



**KARAKTERISASI DAN APLIKASI *EDIBLE FILM* KITOSAN –  
EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH SEBAGAI  
BIOSENSOR UNTUK DETEKSI KERUSAKAN BEBERAPA  
JENIS BUAH POTONG**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada  
program studi Teknologi Hasil Pertanian*

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Siti Aisyah Amini  
191710101044**

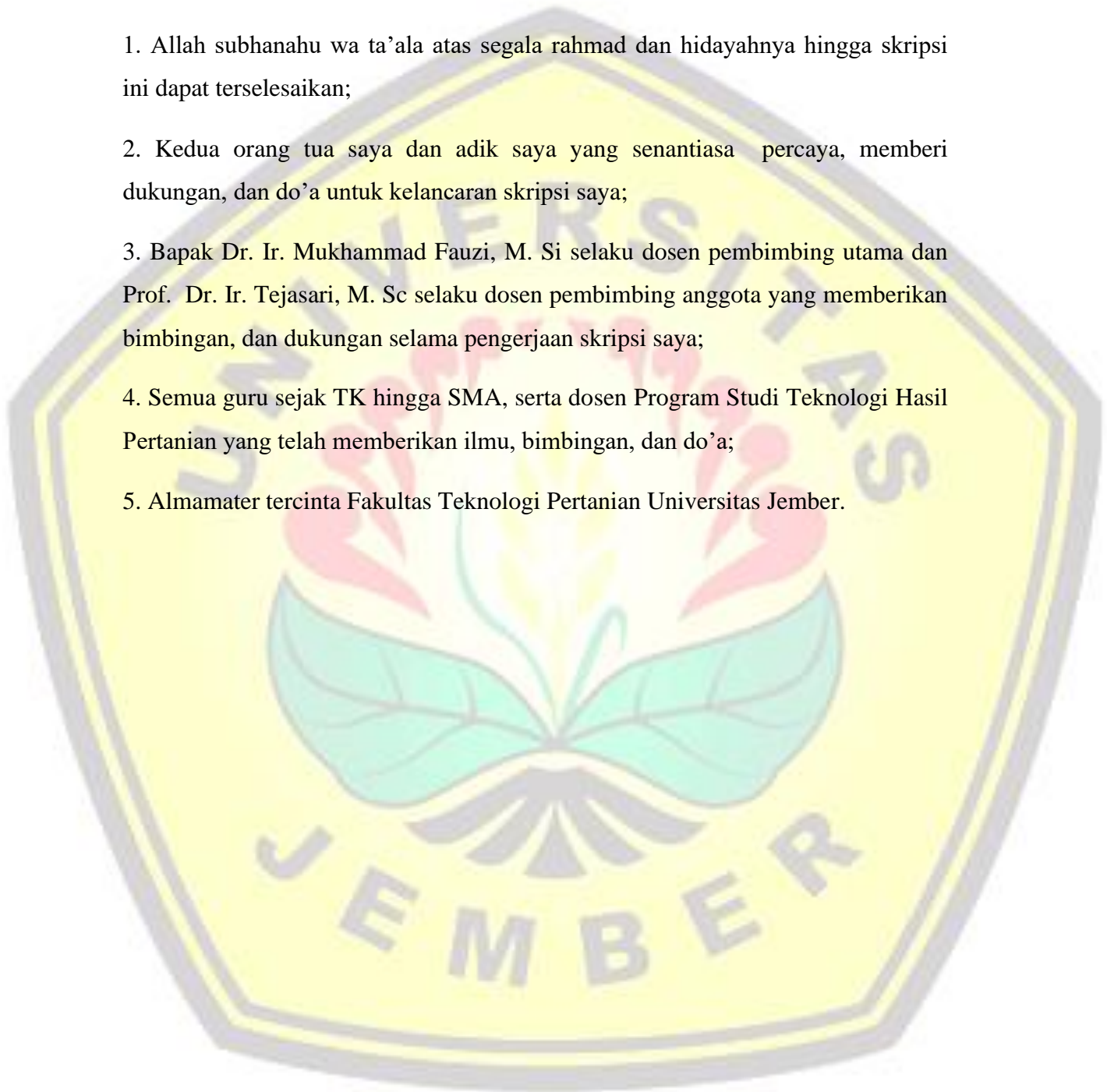
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
JEMBER  
2023**



## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah subhanahu wa ta'ala atas segala rahmad dan hidayahnya hingga skripsi ini dapat terselesaikan;
2. Kedua orang tua saya dan adik saya yang senantiasa percaya, memberi dukungan, dan do'a untuk kelancaran skripsi saya;
3. Bapak Dr. Ir. Mukhammad Fauzi, M. Si selaku dosen pembimbing utama dan Prof. Dr. Ir. Tejasari, M. Sc selaku dosen pembimbing anggota yang memberikan bimbingan, dan dukungan selama pengerjaan skripsi saya;
4. Semua guru sejak TK hingga SMA, serta dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan do'a;
5. Almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTTO**

Just Do It ✓

-Nike-





**PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Aisyah Amini

NIM : 191710101044

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: (*Karakterisasi dan Aplikasi Edible Film Kitosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah sebagai Biosensor Deteksi Kerusakan Buah Potong*) adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 31 Juli 2023

Yang menyatakan,



(Siti Aisyah Amini)

NIM 191710101044

HALAMAN PERSETUJUAN


Skripsi berjudul (*Karakterisasi dan Aplikasi Edible Film Kitosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah sebagai Biosensor Deteksi Kerusakan Buah Potong*) telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Senin  
Tanggal : 31 Juli 2023  
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

**Pembimbing**

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Ir. Mukhammad Fauzi, M. Si  
NIP : 196307011989031004

Tanda Tangan  
  
(.....)

2. Pembimbing Anggota

Nama : Prof. Dr. Ir. Tejasari, M. Sc  
NIP : 196102101987032002

  
(.....)

**Penguji**

1. Penguji Utama

Nama : Ir. Giyarto, M. Sc.  
NIP : 196607181993031013

  
(.....)

2. Penguji Anggota 1

Nama : Lailatul Azkiyah, S. TP., MP., Ph.D  
NIP : 198803302015042001

  
(.....)

**ABSTRACT**

*Edible film made from chitosan with addition red dragon fruit peel extract has been studied and based on results of preliminary research, the color of edible film is less concentrated, so the discoloration is less visible. Therefore, in this study red dragon fruit peel extract was used as a chitosan solvent. Besides being able to increase its color, it can also improve its mechanical and physical properties. Edible chitosan film - red dragon fruit peel extract contains anthocyanin of 4.99 ppm, so it can also be used as a pH sensor to detect fruit damage which is characterized by a decrease in pH. The treatment design in this study used 2 factor RAL, namely variations in 3 types of cut fruit (jackfruit, snake fruit, and melon) and days of storage (days 0, 3, 6, and 9). The application of edible film as a biosensor on several types of fruit which have different damage characteristics, of course produces different sensor colors as well. Therefore, it is also observed based on the days of storage. The result is chitosan edible film with red dragon fruit peel extract as a solvent has mechanical characteristics include tensile strength of 7.9925 Mpa, and an elongation of 31.2663%. While the physical characteristics are a thickness of 0.2587 mm and a dark purplish red color with values of (a) 37.72. The day of storage has a significant effect on fruit damage including total acid, pH, weight loss and texture, but has no real effect on the texture value of days 0 and 3. As the fruit is damaged during storage, the edible film is able to change color, which means it can act as a sensor. to detect fruit damage. Edible film is able to detect fruit damage through changes in color. The more damaged the fruit, the more faded the red color is, so the days of storage also have a significant effect on the redness value of the edible film applied to each fruit for 9 days of storage.*

*Keywords: edible film, chitosan, red dragon fruit peel extract, pH sensor, fruit damage*



## RINGKASAN

Pembuatan *edible film* berbahan dasar kitosan dengan penambahan ekstrak kulit buah naga merah telah diteliti dan berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, warna *edible film* yang dihasilkan kurang pekat, sehingga perubahan warna yang dihasilkan kurang terlihat. Oleh karena itu ekstrak kulit buah naga merah digunakan sebagai pelarut kitosan yang dapat memekatkan warnanya, juga meningkatkan sifat mekanik dan fisik *edible film*. *Edible film* dengan bahan dasar kitosan – ekstrak kulit buah naga merah belum banyak diaplikasikan untuk mendeteksi kerusakan buah. Padahal kandungan antosianin didalamnya dapat berperan sebagai indikator pH untuk mendeteksi kerusakan buah yang ditandai dengan penurunan pH. Penelitian ini diawali dengan membuat bubuk kulit buah naga merah, kemudian mengekstraknya sehingga dihasilkan ekstrak kulit buah naga merah cair. Selanjutnya dilakukan pembuatan *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah dan diaplikasikan pada beberapa jenis buah potong. Rancangan perlakuan pada penelitian ini menggunakan RAL 2 faktor, yaitu variasi jenis buah potong (nangka, salak, dan melon) dan hari penyimpanan (hari ke 0, 3, 6, dan 9).

Hasil dari penelitian ini didapatkan *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah yang memiliki karakteristik mekanik berupa nilai kuat tarik 7,9925 Mpa, elongasinya berada pada rentang tidak sangat buruk maupun tidak sangat bagus ( $10\% > 31,2663\% < 50\%$ ). Untuk karakteristik fisik meliputi ketebalan nilainya sebesar 0,2587 mm yang melebihi sedikit standar JIS (1975) maks. 0,25 mm. Warna yang dihasilkan yaitu merah gelap keunguan dengan nilai a yang cukup tinggi, yaitu 37,72. Berdasarkan parameter kerusakan buah, hari penyimpanan berpengaruh nyata pada total asam, pH, susut bobot dan tekstur, namun hari penyimpanan tidak berpengaruh nyata pada tekstur hari ke 0 dan 3. Hal ini dikarenakan buah disimpan pada suhu dingin, sehingga berdasarkan parameter fisik yaitu tekstur, pada hari ke 3 masih belum terjadi kerusakan. Berdasarkan parameter kimia (total asam dan pH) buah nangka memiliki tingkat kerusakan yang paling tinggi, kedua adalah buah melon, dan terakhir buah salak.



Buah nangka dan melon segar memiliki pH asam menuju netral yang merupakan pH optimal untuk mikroba tumbuh. pH buah salak yang sejak awal sudah asam, sehingga kondisi yang asam tersebut dapat mengganggu pertumbuhan mikroba untuk menghasilkan asam – asam organik, sehingga asam – asam organik yang dihasilkan juga sedikit. Sedangkan berdasarkan parameter fisik (susut bobot dan tekstur) buah melon memiliki tingkat kerusakan yang paling tinggi, kedua adalah buah nangka, dan terakhir buah salak. Peningkatan susut bobot dan pelunakan tekstur disebabkan turgor dari sel-sel yang masih hidup menyebabkan kerusakan jaringan sel dalam buah dapat mengakibatkan kehilangan air dalam buah (sineresis) menyebabkan buah lebih lunak teksturnya dan terjadi susut bobot.

Seiring hari penyimpanan dan rusaknya buah, *edible film* yang diaplikasikan sebagai sensor pH, mampu mendeteksi kerusakan buah dengan merubah warnanya. Warna *edible film* yang awalnya merah gelap keunguan berubah menjadi semakin merah cerah hingga merah muda menandakan buah semakin rusak. Hal ini dikarenakan *edible film* yang masih memiliki kandungan antosianin tersebut dapat digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi kerusakan buah berdasarkan indikator pHnya. Berdasarkan hasil perhitungan total antosianin pada lampiran 4, didapatkan bahwa pada *edible film* ekstrak kulit buah naga merah mengandung antosianin sebesar 4,99 ppm. Hari penyimpanan juga berpengaruh nyata terhadap nilai kemerahan *edible film* yang diaplikasikan pada masing – masing buah. Kemerahan *edible film* hari ke 0 masih tinggi yang berarti buah segar, dan hari ke 3 mulai mengalami sedikit penurunan kemerahan yang berarti sensor buah hari ke 3 tidak sesegar pada hari ke 0, tetapi masih segar. Hari ke 6 penyimpanan nilai kemerahannya semakin menurun, yang berarti kondisi buah mulai rusak. Pada hari ke 9 penyimpanan nilai kemerahannya terus mengalami penurunan, karena antosianin dalam *edible film* bereaksi dengan asam volatile dari buah yaitu asam asetat yang merupakan asam lemah jika bereaksi dengan antosianin menyebabkan perubahan warna menjadi warna merah memudar pada pH asam.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi dan Aplikasi Edible film Kitosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah untuk Deteksi Kerusakan Pada Beberapa Jenis Buah Potong”.

Penyusunan skripsi ini pastinya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
2. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember;
3. Ir. Mukhammad Fauzi, M. Si, selaku Dosen Pembimbing Akademik (DPA) sekaligus Dosen Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Ir. Tejasari, M. Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, perhatian, dan selalu sabar membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian;
4. Ir. Giyarto, M. Sc. selaku Dosen Penguji Utama dan Lailatul Azkiyah, S. TP., MP., Ph.D selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran, masukan, dan evaluasi dalam penulisan skripsi ini;
5. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan bantuan untuk penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga penulis juga mengharapkan dan menerima segala masukan, serta kritik dari berbagai pihak. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan pihak yang membaca.

Jember, 13 Juli 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERSEMBAHAN.....	i
MOTTO .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
ABSTRACT .....	v
RINGKASAN .....	vi
PRAKATA .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Edible film</i> .....	4
2.2.1 Kitosan sebagai Matriks.....	5
2.2.2 Ekstrak Kulit Buah Naga Merah.....	5
a. Pektin sebagai penguat matriks .....	6
b. Antosianin sebagai indikator pH.....	6
2.2 <i>Intelligent Packaging</i> .....	8
2.3 Buah Potong .....	9
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
4.1 Karakteristik Mekanik dan Fisik <i>Edible film</i> Kitosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah.....	17
4.2 Parameter Kerusakan Buah Potong.....	20
4.3 Kemampuan <i>Edible Film</i> Kitosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah sebagai Biosensor dalam Mendeteksi Kerusakan Buah melalui Perubahan Warna .....	13
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>34</b>



5.1 Kesimpulan..... 34  
5.2 Saran..... 34  
**DAFTAR PUSTAKA..... 35**





**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Karakteristik *edible film*.....6

Tabel 2.2 Kondisi antosianin pada berbagai pH.....9

Tabel 3.1 Rancangan percobaan aplikasi *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah pada beberapa jenis buah potong.....14

Tabel 4.1 Karakteristik mekanik dan fisik *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah.....17

Tabel 4.2 Kerusakan buah berdasarkan parameter total asam.....22

Tabel 4.3 Kerusakan buah berdasarkan parameter pH.....25

Tabel 4.4 Kerusakan buah berdasarkan parameter susut bobot.....27

Tabel 4.5 Kerusakan buah berdasarkan parameter tekstur.....29

Tabel 4.6 Perubahan warna edible film kitosan – ekstrak kulit buah naga merah dalam mendeteksi kerusakan buah .....25



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3.1 Skema pembuatan, karakterisasi dan aplikasi *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga pada beberapa jenis buah potong untuk deteksi kerusakan.....14

Gambar 3.2 Tampilan atas pengaplikasian edible film kitosan – ekstrak kulit buah naga merah pada buah potong..... 15

Gambar 3.2 Tampilan samping pengaplikasian *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah pada buah potong..... 15

Gambar 4.1 Total asam masing – masing buah potong selama penyimpanan .....20

Gambar 4.2 pH masing – masing buah potong selama penyimpanan .....22

Gambar 4.3 Susut bobot masing – masing buah potong selama penyimpanan....25

Gambar 4.4 Tekstur masing – masing buah potong selama penyimpanan.....28

Gambar 4.5 Skema *edible film* kitosan sebagai sensor untuk deteksi kerusakan buah..... 31

Gambar 4.7 Nilai Kemerahan *Edible Film* sebagai sensor yang diaplikasikan pada masing – masing buah selama penyimpanan.....34

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 3. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	40
Lampiran 3.1 Pengujian parameter sifat mekanik kuat tarik edible film.....	45
Lampiran 3.2 Pengujian parameter sifat mekanik elongasi edible film.....	45
Lampiran 3.3 Pengujian parameter sifat fisik ketebalan edible film.....	45
Lampiran 3.4 Pengujian parameter sifat fisik warna edible film.....	46
Lampiran 3.5 Pengujian parameter kerusakan kimia pH buah potong.....	46
Lampiran 3.6 Pengujian parameter kerusakan kimia total asam buah potong.....	46
Lampiran 3.7 Pengujian parameter kerusakan fisik tekstur buah potong.....	47
Lampiran 3.8 Pengujian parameter kerusakan fisik susut bobot buah potong.....	47
Lampiran 4. Perhitungan antosianin.....	47
Lampiran 5. Data dan hasil perhitungan <i>edible film</i> .....	49
Lampiran 6 Data dan hasil perhitungan ph buah.....	57
Lampiran 7. Data dan hasil perhitungan total asam buah.....	59
Lampiran 8. Data dan hasil perhitungan tekstur buah.....	62
Lampiran 9. Data dan hasil perhitungan susut bobot buah.....	67
Lampiran 10. Dokumentasi.....	69





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Edible film* berbasis kitosan dengan penambahan ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) telah dilakukan penelitian oleh Fitriani (2021) dengan hasil bahwa penambahan Ekstrak Kulit Buah Naga (EKBN) meningkatkan ketebalan tetapi menurunkan kuat tarik. Elongasi *edible film* EKBN memiliki nilai yang lebih baik (maksimum 22,385 %) dibandingkan *edible film* kontrol (14,545 %). Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, *edible film* dengan penambahan ekstrak kulit buah naga merah menghasilkan warna yang kurang pekat dan tidak stabil, yaitu mudah berubah warna menjadi kekuningan. Oleh karena itu, pada penelitian ini ekstrak kulit buah naga merah digunakan sebagai pelarut kitosan supaya menghasilkan warna yang pekat dan dapat mempertahankan warnanya.

Matriks padatan pada penelitian ini menggunakan kitosan, karena bersifat *edible*, *biodegradable*, mampu menghasilkan *edible film* dengan kualitas baik, seperti kuat, elastis dan fleksibel (Buttler *et al.*, 1996). Pada ekstrak kulit buah naga merah mengandung pektin sebesar 20 – 26% (Nazzarudin *et al.*, 2011). Pektin dapat menjadi *gelling agent* untuk meningkatkan sifat mekanik *edible film* dan sebagai bahan pengisi yang membuat lapisan permukaan *edible film* lebih baik (Hariyati, 2006; Perina *et al.*, 2007). Sedangkan untuk zat warnanya menggunakan antosianin yang terkandung dalam ekstrak kulit buah naga merah, yaitu sebesar 22,593 ppm (Farida dan Nisa, 2015). Simatupang (2023) menyatakan bahwa kandungan antosianin berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan. *Edible film* ekstrak kulit buah naga merah memiliki aktivitas antioksidan  $18,193 \pm 0,655$  % (Azizah, 2023). *Edible film* ekstrak kulit buah naga merah memiliki aktivitas antioksidan tersebut dapat digunakan sebagai indikator pH karena warnanya dapat berubah seiring perubahan pH (Riniati *et al.*, 2019).

Buah potong selama penyimpanan dapat mengalami perubahan mutu tergantung kondisi sekitarnya (Setiawati dan Badfal, 2020). Buah potong mudah rusak dikarenakan proses fisiologi seperti laju respirasi, produksi etilen dan

aktivitas mikroorganisme (Daryanti *et al.*, 2004). Aktivitas mikroorganisme yang menggunakan gula sebagai substrat respirasi sehingga menghasilkan asam – asam organik yang menyebabkan nilai pHnya semakin menurun (Latifah *et al.*, 2000). Semakin tinggi asam yang terbentuk menandakan buah mulai tidak segar. Berdasarkan hal tersebut, kemasan buah potong dapat dilengkapi dengan indikator pH berupa *edible film* - ekstrak kulit buah naga merah yang sensitif terhadap perubahan pH, sehingga dapat mendeteksi kerusakan buah potong.

Penelitian terkait aplikasi antosianin sebagai indikator pH untuk deteksi kerusakan buah potong telah dilakukan oleh Nurrosyidah (2019) yang membuat label kesegaran dari antosianin kubis ungu pada kerusakan buah semangka, dihasilkan warna indikator yang berubah pada suhu *chiller* di hari ke-7. Indikator telah busuk dan warna indikator berubah dari ungu menjadi merah muda. Pada penelitian ini dilakukan digunakan sumber antosianin lain dari ekstrak kulit buah naga merah. Selain sumber antosianin juga sumber pektin yang dapat memperkuat *edible film* yang dihasilkan. Variasinya pada beberapa buah potong yang beredar dipasaran seperti nangka, salak, dan melon. Buah nangka pada kondisi matang memiliki rasa manis karena kadar gulanya yang tinggi, yaitu 19,08 g dan cukup berair dengan kadar airnya 73,46 g (USDA, 2019). Berbeda dengan buah salak yang pada kondisi matang sedikit manis karena kadar gulanya rendah, yaitu 1,081% dan sedikit sepat karena tanin didalamnya sebesar 0,08% menurut Manurung *et al.*, (2013) dan Setianto *et al.*, (2014). Selain itu, buah salak juga tidak berair karena kadar air didalamnya yang rendah, yaitu 77,9 mg (Manurung *et al.*, 2013). Buah melon memiliki rasa manis dan sangat berair karena kadar gulanya cukup tinggi yaitu 8,12 g dan kadar airnya yang tinggi, sebesar 89,82 g (USDA, 2019). Karakteristik fisik dan kimia ketiga buah yang berbeda tersebut, sehingga kerusakannya juga berbeda-beda yang dapat menghasilkan tingkatan perubahan warna *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah yang berbeda.



## 1.2 Rumusan Masalah

Aplikasi antosianin sebagai sensor pH untuk deteksi kerusakan buah potong telah dilakukan oleh Nurrosyidah (2019) yang membuat label kesegaran dari antosianin kubis ungu pada kerusakan buah semangka, sehingga pada penelitian ini digunakan sumber antosianin lain dari ekstrak kulit buah naga merah. Ekstrak kulit buah naga merah juga sumber pektin yang dapat memperkuat karakteristik *edible film* yang dihasilkan. *Edible film* ekstrak kulit buah naga merah memiliki kandungan antosianin yang dapat berperan sebagai sensor pH untuk mendeteksi kerusakan buah yang ditandai dengan penurunan pH (Azizah, 2023). Pengaplikasiannya dilakukan pada beberapa jenis buah potong yang memiliki karakteristik kerusakan yang berbeda – beda, dapat menghasilkan tingkatan warna yang berbeda – beda juga. Oleh karena itu, dilakukan pengamatan selama 9 hari penyimpanan, diduga hari penyimpanan juga dapat mempengaruhi kemampuan *edible film* sebagai sensor dalam mendeteksi kerusakan buah.

