konsentrasi pengenceran kuersetin 41,12 ppm

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{volume konsentrasi induk}}{\text{volume total larutan}} \times \text{konsentrasi induk} \\ &= \frac{0,4 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 1028 \text{ ppm}\end{aligned}$$

Konsentrasi pengenceran lagi kuersetin 3,43 ppm

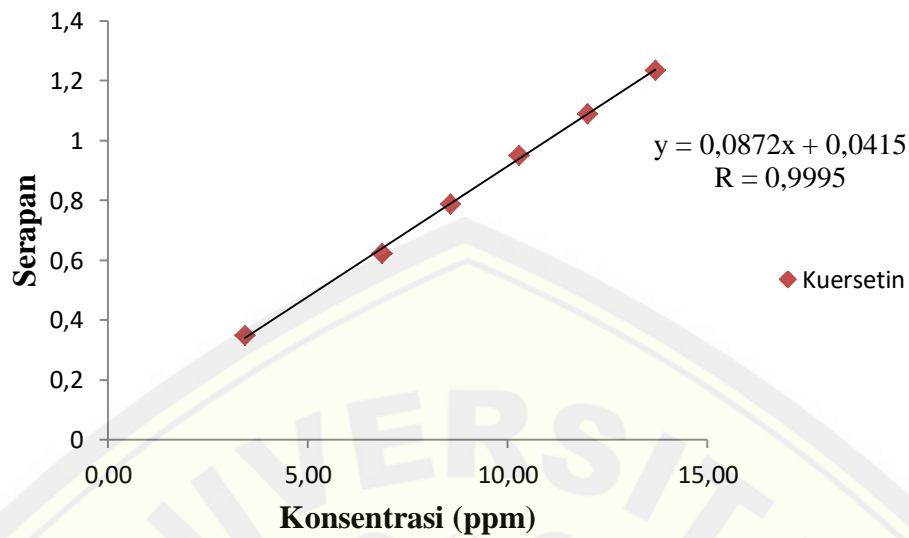
$$\begin{aligned}&= \frac{\text{volume konsentrasi pengenceran}}{\text{volume total larutan}} \times \text{konsentrasi pengenceran} \\ &= \frac{0,5 \text{ ml}}{6 \text{ ml}} \times 41,12 \text{ ppm}\end{aligned}$$

f. Pengamatan panjang gelombang maksimal



g. Hasil serapan dan kurva baku kuersetin

Konsentrasi Standar Kuersetin (ppm)	Serapan
3,43	0,348
6,85	0,623
8,57	0,787
10,28	0,950
11,99	1,090
13,71	1,234



h. Hasil serapan dan konsentrasi sampel

Sampel	Serapan	Konsentrasi		Rata-rata	SD	CV	
		ppm	mg EQ/g				
Serbuk	S1	0,747	8,091	2,358			
Simplisia Kayu	S2	0,718	7,758	2,298	0,033	1,422%	
Secang	S3	0,750	8,125	2,353			
Simplisia Dekok Kayu	D1	0,726	7,850	0,376			
D2	D2	0,710	7,666	0,367	0,371	0,005	1,292%
Secang	D3	0,712	7,689	0,368			

Contoh Perhitungan

$y = 0,0872x + 0,0415$, dimana y adalah serapan dan x adalah konsentrasi (ppm) Konsentrasi Kuersetin pada (ppm atau $\mu\text{g/ml}$)

$$S1 = \frac{0,747 - 0,0415}{0,0872}$$

$$= 8,091 \text{ ppm}$$

$$D1 = \frac{0,726 - 0,0415}{0,0872}$$

$$= 7,850 \text{ ppm}$$

Konsentrasi Kuersetin pada (mEQ/ g Simplisia)

$$S1 = \frac{8,091 \mu\text{g}}{\text{ml}} \times \frac{6 \text{ ml}}{0,5 \text{ ml}} \times 25 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ mg}}{1000 \mu\text{g}} \text{ mEQ} / 1,0292 \text{ g Simplisia}$$

