



**PENGEMBANGAN LABEL PINTAR PEMANTAU
KEMATANGAN BUAH PEPAYA POTONG BERBASIS
INDIKATOR pH *METHYL RED* DAN *BROMOCRESOL
PURPLE***

SKRIPSI

Oleh:

Faizah Oktaviana

NIM 122210101064

**BAGIAN KIMIA FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2020



**PENGEMBANGAN LABEL PINTAR PEMANTAU
KEMATANGAN BUAH PEPAYA POTONG BERBASIS INDIKATOR pH
METHYL RED DAN *BROMOCRESOL PURPLE***

SKRIPSI

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

Oleh:

Faizah Oktaviana

NIM 122210101064

**BAGIAN KIMIA FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayah dan ibu tercinta Alm. Idrus Muhammad Agil dan Wahyuliana Susanti yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang, kesabaran, kerja keras, pengorbanan dan doa yang senantiasa mengiringi setiap langkahku;
2. Adik-adikku tersayang Putri Habihah dan Muhammad Zein Bin agil dengan kasih sayang, motivasi, dan doa, skripsi ini dapat diselesaikan;
3. Guru, dosen, dan pendidik yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan sejak bangku taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTO

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur (terhadap karunia Allah).”
(Q.S. Yusuf: 87)

“Inovation distinguishes between a leader and a follower”
(Steve Jobs)

“Don’t Stop when you’re tired. Stop when you are done”
(FO)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Faizah Oktaviana

NIM : 122210101064

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Pengembangan Label Pintar Pemantau Kematangan Buah Pepaya Potong Berbasis Indikator pH *Methyl Red* Dan *Bromocresol Purple*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 29 Januari 2020

Yang menyatakan,

Faizah Oktaviana

NIM 122210101064

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN LABEL PINTAR PEMANTAU KEMATANGAN BUAH
PEPAYA POTONG BERBASIS INDIKATOR PH *METHYL RED* DAN
*BROMOCRESOL PURPLE***

Oleh:

Faizah Oktaviana

NIM 122210101064

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Nia Kristiningrum, S.Farm., M. Farm., Apt.

Dosen Pembimbing Anggota : Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Sc., Apt.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengembangan Label Pintar Pemantau Kematangan Buah Pepaya Potong Berbasis Indikator pH *Methyl Red* Dan *Bromocresol Purple*” karya Faizah Oktaviana telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 29 Januari 2020

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Nia Kristiningrum, S.Farm.,Apt.,M.Farm
NIP. 198204062006042001

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

Tim Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Prof. Drs. Bambang Kuswandi,M.Sc.,Ph.D.
NIP. 196902011994031002

Endah Puspitasari, S.farm.,M.Sc.,Apt
NIP. 198107232006042002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

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

RINGKASAN

Pengembangan Label Pintar Pemantau Kematangan Buah Pepaya Potong Berbasis Indikator pH *Methyl Red* Dan *Bromocresol Purple*: Faizah Oktaviana: 122210101064; 2020; 75 Halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember

Salah satu komoditas pertanian yang cukup dikenal masyarakat yaitu buah pepaya. Pepaya relatif disukai semua lapisan masyarakat karena cita rasanya yang enak, kaya vitamin yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Buah pepaya umumnya dipasarkan dalam kondisi belum matang hingga lewat matang. Sebelum dikonsumsi, buah tersebut biasanya dicuci, dikupas, dan dipotong agar memiliki penampilan yang lebih menarik dan lebih praktis dikonsumsi. Selama proses pematangan, buah mengalami perubahan seperti peningkatan kadar gula, perubahan tekstur, perubahan warna pada kulit dan daging buah, perubahan laju CO₂ dan produksi etilen, penurunan keasaman diikuti perubahan karoten, pelunakan daging buah, penurunan bobot, serta penurunan kadar air. Buah pepaya matang memiliki pH mendekati netral yaitu 6,8 sedangkan pepaya yang busuk memiliki pH asam di bawah 5,2. Proses pembusukan buah pepaya dipengaruhi oleh adanya penurunan pH dan kekerasan buah serta adanya peningkatan susut bobot dan total padatan terlarut. Buah pepaya dinyatakan busuk apabila memiliki pH di bawah 5,2.

Metode pada penelitian ini melihat tingkat kematangan buah pepaya pada kemasan yaitu menggunakan label pintar. Prinsip dari label pintar yaitu perubahan warna pada pH yang dihasilkan karena senyawa H⁺ yang terbentuk dari hasil respirasi akan bereaksi dengan membran dalam kemasan. Indikator yang digunakan sebagai label pintar yaitu indikator pH *methyl red* (MR) berubah dari warna merah menjadi kuning dengan rentang pH (4,4 – 6,2) dan *bromocresol purple* (BCP) memiliki pH 5,2 (berwarna kuning) dan pH 6,8 (berwarna ungu). Parameter – parameter tingkat kematangan buah pepaya meliputi susut berat, pH, kekerasan, total padatan terlarut dan uji sensorik. Dari parameter tersebut dikaitkan dengan perubahan warna dari label pintar sehingga dapat ditentukan perubahan kualitas buah pepaya dalam kemasan yang disimpan dalam suhu ruang dan *chiller*.