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi karakteristik mekanik dan fisik *edible film* yang terbuat dari kitosan – ekstrak kulit buah naga merah.
2. Mengetahui pengaruh hari penyimpanan terhadap kerusakan buah dan kemampuan *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah dalam mendeteksi kerusakan masing – masing buah potong.

## 1.4 Manfaat Penelitian

1. Memanfaatkan limbah kulit buah naga merah dengan membuatnya sebagai indikator pH alami untuk deteksi kerusakan beberapa buah potong.
2. Memberikan informasi mengenai inovasi *intelligent packaging* dengan indikator alami pada kemasan produk beberapa buah potong.

## BAB 2. TINJAUAN TEORI

### 2.1 *Edible film*

*Edible film* merupakan lapisan tipis berbentuk lembaran yang terbuat dari bahan organik dan bersifat *edible* (dapat dimakan). *Edible film* dapat terbuat dari senyawa hidrokoloid dan lemak, atau kombinasi keduanya. Senyawa hidrokoloid yang dapat digunakan adalah protein dan karbohidrat, sedangkan lemak yang dapat digunakan adalah lilin/wax, gliserol dan asam lemak (Fama *et al.*, 2005). *Edible film* juga memiliki sifat-sifat seperti kemampuan menahan air sehingga dapat mencegah kehilangan kelembaban produk, memiliki permeabilitas selektif terhadap gas tertentu, mengendalikan perpindahan padatan terlarut untuk mempertahankan warna, pigmen alami dan gizi, serta menjadi pembawa bahan aditif seperti pewarna, pengawet (Suput *et al.*, 2015). Pada penelitian ini *edible film* berfungsi untuk mempertahankan pewarna alami antosianin kulit buah naga merah yang bersifat tidak stabil. Adapun karakteristik *edible film* menurut *Japan Industrial Standard* disajikan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Karakteristik *Edible film*

Parameter	Nilai
Ketebalan	Maks. 0,25 mm
Kuat Tarik	Min. 0,39 MPa
Elongasi	<10% sangat buruk >50% sangat bagus

Sumber : Japan Industrial Standard (1975)

*Edible film* pada penelitian ini menggunakan bahan dasar kitosan dan ekstrak kulit buah naga merah. Kulit buah naga merah mengandung pektin. Kitosan dan pektin termasuk dalam karbohidrat, sehingga dapat digunakan untuk pembuatan *edible film*. *Edible film* yang dibentuk dari polimer murni bersifat rapuh sehingga memerlukan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitasnya (Yoshida *et al.*, 2004). Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan kekuatan intermolekuler, meningkatkan fleksibilitas film dan menurunkan sifat barrier film (Murni *et al.*, 2013). Pada penelitian ini menggunakan *plasticizer* berupa gliserol. Ketika gliserol menyatu, terjadi beberapa modifikasi struktural di dalam matriks



film menjadi lebih sedikit rapat dan di bawah tekanan, Bergeraknya rantai polimer dimudahkan, sehingga meningkatkan fleksibilitas film (Alvest *et al.*, 2007).

### 2.2.1 Kitosan sebagai Matriks

Kitosan berasal dari proses deasetilasi kitin. Kitin merupakan biopolimer yang cukup melimpah di alam. Sebagian besar kitin dapat diperoleh dari krustasea laut, misalnya kepiting, udang, oyster dan cumi-cumi. Kitosan merupakan produk alami yang tidak beracun dan polisakarida yang tidak larut air, biopolimer kationik yang dapat didegradasi dan dapat berinteraksi dengan polyanion untuk membentuk kompleks dan gel (Rahardyani, 2011; Zhao *et al.*, 2011). Kitosan aman, tidak beracun dan material yang baik untuk dibuat *edible film*. Selain bersifat *edible* dan *biodegradable*, bahan ini dipilih karena film yang dihasilkan memiliki kualitas baik, seperti kuat, elastis dan fleksibel (Buttler *et al.*, 1996). Pengembangan label/film berbahan dasar kitosan dengan penambahan pewarna, baik alami maupun sintetik sebagai indikator penentu kemunduran mutu produk akan dilakukan dalam penelitian Warsiki dan Putri (2012). Kitosan dipilih sebagai bahan dasar pembuat film indikator karena kitosan dapat membentuk film dan membran dengan baik Berdasarkan penelitian Warsiki dan Putri (2012) bahwa kitosan sebanyak 3.5 g yang dilarutkan dalam 70 ml pelarut menghasilkan film dengan sifat yang lebih baik. Sifat film yang dihasilkan yaitu cukup tebal, lentur, mudah dikikis dari plat kaca, dan tidak mudah pecah.

### 2.2.2 Ekstrak Kulit Buah Naga Merah

Buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) selain dikonsumsi dalam bentuk segar juga diolah menjadi beberapa produk olahan seperti *selai*, sirup, es krim dan produk pangan lainnya, sehingga menghasilkan limbah kulit buah sebanyak 30 – 35% dari berat buahnya. Kulit buah belum banyak dimanfaatkan dan hanya dibuang sebagai limbah. Padahal, kulit buah naga mengandung pektin yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan *edible film* dan antosianin yang merupakan salah satu sumber pewarna alami yang dapat digunakan sebagai indikator pH (Jamilah, 2011; Farida dan Nisa, 2015).

a. Pektin sebagai penguat matriks

Pektin pada *edible film* dapat menjadi *gelling agent* yang dapat meningkatkan sifat mekanik *edible film*. Pektin merupakan koloid yang reversible, yaitu dapat dilarutkan dalam air, diendapkan, dikeringkan, dan dapat dilarutkan kembali tanpa merubah sifat fisiknya (Perina *et al.*, 2007). Menurut Nazzarudin *et al* (2011) pektin pada bagian kulit buah naga merah pektin cukup tinggi yaitu 20,1 %. Bila ditambahkan air pada awalnya akan terbentuk gumpalan seperti pasta dan kemudian akan larut. Di dalam air, pektin membentuk larutan kental pada kondisi tertentu (Perina *et al.*, 2007). Berdasarkan penelitian Lesmana *et al.*, (2017) bahwa konsentrasi pektin kulit durian yang ditambahkan dapat meningkatkan ketebalan *edible film*, menurunkan laju transmisi uap air, meningkatkan persen kelarutan *edible film*, meningkatkan nilai *tensile strength edible film*, dan meningkatkan persen elongasi *edible film* yang dihasilkan.

b. Antosianin sebagai indikator pH

Kulit buah naga merah mengandung antosianin sebesar 22,593 ppm (Farida dan Nisa, 2015). Kulit buah naga merah memiliki antosianin lebih tinggi dibandingkan antosianin pada kulit buah naga putih yaitu sebesar 16,736 ppm. Oleh karena itu, kulit buah naga merah lebih berpotensi untuk dijadikan indikator pH alami pada *intelligent packaging* karena tingginya kandungan antosianin didalamnya. Antosianin merupakan senyawa kimia organik yang mempunyai warna oranye, merah, ungu, biru, hingga hitam (Du *et al.*,2015). Antosianin adalah senyawa yang bersifat amfoter, yaitu memiliki kemampuan untuk bereaksi baik dengan asam maupun dalam basa. Pada media asam antosianin berwarna merah seperti halnya saat dalam vakuola sel dan berubah menjadi ungu dan biru jika media bertambah basa. Perubahan warna karena perubahan kondisi lingkungan ini tergantung dari gugus yang terikat pada struktur dasar dari posisi ikatannya (Charley, 1970).



Tabel 2.2 Kondisi Antosianin Pada berbagai pH

pH	Warna Antosianin	Struktur Antosianin
pH sangat asam (<2)	Berwarna merah karena dominannya bentuk kation flavylum yang berwarna merah.	Kation flavylum (AH <sup>+</sup> ) adalah spesies yang dominan pada pH rendah (< 2 (Brouillard & Dubois, 1977; Brouillard <i>et al.</i> , 1982).
pH sedikit asam dan netral (antara 4-6)	Berwarna biru hingga ungu, karena kation flavylum berubah menjadi karbinol dan sebagian menjadi kuinonoidal yang berwarna biru hingga ungu.	Konsentrasi spesies karbinol (B), meningkat secara signifikan. Selain itu kation flavylum berubah menjadi karbinol dan sebagian menjadi kuinonoidal
pH netral (7-9)	Berwarna biru keunguan karena basa kuinonoidal yang berwarna biru lebih dominan.	Pada nilai pH ini, kation flavylum (AH <sup>+</sup> ) sepenuhnya diubah menjadi basa quinoidal berwarna (A) bersama dengan beberapa dari beberapa tautomernya, dan spesies pseudobase karbinol tak berwarna (B) (Brouillard dan Dubois, 1977; Brouillard <i>et al.</i> , 1982)
pH sedikit basa (9-11)	Berwarna biru karena basa kuinonoidal yang berwarna biru lebih dominan.	Spesies yang paling stabil di sekitar pH 9 adalah spesies basa kuinoida yang terdeprotonasi ini (A <sup>-</sup> ). Basa quinoidal terdeprotonasi (A <sup>-</sup> ) berubah menjadi tautomer quinoidal terdeprotonasi baru atau spesies terionisasi lebih lanjut (A2 <sup>-</sup> ).
pH sangat basa (>12)	Berwarna kuning karena kalkon yang berwarna kuning lebih dominan.	Pada pH basa, spesies baru terbentuk sebagai kalkon terionisasi atau tautomer quinoidal terionisasi dan konsentrasinya meningkat seiring waktu (Março & Scarminio, 2007; Petrov <i>et al.</i> , 2009; Schiozer <i>et al.</i> , 2008).

Simatupang (2023) menyatakan bahwa kandungan antosianin berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan. *Edible film* ekstrak kulit buah naga merah memiliki aktivitas antioksidan  $18,193 \pm 0,655$  % (Azizah, 2023). *Edible film* ekstrak kulit buah naga merah memiliki aktivitas antioksidan tersebut dapat digunakan sebagai indikator pH karena warnanya dapat berubah seiring perubahan pH (Riniati *et al.*, 2019).



## 2.2 *Intelligent Packaging*

*Intelligent packaging* merupakan kemasan yang mampu memantau kondisi produk pangan berdasarkan lingkungan sekitarnya dan tidak mempengaruhi umur simpan produk pangan, tetapi hanya memberikan informasi terkait keadaan sebenarnya dari produk pangan selama penyimpanan secara visual melalui indikator (Ghaani *et al.*, 2016). Indikator dapat ditempatkan didalam atau diluar kemasan untuk memberi sinyal perubahan produk pangan yang berhubungan dengan kerusakan dengan mengandalkan deteksi perubahan fisik (Pena *et al.*, 2015). Selain perubahan fisik, juga disebabkan perubahan kimiawi penanda kerusakan makanan, misalnya amina biogenik, porfirin, hidrogen sulfida, etanol, nilai K, nilai pH, dan lain-lain (Kaniou *et al.*, 2001). Indikator terdiri dari matriks padatan dan zat warna. Matriks padatan pada penelitian ini berupa kitosan yang diperkuat oleh ekstrak kulit buah naga merah yang mengandung pektin dan zat warnanya berupa antosianin yang juga terdapat dalam ekstrak kulit buah naga merah.

Indikator merupakan suatu zat yang menunjukkan ada tidaknya zat lain atau reaksi antara dua atau lebih senyawa melalui perubahan sifat-sifatnya termasuk variasi warna (Golasz *et al.*, 2013). Indikator mampu memberikan informasi sebenarnya tentang kualitas makanan yang dipengaruhi oleh aktivitas mikroba dan kimia, karena adanya reaksi antara metabolit yang dihasilkan dari pertumbuhan mikroorganisme dan indikator, sehingga mampu mengubah warna indikator dan membantu konsumen untuk mendapatkan informasi secara visual tentang kerusakan pada produk pangan (Biji *et al.*, 2015). Salah satu indikator yang banyak digunakan yaitu indikator pH. Indikator pH merupakan zat yang berubah warna seiring dengan perubahan pH atau disebut juga indikator asam basa (Xiao-wei *et al.*, 2018).

Pembuatan indikator pH dapat dilakukan melalui imobilisasi. Imobilisasi merupakan suatu proses pengikatan molekul reagen sehingga dapat tersebar dalam fase pendukung secara merata dan homogen (Kuswandi, 2008). Reagen akan di imobilisasikan terlebih dahulu ke media dan dijadikan reagen kering agar mudah dikendalikan. Menurut Eggins (1996), teknik imobilisasi adalah suatu teknik

memerangkap reagen dalam suatu matriks polimer. Pada penelitian ini memilih teknik imobilisasi entrapment, dimana teknik ini menjerat reagen dalam polimer yang permeabel. Biasanya dilakukan dengan mencampurkan reagen dengan larutan monomer ataupun polimer kemudian ditambahkan *plasticizer* (Kuswandi, 2008).

### 2.3 Buah Potong

Buah potong merupakan produk buah kupas yang siap saji dan umumnya disiapkan dari buah masak. Buah potong mudah rusak sehingga mempunyai umur simpan relatif pendek. Hal ini disebabkan oleh proses fisiologi seperti laju respirasi, produksi etilen dan aktivitas mikroorganisme (Daryanti *et al.*, 2004). Sifatnya yang mudah rusak tersebut dapat menyebabkan perubahan pada tekstur, warna, rasa, dan flavor buah (Khoirunnisa, 2016).

#### 2.3.1 Kerusakan Buah Salak Potong

Buah salak memiliki daging buah berwarna putih yang ditutupi dengan kulit buah bersisik. Daging buah salak banyak digemari masyarakat karena rasanya renyah dan sedikit manis dengan kadar gulanya sebesar 1,081% (Setianto *et al.*, 2014). Selain itu, salak memiliki rasa sedikit sepat karena kandungan taninnya yang relatif kecil, yaitu 0.08%. Buah salak mempunyai sifat mudah rusak (*perishable*) sehingga umur simpannya pendek dikarenakan iklim tropis yang panas dan lembab menyebabkan daya simpan buah salak segar akan berkurang. Umumnya buah salak dapat bertahan disimpan selama  $\pm 7$  hari pada suhu kamar. Hal ini disebabkan karena kadar air yang cukup tinggi yaitu sebesar 78% dan kandungan karbohidrat sebesar 20.9 % yang menyebabkan salak mudah rusak (Kosenda, 2005).

Berdasarkan penelitian Manurung *et al.*, (2013) bahwa buah salak mengalami penurunan mutu seperti teksturnya mengalami penurunan ditandai dengan makin melunaknya daging buah, susut bobot mengalami peningkatan, dan tingkat kecerahan warna semakin menurun (gelap). Tekstur buah salak mengalami penurunan tingkat kekerasan menjadi lunak yang ditandai dengan daya tahan tekanan yang semakin tinggi. Semakin tinggi nilai tekstur, maka teksturnya



semakin lunak. Hal ini berhubungan dengan kandungan pektin yang terdapat pada daging buah salak, dimana kandungan pektin terlarut jauh lebih tinggi. Selama penyimpanan bobot buah salak dapat mengalami penurunan 20%. Proses respirasi dan transpirasi akan menyebabkan buah mengalami susut bobot. Respirasi merupakan proses metabolisme dengan cara menggunakan  $O_2$  dalam pembakaran senyawa yang lebih kompleks (pati, gula, protein, lemak, dan asam organik) menghasilkan molekul yang lebih sederhana yaitu  $CO_2$  dan  $H_2O$  serta menghasilkan energi yang dapat digunakan oleh sel untuk reaksi sintesa (Winarno 1981), sedangkan transpirasi merupakan proses hilangnya air dalam bentuk uap air melalui proses penguapan. Susut bobot terjadi karena selama proses penyimpanan menuju pemasakan terjadi perubahan fisikokimia berupa pelepasan air.

### 2.3.2 Karakteristik Kerusakan Buah Melon Potong

Buah Melon banyak digemari karena tampilannya yang menarik dengan warna daging buah hijau kekuningan dan rasanya manis, tekstur daging buah renyah, dan aromanya harum (Liu *et al.*, 2004). Berdasarkan hasil penelitian Khairi *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa pada buah melon mengalami kerusakan ketika terjadi peningkatan susut bobot, total padatan terlarut, dan angka lempeng total. Sedangkan untuk kekerasan (tekstur) dan pH mengalami penurunan. Selama 11 hari penyimpanan penyusutan bobot yang terjadi pada melon berkisar antara 0.06-0.247 kg, penyusutan diameter berkisar 0-0.6 cm, dan penyusutan panjang buah berkisar 0.1-0.5 cm. Hal ini disebabkan Hilangnya kandungan air dalam buah karena proses respirasi yang mengubah glukosa menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$  yang mudah menguap dalam dan transpirasi menyebabkan terjadinya susut bobot, diameter, dan panjang buah (Winarno dan Aman, 2002).

pH buah melon selama penyimpanan juga mengalami penurunan yang cenderung asam juga berkaitan dengan kadar asam askorbat (vitamin C) yang relatif naik selama penyimpanan. Perubahan ini menunjukkan metabolisme pematangan melon mempengaruhi nilai pH buah. Nilai total asam buah melon selama penyimpanan menunjukkan tren naik yaitu dari 0.16 mg ek/100 g pada hari ke-nol menjadi 0.31 mg ek/100 g pada hari kesebelas. Pada hari kesembilan



sampai akhir penyimpanan total asam buah melon terus naik dan mencapai nilai tertinggi pada hari terakhir penyimpanan. Nilai total asam organik buah yang baik adalah yang menurun selama penyimpanan. Hal ini dikarenakan asam organik setelah proses respirasi berlangsung akan berubah menjadi gula. Nilai asam organik buah yang turun menandakan metabolisme pematangan buah berlangsung dengan baik (Khairi *et al.*, 2017).

### 2.3.3 Karakteristik Kerusakan Buah Nangka Potong

Buah nangka merupakan salah satu jenis buah tropis Indonesia yang dikelompokkan ke dalam buah klimakterik mempunyai rasa manis, aroma harum dan khas atau dikenal "*exotic fruits*". Buah nangka yang telah matang mengeluarkan aroma harum dengan daging buah berwarna kuning, kuning pucat, kuning kemerahan, atau jingga, berair, dan rasanya manis (Khoirunnisa, 2016). Kualitas buah nangka potong didasarkan pada kenampakan luar dan teksturnya (Khoirunnisa, 2016). Kenampakan luar meliputi ukuran, bentuk, warna, glossiness, dan kebersihan produk (Kaderb, 2002). Tekstur buah nangka mulai mengalami penurunan kualitas jika semakin lunak (Khoirunnisa, 2016).

Berdasarkan komponen kimianya, kualitas buah nangka dapat dilihat dari komponen air, gula dan tingkat keasaman. Kadar air dalam nangka yang tinggi, yaitu sebesar 73,46% menyebabkan mikroorganisme dapat tumbuh, dimana mikroorganisme tersebut dapat mengubah karbohidrat dalam buah nangka menjadi asam yang dapat mempengaruhi pH buah nangka. Selain itu pH buah potong segar awalnya mendekati pH netral, yaitu sekitar 5-6 (Riski, 2016). Selain itu, tingginya gula dalam nangka, yaitu sebesar 19% memungkinkan adanya pertumbuhan kapang yang dapat menyebabkan kebusukan. Semakin tinggi asam yang terbentuk menandakan buah mulai tidak segar. Hal itu terjadi karena aktivitas mikroorganisme yang menggunakan gula sebagai substrat respirasi (Latifah *et al.*, 2000).



**BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN****2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian dan Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember pada Januari – Mei 2023.

**2.2 Alat dan Bahan Penelitian****3.2.1 Alat**

Alat yang digunakan untuk pembuatan *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah adalah pengering cabinet (P-Selecta), pisau, talenan, ayakan 40 mesh, chopper (Cosmos), neraca analitik (Pioneer), microwave oven (Sharp), magnetic stirrer (stuart scientific SM 24), hotplate (IKA C-G HS7), corong kaca, botol kaca, aluminium foil, labu ukur, gelas ukur, pipet tetes, *beaker glass*, spatula, wadah, dan cawan petri (tinggi 18 mm dan diameter dalam 93 mm).

Alat yang digunakan dalam pengujian adalah *Colour reader* (Minolta-10), pH meter, *thickness gage*, neraca analitik, labu takar 250 ml, *beaker glass*, pipet tetes, buret dan klem, corong kaca, erlenmeyer, mortar alu, *Universal Testing Mechine*, dan penggaris.

**3.2.2 Bahan**

Bahan yang digunakan untuk pembuatan *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah adalah kulit buah naga merah segar, aquades, kitosan kulit udang dengan ukuran partikel 200 mesh (Chimultiguna), gliserol (Netafram), kain saring, buah nangka (matang, segar, harum khas nangka, dan berwarna kuning cerah), buah salak (salak pondoh), buah melon (matang, harum khas melon, dan daging buah berwarna hijau muda), *styrofoam* dan cling wrap film.

Bahan yang digunakan dalam pengujian adalah NaOH 0,982 N, indikator PP, asam oksalat, dan aquades.