$$= 2,358 \text{ mEQ/g Simplisia}$$

$$D1 = \frac{7,850 \mu\text{g}}{\text{ml}} \times \frac{6 \text{ ml}}{0,5 \text{ ml}} \times 50 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ mg}}{1000 \mu\text{g}} \text{ mEQ} / 12,5247 \text{ g Simplisia}$$

$$= 0,376 \text{ mEQ/g Simplisia}$$

LAMPIRAN 3. Optimasi Konsentrasi Dekok

1. Perhitungan dan pembuatan bahan

a. Massa larutan NaOH 0,2 N

$$0,2 \text{ N} = \frac{m}{40} \times \frac{1000}{100} \times 1$$

$$m = 0,8 \text{ gram}$$

b. Massa larutan KH₂PO₄ 0,2 M

$$0,2 \text{ M} = \frac{m}{136,09} \times \frac{1000}{50}$$

$$m = 1,36 \text{ gram}$$

c. Pembuatan larutan dapar fosfat pH 7,5 dan 6

Berdasarkan Depkes RI (1979), larutan dibuat dengan cara mencampur 50 ml KH₂PO₄ 0,2 M dengan NaOH 0,2 N sejumlah 40,8 ml untuk dapar fosfat pH 7,5 dan 5,6 ml untuk dapar fosfat pH 6.

d. Pembuatan larutan dapar sitrat pH 4,6

Berdasarkan Depkes RI (2014), larutan dapar sitrat 4,6 dibuat dengan cara melarutkan 2 gram asam sitrat dalam *aquadest ad* 50 ml dan ditambahkan NaOH dan HCl sampai pH 4,6. Hasil larutan ditambahkan *aquadest ad* 100ml.

2. Hasil data analisis perubahan warna pada optimasi konsentrasi dekok

a. Konsentrasi dekok 5%

Sampel	Replikasi <i>mean red</i>			Replikasi Δ <i>mean red</i>			Δ <i>mean red</i>	SD	CV
Blanko	199,940	201,604	198,073						
Reaksi pH 7,5	205,127	206,687	203,652	5,187	5,083	5,579	5,283	0,262	4,95%
Reaksi pH 6	221,945	222,835	219,043	22,005	21,231	20,97	21,402	0,538	2,52%
Reaksi pH 4,6	243,632	244,727	242,449	43,692	43,123	44,376	43,730	0,627	1,43%

b. Konsentrasi dekok 10%

Sampel	Replikasi <i>mean red</i>			Replikasi Δ <i>mean red</i>			Δ <i>mean red</i>	SD	CV
Blanko	196,680	195,959	195,203						
Reaksi pH 7,5	203,386	202,620	202,231	6,706	6,661	7,028	6,798	0,200	2,94%
Reaksi pH 6	221,305	220,721	221,415	24,625	24,762	26,212	25,200	0,879	3,49%
Reaksi pH 4,6	242,973	241,942	241,217	46,293	45,983	46,014	46,097	0,171	0,37%

c. Konsentrasi Dekok 15%

Sampel	Replikasi <i>mean red</i>			Replikasi Δ <i>mean red</i>			Δ <i>mean red</i>	SD	CV
Blanko	188,377	189,715	187,974						
Reaksi pH 7,5	194,618	195,557	194,015	6,241	5,842	6,041	6,041	0,200	3,30%
Reaksi pH 6	214,818	213,980	214,119	26,441	24,265	26,145	25,617	1,180	4,61%
Reaksi pH 4,6	236,448	237,735	236,480	48,071	48,020	48,506	48,199	0,267	0,55%

Contoh perhitungan :

Replikasi Δ *mean red* = replikasi *mean red* reaksi – replikasi *mean red* blanko

Replikasi Δ *mean red* pada 6,241

$$= 194,618 - 188,377$$

$$= 6,241$$

$$\Delta \text{ mean red} = \frac{\text{Jumlah replikasi } \Delta \text{ mean red}}{\text{Jumlah banyak replikasi}}$$