Hasil penelitian dilihat dari tingkat kematangan buah pepaya dan perubahan warna label pintar selama penyimpanan pada suhu ruang dan *chiller*. Buah pepaya yang disimpan pada suhu ruang selama 5 hari mulai menunjukkan daging yang busuk pada hari ke-4 disertai perubahan warna label pintar *bromocresol purple* menjadi kuning, *methyl red* menjadi merah terjadi penurunan susut berat 6,5332%, ph 4,85, kekerasan 69,833 g/mm, dan total padatan terlarut 9,88%brik. Pada suhu *chiller* buah pepaya disimpan selama 9 hari telah menunjukkan busuk pada hari ke-7 dengan warna label pintar yang sama seperti suhu ruang, terjadi penurunan susut berat 6,4645%, ph 4,95, kekerasan 83g/mm, dan total padatan terlarut 9,67%brik.

Perubahan intensitas warna label pintar *methyl red* dan *bromocresol purple* memiliki hubungan positif dengan tingkat kematangan buah pepaya yang meliputi susut berat, total padatan terlarut dan berhubungan negatif yang meliputi kekerasan, ph dan evaluasi sensorik dimana keseluruhan uji menunjukkan semakin meningkat nilai *mean RGB methyl red* dan *bromocresol purple* maka tingkat kematangan buah pepaya semakin menurun sehingga buah pepaya dalam keadaan tidak matang. Perubahan intensitas warna label pintar *bromocresol purple* dan *methyl red* pada suhu ruang lebih cepat daripada penyimpanan pada suhu *chiller*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin cepat perubahan warna label pintar maka semakin menurun kualitas buah pepaya pada kemasan sehingga buah tidak layak untuk dikonsumsi.

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'alamin atas segala limpahan rahmat, karunia serta kekuatan yang telah diberikan Allah SWT sehingga atas izin-Nya pula penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan Label Pintar Pemantau Kematangan Buah Pepaya Potong Berbasis Indikator pH *Methyl Red* Dan *Bromocresol Purple*”. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Farmasi di Fakultas Farmasi Universitas Jember. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini berkat campur tangan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Alm. Ayahanda Idrus Muhammad Agil dan terutama Ibunda Wahyuliana Susanti tercinta yang telah menjadi ibu terbaik, yang selalu memberikan banyak motivasi dan nasihat, yang tiada lelah memberikan cinta, perhatian, kasih sayang, serta doa yang tiada henti di setiap langkah penulis;
2. Ayahanda kedua Isa Firdaus yang telah banyak membantu dan memberi dorongan menggantikan alm. Ayah penulis;
3. Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
4. Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt., M.Farm selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Sc.,Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga serta perhatiannya untuk memberikan ilmu, bimbingan, dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
5. Bapak Ari Satia Nugraha, S.F., Gdipse., Msc-Res., Ph.D., Apt, Bapak Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M. Sc., Ph.D., dan ibu Endah Puspitasari, S.farm., M.Sc., Apt selaku Dosen Penguji yang telah berkenan untuk menguji skripsi ini dan memberikan masukan serta saran untuk pengembangan diri penulis dan skripsi ini;
6. Ibu Ayik Rosita Puspaningtyas S.Farm., M.Farm., Apt dan Bawon Triatmoko, S.Farm., M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik

yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dalam masalah perkuliahan penulis;

7. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan yang berguna dalam menyelesaikan skripsi;
8. Pimpinan dan para Karyawan Fakultas Farmasi Universitas Jember atas bantuannya selama belajar di Fakultas Farmasi Universitas Jember;
9. Teknisi Lab. Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember, Bu Wayan dan Mbak Hani atas bantuannya selama penelitian berlangsung;
10. Bu Ketut selaku teknisi Lab. Kimia dan Biokimia Fakultas Teknologi Pertanian telah memberikan bantuan dalam melakukan penelitian;
11. Saudaraku, Putri Habibah dan Muhammad Zein bin Agil terima kasih atas doa, canda tawa dan semangat serta motivasinya di masa-masa sulit penyusunan skripsi ini;
12. Saudara “HAZUDERS” mami, papa, abi untuk semua keceriaan, dukungan, canda tawa, bullian dan kebersamaannya dalam senang maupun susah;
13. Rekan seperjuangan mbak Siti, Lili dan Gilang semangat, dukungan dan kebersamaannya dalam susah maupun senang dalam melakukan penelitian
14. Sahabat-sahabat Iip, Vera, Abink, Joyo, Didim, Anzala, Safira, Ferial, Zahir, Rifki, Ami iyus, hasan, ali, Najaj, abah fahri, Maya, Fatimah, Nina, Dewi, Yanti, Adi, Linda, Devita atas dorongan, motivasi, canda tawa, dan pendengar yang baik.
15. Keluarga Kesuwon Kak Riza, Mas Firman, Jun, Erwin, Karis (cacing) Risa, atas semua dorongan, motivasi, pengalaman, canda tawa dan kebersamaannya dalam satu lingkup kerja;
16. Keluarga ASIA SILVER atas semua dorongan, motivasi, pengalaman, canda tawa dan kebersamaannya dalam satu lingkup kerja;
17. Keluarga Himpunan Mahasiswa Jember atas kekeluargaan, keceriaan dan semangat yang dibagi;
18. Keluarga besar Petrok Rolas FF UJ Angkatan 2012 atas kekeluargaan, persaudaraan, dan pengalaman yang indah ini;