**2.3 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium. *Variable* tetapnya yaitu formulasi *edible film* dan *variable* bebasnya jenis buah. Sehingga rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap

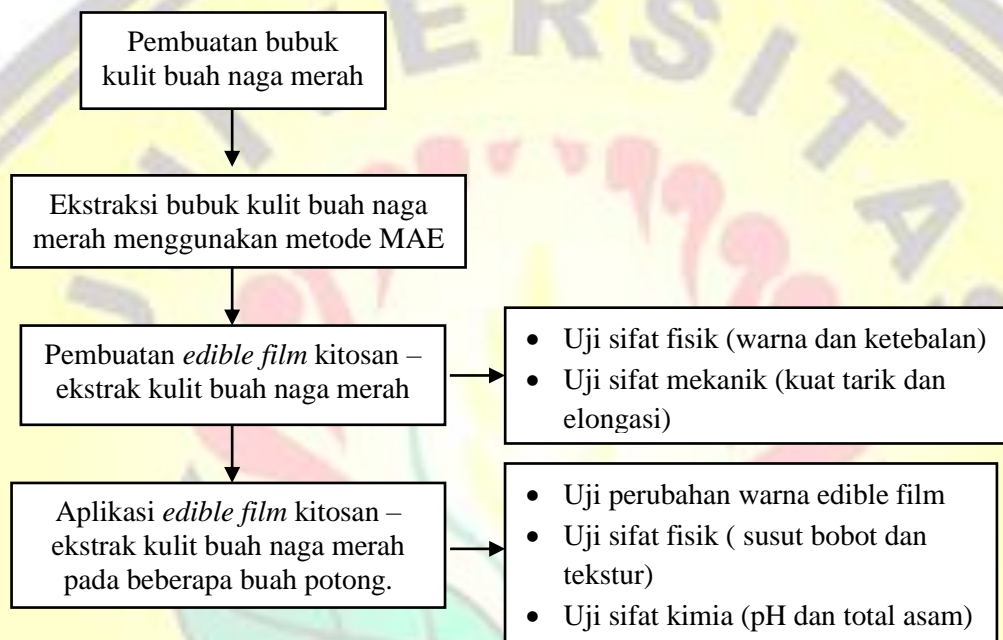


(RAL) 1 Faktor berupa variasi jenis buah yang masing – masing perlakuan dilakukan 5 kali pengulangan dengan waktu pengamatan hari ke - 0, 3, 6, dan 9.

Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Aplikasi *Edible film* Ktosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah Pada Beberapa Buah Potong

Hari Pengamatan	Jenis Buah		
	Buah Nangka	Buah Salak	Buah Melon
Hari ke 0	N0	S0	M0
Hari ke 3	N3	S3	M3
Hari ke 6	N6	S6	M6
Hari ke 9	N9	S9	M9

### 2.4 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Skema pembuatan, karakterisasi, dan aplikasi *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga pada beberapa buah potong untuk deteksi kerusakan.

#### 3.4.1 Pembuatan Bubuk Kulit Buah Naga Merah

Pembuatan bubuk kulit buah naga merah berdasarkan penelitian Huang *et al.*, (2010) yang dimodifikasi, untuk lebih lengkapnya dilihat pada lampiran 3.1

#### 3.4.2 Ekstraksi Bubuk Kulit Buah Naga Merah

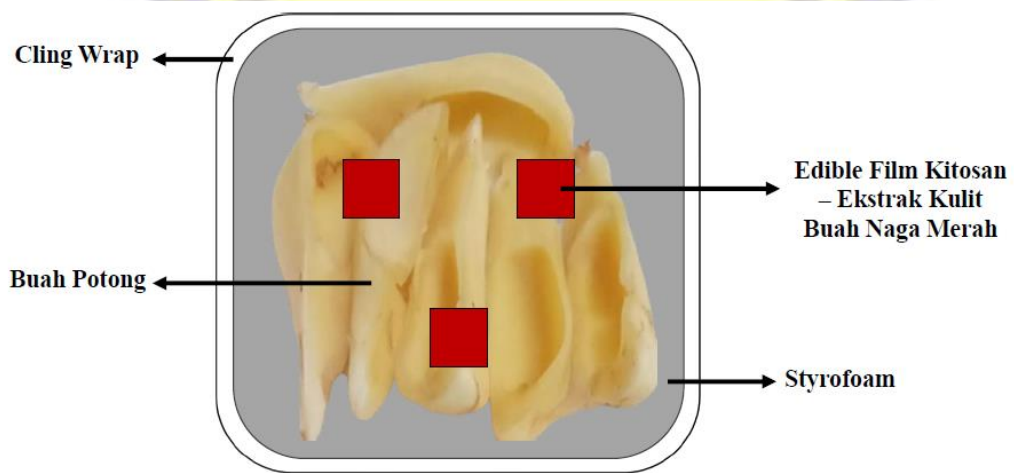
Ekstraksi bubuk kulit buah naga merah menggunakan metode MAE atau *Microwave Assited Extraction* berdasarkan penelitian Zou *et al.*, (2012), untuk lebih lengkapnya dilihat pada lampiran 3.2

### 3.4.3 Pembuatan *Edible Film* Kitosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah

Pembuatan *edible film* berdasarkan penelitian Warsiki dan Putri (2012), Rokhimah (2020) yang dimodifikasi, untuk lebih lengkapnya dilihat pada lampiran 3.3

### 3.4.4 Aplikasi *Edible Film* Kitosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah Pada Beberapa Jenis Buah Potong.

Pengaplikasian *edible film* pada beberapa buah potong menggunakan metode Chen *et al.*, (2018) yang dimodifikasi. untuk lebih lengkapnya dilihat pada lampiran 3.4



Gambar 3.2 Tampilan atas pengaplikasian edible film kitosan – ekstrak kulit buah merah pada buah potong



Gambar 3.3 Tampilan samping pengaplikasian edible film kitosan – ekstrak kulit buah naga merah pada buah potong

### 3.4.5 Pengujian Parameter Penelitian

#### a. Pengujian Karakteristik Mekanik *Edible Film*

Kuat Tarik (ASTM, 2018) dan Elongasi (ASTM, 2018) untuk lebih lengkapnya dilihat pada lampiran 3.5 dan 3.6.

#### b. Pengujian Karakteristik Fisik *Edible Film*

Warna (Hutching, 1999) dan Ketebalan (Warkoyo *et al.*, 2014) untuk lebih lengkapnya dilihat pada lampiran 3.7 dan 3.8.

- c. Pengujian Karakteristik Kimia Kerusakan Buah Potong  
pH (SNI 2019) dan Total Asam (Malau, 2020) untuk lebih lengkapnya dilihat pada lampiran 3.9 dan 3.10.
- d. Pengujian Karakteristik Fisik Kerusakan Buah Potong  
Susut bobot (Hidayat *et al.*, 2018) dan tekstur (Hidayat *et al.*, 2018) untuk lebih lengkapnya dilihat pada lampiran 3.11 dan 3.12.

## 2.5 Metode Analisis

Analisis data karakteristik mekanik dan fisik *edible film* menggunakan metode deskriptif. Data diolah menggunakan *Microsoft excel* 2016 untuk dilakukan perhitungan nilai rata – rata, standar deviasi, dan RSD. Kemudian hasilnya disajikan dalam bentuk tabel dan diagram batang. Sedangkan data parameter kerusakan kimia, fisik buah potong, dan perubahan warna *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah yang diaplikasikan pada buah nangka, salak, dan melon potong selama 9 hari penyimpanan diolah menggunakan SPSS untuk diuji one way anova.



## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Mekanik dan Fisik *Edible film* Kitosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah

*Edible film* berbasis kitosan dengan pelarut ekstrak kulit buah naga merah memiliki karakteristik mekanik dan fisik seperti pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik Mekanik dan Fisik *Edible Film* Kitosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah

Parameter	Nilai rata - rata	Standar Edible Film (JIS, 1975)
Kuat tarik (Mpa)	7,9925	Min. 0,39
Elongasi (%)	31,2663	<10% sangat buruk >50% sangat bagus
Warna (nilai a)	37,725	-
Ketebalan (mm)	0,2587	Maks. 0,25

#### 4.1.1 Kuat Tarik

Kuat tarik menunjukkan besarnya gaya yang dicapai *edible film* untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area *film* untuk merenggang atau memanjang (Nugroho *et al.*, 2010). Semakin tinggi nilai kuat tarik *edible film*, maka semakin baik, karena *edible film* yang memiliki nilai kuat tarik tinggi, lebih tahan dari gangguan mekanis (Fardhyanti dan Julianur, 2015). *Edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah memiliki nilai kuat tarik 7,9925 Mpa yang berarti nilai kuat tariknya sangat tinggi dan melebihi batas minimum standar *edible film* oleh JIS (1975). Hal ini dikarenakan kitosan mengandung gugus -OH yang menyebabkan interaksi hidrogen dalam *edible film*. Interaksi hidrogen akan menyebabkan ikatan antar rantai semakin kuat dan sulit diputus (Setiani *et al.*, 2013).

Nilai kuat tarik yang tinggi juga disebabkan oleh ekstrak kulit buah naga merah yang mengandung antioksidan seperti antosianin. Antioksidan memiliki gugus -OH dan -OR yang dapat berikatan baik dengan polimer dari kitosan (Purwaningsih, 2012). Pada ekstrak kulit buah naga merah juga mengandung pektin yang dapat membuat matriks yang terbentuk semakin rapat, pori-pori *edible film* semakin kecil dan ikatan polimernya menjadi semakin kuat. Sehingga dapat menahan atau mengikat senyawa aktif didalamnya dengan baik dan mampu

membentuk gel yang baik dan kuat. Oleh karena itu, struktur matriks *edible film* akan lebih kompak dan menyebabkan nilai *tensile strength* yang semakin besar (Megawati dan Ulinuha, 2014).

#### 4.1.2 Elongasi

Elongasi atau persen pemanjangan merupakan persentase perubahan panjang *edible film* saat ditarik hingga putus (Estiningtyas *et al.*, 2012). Elongasi menunjukkan kemampuan pemanjangan *edible film*, dimana semakin tinggi nilai elongasi, maka *edible film* semakin fleksibel dan plastis (Nuansa *et al.*, 2017). Berdasarkan tabel 4.1 didapatkan nilai elongasi sebesar 31,2663%. Hasil ini menunjukkan bahwa *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah berada pada rentang tidak sangat buruk maupun tidak sangat bagus ( $10\% > 31,2663\% < 50\%$ ) berdasarkan JIS (1975).

Nilai *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah memiliki nilai elongasi lebih baik dibandingkan *edible film* kitosan dengan fortifikasi EKBN oleh Fitriani (2021), yaitu sebesar 22,385%. Hal ini disebabkan ekstrak kulit buah naga merah pada penelitian ini digunakan sebagai pelarut dibandingkan pada penelitian Fitriani (2021) yang hanya digunakan sebagai bahan tambahan. Ekstrak kulit buah naga merah kaya akan pektin, yaitu sebesar 20 – 26% (Nazzarudin *et al.*, 2011). Semakin banyak ekstrak yang digunakan, maka kandungan pektin didalamnya semakin tinggi. Pektin dapat meningkatkan persen elongasi karena dapat membentuk gel dengan baik, sehingga menyebabkan terbentuknya interaksi antara polimer kitosan dan pektin serta meningkatkan kelenturan *edible film* yang dihasilkan (Lesmana dan Johan, 2017). Sifat *edible film* yang semakin fleksibel dan plastis tersebut memudahkan untuk dibentuk atau dipotong sebagai indikator pH.

#### 4.1.3 Ketebalan

Ketebalan merupakan salah satu karakteristik fisik *edible film* yang juga dapat menjadi indikator pemerataan *edible film* berdasarkan nilai standar deviasinya. *Edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah memiliki nilai ketebalan sebesar 0,2587 mm yang melebihi sedikit standar JIS (1975), yaitu maks. 0,25 mm. Hal ini disebabkan jumlah kitosan yang digunakan yaitu sebesar 3,5 g. Berdasarkan penelitian Warsiki dan Putri (2012) dengan variasi kitosan 2;



2,5; 3; 3,5; dan 4 gram. Pada kitosan 3,5 gram dihasilkan *edible film* yang cukup tebal, sehingga semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut, maka ketebalan *edible film* semakin meningkat. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian Isnaeni *et al.*, (2022) menunjukkan nilai ketebalan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi kitosan.

Ketebalan *edible film* juga ditentukan oleh cetakannya. Ukuran cetakan yang digunakan memiliki tinggi 18 mm, diameter dalam 93 mm. dimana dari 3,5 g kitosan dan 70 ml ekstrak kulit buah naga merah dituang pada 3 buah cawan petri dengan berat yang sama rata. Cawan petri yang berukuran kecil, membuat *edible film* yang dihasilkan lebih tebal meskipun dicetak pada 3 cetakan. Nilai ketebalan juga bertujuan untuk mengetahui pemerataan *edible film* berdasarkan standar deviasi yang dihasilkan. Standar deviasi ketebalan *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah sebesar 0,0109 yang berarti permukaannya merata, dan tidak terbentuk gumpalan yang membuat ketebalannya tinggi dan rendah. Kitosan yang mengandung gugus -OH, antosianin yang memiliki gugus -OH dan -OR yang dapat berikatan baik dengan polimer dari kitosan (Purwaningsih, 2012). Ekstrak kulit buah naga merah yang juga mengandung pektin membuat matriks yang terbentuk semakin rapat, pori-pori *edible film* semakin kecil dan ikatan polimernya menjadi semakin kuat. Sehingga mampu membentuk gel yang baik dan kuat, struktur matriks *edible film* akan lebih kompak (Megawati dan Ulinuha, 2014).

#### 4.1.4 Warna

Warna merupakan salah satu karakteristik fisik *edible film* yang menunjukkan pigmen yang terdapat didalamnya karena bahan penyusunnya. Selain itu pengujian warna juga diperlukan untuk mengetahui pemerataan warna *edible film* berdasarkan standar deviasinya. *Edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah menunjukkan nilai *a* yang cukup tinggi, yaitu 37,72 berarti berwarna sangat merah. Warna *edible film* yang cenderung merah keunguan disebabkan oleh antosianin dari ekstrak kulit buah naga merah. Berdasarkan hasil perhitungan total antosianin pada lampiran 4, didapatkan bahwa pada *edible film* ekstrak kulit buah naga merah mengandung antosianin sebesar 4,99 ppm. Antosianin tersebut didapat dari ekstrak kulit buah naga merah yang mengandung

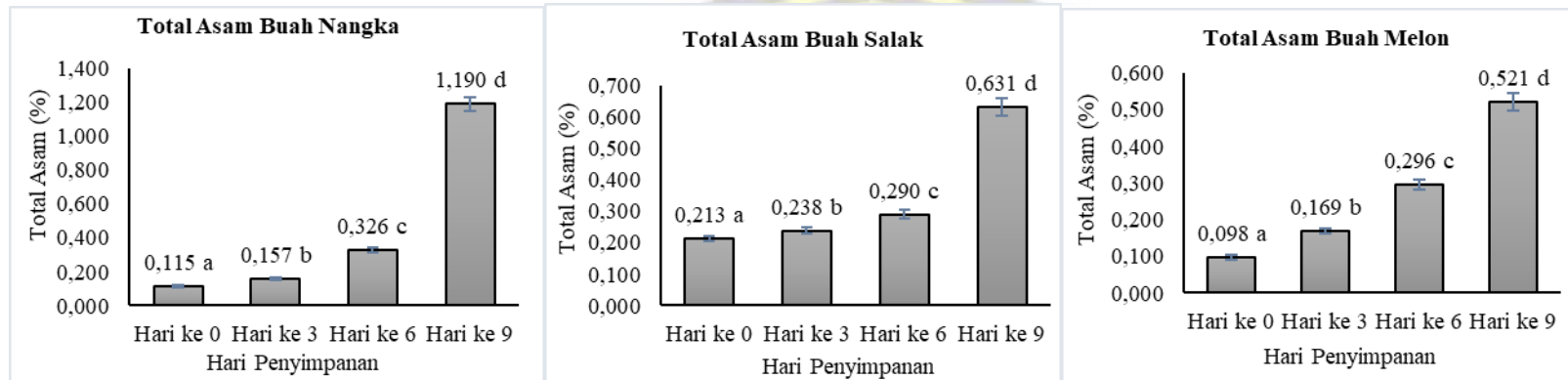


antosianin sebesar 13,86 ppm. Warna *edible film* yang merah, juga disebabkan oleh pH ekstrak kulit buah naga merah. Ekstrak antosianin kulit buah naga merah berada pada pH 4,6. Menurut Brouillard (1982) pada pH 4 antosianin berwarna merah keunguan. pH >3 menghasilkan antosianin berwarna merah terang karena kation flavilium berubah bentuk menjadi basa kuinonoidal yang berwarna biru hingga ungu. Selain itu, standar deviasi warna *edible film* yang dihasilkan untuk nilai a sebesar 1,14 yang menunjukkan warnanya menyebar merata.

## 4.2 Parameter Kerusakan Buah Potong

### 4.2.1 Total Asam

Total asam adalah jumlah asam yang terdapat dalam bahan pangan (Winarno, 2003). Nilai total asam dinyatakan sebagai jumlah asam asetat, karena asam asetat diproduksi dan diekskresikan oleh bakteri-bakteri tertentu dari genus *Acetobacter* dan spesies *Clostridium acetobutylicum* secara anaerob. Bakteri-bakteri ini terdapat pada makanan, air, tanah, sehingga asam asetat juga terdapat secara alami diproduksi pada buah-buahan/makanan yang telah basi (Mazinanian *et al.*, 2015).



Gambar 4.1 Total Asam masing – masing buah selama penyimpanan

Berdasarkan gambar 4.1 bahwa hari penyimpanan berpengaruh nyata terhadap total asam masing – masing buah. Pada hari ke 0 buah kondisi masing - masing buah segar, dengan total asamnya yang rendah. Nilai total asam mengalami sedikit peningkatan pada hari ke 3, dengan kondisi buah masih segar namun tidak sesegar pada hari ke 0. Perbedaan kondisi buah ini ditunjukkan oleh hasil uji duncan bahwa pada hari ke 0 nilai total asam berbeda dengan hari ke 3, yang berarti tingkat kesegarannya berbeda. Pada hari 6 kondisi buah mulai rusak yang ditandai dengan peningkatan total asam. Kondisi buah yang mulai rusak pada juga ditunjukkan oleh hasil uji duncan bahwa total asamnya berbeda dengan hari ke 3 dan ke 0. Hari ke 9 penyimpanan kondisi buah sudah rusak yang ditandai dengan peningkatan total asam yang sangat tinggi. Kondisi rusak ini ditunjukkan oleh hasil uji duncan yang nilainya berbeda dengan hari ke 6, 3, dan 0.

Peningkatan nilai total asam selama penyimpanan disebabkan asam – asam organik dalam buah yang dihasilkan dari fermentasi asam asetat oleh spesies bakteri anaerob, *Acetobacterium*. Semakin lama hari penyimpanan, maka asam organik yang dihasilkan semakin tinggi, karena selama penyimpanan terjadi fermentasi oleh mikroba yang memecah gula-gula dalam buah untuk melangsungkan hidupnya dan menghasilkan senyawa metabolit berupa asam-asam organik (Frank, 1996). Asam organik yang dihasilkan dinyatakan dalam asam asetat yang diproduksi dan diekskresikan oleh bakteri-bakteri tertentu, misalnya dari genus *Acetobacter* dan spesies *Clostridium acetobutylicum*. Bakteri-bakteri tersebut terdapat pada air, tanah, makanan, sehingga asam asetat juga terdapat secara alami diproduksi pada buah-buahan/makanan yang telah basi (Mazinanian *et al.*, 2015)

Tabel 4.2 Kerusakan Buah Berdasarkan Parameter Total Asam

Hari Penyimpanan	Kondisi Buah	Hari Penyimpanan	Kondisi Buah	Hari Penyimpanan	Kondisi Buah
Buah Nangka hari ke – 0	Segar	Buah Salak hari ke – 0	Segar	Buah Melon hari ke – 0	Segar
Buah Nangka hari ke – 3	Masih Segar	Buah Salak hari ke – 3	Masih Segar	Buah Melon hari ke – 3	Masih Segar
Buah Nangka hari ke – 6	Mulai Rusak	Buah Salak hari ke – 6	Mulai rusak	Buah Melon hari ke – 6	Mulai rusak
Buah Nangka hari ke – 9	Rusak (Paling Rusak)	Buah Salak hari ke – 9	Rusak (Paling tidak rusak)	Buah Melon hari ke – 9	Rusak

Berdasarkan parameter total asam, buah nangka memiliki tingkat kerusakan yang paling tinggi, kedua adalah buah melon, dan terakhir buah salak. Buah salak meskipun nilai total asamnya lebih tinggi daripada buah melon, tetapi peningkatan total asamnya lebih rendah daripada buah melon. Hal ini disebabkan kandungan gula dalam buah melon yang rendah, menyebabkan substrat untuk dihasilkan asam organik lebih rendah, sehingga asam organik yang dihasilkan juga rendah. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Manurung *et al* (2013) bahwa pada buah salak, meskipun kandungan karbohidratnya tinggi (20,1 g) akan tetapi kadar gulanya yang rendah yaitu 1,081% dan pH nya yang asam (4,679), membuat



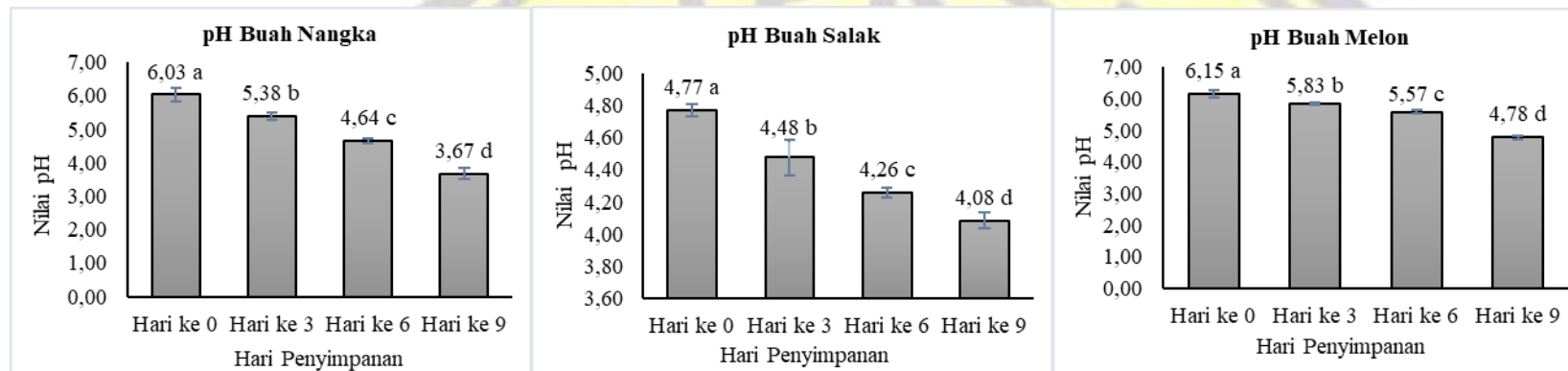
## DIGITAL REPOSITORY UNIVERSITAS JEMBER

aktivitas mikroba terganggu dalam mengubah karbohidrat menjadi asam – asam organik. Sedangkan pada buah melon juga menghasilkan asam organik yang rendah pada hari ke 9, meskipun pHnya mendekati netral. Hal ini dikarenakan kandungan gulanya lebih sedikit daripada nangka yaitu 8,12 g (USDA, 2019). Substratnya yang sedikit, membuat asam organik yang dihasilkan juga sedikit.