Δ *mean red* pada 6,041

$$= \frac{6,241 + 5,842 + 6,041}{3}$$

$$= 6,041$$

LAMPIRAN 4. Optimasi Bahan Pengikat

1. Perhitungan PVA induk

$$\text{PVA induk 10\% b/v} = \frac{m}{10 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$m = 1 \text{ gram}$$

2. Pengenceran PVA induk 10% b/v

Konsentrasi PVA	Volume ambil
0,5 % b/v	0,5 ml
1,0 % b/v	1,0 ml
2,0 % b/v	2,0 ml

Konsentrasi induk x volume ambil = Konsentrasi pengenceran x volume larutan

Contoh perhitungan PVA 0,5% b/v

$$10\% \text{ b/v} \times \text{volume ambil} = 0,5\% \text{ b/v} \times 10 \text{ ml}$$

$$\text{Volume ambil} = 0,5 \text{ ml}$$

LAMPIRAN 5. Optimasi Pengulangan Perendaman

1. Perendaman satu kali

Sampel	Replikasi <i>mean red</i>			Replikasi Δ <i>mean red</i>			Δ <i>mean red</i>	SD	CV
Blanko	209,231	207,437	207,557						
Reaksi pH 7,5	213,991	212,266	212,054	4,760	4,829	4,497	4,695	0,175	3,73%
Reaksi pH 6	214,345	212,552	213,088	5,114	5,115	5,531	5,253	0,240	4,58%
Reaksi pH 4,6	229,967	227,140	228,131	20,736	19,703	20,574	20,338	0,556	2,73%

2. Perendaman tiga kali

Sampel	Replikasi <i>mean red</i>			Replikasi Δ <i>mean red</i>			Δ <i>mean red</i>	SD	CV
Blanko	195,348	194,665	193,092						
Reaksi pH 7,5	203,639	202,981	200,962	8,291	8,316	7,870	8,159	0,251	3,07%
Reaksi pH 6	211,552	209,899	208,941	16,204	15,234	15,849	15,762	0,491	3,11%
Reaksi pH 4,6	229,993	232,137	230,934	34,645	37,472	37,842	36,653	1,749	4,77%

3. Perendaman lima kali

Sampel	Replikasi <i>mean red</i>			Replikasi Δ <i>mean red</i>			Δ <i>mean red</i>	SD	CV
Blanko	180,807	180,386	178,006						
Reaksi pH 7,5	188,348	187,709	185,623	7,541	7,323	7,617	7,494	0,153	2,04%
Reaksi pH 6	197,015	195,352	194,059	16,208	14,966	16,053	15,742	0,677	4,30%
Reaksi pH 4,6	217,362	216,489	215,139	36,555	36,103	37,133	36,597	0,516	1,41%

Contoh perhitungan :

Replikasi Δ *mean red* = replikasi *mean red* reaksi – replikasi *mean red* blanko

Replikasi Δ *mean red* pada 7,541

$$= 188,348 - 180,807$$

$$= 7,541$$

$$\Delta \text{ mean red} = \frac{\text{Jumlah replikasi } \Delta \text{ mean red}}{\text{Jumlah banyak replikasi}}$$

Δ *mean red* pada 7,494

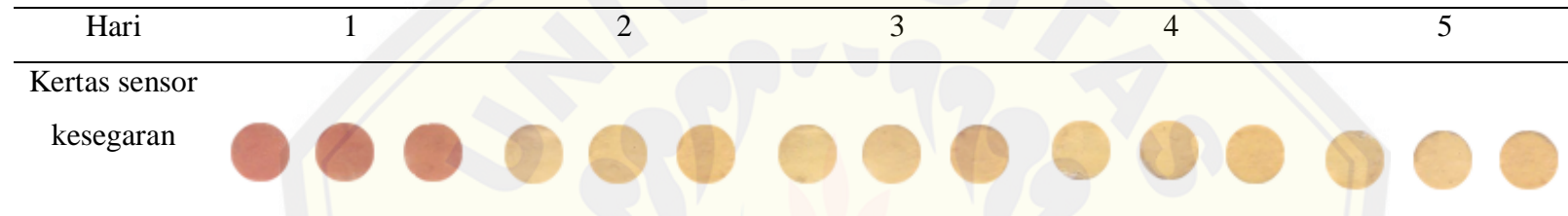
$$= \frac{7,541 + 7,323 + 7,617}{3}$$

$$= 7,494$$

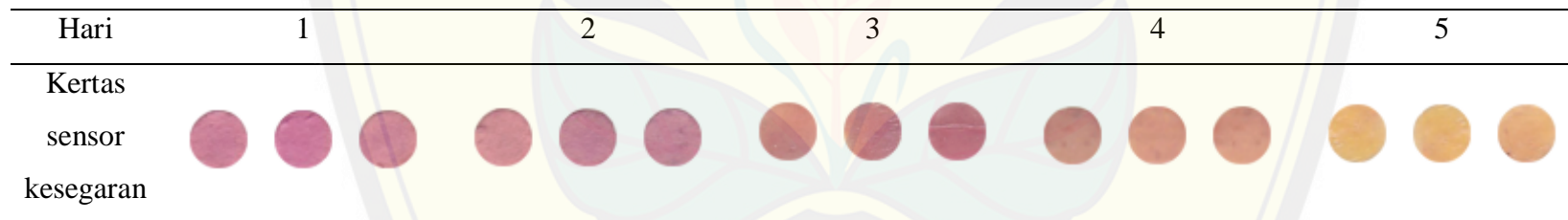
LAMPIRAN 6. Hasil Analisis Δ *mean red* kertas sensor pada kemasan durian kupas

1. Hasil scan kertas sensor

a. Penyimpanan suhu ruang



b. Penyimpanan suhu *chiller*



2. Hasil Analisis Δ *mean red* kertas sensor

a. Penyimpanan suhu ruang

Sampel	Replikasi <i>mean red</i>			Rata - rata	SD	CV	Δ <i>mean red</i>
Blanko	202,012	202,296	201,810	202,039	0,244	0,12%	
Hari 1	206,325	206,289	206,049	206,221	0,150	0,07%	4,182
Hari 2	224,057	224,378	224,210	224,215	0,161	0,07%	22,176
Hari 3	234,276	233,098	232,056	233,143	1,111	0,48%	31,104
Hari 4	235,226	237,289	236,352	236,289	1,033	0,44%	34,25
Hari 5	237,329	237,864	237,028	237,407	0,423	0,18%	35,368

b. Penyimpanan suhu *chiller*

Sampel	Replikasi <i>mean red</i>			Rata - rata	SD	CV	Δ <i>mean red</i>
Blanko	202,007	202,310	201,357	201,891	0,487	0,24%	
Hari 1	204,203	204,488	203,469	204,053	0,526	0,26%	2,162
Hari 2	206,808	206,992	206,402	206,734	0,302	0,15%	4,843
Hari 3	208,511	208,451	207,908	208,290	0,332	0,16%	6,399
Hari 4	208,654	209,354	208,269	208,759	0,550	0,26%	6,868
Hari 5	228,783	227,507	226,506	227,599	1,141	0,50%	25,707

Contoh perhitungan :

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Jumlah replikasi } \textit{mean red}}{\text{Jumlah banyak replikasi}}$$

Rata - rata *mean red* pada 201,891

$$= \frac{202,007 + 202,310 + 201,357}{3}$$

$$= 201,891$$

Δ *mean red* = rata - rata *mean red* reaksi - rata - rata *mean red* blanko

Δ *mean red* pada 2,162

$$= 204,053 - 201,891$$

$$= 2,162$$

LAMPIRAN 7. Data Uji pH

1. Penyimpanan suhu ruang

Sampel	Replikasi pH			rata – rata pH	SD	CV
Blanko	7,48	7,45	7,45	7,46	0,017	0,23%
Hari 1	5,96	5,97	5,89	5,94	0,044	0,73%
Hari 2	4,62	4,65	4,78	4,68	0,085	1,82%
Hari 3	4,54	4,55	4,55	4,55	0,006	0,13%
Hari 4	4,42	4,38	4,36	4,39	0,031	0,70%
Hari 5	4,21	4,13	4,26	4,20	0,066	1,56%