#### 4.2.2 pH

pH adalah jumlah konsentrasi ion H<sup>+</sup> pada larutan yang menyatakan tingkat keasaman dan kebasaan suatu bahan yang diukur pada skala 0 - 14 (Astria *et al.*, 2014). pH merupakan salah satu faktor penentu kerusakan buah, karena semakin rendah pH selama penyimpanan karena asam yang terbentuk, menandakan buah mulai tidak segar (Falah *et al.*, 2018).

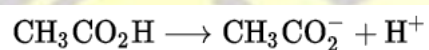


Gambar 4.2 pH masing – masing buah selama penyimpanan

Berdasarkan gambar 4.2 bahwa hari penyimpanan berpengaruh nyata terhadap pH masing – masing buah. Pada hari ke 0 buah kondisi masing - masing buah segar, dengan pH buah nangka dan melon yang menuju netral, sedangkan buah salak sudah memiliki pH asam. pH buah mulai mengalami penurunan sejak hari ke 3 dengan kondisi buah masih segar, namun tidak sesegar pada hari ke 0. Perbedaan kondisi buah ini ditunjukkan oleh hasil uji duncan bahwa pada hari ke 0 nilai pHnya berbeda dengan hari ke 3, yang berarti tingkat kesegarannya berbeda. Pada hari ke 6 kondisi buah mulai rusak yang ditandai dengan terus terjadi penurunan pH. Kondisi buah yang mulai rusak pada juga ditunjukkan oleh hasil uji duncan bahwa pHnya berbeda dengan hari ke 3 dan ke 0. Hari ke 9 penyimpanan

kondisi buah sudah rusak yang ditandai dengan penurunan pH hingga sangat asam. Kondisi rusak ini ditunjukkan oleh hasil uji duncan yang nilainya berbeda dengan hari ke 6, 3, dan 0.

Penurunan pH disebabkan asam-asam organik hasil fermentasi. Asam-asam organik yang terlarut akan melepaskan proton ( $H^+$ ) sehingga menurunkan pH. Selama proses fermentasi, Acetobacter melakukan metabolisme terhadap sukrosa dan menghasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat dan asam glukonat, oleh karena itu terjadi peningkatan kadar asam dan terjadi penurunan pH (Sreeramulu, 2000). Atom hidrogen (H) yang menjadi pusat pada gugus karboksil ( $-COOH$ ) dalam asam karboksilat seperti asam asetat dapat dilepaskan sebagai ion  $H^+$  (proton) melalui proses ionisasi sebagai berikut :



Tabel 4.3 Kerusakan Buah Berdasarkan Parameter pH

Hari Penyimpanan	Kondisi Buah	Hari Penyimpanan	Kondisi Buah	Hari Penyimpanan	Kondisi Buah
Buah Nangka hari ke - 0	Segar	Buah Salak hari ke - 0	Segar	Buah Melon hari ke - 0	Segar
Buah Nangka hari ke - 3	Masih Segar	Buah Salak hari ke - 3	Masih Segar	Buah Melon hari ke - 3	Masih Segar
Buah Nangka hari ke - 6	Mulai Rusak	Buah Salak hari ke - 6	Mulai Rusak	Buah Melon hari ke - 6	Mulai rusak
Buah Nangka hari ke - 9	Rusak (Paling Rusak)	Buah Salak hari ke - 9	Rusak (Paling tidak rusak)	Buah Melon hari ke - 9	Rusak

Berdasarkan parameter pH, buah nangka memiliki tingkat kerusakan yang paling tinggi, kedua adalah buah melon, dan terakhir buah salak. Nilai pH berbanding terbalik dengan nilai total asam. pH yang tinggi disebabkan asam – asam organik yang dihasilkan rendah, sedangkan pH yang rendah disebabkan asam – asam organik yang dihasilkan tinggi. Buah salak meskipun nilai pHnya lebih tinggi daripada buah melon, tetapi peningkatan total pH lebih rendah daripada buah melon. Hal ini disebabkan kandungan gula dalam buah melon yang

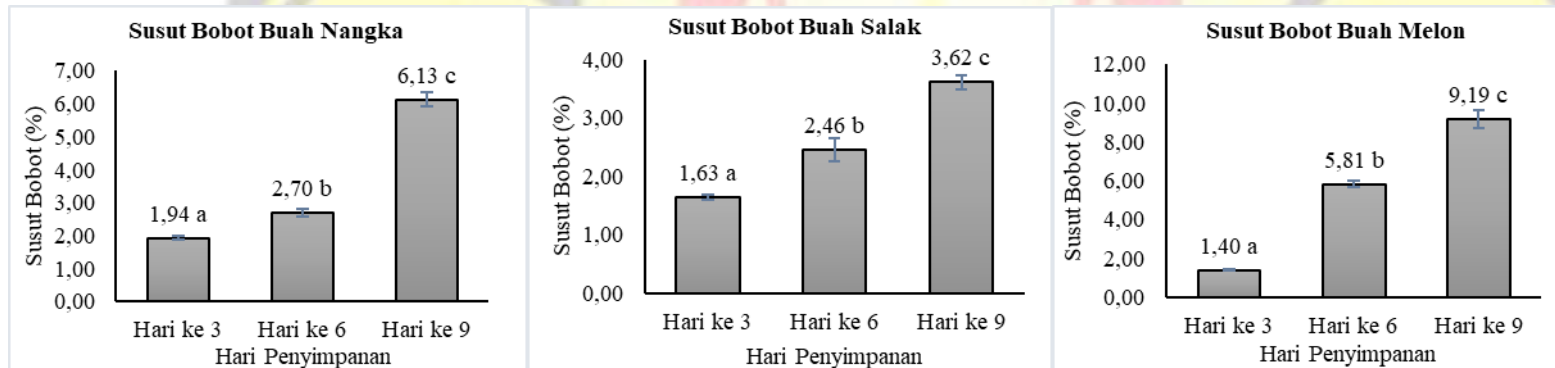


rendah, menyebabkan substrat untuk dihasilkan asam organik lebih rendah, sehingga asam organik yang dihasilkan juga lebih rendah, menyebabkan ion – ion  $H^+$  yang dihasilkan juga sedikit, sehingga pH yang dihasilkan rendah. Pada buah nangka dan melon mengalami banyak penurunan pH yaitu dari netral mendekati asam, menjadi asam bahkan sangat asam. Hal ini disebabkan pada pH tersebut merupakan pH yang paling optimal untuk mikroba tumbuh. Pada umumnya mikroorganisme dapat tumbuh pada kisaran pH 6-8 (Buckle *et al.*, 1987). pH netral merupakan pH dimana aktivitas enzim yang dibutuhkan oleh mikroba untuk mengkatalis reaksi-reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan mikroba bekerja optimal (Suriani *et al.*, 2013). Mikroba mampu menghasilkan asam organik untuk menurunkan pH lingkungannya. Menurut Mustakin (1993) mikroba mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam-asam organik dan menurunkan pH hingga menjadi 3 sampai 4,5 (Rostini, 2007).

pH buah salak yang sejak awal sudah asam, sehingga kondisi yang asam tersebut dapat mengganggu pertumbuhan mikroba untuk menghasilkan asam – asam organik. Oleh karena itu penurunan pH buah salak sedikit, karena asam – asam yang dihasilkan oleh mikroba juga sedikit akibat aktivitas mikroba terganggu. Menurut Haryati *et al.* (2015) pada pH yang rendah, membran sel pada mikroba menjadi jenuh oleh ion hidrogen sehingga membatasi transport membran. Sehingga sebagian substansi asam yang tidak terurai meresap ke dalam sel, kemudian terjadi ionisasi dan pH sel berubah. Perubahan yang terjadi menghambat proses pengiriman asam-asam amino dari RNA sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan mikroba bahkan dapat membunuh mikroba itu sendiri.

#### 4.2.3 Susut Bobot

Susut bobot merupakan selisih berat awal dengan berat buah setelah disimpan setiap 3 hari kemudian dibagi dengan berat awal buah, dihitung dalam persen (Hidayat *et al.*, 2018). Susut bobot dapat digunakan sebagai indikator kerusakan buah, karena susut bobot disebabkan tekanan turgor sel dapat menyebabkan kerusakan jaringan sel dalam buah dapat mengakibatkan kehilangan air dalam buah (sineresis) dan menyebabkan buah lebih lunak. Sineresis dapat terjadi akibat pengekerutan gel dan mengakibatkan bahan pangan melepaskan air. Gel yang mengkerut dan terjadi pelepasan air tersebut membuat tekstur menjadi lunak dan membuat terjadinya susut bobot (Kuncari *et al.*, 2014).



Gambar 4.3 Susut bobot masing – masing buah selama penyimpanan

Berdasarkan gambar 4.3 bahwa hari penyimpanan berpengaruh nyata terhadap susut bobot masing – masing buah. Pada hari ke 0 buah kondisi masing - masing buah segar, sehingga belum terjadi susut bobot. Pada hari ke 3 buah masih segar, namun tidak sesegar pada hari ke 0, karena hanya mengalami sedikit susut bobot, sedangkan hari ke 6 mulai terjadi





peningkatan susut bobot yang cukup tinggi yang menandakan mulai rusak. Kondisi buah yang mulai rusak berdasarkan parameter susut bobotnya, ditunjukkan oleh hasil uji duncan bahwa susut bobot hari ke 6 berbeda dengan hari ke 3 dan ke 0. Pada hari ke 9 buah sudah rusak karena susut bobotnya sangat tinggi. Kondisi rusak ini ditunjukkan oleh hasil uji anova yang nilainya berbeda dengan hari ke 6 dan 3.

Menurut Muchtadi *dalam* Capricon (2013) turgor dari sel-sel yang masih hidup menyebabkan kerusakan jaringan sel dalam buah dapat mengakibatkan kehilangan air dalam buah (sineresis) dan menyebabkan buah lebih lunak. Sineresis dapat terjadi akibat pengekerutan gel dan mengakibatkan bahan pangan melepaskan air (Kuncari *et al.*, 2014). Gel yang mengkerut dan terjadi pelepasan air tersebut membuat tekstur menjadi lunak dan membuat terjadinya susut bobot.

Tabel 4.4 Kerusakan Buah Berdasarkan Parameter Susut Bobot

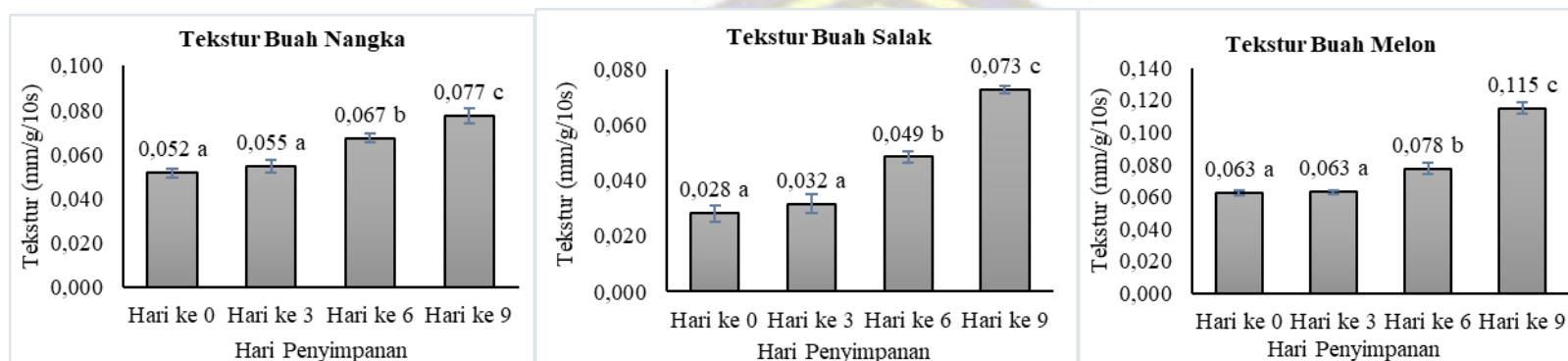
Hari Penyimpanan	Kondisi Buah	Hari Penyimpanan	Kondisi Buah	Hari Penyimpanan	Kondisi Buah
Buah Nangka hari ke - 3	Masih Segar	Buah Salak hari ke - 3	Masih Segar	Buah Melon hari ke - 3	Masih Segar
Buah Nangka hari ke - 6	Mulai Rusak	Buah Salak hari ke - 6	Mulai rusak	Buah Melon hari ke - 6	Mulai rusak
Buah Nangka hari ke - 9	Rusak	Buah Salak hari ke - 9	Rusak (Paling tidak rusak)	Buah Melon hari ke - 9	Rusak (Paling Rusak)

Susut bobot terjadi karena selama proses penyimpanan terjadi perubahan fisikokimia berupa pelepasan air. Buah yang disimpan pada suhu refrigerant atau pada suhu dingin, ketika suhu semakin diturunkan maka polimer buah akan berubah menjadi struktur double helix dan membentuk struktur gel yang kokoh (Imeson, 2009). Namun terbentuknya agregat yang terus menerus pada suhu dingin dapat menyebabkan gel semakin mengkerut, sehingga cenderung memeras air keluar dari dalam sel. Sineresis yang tinggi menandakan bahwa kekuatan gel mulai mengalami kerusakan dan melemah. Sineresis yang terjadi dalam bahan pangan sangat berkaitan erat dengan kekuatan gel. Terjadinya sineresis diakibatkan oleh tidak terikat kuatnya air dalam komponen bahan pangan.

Semakin tinggi nilai sineresis, maka kemampuan bahan untuk mengikat air semakin rendah, yang menyebabkan air dalam produk banyak keluar. Banyaknya air yang keluar dapat membuat buah mengalami susut bobot. Pada buah melon sangat berair, sehingga tranpirasi yang terjadi pada buah melon juga besar menyebabkan susut bobotnya besar. Begitu pula sebaliknya dengan salak, salak buah yang tidak berair, sehingga susut bobotnya rendah. Buah melon memiliki kandungan air yang tinggi, yaitu 89,82 g (USDA, 2019). Sedangkan buah nangka memiliki kandungan air sebesar 73,46% dan buah salak memiliki kandungan air paling rendah yaitu 77,9 mg, sehingga air yang keluar selama penyimpanan juga sedikit, menyebabkan susut bobotnya juga rendah (Manurung *et al.* 2013; USDA, 2019).

#### 4.2.4 Tekstur

Tekstur merupakan tingkat kekerasan, kerenyahan, kekenyalan, maupun kelembutan dari suatu produk pangan. Tekstur dapat digunakan sebagai indikator kerusakan buah. Buah yang masih mentah memiliki tekstur yang keras, semakin matang buah, teksturnya semakin lunak, begitu juga semakin busuk buah, teksturnya semakin lunak (Kaderb, 2002).



Gambar 4.4 Tekstur masing – masing buah selama penyimpanan

Berdasarkan gambar 4.4 bahwa hari penyimpanan berpengaruh nyata terhadap tesktur masing – masing buah, kecuali pada penyimpanan hari ke 0 dan ke 3, nilai tekstur tidak berpengaruh nyata. Pada hari ke 0 buah kondisi masing - masing buah segar, dengan nilai teksturnya yang sangat rendah. Pada hari ke 3 nilai tekstur hanya mengalami sedikit peningkatan dan berdasarkan hasil uji duncan, bahwa pada hari ke 0 dan 3 tidak berbeda nyata, yang berarti kondisinya sama, yaitu masih keras dan segar. Hal ini dikarenakan buah disimpan pada suhu dingin, sehingga berdasarkan parameter fisik yaitu tekstur, pada hari ke 3 masih belum terjadi kerusakan. Menurut Musaddad (2013) bahwa penyimpanan pada suhu rendah dapat menghambat laju penurunan mutu buah melalui 2 prinsip dasar, yaitu memperlambat kecepatan reaksi metabolisme sehingga dapat menghambat laju penurunan fisiologis dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kebusukan dan kerusakan. Oleh karena itu buah penyimpanan hari ke 0 dan 3 masih tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur buah. Pada hari ke 6 kondisi buah berdasarkan parameter tekstur mulai rusak yang ditunjukkan mulai terjadi peningkatan nilai tesktur yang cukup tinggi dan hasil ini juga diperkuat hasil uji duncan bahwa nilai



tekstur hari ke 6 berbeda dengan hari ke 3 dan ke 0. Hari ke 9 penyimpanan kondisi buah sudah rusak yang ditandai dengan peningkatan nilai tesktur yang sangat tajam, kondisi rusak ini ditunjukkan oleh hasil uji duncan yang nilainya berbeda dengan hari ke 6, 3, dan 0.

Berdasarkan penelitian Manurung *et al.*, (2013) bahwa buah mengalami penurunan mutu seperti teksturnya mengalami penurunan ditandai dengan makin melunaknya daging buah. Tekstur buah mengalami penurunan tingkat kekerasan menjadi lunak yang ditandai dengan daya tahan tekanan yang semakin tinggi. Semakin tinggi nilai tekstur, maka teksturnya semakin lunak. Buah yang disimpan pada suhu refrigerant atau pada suhu dingin, ketika suhu semakin diturunkan maka polimer akan berubah menjadi struktur double helix dan membentuk struktur gel yang kokoh (Imeson, 2009). Namun terbentuknya agregat yang terus menerus pada suhu dingin dapat menyebabkan gel semakin mengerut (*shrinked*) sehingga cenderung memeras air keluar dalam sel. Sineresis yang semakin tinggi menandakan bahwa kekuatan gel mulai mengalami kerusakan dan melemah. Sineresis yang terjadi dalam bahan pangan sangat berkaitan erat dengan kekuatan gel. Terjadinya sineresis diakibatkan oleh tidak terikat kuatnya air dalam komponen bahan pangan. Semakin tinggi nilai sineresis, maka kemampuan bahan untuk mengikat air semakin rendah, yang menyebabkan air dalam produk banyak keluar. Banyaknya air yang keluar dapat membuat tekstur menjadi lunak.

Tabel 4.5 Kerusakan Buah Berdasarkan Parameter Susut Bobot

Hari Penyimpanan	Kondisi Buah	Hari Penyimpanan	Kondisi Buah	Hari Penyimpanan	Kondisi Buah
Buah Nangka hari ke – 0	Segar	Buah Salak hari ke – 0	Segar	Buah Melon hari ke – 0	Segar
Buah Nangka hari ke – 3	Segar	Buah Salak hari ke – 3	Segar	Buah Melon hari ke – 3	Segar
Buah Nangka hari ke – 6	Mulai Rusak	Buah Salak hari ke – 6	Mulai rusak	Buah Melon hari ke – 6	Mulai rusak
Buah Nangka hari ke – 9	Rusak	Buah Salak hari ke – 9	Rusak (Paling tidak rusak)	Buah Melon hari ke – 9	Rusak (Paling Rusak)

Pada buah melon sangat berair, sehingga tranpirasi yang terjadi pada buah melon juga besar menyebabkan susut bobotnya besar. Begitu pula sebaliknya dengan salak, salak buah yang tidak berair, sehingga susut bobotnya rendah. Menurut Muchtadi *dalam* Capricon (2013) pelunakan buah dipengaruhi oleh turgor dari sel-sel yang masih hidup. Turgor adalah tekanan dari isi sel terhadap dinding sel yang mempunyai sifat plastis. Penurunan kekerasan atau pelunakan pada buah ditandai dengan berubahnya pektin tidak larut menjadi pektin yang larut dalam air sebanyak lebih dari 40%. Sehingga terjadi penurunan tekanan turgor sel. Aktifitas beberapa enzim diantaranya enzim-enzim pektinase yang mampu mengkatalis degradasi protopektin yang tidak larut menjadi substansi pektin yang larut. Perubahan komposisi substansi pektin ini akan mempengaruhi kekerasan buah - buahan (Hartanto dan Sianturi, 2008). Pada buah salak dan melon mengalami peningkatan nilai tekanan yang cukup tinggi dikarenakan kandungan pektin didalamnya lebih tinggi dibandingkan kandungan pektin angka. Menurut Manurung *et al.*, (2013) tekstur buah salak mengalami penurunan tingkat kekerasan menjadi lunak yang ditandai dengan daya tahan tekanan yang semakin tinggi. Semakin tinggi nilai tekstur, maka teksturnya semakin lunak. Hal ini berhubungan dengan kandungan pektin yang terdapat pada daging buah salak, dimana kandungan pektin terlarut jauh lebih tinggi.

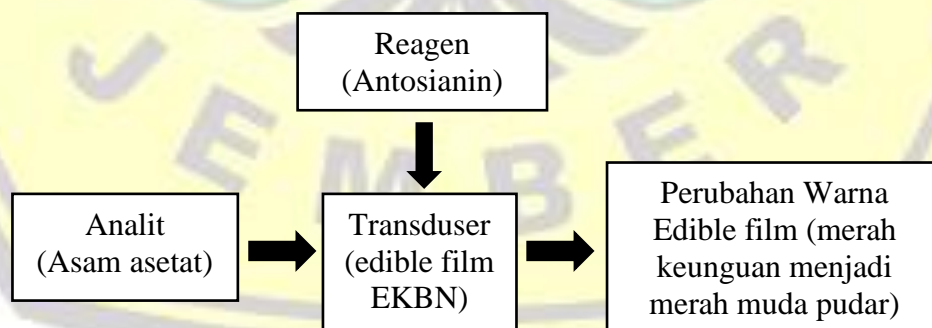




#### 4.3 Kemampuan *Edible Film* Kitosan – Ekstrak Kulit Buah Naga Merah sebagai Biosensor dalam Mendeteksi Kerusakan Buah melalui Perubahan Warna

Berdasarkan hasil perhitungan total antosianin pada lampiran 4, didapatkan bahwa pada *edible film* ekstrak kulit buah naga merah mengandung antosianin sebesar 4,99 ppm. Antosianin tersebut didapat dari ekstrak kulit buah naga merah yang mengandung antosianin sebesar 13,86 ppm. *Edible film* yang masih memiliki antosianin meskipun kadarnya tidak sebanyak saat masih menjadi ekstrak, dikarenakan adanya bahan tambahan lain yang digunakan, sehingga konsentrasinya berkurang membuat kadarnya juga berkurang. *Edible film* yang masih memiliki kandungan antosianin tersebut dapat digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi kerusakan buah berdasarkan indikator pHnya. Indikator pH merupakan zat yang berubah warna seiring dengan perubahan pH atau disebut juga indikator asam basa (Xiao-wei *et al.*, 2018). Antosianin adalah senyawa yang bersifat amfoter, sehingga memiliki kemampuan untuk bereaksi baik dengan asam maupun dalam basa. Pada media asam antosianin berwarna merah dan berubah menjadi ungu dan biru jika media bertambah basa. Perubahan warna karena perubahan kondisi lingkungan ini tergantung dari gugus yang terikat pada struktur dasar dari posisi ikatannya (Charley, 1970).

Sensor dapat bereaksi dengan asam – asam volatile buah sehingga dapat merubah warna *edible film* yang dapat dijadikan indikator kerusakan buah. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Gambar 4.5 Skema *edible film* kitosan sebagai sensor untuk deteksi kerusakan buah

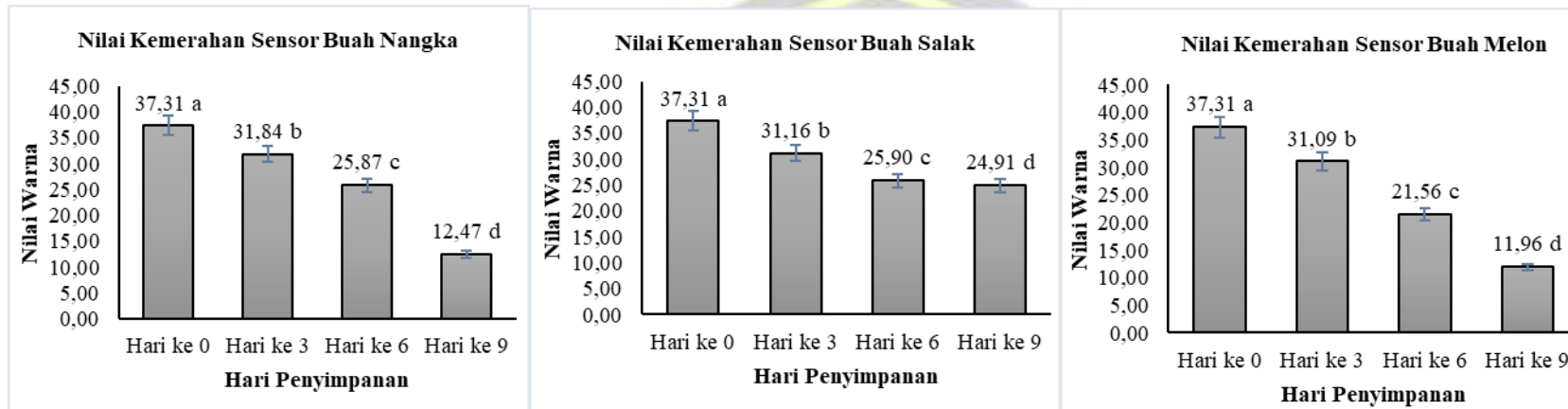
Reagen merupakan elemen sensor yang mampu memberikan respon terhadap suatu zat yang diukur. Reagen pada penelitian ini yaitu antosianin dari ekstrak kulit buah anag merah dan zat yang diukur berupa analit, yaitu senyawa kimia yang menjadi target analisis. Analit pada penelitian ini yaitu asam volatile berupa asam asetat. Nantinya akan terjadi reaksi melalui transduser, yaitu sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya. Transduser berupa edible film akan mengubah reaksi antara antosianin dan asam asetat berupa perubahan yang nampak secara visual oleh konsumen. Sehingga konsumen dapat mendeteksi kondisi sebenarnya dari buah.

*Edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah mampu mendeteksi kerusakan buah dengan merubah warnanya. Semakin cerah warna, atau warna merah gelap yang berubah menjadi merah cerah hingga merah muda menandakan buah semakin rusak. Hal ini sesuai dengan penelitian Nurrosyidah (2019) yang membuat label kesegaran dari antosianin kubis ungu untuk deteksi kerusakan buah semangka pada suhu *chiller*. Dihasilkan warna indikator yang berubah dari ungu menjadi merah muda karena perubahan pH dari analit yang dihasilkan, yaitu asam asetat.

Tabel 4.6 Perubahan warna *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah dalam mendeteksi kerusakan buah

Hari ke	Buah Nangka		Buah Salak		Buah Melon		Kondisi Buah
	Warna edible film	Gambar Buah	Warna edible film	Gambar Buah	Warna edible film	Gambar Buah	
0							Segar
3							Masih Segar
6							Mulai Rusak
9							Rusak





Gambar 4.6 Nilai kemerahan edible film sebagai sensor yang diaplikasikan pada masing – masing buah selama penyimpanan

Berdasarkan gambar 4.6 bahwa hari penyimpanan berpengaruh nyata terhadap nilai kemerahan *edible film* yang diaplikasikan pada masing – masing buah. Kemerahan *edible film* hari ke 0 berbeda dengan hari ke 3, yang berarti sensor menunjukkan bahwa kondisi buah hari ke 0 dan 3 berbeda nyata, yaitu segar dan masih segar namun kesegaran buah hari ke 3 tidak sesegar pada hari ke 0. Hari ke 6 penyimpanan nilai kemerahannya juga berbeda dengan hari 3 dan 0, yang berarti sensor menunjukkan bahwa kondisi buah hari ke 6, 3, dan ke 0 berbeda nyata, yaitu mulai rusak. Hal ini dikarenakan penurunan nilai kemerahan cukup tinggi, berarti antosianin dalam *edible film* bereaksi dengan banyak asam – asam volatile, yaitu asam asetat sehingga warna yang dihasilkan merah muda pudar, menyebabkan nilai kemerahannya menurun. Menurut Sipahli *et al.*, (2017) Asam asetat merupakan asam lemah, yang jika bereaksi dengan antosianin akan menyebabkan perubahan warna menjadi warna merah memudar pada pH asam. Pada hari ke 9 penyimpanan nilai kemerahannya juga

berbeda dengan hari 6, 3 dan 0, yang berarti sensor menunjukkan bahwa kondisi buah hari ke 9 berbeda nyata dengan hari ke 6, 3 dan 0, yaitu sudah rusak. Hal ini dikarenakan penurunan nilai kemerahan semakin tinggi, berarti antosianin dalam edible film bereaksi dengan banyak asam – asam volatile, yaitu asam asetat sehingga warna yang dihasilkan merah muda pudar, menyebabkan nilai kemerahannya sangat menurun.

Pada buah salak saat kondisi segar sudah memiliki pH asam, hingga hari ke 9 hanya mengalami sedikit penurunan pH, sehingga dapat mempertahankan warna *edible film* yang dihasilkan untuk tetap merah. Hal ini dikarenakan antosianin yang terkandung dalam ekstrak kulit buah naga merah cenderung lebih stabil pada kondisi pH asam. Menurut Sipahli *et al.*, (2017) bahwa kondisi pH asam dapat lebih memantapkan kestabilan antosianin dalam bentuk kation flavium merah. Oleh karena itu warna kemerahan pada *edible film* buah salak lebih tinggi. Warna *edible film* pada buah melon lebih cerah dan lebih pudar daripada buah nangka. Hal ini dikarenakan pH buah melon yang jauh lebih tinggi daripada nangka, sehingga asam – asam organik yang dihasilkan lebih rendah, menyebabkan antosianin dalam *edible film* buah melon tidak stabil dan berubah warna menjadi merah muda pudar seperti hampir tidak berwarna. Menurut Fathinatullabibah *et al.*, (2014) ketidakstabilan dalam struktur antosianin menyebabkan senyawa antosianin mudah mengalami hidrolisis pada ikatan glikosidik dan cincin aglikon menjadi terbuka, sehingga membentuk berbagai aglikon yang labil, serta gugus karbinol dan kalkon yang tidak berwarna. Sedangkan pada buah nangka yang pHnya sangat rendah karena asam – asam organik yang dihasilkan tinggi, membuat antosianin didalam *edible film* berubah strukturnya akibat bereaksi dengan asam – asam organik tersebut menghasilkan warna merah cerah pudar (Sipahli *et al.*, 2017).

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. *Edible film* dari kitosan dengan pelarut ekstrak kulit buah naga merah memiliki nilai karakteristik mekanik berupa kuat tarik 7,9925 Mpa, dan elongasi 31,2663%. Sedangkan untuk karakteristik fisik berupa ketebalan sebesar 0,2587 mm dan warna merah keunguan agak gelap dengan nilai a 37,72.
2. Hari penyimpanan berpengaruh nyata pada total asam, pH, susut bobot dan tekstur, kecuali pada nilai tekstur hari ke 0 dan 3 tidak berpengaruh nyata. Selain itu *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah memiliki kemampuan untuk merubah warnanya dalam mendeteksi kerusakan buah potong. Semakin rusak buah, maka warnanya semakin merah pudar. Hari penyimpanan juga berpengaruh nyata pada nilai kemerahan edible film yang diaplikasikan pada masing – masing buah selama 9 hari penyimpanan.

### 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dilakukan pengukuran kadar antosianin pada ekstrak kulit buah naga merah dan *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah yang dihasilkan. Selain itu pada sensor dilengkapi dengan membran semi permeable, sehingga ada akses langsung meskipun edible film tidak bersentuhan langsung dengan buah, tetapi membran yang akan mentransfernya pada edible film.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alves, V.D., Mali, S., Beleia, A. dan Grossmann, M.V.E. (2007). Effect of glycerol and amylase enrichment on cassava starch film properties. *Journal of Food Engineering*. 78: 941-946.
- ASTM. (2018). *Standart Test Methods for Water Vapor Transmissions of Materials Annual Book of ASTM Standarts*. American Society for Testing and Materials. West Conshohoken.
- Biji, K.B., C.N. Ravishankar, C.O. Mohan, dan T.K.S. Gopal. (2015). Smart packaging systems for food applications: a review. *Journal of Food Science Technology*. 52: 6125–6135.
- Butler, B.L., P.J. Vergano, R.F. Testin, J.M. Bunn, dan J.L. Wiles. (1996). Mechanical and barrier properties of edible chitosan films as affected by composition and storage. *J. Food Science*. 61(5): 953-955.
- Chen, H. M. Z., B. Bhandarid, Z. Guoe. (2018). Applicability of a colorimetric indicator label for monitoring freshness of fresh-cut green bell pepper. *Postharvest Biology and Technology*. 140: 85–92.
- Daryanti, S. R., dan Suparmo. (2004). Upaya menghambat pelunakan tekstur buah nangka siap-santap dengan perlakuan pemanasan ringan dan CaCl<sub>2</sub>. *Agrosains*. 17(3) : 369-377.
- Du, H., J. Wu, K. X. Ji, Q. Y. Zeng, M. W. Bhuiya, S. Su, Q. Y. Shu, H. X. Ren, Z. A. Liu, dan L. S. Wang. (2015). Methylation mediated by an anthocyanin, o methyltransferase, is involved in purple flower coloration in paeonia. *Journal of Experimental Botany*. 66(21): 6563–6577.
- Fama, L., Rojas, A.M., Goyanes, S. dan Gerschenson, L. (2005). Mechanical properties of tapioca-starch edible films containing sorbates. *LWT* 38: 631-639.
- Farida, R., dan F.C. Nisa. (2015). Ekstraksi antosianin limbah kulit manggis metode *microwave assisted extraction* (lama ekstraksi dan rasio bahan : pelarut). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 362-373.
- Fathinatullabibah, Kawiji, dan Khasanah, L. U. (2014). Stabilitas Antosianin Ekstrak Daun Jati (*Tectona grandis*) terhadap Perlakuan pH dan Suhu. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 3 (2): 60 – 63.

- Fatnasari, A., Nocianitri, K.A., dan Suparthana, I.P. (2018). Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap karakteristik *edible film* pati ubi jalar (*ipomoea batatas* L.). *Scientific Journal of Food Technology*. 5 (1) : 27-35.
- Fitriani. (2021). Formulasi *edible film* berbasis kitosan dengan fortifikasi ekstrak kulit buah naga (*hylocereus polyrhizus*) sebagai antioksidan. *Skripsi*. Makassar : Universitas Hassanudin.
- Ghaani, M., C.A. Cozzolino, G. Castelli, dan S. Farris. (2016). An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. *Trends Food Science Technology*. 51: 1–11.
- Golasz, L., J. Silva, dan S. Silva. (2013). Film with anthocyanins as an indicator of chilled pork deterioration. *Ciência E Tecnol. Aliment*. 33: 155–162.
- Hariyati, Mauliyah Nur. (2006). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* var *microcarpa*). *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hartanto, R. dan Sianturi, C. (2008). Perubahan kimia, fisika dan lama simpan buah pisang muli dalam penyimpanan atmosfer pasif. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Universitas Lampung.
- Hidayat, T., Ivanti, L. dan Mikasari, W. (2018). Pengaruh Kosentrasi Edible Coating Sarang Lebah Terhadap Susut Bobot, Tekstur, dan TPT Jeruk RGL Selama Penyimpanan. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 5(2) : 1-18.
- Huang, C., Liao, W., Chan, C., and Y. Lai. (2010). Optimization for the anthocyanin extraction from purple sweet potato roots using response surface methodology. *J. Taiwan Agric. Res*, 59(3):143–150.
- Hutching, J.B. (1999). Food Color and Appearance 2nd ed. *A Chapman and Hall Food Science Book*. Aspen Publ. Gaithersburg, Maryland.
- Jamilah, B., Shu, C. E., Kharidah, M., Dzulkily, M. A., dan Noranizan, A. (2011). Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *International Food Research Journal*. 18(1) : 279–286.
- JIS (Japanese Industrial Standard) 2 1707. (1975). Japanese Standards Association
- Kaderb, A.A. (2002). *Quality Parameters of Fresh-cut Fruit and Vegetable Product dalam Fresh-cut Fruit and Vegetables: Science, Technology, and Market*, Lamikanra. O. CRC Press : Florida.

- Kaniou, I., G. Samouris, T. Mouratidou, A. Eleftheriadou, dan N. Zantopoulos, (2001). Determination of biogenic amines in fresh unpacked and vacuum-packed beef during storage at 4°C. *Food Chemistry*. 74: 515-519.
- Khairi, A. N., Falah, A. F., dan Pamungkas, A. P. (2017). Analisis Mutu Pascapanen Melon (*Cucumis melo* L.) Kultivar Glamour Sakata Selama Penyimpanan. *Chemica*. 4(2) : 47-52.
- Khoirunnisa, N. (2016). Pengaruh Iradiasi Gamma Terhadap Kesegaran Buah Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*) Potong. *Disertasi*. Malang : Universitas Brawijaya.
- Latifah, M.N., Shukor, A.R.A., Aziz, IA., Habsah, M., Talib, Y., Rahman, M, and Jabir, H. (2000). Quality of Minimally Processed Jackfruit Stored at Different Temperatures. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.* 28(1): 87-94
- Lesmana, I., Ali, A., dan Johan, V. S. (2017). Variasi Konsentrasi Pektin Kulit Durian Terhadap Karakteristik Fisik Dan Mekanik Edible Film Dari Pati Ubi Jalar Ungu. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 4(2) : 1-10.
- Malau, D. B. N., Utama I. M. S., I. dan Pudja A. R. P. (2020). Pengaruh konsentrasi uap etanol terhadap mutu dan masa simpan pisang barangan (*Musa Sapientum* L). *Jurnal beta (biosistem dan teknik pertanian)*. 8 (2) : 231-239.
- Manurung, V. H., Djarkasi, G. S., Langi, T. M., dan Laluhan, L. E. (2013). Analisis Sifat Fisik Dan Kimia Buah Salak Pangu (*Salacca zalacca*) Dengan Pelilinan Selama Penyimpanan. *In Cocos*. 3(5) : 65 – 72.
- Megawati, M., dan Ulinuha, A. Y. (2014). Ekstraksi pektin kulit buah naga (Dragon fruit) dan aplikasinya sebagai edible film. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(1), 16-23.
- Mernitz, Heather and Wang, Xiang- Dong. (2008). *Beta-carotene*. Encyclopedia of Cancer and Society (Online), Sage Publications.
- Murni, S. W., H. Pawignyo, D. Widyawati, dan N. Sari. (2013). Pembuatan edible film dari tepung jagung (*Zea mays* L.) dan kitosan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*, Kejuangan, Yogyakarta.
- Musaddad, D. (2013). Laju perubahan mutu kubis bunga diolah minimal pada berbagai pengemasan dan suhu penyimpanan. *Jurnal Hortikultura*, 23(2) : 184-194.



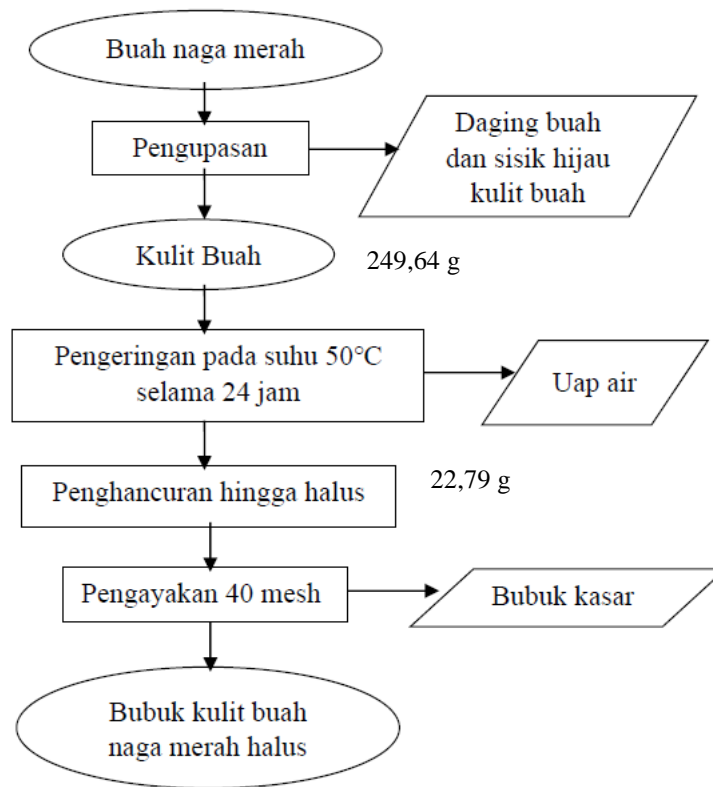
- Nazaruddin, R., S.M.I. Norazelina, M.H. Norziah dan M. Zainudin. (2011). Pectins From Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel. Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia. Malaysia.
- Nugroho, A. A., Basito, B. dan Anandito R. B. K. (2013). Kajian pembuatan edible film tapioka dengan pengaruh penambahan pektin beberapa jenis kulit pisang terhadap karakteristik fisik dan mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2.
- Nurrosyidah, S. (2019). Pengembangan Indikator Alami Kubis Merah (*Brassica Oleracea* Var *Capitata* L. Forma *Rubra* L.) Untuk Mendeteksi Kesegaran Buah Semangka Potong. *Skripsi*. Jember : Universitas Jember.
- Pena, A., A. Sadovoy, A. Doronin, A. Bykov, dan I. Meglinski. (2015). Evaluation of freshness of soft tissue samples with optical coherence tomography assisted by low frequency electric field. *Sovremennye Tehnologii v Medicine*. 7: 69-74.
- Perina, Irene., Satiruiani., Soetaredjo, Felycia Edi., Hindarso, Herman. (2007), Ekstraksi Pektin dari Berbagai Macam Kulit Jeruk. *Skripsi*. Widya Teknik : Universitas Katolik Widya Mandala.
- Rahardyanti, Restiningtyas. (2011). Efek Daya Hambat Kitosan Sebagai Edible Coating Terhadap Mutu Daging Sapi Selama Penyimpanan Suhu Dingin. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Riniati, R., A. Sularasa, dan A. D. Febrianto. (2019). Ekstraksi kembang sepatu (*Hibiscus Rosa Sinensis* L) menggunakan pelarut metanol dengan metode sokletasi untuk indikator titrasi asam basa. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*. 2(1): 34-40.
- Riski, B. (2016). Pengaruh pH Dan Suhu Terhadap Produksi Antibiotika Dari Isolat Bakteri Endofitik Pada Tumbuhan Andalas (*Morus Macrourea* Miq. *Doctoral dissertation*. Universitas Andalas.
- Setiani, W., Sudiarti, T. dan Rahmidar, L. (2013). Preparasi dan karakterisasi edible film dari poliblend pati sukun-kitosan. *Jurnal Kimia Valensi*, 3.
- Setianto, Y. C., Pramono, Y. B., dan Mulyani, S. (2016). Nilai pH, viskositas, dan tekstur yoghurt drink dengan penambahan ekstrak salak pondoh (*Salacca zalacca*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(3) : 110- 113.
- Setiawati, R., dan N. Bafdal. (2020). Dampak kualitas air tanah terhadap kualitas melon (*Cucumis Melo* L.). *Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*. 4(2): 83-93.