2. Penyimpanan suhu *chiller*

Sampel	Replikasi pH			rata – rata pH	SD	CV
Blanko	7,48	7,45	7,45	7,46	0,017	0,23%
Hari 1	7,02	6,96	7,01	7,00	0,032	0,46%
Hari 2	6,9	6,83	6,85	6,86	0,036	0,53%
Hari 3	6,6	6,68	6,74	6,67	0,070	1,05%
Hari 4	5,68	5,72	5,71	5,70	0,021	0,36%
Hari 5	5,07	5,03	4,96	5,02	0,056	1,11%

Contoh perhitungan

$$\text{Rata – rata pH} = \frac{\text{Jumlah replikasi pH}}{\text{Jumlah banyak replikasi}}$$

Rata – rata pH pada 7,46

$$= \frac{7,48+7,45+7,45}{3}$$

$$= 7,46$$

LAMPIRAN 8. Data Uji Kekerasan

1. Penyimpanan pada suhu ruang

Sampel	Atas		Samping	Bawah		rata - rata	SD	CV
Blanko	12	13	14	12	13	12,80	1,000	7,81%
Hari 1	8	11	11	9	10	9,80	1,732	17,67%
Hari 2	6	7	9	7	8	7,40	1,528	20,64%
Hari 3	5	6	7	5	6	5,80	1,000	17,24%
Hari 4	5	5	6	5	6	5,40	0,577	10,69%
Hari 5	5	5	6	5	5	5,20	0,577	11,10%

2. Penyimpanan pada suhu *chiller*

Sampel	Atas		Samping	Bawah		rata - rata	SD	CV
Blanko	12	13	14	12	13	12,80	1,000	7,81%
Hari 1	11	12	12	11	11	11,40	0,577	5,06%
Hari 2	9	10	12	9	10	10,00	1,528	15,28%
Hari 3	8	9	11	9	10	9,40	1,528	16,25%
Hari 4	7	8	10	8	9	8,40	1,528	18,18%
Hari 5	5	5	6	5	6	5,40	0,577	10,69%

Contoh perhitungan

$$\text{Rata - rata kekerasan} = \frac{\text{Jumlah replikasi pengukuran kekerasan}}{\text{Jumlah banyak replikasi}}$$

Rata - rata kekerasan pada 12.80

$$= \frac{12+13+14+12+13}{5}$$

$$= 12,80$$

LAMPIRAN 9. Data Uji Total Padatan Terlarut (TPT)

1. Penyimpanan suhu ruang

Sampel	Replikasi TPT			rata – rata TPT	SD	CV
Blanko	7,6	7,6	7,6	7,60	0,00	0,00%
Hari 1	7	7	7	7,00	0,00	0,00%
Hari 2	4,4	4,4	4,6	4,47	0,12	2,59%
Hari 3	3,6	3,6	3,6	3,60	0,00	0,00%
Hari 4	3	3	3	3,00	0,00	0,00%
Hari 5	2,4	2,4	2,4	2,40	0,00	0,00%

2. Penyimpanan suhu *chiller*

Sampel	Replikasi TPT			rata – rata TPT	SD	CV
Blanko	7,6	7,6	7,6	7,60	0,00	0,00%
Hari 1	7,6	7,4	7,4	7,47	0,12	1,55%
Hari 2	7,2	7,2	7,2	7,20	0,00	0,00%
Hari 3	7	7	7	7,00	0,00	0,00%
Hari 4	5,2	5,2	5,2	5,20	0,00	0,00%
Hari 5	4,4	4,6	4,4	4,47	0,12	2,59%

Contoh perhitungan

$$\text{Rata – rata TPT} = \frac{\text{Jumlah replikasi TPT}}{\text{Jumlah banyak replikasi}}$$

Rata – rata kekerasan pada 12.80

$$= \frac{12+13+14+12+13}{5}$$

$$= 12,80$$

LAMPIRAN 10. Data Uji Evaluasi Sensoris

1. Lembar penilaian uji evaluasi sensoris

Lembar Penilaian Organoleptik Durian Kupas

(Suhu *Chiller*)

Nama Panelis :

Tanggal :

Silahkan beri tanda centang (✓) pada nilai yang dipilih sesuai kode contoh yang diuji

Spesifikasi	Nilai	Hari ke -				
		1	2	3	4	5
1. Aroma						
Aroma khas sangat disukai	5					
Aroma khas disukai	4					
Aroma khas biasa	3					
Aroma khas kurang disukai	2					
Aroma asam tidak disukai	1					
2. Tekstur						
Tekstur sangat disukai	5					
Tekstur disukai	4					
Tekstur biasa	3					
Tekstur kurang disukai	2					
Tekstur tidak disukai	1					
3. Rasa						
Manis sangat disukai	5					
Manis disukai	4					
Manis biasa	3					
Tidak manis	2					
Asam	1					

2. Hasil penilaian uji evaluasi sensoris

a. Penyimpanan hari pertama

No.	Panelis	Aroma	Tekstur	Rasa
1	Panelis 1	5	5	4
2	Panelis 2	4	4	4
3	Panelis 3	5	5	3
4	Panelis 4	4	4	4
5	Panelis 5	5	5	3
6	Panelis 6	5	5	4
7	Panelis 7	4	3	4
8	Panelis 8	5	4	4
9	Panelis 9	4	4	4
10	Panelis 10	5	5	5
		4,6	4,4	3,9
		0,52	0,70	0,57
		11,2%	15,9%	14,6%

b. Penyimpanan hari ke-2

No.	Panelis	Aroma	Tekstur	Rasa
1	Panelis 1	5	5	4
2	Panelis 2	4	3	3
3	Panelis 3	5	4	4
4	Panelis 4	4	3	3
5	Panelis 5	5	5	3
6	Panelis 6	5	3	4
7	Panelis 7	4	3	4
8	Panelis 8	5	4	3
9	Panelis 9	3	3	4
10	Panelis 10	5	5	4
		4,5	3,8	3,6
		0,71	0,92	0,52
		15,7%	24,2%	14,3%

c. Penyimpanan hari ke-3

No.	Panelis	Aroma	Tekstur	Rasa
1	Panelis 1	4	2	2
2	Panelis 2	4	3	2
3	Panelis 3	3	3	3
4	Panelis 4	3	3	3
5	Panelis 5	3	2	3
6	Panelis 6	3	3	3
7	Panelis 7	4	3	3
8	Panelis 8	4	3	3
9	Panelis 9	3	2	2
10	Panelis 10	3	3	3
		3,4	2,7	2,7
		0,52	0,48	0,48
		15,2%	17,9%	17,9%

d. Penyimpanan hari ke-4

No.	Panelis	Aroma	Tekstur	Rasa
1	Panelis 1	2	1	2
2	Panelis 2	3	2	1
3	Panelis 3	2	2	2
4	Panelis 4	3	2	2
5	Panelis 5	3	1	2
6	Panelis 6	2	3	1
7	Panelis 7	2	2	2
8	Panelis 8	3	3	2
9	Panelis 9	2	1	1
10	Panelis 10	2	2	2
		2,4	1,9	1,7
		0,52	0,74	0,48
		21,5%	38,8%	28,4%

e. Penyimpanan hari ke-5

No.	Panelis	Aroma	Tekstur	Rasa
1	Panelis 1	1	1	1
2	Panelis 2	1	1	1
3	Panelis 3	1	1	1
4	Panelis 4	1	1	1
5	Panelis 5	1	1	1
6	Panelis 6	1	1	1
7	Panelis 7	1	1	1
8	Panelis 8	1	1	1
9	Panelis 9	1	1	1
10	Panelis 10	1	1	1
		1	1	1
		0	0	0
		0	0	0