- Sipahli, S., V. Mohanlall, dan J. J. Mellem. (2017). Stability and degradation kinetics of crude anthocyanin extract from rosella (*Hibiscus sabdariffa*). *Food Science and Technology*. 37(2): 209-215.
- Standar Nasional Indonesia. (2019). *Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan pH meter*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Suriani, S., Soemarno dan Soeharjono. (2013). Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus Pseudomonas yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*. 3(2): 1-5.
- USDA (United State Departement of Agriculture. (2019). *USDA National Nutrient Database for Standart Reference*.
- Warkoyo., Rahardjo, B., Marseno, D. W., dan Karyadi J. N.W. (2014). Sifat fisik, mekanik, dan barrier edible dilm berbasis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang diinkorporasi dengan kalium sorbet. *Jurnal Agritech*, 34(1) : 72-81.
- Warsiki, E., dan Putri, C. D. W. (2012). Pembuatan label/film indikator warna dengan pewarna alami dan sintetis. *E-jurnal Agro-Industri Indonesia*. 1(2): 82-87.
- Widodo, W. D., Suketi, K., dan Rahardjo, R. (2019). Evaluasi kematangan pascapanen pisang Barangan untuk menentukan waktu panen terbaik berdasarkan akumulasi satuan panas. *Buletin Agrohorti*, 7(2) : 162-171.
- Winarno, F.G. (2003). *Pangan, Gizi, Teknologi, dan konsumen*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Xiao-wei, H., Z. Xiao-bo, S. Ji-yong, L. Zhi-hua, dan Z. Jie-wen. (2018). Colorimetric sensor arrays based on chemo-responsive dyes for food odor visualization, *Trends Food Science Technology*. 81: 90–107.
- Yoshida, C.M.P dan J.Atunes. (2004). Characterization of Whey Protein Emulsion Film. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 21:247-252
- Zhao, L. M., Shi, L. E., Zhang, Z. L., Chen, J. M., Shi, D. D., Yang, J., dan Tang, Z. X. (2011). Preparation and application of chitosan nanoparticles and nanofibers. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 28: 353-362.
- Zou, T., Wang, D., Guo, H., Zhu, Y., Luo, X., Liu, F., and W. Ling. (2012). Optimization of microwave-assisted extraction of anthocyanins from mulberry and identification of anthocyanins in extract using HPLC-ESI-MS. *Journal of Food Science*. 71: 46-50.

## LAMPIRAN – LAMPIRAN

## Lampiran 3. Diagram Alir Tahapan Penelitian

## Lampiran 3.1 Diagram Alir Pembuatan Bubuk Kulit Buah Naga Merah



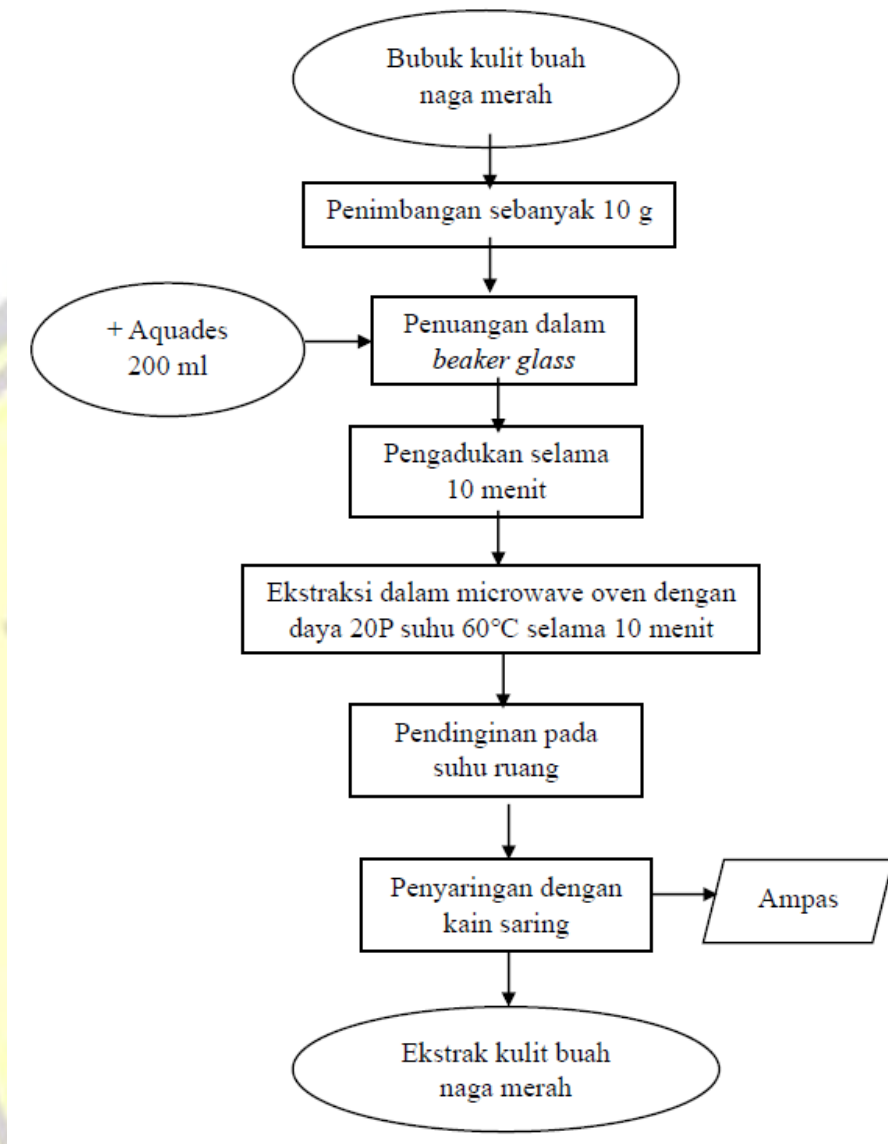
Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan bubuk kulit buah naga merah

Pembuatan bubuk kulit buah naga merah berdasarkan penelitian Huang *et al.* (2010) yang dimodifikasi. Buah naga merah dilakukan pengupasan untuk memisahkan daging buah dan sisik hijau kulitnya sehingga yang tersisa hanya kulitnya yang berwarna merah keunguan. Kulit buah naga merah kemudian dicuci dan dikeringkan dengan pengering kabinet pada suhu 50°C selama 24 jam untuk mengurangi kadar airnya. Kulit yang telah kering kemudian diblender hingga halus untuk memperluas permukaan sehingga antosianin yang diekstrak lebih optimal. Selanjutnya diayak dengan ayakan 40 mesh supaya didapatkan bubuk yang halus dengan ukuran seragam. Terakhir bubuk kulit buah naga merah disimpan dalam botol gelap dalam freezer. Hal ini bertujuan supaya antosianin



didalamnya tidak rusak karena sifat antosianin yang sensitif terhadap cahaya dan suhu tinggi.

**Lampiran 3.2 Diagram Alir Ekstraksi Bubuk Kulit Buah Naga Merah dengan Metode MAE**

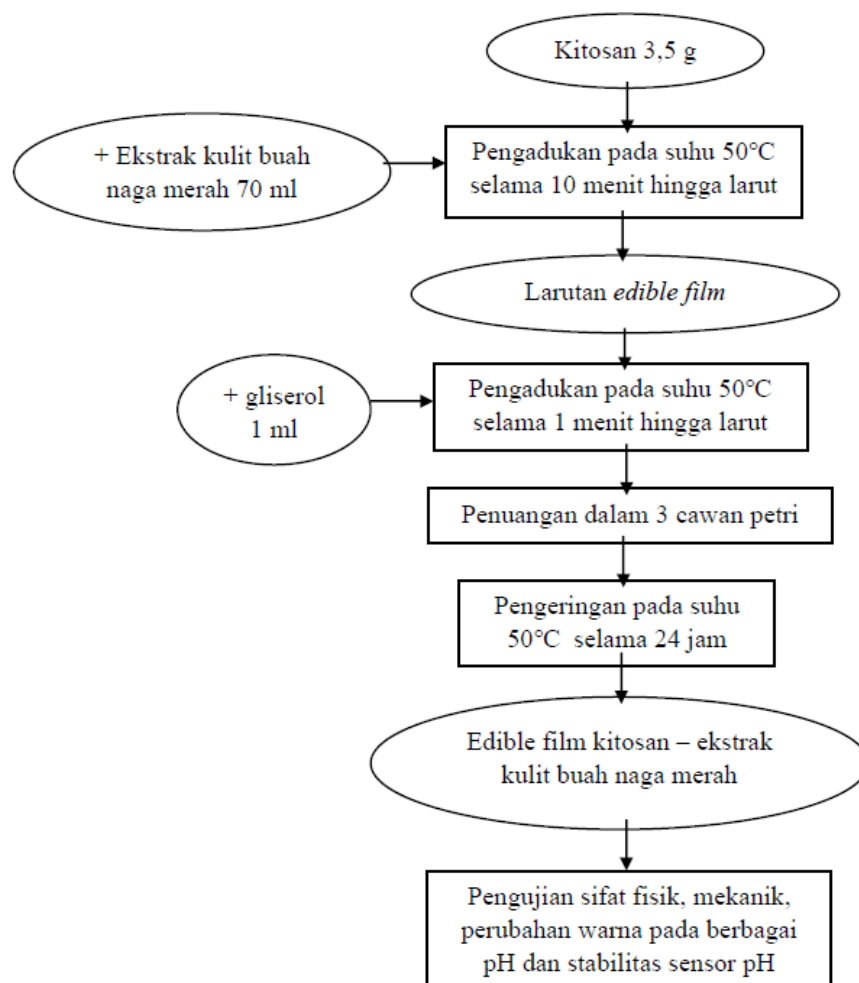


Gambar 3.2 Diagram alir ekstraksi bubuk kulit buah naga merah menggunakan metode MAE *Microwave Assited Extraction*

Ekstraksi bubuk kulit buah naga merah menggunakan metode MAE atau *Microwave Assited Extraction* berdasarkan penelitian Zou *et al.* (2012). Pertama-

tama bubuk kulit buah naga merah ditimbang sebanyak 10 gram, dimasukkan dalam beaker glass, kemudian ditambahkan pelarut aquades 200 ml atau perbandingan bahan dan volume pelarut adalah 1:20 ( b/v). Bubuk kulit buah naga merah yang sudah ditimbang kemudian dimasukkan kedalam *beaker glass* dan ditambahkan pelarut. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan cara memasukkan magnet pengaduk dalam *beaker glass* dan meletakkan *beaker glass* diatas *magnetic stirrer* kemudian diaduk pada kecepatan skala 3 selama 10 menit untuk memberi lama penetrasi pelarut ke dalam bahan. Bahan dan pelarut yang telah diaduk kemudian dimasukkan dalam *microwave oven* dengan daya diatur 160 watt yang bersuhu 60°C, lama ekstraksi selama 10 menit. Setelah proses ekstraksi selesai, sampel didinginkan pada suhu ruang, kemudian dilakukan penyaringan menggunakan kain saring sehingga diperoleh ekstrak kulit buah naga merah.



**Lampiran 3.3 Diagram Alir Pembuatan Edible Film**

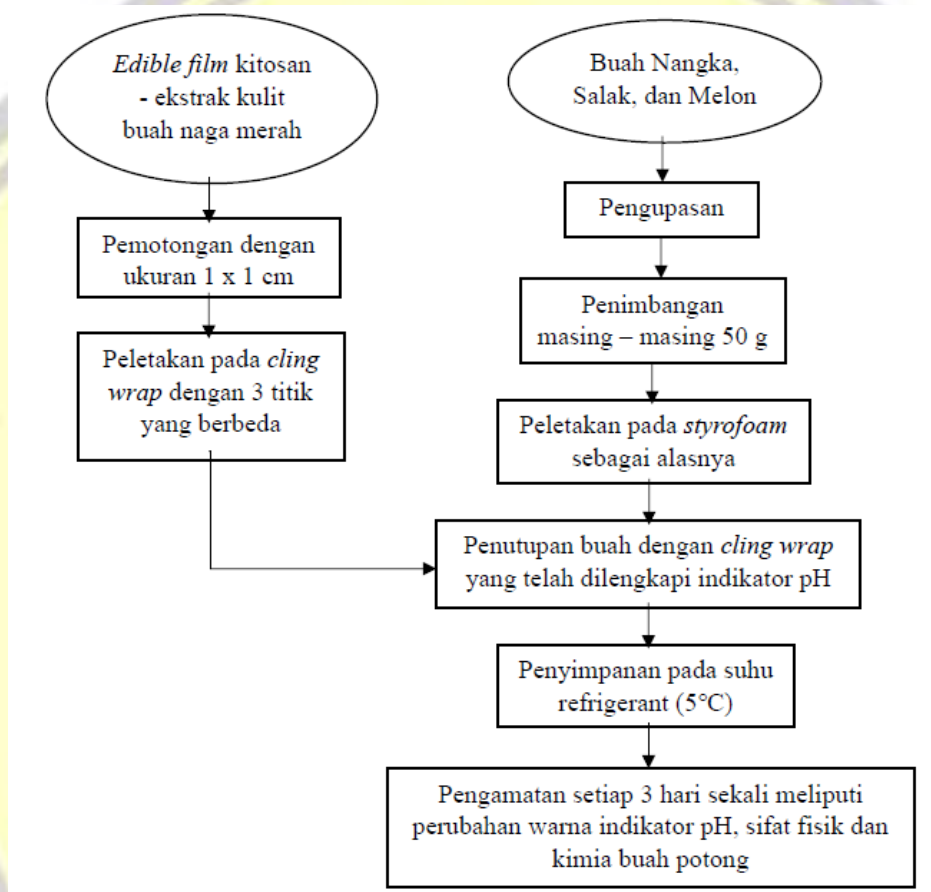
Gambar 3.3 Diagram alir pembuatan *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah

Pembuatan *edible film* berdasarkan penelitian Warsiki dan Putri (2012); Rokhimah (2020) yang dimodifikasi. Pada penelitian sebelumnya menggunakan 3,5 g kitosan dengan 70 ml pelarut aquades. Pada penelitian ini dimodifikasi menggunakan pelarut ekstrak antosianin kulit buah naga merah supaya warna yang dihasilkan lebih pekat. Pertama - tama dilakukan penimbangan 3,5 g kitosan lalu dilarutkan pada ekstrak antosianin dengan jumlah ekstrak 70 ml. Selanjutnya dilakukan pengadukan dengan *hot plate stirrer* pada suhu 50°C, kecepatan putar skala 3 selama 10 menit hingga didapatkan larutan *edible film*. Selanjutnya dilakukan penambahan gliserol sebanyak 1 ml sebagai *plasticizer* dan dilakukan



pendinginan hingga suhu ruang. Larutan *edible film* dituang dalam 3 buah cawan petri dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 jam. Setelah dikeringkan *edible film* dilepas dari cetakan. *Edible film* lalu diuji perubahan warnanya pada rentang pH asam yaitu di larutan buffer 1-6. Selanjutnya juga diuji sifat mekanik yang terdiri dari kuat tarik dan elongasi, uji sifat fisik berupa ketebalan dan warna. Terakhir dilakukan uji perubahan warna pada rentang pH asam.

### Lampiran 3.4 Diagram Alir Pengaplikasian *Edible Film* Pada Buah Potong



Gambar 3.4 Diagram alir pengaplikasian *edible film* pada beberapa buah potong

Pengaplikasian *edible film* pada beberapa buah potong menggunakan metode Chen *et al.*, (2018) yang dimodifikasi. *Edible film* dilakukan pemotongan berbentuk persegi dengan panjang sisinya 1,5 x 1,5 cm. Sedangkan buah potong

diletakkan pada *Styrofoam* sebagai alasnya. Pada permukaan buah diletakkan *edible film*. Setelah itu dilakukan penutupan dengan *cling wrap film food grade* supaya indikator dapat terlihat perubahan warnanya selama penyimpanan. Selanjutnya buah potong yang telah dikemas dan kemasannya yang dilengkapi *edible film*, disimpan pada refrigerant (15°C) selama 9 hari. Setiap 3 hari dilakukan pengamatan perubahan warna *edible film* dan kerusakan masing – masing buah potong meliputi pH, total asam, warna, tekstur, dan susut bobot.

### **Lampiran 3.5 Pengujian parameter sifat mekanik kuat tarik edible film**

Pengujian kuat tarik *edible film* berdasarkan ASTM (2018) menggunakan *Universal Testing Mechine* (UTM) dengan dilakukan pemotongan *edible film* lebar 1,5 cm dan panjang 7 cm. Kedua ujung sampel *edible film* dijepit kemudian ditarik hingga terputus dan dicatat nilai tertinggi kuat tarik pada layar UTM yang dinyatakan dalam nilai (N/m<sup>2</sup>), dimana N/m<sup>2</sup> = Mpa.

### **Lampiran 3.6 Pengujian parameter sifat mekanik elongasi edible film**

Pengujian elongasi edible film berdasarkan ASTM (2018). *Edible film* sebelum ditarik diukur panjangnya dan panjang *edible film* yang telah terputus juga diukur kemudian dihitung dengan rumus:

$$\text{Elongasi } (\epsilon) = \frac{\text{Perpanjangan putus (cm)} - \text{Panjang awal (cm)}}{\text{Panjang awal (cm)}} \times 100\%$$

### **Lampiran 3.7 Pengujian parameter sifat fisik ketebalan edible film**

Pengukuran ketebalan edible film berdasarkan Warkoyo *et al.*, (2014) Nilai ketebalan adalah tebalnya *edible film* yang dihasilkan setelah proses pengeringan. Pengukuran ketebalan dilakukan edible film diukur menggunakan Thickness Gage model RMQ 350, Mitutoyo, Japan dengan akurasi 0,01 mm. Pengukuran dilakukan pada 5 titik yang berbeda pada setiap sampel, hasilnya dirata-rata untuk memperoleh ketebalan rata-rata.

**Lampiran 3.8 Pengujian parameter sifat fisik warna edible film**

Pengukuran warna edible film menggunakan alat *color reader* Minolta CR-10 metode Hutching, (1999) pada 3 titik yang berbeda hingga di dapat rata-rata  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ , dan  $\Delta b$ . Warna edible film yang diukur yaitu nilai  $a +$ , karena nilai  $a (+)$  menyatakan tingkat kemerahan. Hal ini karena bahan pembuatan edible film terdiri dari ekstrak kulit buah naga merah yang mengandung antosianin, sehingga dapat memberikan warna merah keunguan atau kebiruan pada edible film. Nilai  $a$  merupakan nilai warna sampel yang dinyatakan dalam rumus berikut :

$$a = \Delta a + a_0 \text{ (a standar)}$$

**Lampiran 3.9 Pengujian parameter kerusakan kimia pH buah potong**

Pengujian pH buah potong berdasarkan SNI (2019) menggunakan pH meter dengan preparasi sampel 10 g buah digerus halus, lalu dilarutkan dalam 100 ml aquadest. Selanjutnya di ukur pH dengan menggunakan pH meter.

**Lampiran 3.10 Pengujian parameter kerusakan kimia total asam buah potong**

Pengujian total asam menggunakan metode titrasi (Malau, 2020). Sebanyak 10 g sampel dilarutkan dalam 100 ml aquadest. Kemudian diambil 10 ml ditambahkan dengan 2-3 tetes indikator fenolftalein, lalu dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai berwarna merah muda dan stabil, sesuai dengan larutan standar. Keasaman titrasi dihitung berdasarkan persentase asam malat dengan rumus :

$$\text{Total Asam (\%)} = \frac{V \times N \times P \times \frac{BM}{2}}{1000mg \times W} \times 100\%$$

Keterangan :

V = volume NaOH

N = normalitas NaOH (N)

P = faktor pengenceran (100/10)

BM = berat molekul asam asetat

W = berat sampel (g)



### Lampiran 3.11 Pengujian parameter kerusakan fisik tekstur buah potong

Pengujian tekstur menggunakan penetrometer berdasarkan penelitian Hidayat *et al.*, (2018) yang dimodifikasi. Penetrometer yang digunakan menggunakan beban 50 g pada 5 titik yang berbeda. Nilai tekstur dinyatakan dalam (mm/g).

### Lampiran 3.12 Pengujian parameter kerusakan fisik susut bobot buah potong

Analisa susut bobot buah mengacu pada penelitian Hidayat *et al.*, (2018) bahwa susut bobot ditentukan dari selisih berat awal dengan berat buah setelah disimpan setiap 3 hari kemudian dibagi dengan berat awal buah dan dikali 100%.

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat buah awal penyimpanan (g)

B = Berat buah hari ke-3 (g)

### Lampiran 4. perhitungan antosianin

Rumus Perhitungan konsentrasi antosianin ekstrak kulit buah naga merah :

$$\text{Total antosianin (\%b/b)} = \frac{A \times MR \times DF \times V \times 100\%}{\epsilon \times L \times Wt}$$

Keterangan :

Absorbansi (A) = 0,006

Berat Molekul Betasianin (MR) = 550 g/mol

Faktor Pengenceran (DF) = 210 g/10g

Volume Ekstrak (V) = 130ml = 0,13 L

Absortivitas molar betasianin ( $\epsilon$ ) = 65000 L/mol.cm

Lebar Kuvet (L) = 1cm

Berat bahan awal atau berat bubuk kulit buah naga merah (Wt) = 10 g

Total antosianin ekstrak kulit buah naga merah (%b/b)

$$= \frac{0,006 \times 550 \text{ g.mol} \times \left(\frac{210 \text{ g}}{10 \text{ g}}\right) \times 0,13 \text{ L} \times 100\%}{65000 \frac{\text{L}}{\text{mol}} \cdot \text{cm} \times 1 \text{ cm} \times 10 \text{ g}}$$

$$= \frac{900,9}{650.000} = 0,001386 \%$$

**Total antosianin ekstrak kulit buah naga merah (%b/b) → ppm**

$$= \frac{0,001386 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times \frac{1.000.000 \text{ g}}{1.000.000 \text{ g}} = \frac{13,86 \text{ g}}{1.000.000 \text{ g}} = \mathbf{13,86 \text{ ppm}}$$

Pada pembuatan edible film bahan – bahan yang digunakan :

Volume ekstrak (V) = 70 ml = 0,07 L

Berat bahan meliputi bubuk kulit buah naga merah 10 g, kitosan 3,5 g, dan gliserol 1,45 g.

Berat bahan awal (Wt) = 14,95 g

**Total antosianin edible film kitosan – ekstrak kulit buah naga merah :**

$$(\%b/b) = \frac{0,006 \times 550 \text{ g.mol} \times \left(\frac{210 \text{ g}}{10 \text{ g}}\right) \times 0,07 \text{ L} \times 100\%}{65000 \frac{\text{L}}{\text{mol}} \cdot \text{cm} \times 1 \text{ cm} \times 14,95 \text{ g}} = \frac{485,1}{971.750} = 0,000499 \%$$

$$\% (b/b) \text{ ke ppm} = \frac{0,000499 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times \frac{1.000.000 \text{ g}}{1.000.000 \text{ g}} = \frac{4,99 \text{ g}}{1.000.000 \text{ g}} = \mathbf{4,99 \text{ ppm}}$$

### Lampiran 5. Data dan Hasil Perhitungan *Edible Film*

Tabel 5.1 Data dan hasil perhitungan karakteristik mekanik dan fisik *edible film* kitosan – ekstrak kulit buah naga merah

Parameter	U1	U2	U3	U4	rata - rata	SD	RSD
Kuat tarik (Mpa)	8,35	7,98	7,85	7,79	7,9925	0,2512	3,1427
Elongasi (%)	30,9524	29,6683	31,1111	33,3333	31,2663	1,5219	4,0515
Warna (L)	36,2	38,7	39,3	39	38,3	1,4213	3,7109
Warna (a) ketebalan	38,9	36,9	36,6	38,5	37,725	1,1442	3,0330
(mm)	0,255	0,268	0,267	0,245	0,258	0,0109	4,2197

Tabel 5.2 Data dan hasil perhitungan perubahan warna *edible film* yang diaplikasikan pada buah nangka potong

Hari ke 0	Rata-rata		Hari ke 3	Rata-rata		Hari ke 6	Rata-rata		Hari ke 9	Rata-rata	
	L	a		L	a		L	a		L	a
U1	35,53	37,17	U1	46	31,9	U1	48,17	27,93	U1	52,73	12,5
U2	39,57	37,63	U2	42,77	33,23	U2	45,47	26,2	U2	46,67	12,53
U3	39,87	37	U3	41,97	30,77	U3	44,63	24,13	U3	47,93	12,4
U4	41,17	36,97	U4	44,97	32,2	U4	47,1	25,37	U4	48,37	12,27
U5	39,6	37,8	U5	44,03	31,1	U5	45,43	25,73	U5	48,13	12,67
Rata-rata	39,15	37,31	Rata-rata	43,95	31,84	Rata-rata	46,16	25,87	Rata-rata	48,77	12,47
SD	1,90	0,34	SD	1,45	0,87	SD	1,29	1,24	SD	2,07	0,13
RSD	4,86	0,91	RSD	3,31	2,72	RSD	2,79	4,78	RSD	4,24	1,07

Tabel 5.3 Data dan hasil perhitungan perubahan warna *edible film* yang diaplikasikan pada buah salak potong

Hari ke 0	Rata-rata		Hari ke 3	Rata-rata		Hari ke 6	Rata-rata		Hari ke 9	Rata-rata	
	L	a		L	a		L	a		L	a
U1	35,53	37,17	U1	44,7	32,4	U1	47,8	26,4	U1	54,43	24,43
U2	39,57	37,63	U2	43,23	31,1	U2	47,87	25,5	U2	56,03	25,03
U3	39,87	37	U3	44,77	30,53	U3	47,23	27,07	U3	53,73	25,63
U4	41,17	36,97	U4	43,23	30,47	U4	48,13	27,23	U4	55,4	24,63
U5	39,6	37,8	U5	43,43	31,3	U5	49,77	26,3	U5	53,1	24,83
Rata-rata	39,15	37,31	Rata-rata	43,87	31,16	Rata-rata	48,16	26,50	Rata-rata	54,54	24,91
SD	1,90	0,34	SD	0,71	0,70	SD	0,86	0,62	SD	1,07	0,41
RSD	4,86	0,91	RSD	1,61	2,24	RSD	1,78	2,33	RSD	1,96	1,65

Tabel 5.4 Data dan hasil perhitungan perubahan warna *edible film* yang diaplikasikan pada buah salak potong

Hari ke 0	Rata-rata		Hari ke 3	Rata-rata		Hari ke 6	Rata-rata		Hari ke 9	Rata-rata	
	L	a		L	a		L	a		L	a
U1	35,53	37,17	U1	43,57	31,47	U1	49,7	19,2	U1	52	11,1
U2	39,57	37,63	U2	41,97	30,77	U2	52	23	U2	55	10,7
U3	39,87	37	U3	44	31,57	U3	46,7	20,6	U3	51,3	11,6
U4	41,17	36,97	U4	43,83	30,5	U4	49,2	21,9	U4	55	10,7
U5	39,6	37,8	U5	45,07	31,13	U5	51,5	23,1	U5	52,3	11,7
Rata-rata	39,15	37,31	Rata-rata	43,69	31,09	Rata-rata	49,82	21,56	Rata-rata	53,12	11,16
SD	1,90	0,34	SD	0,99	0,41	SD	1,88	1,49	SD	1,57	0,43
RSD	4,86	0,91	RSD	2,29	1,31	RSD	3,78	6,89	RSD	2,95	3,83



Tabel 5.5 Hasil uji anova nilai kemerahan edible film yang diaplikasikan pada buah nangka, salak, dan melon selama 9 hari penyimpanan

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Nangka	Between Groups	1710.094	3	570.031	755.601	.000
	Within Groups	12.071	16	.754		
	Total	1722.164	19			
Salak	Between Groups	487.151	3	162.384	497.411	.000
	Within Groups	5.223	16	.326		
	Total	492.374	19			
Melon	Between Groups	1848.250	3	616.083	412.707	.000
	Within Groups	23.885	16	1.493		
	Total	1872.135	19			

Tabel 5.6 Hasil uji duncan nilai kemerahan edible film yang diaplikasikan pada buah nangka selama 9 hari penyimpanan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
9	5	12.4740				d
6	5		25.8720			c
3	5			31.8400		b
0	5				37.3140	a
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Tabel 5.7 Hasil uji duncan nilai kemerahan edible film yang diaplikasikan pada buah salak selama 9 hari penyimpanan

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
9	5	24.9100				d
6	5		25.9000			c
3	5			31.1600		b
0	5				37.3140	a
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Tabel 5.8 Hasil uji duncan nilai kemerahan edible film yang diaplikasikan pada buah melon selama 9 hari penyimpanan

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
9	5	11.9600				d
6	5		21.5600			c
3	5			31.0880		b
0	5				37.3140	a
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

### Lampiran 6. Data dan Hasil Perhitungan pH

Tabel 6.1 Data dan hasil perhitungan ph buah nangka potong selama 9 hari penyimpanan

Ula ngan	pH Nangka H0			pH Nangka H3			pH Nangka H6			pH Nangka H9		
	U1	U2	Rata-rata	U1	U2	Rata-rata	U1	U2	Rata-rata	U1	U2	Rata-rata
U1	6,31	6,3	6,305	5,35	5,33	5,34	4,7	4,72	4,71	3,53	3,49	3,51
U2	5,79	5,81	5,8	5,43	5,41	5,42	4,54	4,55	4,54	3,92	3,89	3,90
U3	6,13	6,11	6,12	5,18	5,22	5,2	4,64	4,63	4,63	3,76	3,75	3,76
U4	5,97	5,98	5,97	5,51	5,54	5,52	4,61	4,6	4,60	3,6	3,67	3,63
U5	5,96	5,93	5,94	5,41	5,4	5,40	4,7	4,69	4,69	3,54	3,5	3,52
	<b>Rata - rata</b>		<b>6,03</b>	<b>Rata - rata</b>		<b>5,38</b>	<b>Rata - rata</b>		<b>4,64</b>	<b>Rata - rata</b>		<b>3,66</b>
	SD		0,19	SD		0,12	SD		0,07	SD		0,17
	RSD		3,18	RSD		2,22	RSD		1,45	RSD		4,56

Tabel 6.2 Data dan hasil perhitungan ph buah salak potong selama 9 hari penyimpanan

Ula ngan	pH Salak H0			pH Salak H3			pH Salak H6			pH Salak H9		
	U1	U2	Rata-rata	U1	U2	Rata-rata	U1	U2	Rata-rata	U1	U2	Rata-rata
U1	4,74	4,77	4,75	4,6	4,64	4,62	4,22	4,25	4,23	4,1	4,12	4,11
U2	4,82	4,84	4,83	4,55	4,57	4,56	4,23	4,22	4,22	4,03	4,05	4,04
U3	4,79	4,78	4,78	4,44	4,41	4,42	4,26	4,29	4,27	4,06	4,07	4,06
U4	4,76	4,76	4,76	4,38	4,35	4,36	4,3	4,31	4,30	4,13	4,19	4,16
U5	4,72	4,71	4,71	4,4	4,42	4,41	4,24	4,23	4,23	4,04	4,05	4,04
	<b>Rata - rata</b>		<b>4,77</b>	<b>Rata - rata</b>		<b>4,48</b>	<b>Rata - rata</b>		<b>4,25</b>	<b>Rata - rata</b>		<b>4,08</b>
	SD		0,04	SD		0,11	SD		0,03	SD		0,05
	RSD		0,89	RSD		2,42	RSD		0,80	RSD		1,24

Tabel 6.3 Data dan hasil perhitungan pH buah salak potong selama 9 hari penyimpanan

Ula ngan	pH Melon H0			pH Melon H3			pH Melon H6			pH Melon H9		
	U1	U2	Rata- rata	U1	U2	Rata- rata	U1	U2	Rata- rata	U1	U2	Rata- rata
U1	6,33	6,31	6,32	5,85	5,83	5,84	5,55	5,58	5,56	4,78	4,79	4,78
U2	6,07	6,08	6,07	5,82	5,82	5,82	5,51	5,5	5,50	4,73	4,71	4,72
U3	6,14	6,11	6,12	5,81	5,8	5,80	5,61	5,62	5,61	4,83	4,85	4,84
U4	6,05	6,06	6,05	5,87	5,9	5,89	5,53	5,57	5,55	4,72	4,7	4,71
U5	6,17	6,15	6,16	5,8	5,78	5,79	5,64	5,63	5,63	4,84	4,8	4,82
	<b>Rata - rata</b>		<b>6,15</b>	<b>Rata - rata</b>		<b>5,83</b>	<b>Rata - rata</b>		<b>5,57</b>	<b>Rata - rata</b>		<b>4,77</b>
	SD		0,11	SD		0,04	SD		0,05	SD		0,06
	RSD		1,71	RSD		0,63	RSD		0,93	RSD		1,22

Tabel 6.4 Hasil uji anova pH buah nangka, salak, dan melon selama 9 hari penyimpanan

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Nangka	Between Groups	15.471	3	5.157	247.180	.000
	Within Groups	.334	16	.021		
	Total	15.805	19			
Salak	Between Groups	1.314	3	.438	101.386	.000
	Within Groups	.069	16	.004		
	Total	1.383	19			
Melon	Between Groups	5.155	3	1.718	371.148	.000
	Within Groups	.074	16	.005		
	Total	5.229	19			

Tabel 6.5 Hasil uji duncan pH buah nangka selama 9 hari penyimpanan

Duncan <sup>a</sup>						
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
9	5	3.665000000000 0000				d
6	5		4.638000000000 0000			c
3	5			5.378300000000 0000		b
0	5				6.029000000000 0001	a
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.



Tabel 6.6 Hasil uji duncan pH buah salak selama 9 hari penyimpanan

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
9	5	4.084000000000 0001				d
6	5		4.255000000000 0000			c
3	5			4.476000000000 0000		b
0	5				4.769000000000 0000	a
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Tabel 6.7 Hasil uji duncan pH buah melon selama 9 hari penyimpanan

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
9	5	4.775000000000 0000				d
6	5		5.574000000000 0001			c
3	5			5.828000000000 0000		b
0	5				6.147000000000 0000	a
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

### Lampiran 7. Data dan Hasil Perhitungan Total Asam

Tabel 7.1 Data dan hasil perhitungan total asam buah nangka hari ke 0 dan 3

Ulangan	Total Asam Nangka H0				Total Asam Nangka H3			
	Vol NaOH H0 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)	Vol NaOH H3 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)
	U1	U2		U1	U2			
U1	0,4	0,4	0,4	0,118	0,5	0,5	0,5	0,148
U2	0,3	0,4	0,35	0,104	0,5	0,5	0,5	0,148
U3	0,4	0,4	0,4	0,118	0,5	0,6	0,55	0,163
U4	0,4	0,4	0,4	0,118	0,5	0,6	0,55	0,163
U5	0,4	0,4	0,4	0,118	0,6	0,5	0,55	0,163
	Rata - rata			0,115	Rata - rata			0,157
	SD			0,007	SD			0,008
	RSD			5,734	RSD			5,167

Tabel 7.2 Data dan hasil perhitungan total asam buah nangka hari ke 6 dan 9

Ulangan	Total Asam Nangka H6				Total Asam Nangka H9			
	Vol NaOH H6 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)	Vol NaOH H9 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)
	U1	U2		U1	U2			
U1	1,1	1,2	1,15	0,340	4,3	4	4,15	1,229
U2	1	1,1	1,05	0,311	4	3,9	3,95	1,169
U3	1,1	1	1,05	0,311	4,1	4,2	4,15	1,229
U4	1,2	1,1	1,15	0,340	4	4	4	1,184
U5	1,2	1	1,1	0,326	3,9	3,8	3,85	1,140
	Rata - rata			0,326	Rata - rata			1,190
	SD			0,015	SD			0,039
	RSD			4,545	RSD			3,243

Tabel 7.3 Data dan hasil perhitungan total asam buah salak hari ke 0 dan 3

Ulangan	Total Asam Salak H0				Total Asam Salak H3			
	Vol NaOH H0 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)	Vol NaOH H3 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)
	U1	U2		U1	U2			
U1	0,8	0,7	0,75	0,222	0,8	0,9	0,85	0,252
U2	0,6	0,8	0,7	0,207	0,8	0,8	0,8	0,237
U3	0,7	0,7	0,7	0,207	0,7	0,8	0,75	0,222
U4	0,7	0,8	0,75	0,222	0,8	0,8	0,8	0,237
U5	0,7	0,7	0,7	0,207	0,7	0,9	0,8	0,237
	Rata - rata			0,213	Rata - rata			0,237
	SD			0,008	SD			0,010
	RSD			3,804	RSD			4,419

Tabel 7.4 Data dan hasil perhitungan total asam buah salak hari ke 6 dan 9

Ulangan	Total Asam Salak H6				Total Asam Salak H9			
	Vol NaOH H0 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)	Vol NaOH H3 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)
	U1	U2		U1	U2			
U1	1	1	1	0,296	2,3	2,1	2,2	0,651
U2	1	0,9	0,95	0,281	2,2	2,2	2,2	0,651
U3	1,1	1	1,05	0,311	2	2	2	0,592
U4	1	0,9	0,95	0,281	2	2,1	2,05	0,607
U5	1	0,9	0,95	0,281	2,1	2,3	2,2	0,651
	Rata - rata			0,290	Rata - rata			0,631
	SD			0,013	SD			0,029
	RSD			4,563	RSD			4,576

Tabel 7.5 Data dan hasil perhitungan total asam buah melon hari ke 0 dan 3

Ulangan	Total Asam Melon H0				Total Asam Melon H3			
	Vol NaOH H0 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)	Vol NaOH H3 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)
	U1	U2			U1	U2		
U1	0,3	0,3	0,3	0,089	0,4	0,7	0,55	0,163
U2	0,3	0,4	0,35	0,104	0,6	0,5	0,55	0,163
U3	0,4	0,3	0,35	0,104	0,6	0,6	0,6	0,178
U4	0,3	0,3	0,3	0,089	0,5	0,7	0,6	0,178
U5	0,4	0,3	0,35	0,104	0,6	0,5	0,55	0,163
	Rata - rata			0,098	Rata - rata			0,169
	SD			0,008	SD			0,008
	RSD			8,299	RSD			4,805

Tabel 7.6 Data dan hasil perhitungan total asam buah melon hari ke 6 dan 9

Ulangan	Total Asam Melon H6				Total Asam Melon H9			
	Vol NaOH H0 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)	Vol NaOH H3 (ml)		rata - rata volume NaOH	total asam (%)
	U1	U2			U1	U2		
U1	0,9	1	0,95	0,281	1,8	1,7	1,75	0,518
U2	1,1	1	1,05	0,311	1,9	1,9	1,9	0,563
U3	1	1	1	0,296	1,7	1,7	1,7	0,503
U4	1	0,9	0,95	0,281	1,6	1,8	1,7	0,503
U5	1	1,1	1,05	0,311	1,7	1,8	1,75	0,518
	Rata - rata			0,296	Rata - rata			0,521
	SD			0,015	SD			0,024
	RSD			5,000	RSD			4,668

Tabel 7.7 Hasil uji anova total asam buah nangka, salak, dan melon selama 9 hari penyimpanan

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Nangka	Between Groups	3.832	3	1.277	2429.160	.000
	Within Groups	.008	16	.001		
	Total	3.840	19			
Salak	Between Groups	.539	3	.180	607.240	.000
	Within Groups	.005	16	.000		
	Total	.544	19			
Melon	Between Groups	.518	3	.173	733.345	.000
	Within Groups	.004	16	.000		
	Total	.522	19			



Tabel 7.8 Hasil uji duncan total asam buah nangka selama 9 hari penyimpanan  
Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
0	5	.11546240000 0000				a
3	5		.156910000000 000			b
6	5			.304939000000 000		c
9	5				1.19014600000 0000	d
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Tabel 7.9 Hasil uji duncan total asam buah salak selama 9 hari penyimpanan  
Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
0	5	.2131600000000 00			a
3	5		.2753300000000 00		b
6	5		.2812520000000 00		b
9	5			.630598000000 000	c
Sig.		1.000	.594	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Tabel 7.10 Hasil uji duncan total asam buah melon selama 9 hari penyimpanan  
Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				Notasi
		1	2	3	4	
0	5	.0977000000 00000				a
3	5		.168750000 000000			b
6	5			.296056000 000000		c
9	5				.5210620000 00000	d
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.



**Lampiran 8. Data dan Hasil Perhitungan Tekstur**

Tabel 8.1 Data dan hasil perhitungan tekstur buah nangka selama 9 hari penyimpanan

Ulangan	Nangka H0		nilai s (1/10) mm	Nangka H3		nilai s (1/10) mm	Nangka H6		nilai s (1/10) mm	Nangka H9		nilai s (1/10) mm	
U1	Titik 1	35	65	<b>30</b>	17	45	<b>28</b>	48	80	<b>32</b>	355	394	<b>39</b>
	Titik 2	64	90	<b>26</b>	19	47	<b>28</b>	57	92	<b>35</b>	373	415	<b>42</b>
	Titik 3	87	108	<b>21</b>	37	59	<b>22</b>	42	71	<b>29</b>	342	382	<b>40</b>
	Titik 4	50	74	<b>24</b>	86	115	<b>29</b>	80	115	<b>35</b>	372	405	<b>33</b>
	Titik 5	71	101	<b>30</b>	90	121	<b>31</b>	75	106	<b>31</b>	372	403	<b>31</b>
	Rata -rata			<b>26,2</b>			<b>27,6</b>			<b>32,4</b>			<b>37</b>
U2	Titik 1	75	101	<b>26</b>	35	64	<b>29</b>	3	43	<b>40</b>	271	307	<b>36</b>
	Titik 2	42	71	<b>29</b>	64	91	<b>27</b>	2	35	<b>33</b>	368	410	<b>42</b>
	Titik 3	45	69	<b>24</b>	87	112	<b>25</b>	4	40	<b>36</b>	369	406	<b>37</b>
	Titik 4	73	95	<b>22</b>	50	73	<b>23</b>	1	36	<b>35</b>	358	390	<b>32</b>
	Titik 5	75	97	<b>22</b>	71	102	<b>31</b>	2	34	<b>32</b>	284	239	<b>45</b>
	Rata -rata			<b>24,6</b>			<b>27</b>			<b>35,2</b>			<b>38,4</b>
U3	Titik 1	32	59	<b>27</b>	86	115	<b>29</b>	1	34	<b>33</b>	165	205	<b>40</b>
	Titik 2	77	99	<b>22</b>	90	115	<b>25</b>	11	43	<b>32</b>	173	209	<b>36</b>
	Titik 3	90	121	<b>31</b>	22	45	<b>23</b>	28	58	<b>30</b>	179	214	<b>35</b>
	Titik 4	66	91	<b>25</b>	40	64	<b>24</b>	27	63	<b>36</b>	184	225	<b>41</b>
	Titik 5	70	97	<b>27</b>	64	90	<b>26</b>	33	69	<b>36</b>	166	202	<b>36</b>
	Rata -rata			<b>26,4</b>			<b>25,4</b>			<b>33,4</b>			<b>37,6</b>
U4	Titik 1	145	168	<b>23</b>	26	52	<b>26</b>	27	65	<b>38</b>	74	112	<b>38</b>
	Titik 2	126	149	<b>23</b>	27	57	<b>30</b>	25	64	<b>39</b>	66	105	<b>39</b>
	Titik 3	128	156	<b>28</b>	31	60	<b>29</b>	31	60	<b>29</b>	79	126	<b>47</b>
	Titik 4	137	163	<b>26</b>	45	73	<b>28</b>	37	64	<b>27</b>	78	122	<b>44</b>
	Titik 5	140	165	<b>25</b>	24	51	<b>27</b>	24	59	<b>35</b>	70	110	<b>40</b>
	Rata -rata			<b>25</b>			<b>28</b>			<b>33,6</b>			<b>41,6</b>
U5	Titik 1	139	164	<b>25</b>	350	376	<b>26</b>	50	83	<b>33</b>	49	88	<b>39</b>
	Titik 2	135	162	<b>27</b>	345	370	<b>25</b>	79	111	<b>32</b>	40	80	<b>40</b>
	Titik 3	140	166	<b>26</b>	357	385	<b>28</b>	63	98	<b>35</b>	57	98	<b>41</b>
	Titik 4	141	168	<b>27</b>	341	379	<b>38</b>	66	101	<b>35</b>	41	79	<b>38</b>
	Titik 5	149	178	<b>29</b>	362	390	<b>28</b>	57	92	<b>35</b>	26	63	<b>37</b>
	Rata -rata			<b>26,8</b>			<b>29</b>			<b>34</b>			<b>39</b>



Tabel 8.2 Data dan hasil perhitungan tekstur buah salak selama 9 hari penyimpanan

Ulangan	Salak H0	nilai s (1/10) mm	Salak H3	nilai s (1/10) mm	Salak H6	nilai s (1/10) mm	Salak H9	nilai s (1/10) mm
U1	Titik 1	324 341	<b>17</b> 133 151	<b>18</b> 17 39	<b>22</b> 17 49	<b>32</b>		
	Titik 2	324 342	<b>18</b> 145 160	<b>15</b> 19 47	<b>28</b> 19 57	<b>38</b>		
	Titik 3	340 359	<b>19</b> 120 136	<b>16</b> 37 59	<b>22</b> 321 355	<b>34</b>		
	Titik 4	44 58	<b>14</b> 129 141	<b>12</b> 86 115	<b>29</b> 45 81	<b>36</b>		
	Titik 5	284 297	<b>13</b> 136 152	<b>16</b> 90 115	<b>25</b> 57 99	<b>42</b>		
	rata-rata		<b>16,2</b>	<b>15,4</b>	<b>25,2</b>	<b>36,4</b>		
U2	Titik 1	32 45	<b>13</b> 126 140	<b>14</b> 375 396	<b>21</b> 33 77	<b>44</b>		
	Titik 2	375 396	<b>21</b> 127 141	<b>14</b> 339 362	<b>23</b> 47 79	<b>32</b>		
	Titik 3	65 77	<b>12</b> 153 168	<b>15</b> 344 369	<b>25</b> 46 81	<b>35</b>		
	Titik 4	271 287	<b>16</b> 120 136	<b>16</b> 321 345	<b>24</b> 49 86	<b>37</b>		
	Titik 5	342 352	<b>10</b> 133 145	<b>12</b> 340 363	<b>23</b> 34 70	<b>36</b>		
	rata-rata		<b>14,4</b>	<b>14,2</b>	<b>23,2</b>	<b>36,8</b>		
U3	Titik 1	355 374	<b>19</b> 175 190	<b>15</b> 86 115	<b>29</b> 44 78	<b>34</b>		
	Titik 2	7 19	<b>12</b> 178 189	<b>11</b> 90 115	<b>25</b> 40 81	<b>41</b>		
	Titik 3	7 27	<b>20</b> 124 150	<b>26</b> 22 45	<b>23</b> 51 90	<b>39</b>		
	Titik 4	12 25	<b>13</b> 123 142	<b>19</b> 40 64	<b>24</b> 55 88	<b>33</b>		
	Titik 5	5 19	<b>14</b> 125 141	<b>16</b> 64 91	<b>27</b> 39 78	<b>39</b>		
	rata-rata		<b>15,6</b>	<b>17,4</b>	<b>25,6</b>	<b>37,2</b>		
U4	Titik 1	175 190	<b>15</b> 129 140	<b>11</b> 169 190	<b>21</b> 149 186	<b>37</b>		
	Titik 2	150 165	<b>15</b> 175 187	<b>12</b> 166 190	<b>24</b> 155 188	<b>33</b>		
	Titik 3	157 169	<b>12</b> 181 196	<b>15</b> 151 170	<b>19</b> 161 197	<b>36</b>		
	Titik 4	146 159	<b>13</b> 155 169	<b>14</b> 150 173	<b>23</b> 184 219	<b>35</b>		
	Titik 5	165 174	<b>9</b> 178 189	<b>11</b> 60 91	<b>31</b> 178 214	<b>36</b>		
	rata-rata		<b>12,8</b>	<b>12,6</b>	<b>23,6</b>	<b>35,4</b>		
U5	Titik 1	181 194	<b>13</b> 141 160	<b>19</b> 165 190	<b>25</b> 43 77	<b>34</b>		
	Titik 2	140 155	<b>15</b> 130 142	<b>12</b> 120 145	<b>25</b> 41 79	<b>38</b>		
	Titik 3	170 180	<b>10</b> 135 152	<b>17</b> 165 190	<b>25</b> 51 90	<b>39</b>		
	Titik 4	153 165	<b>12</b> 133 145	<b>12</b> 145 159	<b>14</b> 55 88	<b>33</b>		
	Titik 5	169 181	<b>12</b> 130 141	<b>11</b> 165 187	<b>22</b> 39 75	<b>36</b>		
	rata-rata		<b>12,4</b>	<b>14,2</b>	<b>22,2</b>	<b>36</b>		

Tabel 8.3 Data dan hasil perhitungan tekstur buah melon selama 9 hari penyimpanan

Ulangan	Melon H0	nilai s (1/10) mm	Melon H3	nilai s (1/10) mm	Melon H6	nilai s (1/10) mm	Melon H9	nilai s (1/10) mm		
U1	Titik 1	141	172	<b>31</b>	127	159	<b>32</b>	355 394	<b>39</b> 361 416	<b>55</b>
	Titik 2	120	153	<b>33</b>	118	148	<b>30</b>	373 415	<b>42</b> 360 407	<b>47</b>
	Titik 3	119	147	<b>28</b>	121	151	<b>30</b>	342 382	<b>40</b> 373 428	<b>55</b>
	Titik 4	135	167	<b>32</b>	129	161	<b>32</b>	372 405	<b>33</b> 377 424	<b>47</b>
	Titik 5	128	160	<b>32</b>	115	146	<b>31</b>	372 403	<b>31</b> 350 405	<b>55</b>
	rata-rata		<b>31,2</b>	Rata - rata	<b>31</b>	Rata - rata	<b>37</b>	Rata - rata	<b>51,8</b>	
U2	Titik 1	271	307	<b>36</b>	358	390	<b>32</b>	271 307	<b>36</b> 351 406	<b>55</b>
	Titik 2	368	401	<b>33</b>	372	403	<b>31</b>	368 410	<b>42</b> 271 325	<b>54</b>
	Titik 3	369	398	<b>29</b>	373	405	<b>32</b>	369 406	<b>37</b> 266 325	<b>59</b>
	Titik 4	358	390	<b>32</b>	382	414	<b>32</b>	358 390	<b>32</b> 275 331	<b>56</b>
	Titik 5	270	239	<b>31</b>	372	405	<b>33</b>	284 239	<b>45</b> 374 428	<b>54</b>
	rata-rata		<b>32,2</b>	Rata - rata	<b>32</b>	Rata - rata	<b>38,4</b>	Rata - rata	<b>55,6</b>	
U3	Titik 1	127	159	<b>32</b>	127	161	<b>34</b>	116 160	<b>44</b> 361 423	<b>62</b>
	Titik 2	118	148	<b>30</b>	116	151	<b>35</b>	70 119	<b>49</b> 361 416	<b>55</b>
	Titik 3	121	151	<b>30</b>	131	160	<b>29</b>	75 121	<b>46</b> 360 414	<b>54</b>
	Titik 4	129	161	<b>32</b>	96	130	<b>34</b>	97 136	<b>39</b> 361 425	<b>64</b>
	Titik 5	115	146	<b>31</b>	135	163	<b>28</b>	90 129	<b>39</b> 0 59	<b>59</b>
	rata-rata		<b>31</b>	Rata - rata	<b>32</b>	Rata - rata	<b>43,4</b>	Rata - rata	<b>58,8</b>	
U4	Titik 1	358	390	<b>32</b>	362	397	<b>35</b>	124 163	<b>39</b> 357 412	<b>55</b>
	Titik 2	372	403	<b>31</b>	374	402	<b>28</b>	91 124	<b>33</b> 0 61	<b>61</b>
	Titik 3	373	405	<b>32</b>	25	53	<b>28</b>	136 170	<b>34</b> 2 56	<b>54</b>
	Titik 4	382	414	<b>32</b>	354	389	<b>35</b>	103 159	<b>56</b> 11 70	<b>59</b>
	Titik 5	372	405	<b>33</b>	130	161	<b>31</b>	365 403	<b>38</b> 7 68	<b>61</b>
	rata-rata		<b>32</b>	Rata - rata	<b>31,4</b>	Rata - rata	<b>40</b>	Rata - rata	<b>58</b>	
U5	Titik 1	279	311	<b>32</b>	114	146	<b>32</b>	11 49	<b>38</b> 116 165	<b>49</b>
	Titik 2	95	129	<b>34</b>	120	147	<b>27</b>	125 163	<b>38</b> 130 180	<b>50</b>
	Titik 3	94	129	<b>35</b>	129	167	<b>38</b>	136 171	<b>35</b> 129 177	<b>48</b>
	Titik 4	122	149	<b>27</b>	119	149	<b>30</b>	92 129	<b>37</b> 359 409	<b>50</b>
	Titik 5	87	109	<b>22</b>	129	157	<b>28</b>	103 141	<b>38</b> 271 317	<b>46</b>
	rata-rata		<b>30</b>	Rata - rata	<b>31</b>	Rata - rata	<b>37,2</b>	Rata - rata	<b>49,25</b>	

Tabel 8.4 Hasil Perhitungan Tekstur (mm/g/10s) Buah Nangka Hari ke 0 dan 3

Ulangan	Nangka H0			Nangka H3		
	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)
U1	26,2	2,62	0,0524	27,6	2,76	0,0552
U2	24,6	2,46	0,0492	27	2,7	0,054
U3	26,4	2,64	0,0528	25,4	2,54	0,0508
U4	25	2,5	0,05	28	2,8	0,056
U5	26,8	2,68	0,0536	29	2,9	0,058
rata-rata			<b>0,0516</b>			<b>0,0548</b>
SD	0,9486833		1,89737E-03			2,66833E-03
RSD			3,67707E+00			4,86922E+00

Tabel 8.5 Hasil Perhitungan Tekstur (mm/g/10 s) Buah Nangka Hari ke 6 dan 9

Ulangan	Nangka H6			Nangka H9		
	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)
U1	32,4	3,24	0,0648	37	3,7	0,074
U2	35,2	3,52	0,0704	38,4	3,84	0,0768
U3	33,4	3,34	0,0668	37,6	3,76	0,0752
U4	33,6	3,36	0,0672	41,6	4,16	0,0832
U5	34	3,4	0,068	39	3,9	0,078
rata-rata			<b>0,06744</b>			<b>0,07744</b>
SD			2,03175E-03			3,56202E-03
RSD			3,01267E+00			4,59972E+00

Tabel 8.6 Hasil Perhitungan Tekstur (mm/g/10s) Buah Salak Hari ke 0 dan 3

Ulangan	Salak H0			Salak H3		
	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)
U1	15,4	1,54	0,0308	15,4	1,54	0,0308
U2	14,4	1,44	0,0288	14,2	1,42	0,0284
U3	15,6	1,56	0,0312	17,4	1,74	0,0348
U4	12,8	1,28	0,0256	17,8	1,78	0,0356
U5	12,4	1,24	0,0248	14,2	1,42	0,0284
rata-rata			<b>0,02824</b>			<b>0,0316</b>
SD			2,93394E-03			3,44093E-03
RSD			1,03893E+01			1,08890E+01



Tabel 8.7 Hasil perhitungan tekstur (mm/g/10s) buah salak hari ke 6 dan 9

Ulangan	Salak H6			Salak H9		
	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)
U1	25,2	2,52	0,0504	36,4	3,64	0,0728
U2	23,2	2,32	0,0464	36,8	3,68	0,0736
U3	25,6	2,56	0,0512	37,2	3,72	0,0744
U4	23,7	2,37	0,0474	35,4	3,54	0,0708
U5	23,6	2,36	0,0472	36	3,6	0,072
rata-rata			<b>0,04852</b>			<b>0,07272</b>
SD	1,06677083		2,13354E-03			1,39714E-03
RSD			4,39724E+00			1,92126E+00

Tabel 8.8 Hasil perhitungan tekstur (mm/g/10s) buah melon hari ke 0 dan 3

Ulangan	Melon H0			Melon H3		
	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)
U1	31,2	3,12	0,0624	31	3,1	0,062
U2	32,2	3,22	0,0644	32	3,2	0,064
U3	31	3,1	0,062	32	3,2	0,064
U4	32	3,2	0,064	31,4	3,14	0,0628
U5	30	3	0,06	31	3,1	0,062
rata-rata			<b>0,06256</b>			<b>0,06296</b>
SD	0,87863531		1,75727E-03	0,50199602		1,00399E-03
RSD			2,80894E+00			1,59465E+00

Tabel 8.9 Hasil perhitungan tekstur (mm/g/10s) buah melon hari ke 6 dan 9

Ulangan	Melon H6			Melon H9		
	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)	Nilai s (1/10 mm)	nilai s (mm)	nilai tekstur (mm/g/10s)
U1	37	3,7	0,074	55,8	5,58	0,1116
U2	38,4	3,84	0,0768	55,6	5,56	0,1112
U3	41,4	4,14	0,0828	58,8	5,88	0,1176
U4	40	4	0,08	58	5,8	0,116
U5	37,2	3,72	0,0744	59,25	5,925	0,1185
rata-rata			0,0776			0,11498
SD	1,88148877		3,76298E-03			3,39146E-03
RSD			4,84920E+00			2,94961E+00

Tabel 8.10 Hasil uji anova tekstur buah nangka, salak, dan melon selama 9 hari penyimpanan

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Nangka	Between Groups	.002	3	.001	102.968	.000
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	.002	19			
Salak	Between Groups	.006	3	.002	306.954	.000
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	.006	19			
Melon	Between Groups	.009	3	.003	408.400	.000
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	.009	19			

Tabel 8.11 Hasil uji duncan tekstur buah nangka selama 9 hari penyimpanan Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
0	5	.051600			a
3	5	.054800			a
6	5		.067440		b
9	5			.077440	c
Sig.		.072	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Tabel 8.12 Hasil uji duncan tekstur buah salak selama 9 hari penyimpanan Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
0	5	.028240			a
3	5	.031600			a
6	5		.048520		b
9	5			.072720	c
Sig.		.057	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Tabel 8.13 Hasil uji duncan tekstur buah melon selama 9 hari penyimpanan  
Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
0	5	.062560			a
3	5	.062960			a
6	5		.077600		b
9	5			.114980	c
Sig.		.820	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

### Lampiran 9. Data dan Hasil Perhitungan Susut Bobot

Tabel 9.1 Data perubahan berat buah nangka selama 9 hari penyimpanan

Ulangan	Berat Nangka H0	Berat Nangka H3	Berat Nangka H6	Berat Nangka H9
U1	50,04	49,08	48,78	46,96
U2	50,05	49,05	48,7	47,09
U3	50,03	49,12	48,62	46,86
U4	50,07	49,08	48,65	47,12
U5	50,05	49,065	48,74	46,87

Tabel 9.2 Hasil perhitungan susut bobot buah nangka selama 9 hari penyimpanan

Ulangan	Susut Bobot Nangka H3	Susut Bobot Nangka H6	Susut Bobot Nangka H9
U1	1,9185	2,5180	6,1551
U2	1,9980	2,6973	5,9141
U3	1,8189	2,8183	6,3362
U4	1,9772	2,8360	5,8918
U5	1,9680	2,6174	6,3536
Rata - Rata	<b>1,9361</b>	<b>2,6974</b>	<b>6,1302</b>
SD	0,0717	0,1346	0,2217
RSD	3,7055	4,9886	3,6160



Tabel 9.3 Data Perubahan Berat Buah Salak selama 9 Hari Penyimpanan

Ulangan	Berat Salak H0	Berat Salak H0	Berat Salak H0	Berat Salak H0
U1	50,07	49,25	48,83	48,19
U2	50,09	49,27	48,76	48,27
U3	50,02	49,23	48,71	48,28
U4	50,01	49,16	48,93	48,25
U5	50,03	49,22	48,83	48,18

Tabel 9.4 Hasil perhitungan susut bobot buah salak selama 9 hari penyimpanan

Ulangan	Susut Bobot Salak H3	Susut Bobot Salak H6	Susut Bobot Salak H9
U1	1,6377	2,4765	3,7547
U2	1,6371	2,6552	3,6335
U3	1,5794	2,6190	3,4786
U4	1,6997	2,1596	3,5193
U5	1,6190	2,3986	3,6978
Rata -rata	<b>1,6346</b>	<b>2,4618</b>	<b>3,6168</b>
SD	0,0434	0,1985	0,1167
RSD	2,6564	8,0648	3,2264

Tabel 9.5 Data perubahan berat buah melon selama 9 hari penyimpanan

Ulangan	Berat Melon H0	Berat Melon H3	Berat Melon H6	Berat Melon H9
U1	50,02	49,33	47,08	45,36
U2	50,04	49,35	47,2	45,27
U3	50,03	49,34	47,04	45,2
U4	50,01	49,27	47,21	45,6
U5	50,05	49,36	47,08	45,74

Tabel 9.6 Hasil perhitungan susut bobot buah melon selama 9 hari penyimpanan

Ulangan	Susut Bobot Melon H3	Susut Bobot Melon H6	Susut Bobot Melon H9
U1	1,3794	5,8776	9,3163
U2	1,3789	5,6755	9,5324
U3	1,3792	5,9764	9,6542
U4	1,4797	5,5989	8,8182
U5	1,3786	5,9341	8,6114
rata-rata	<b>1,3992</b>	<b>5,8125</b>	<b>9,1865</b>
SD	0,0450	0,1661	0,4532
RSD	3,2177	2,8570	4,9334

Tabel 9.7 Hasil uji anova susut bobot buah nangka, salak, dan melon selama 9 hari penyimpanan

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Nangka	Between Groups	49.922	2	24.961	1034.685	.000
	Within Groups	.289	12	.024		
	Total	50.212	14			
Salak	Between Groups	9.912	2	4.956	270.759	.000
	Within Groups	.220	12	.018		
	Total	10.132	14			
Melon	Between Groups	152.507	2	76.253	973.434	.000
	Within Groups	.940	12	.078		
	Total	153.447	14			

Tabel 9.8 Hasil uji duncan susut bobot buah nangka selama 9 hari penyimpanan

Duncan <sup>a</sup>					
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
3	5	1.9361200000000000			a
6	5		2.6974000000000000		b
9	5			6.1301600000000000	c
Sig.		1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Tabel 9.9 Hasil uji duncan susut bobot buah salak selama 9 hari penyimpanan

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
3	5	1.63458000000 0000			a
6	5		2.46178000000 0000		b
9	5			3.61678000000 0000	c
Sig.		1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Tabel 9.10 Hasil uji duncan susut bobot buah melon selama 9 hari penyimpanan

Duncan<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			Notasi
		1	2	3	
3	5	1.39916000000 0000			a
6	5		5.81250000000 0000		b
9	5			9.18650000000 0000	c
Sig.		1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.



**Lampiran 10. Dokumentasi**



**Pengeringan kulit buah naga merah**



**Kulit buah naga merah kering**



**Bubuk kulit buah naga merah**



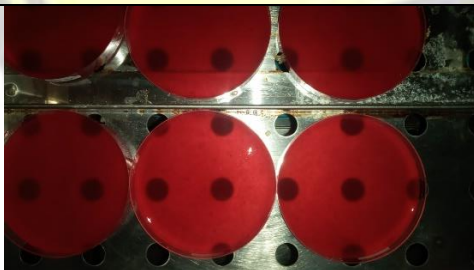
**Ekstraksi bubuk kulit buah naga merah dengan metode MAE**



**Filtrasi ekstrak**



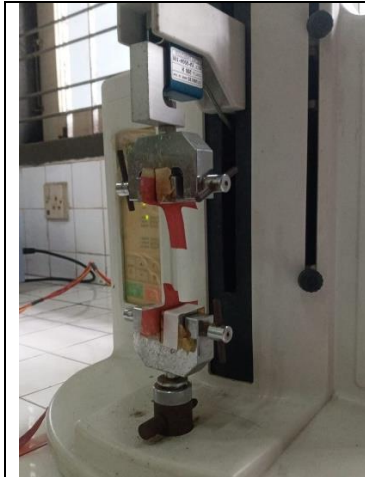
**Pembuatan larutan edible film kitosan - ekstrak kulit buah naga merah**



**Pengeringan edible film**



**Edible film kitosan ekstrak - kulit buah naga merah**



**Pengujian kuat tarik edible film**



**Pengujian tekstur buah**



**Pengujian warna**



**Pengujian pH**



**Titrasi total asam**



**Standarisasi NaOH dengan asam oksalat**



**SURAT TUGAS PEMBIMBING**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

Jalan Kalimantan 37 - Kampus Buzzi Tegay Boto Kotak Pos 159 Jember 68121  
Telepon 0331-330224, 334267, 337422, 333147 \* Faximile 0331-339029  
Laman : [www.ujember.ac.id](http://www.ujember.ac.id)

**SURAT TUGAS**

Nomor : 4834/UN25.7/EP/2022

Berdasarkan Rekomendasi Komisi Bimbingan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, maka menugaskan nama - nama tersebut dibawah ini:

No	Nama/ NIP	Pangkat/ Golongan	Jabatan	Keterangan
1	Ir. Mukhammad Fauzi M.Si. / NIP. 196307011989031004	Pembina TK.I/ IV.b	Lektor Kepala	DPU
2	Prof. Dr. Ir. Tejasari, M.Sc. / NIP. 196102101987032002	Pembina Utama/ IV.e	Profesor	DPA

Untuk Membimbing Tugas Akhir Mahasiswa :

Nama : Siti Aisyah Amini,

NIM : 191710101044

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Judul : PENINGKATAN SENSITIFITAS EDIBLE INDIKATOR ANTOSIANIN KULIT BUAH NAGA MERAH PADA KERUSAKAN BUAH POTONG

Demikian untuk mendapat perhatian dan dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.



Ditetapkan di Jember

Pada Tanggal : 20 Oktober 2022

Dekan

Bambang Marhaenanto, M.Eng., IPM.  
NIP. 196312121990031002

Tembusan :

1. Wakil Koordinator Pokja Bidang Akademik, Kemahasiswaan, dan Alumni
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Pertinggal

**SURAT TUGAS PENGUJI**





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
**UNIVERSITAS JEMBER**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

Jalan Kalimantan 37 - Kampus Bumi Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121  
 Telepon 0331-330224, 334267, 337422. 333147 \* Faximile 0331-339029  
 Laman : [www.unej.ac.id](http://www.unej.ac.id)

**SURAT TUGAS**  
 Nomor: 4899/UN25.7/EP/2022

Berdasarkan Rekomendasi Komisi Bimbingan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, maka menugaskan nama - nama tersebut dibawah ini:

No.	Nama / NIP	Pangkat/ Golongan	Jabatan	Keterangan
1	Ir.Giyarto M.Sc. / NIP. 196607181993031013	Penata TK.I/ III.d	Lektor	Penguji Utama
2	Lailatul Azkiyah, S.TP., MP., Ph.D. / NIP. 198803302015042001	Penata Muda TK.I/ III.b	Lektor	Penguji Anggota

ditunjuk sebagai Tim Penguji Tugas Akhir Mahasiswa

Nama : Siti Aisyah Amini  
 NIM : 191710101044  
 Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian  
 Judul : PENINGKATAN SENSITIFITAS EDIBLE INDIKATOR ANTOSIANIN KULIT BUAH NAGA MERAH PADA KERUSAKAN BUAH POTONG

Demikian surat tugas ini untuk dilaksanakan sebaik-baiknya dengan penuh tanggung jawab

Ditetapkan di Jember  
 pada tanggal : 25 Oktober 2022



Bambang Marhaenanto, M.Eng., IPM.  
 NIP. 196312121990031002

Tembusan :

1. Wakil Koordinator Bidang Akademik, Kemahasiswaan, dan Alumni
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Peringgal