19. Serta untuk setiap nama yang tidak dapat tertulis satu persatu, dan untuk seluruh doa yang terucap tanpa sepengetahuan penulis. Terima kasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang turut berbahagia atas keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Tentunya sebagai manusia biasa, penyusunan dan penulisan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan karya tulis ilmiah ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya baik bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun penelitian di masa mendatang.

Jember, 29 Januari 2020

Penulis

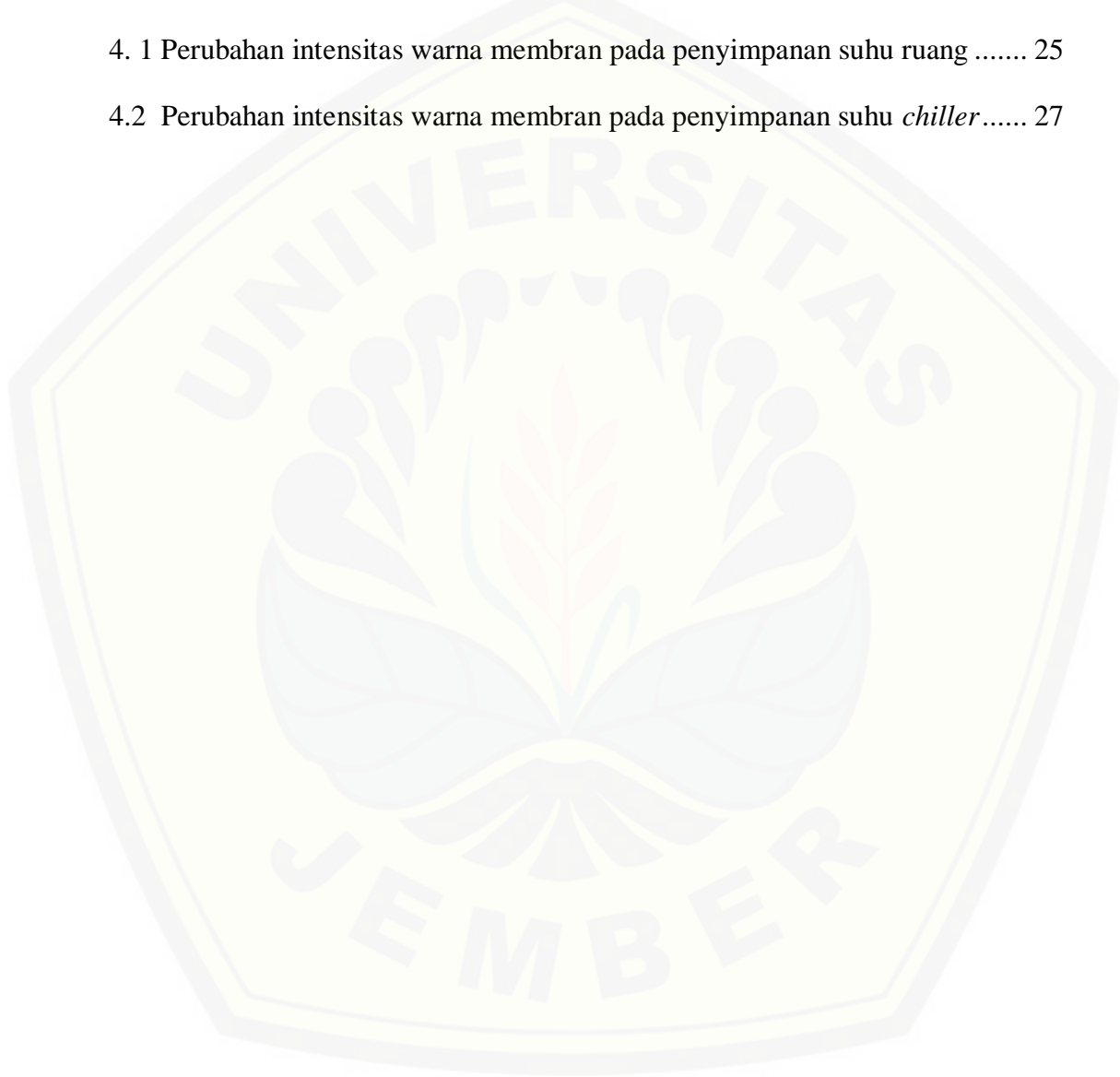
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
RINGKASAN.....	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Buah pepaya	4
2.2 Parameter Kematangan Buah Pepaya	6
2.3 Respirasi Pada Buah Pepaya.....	7
2.4 Tinjauan Sensor.....	7
2.5 Tinjauan Reagen Indikator pH.....	11
2.6 Kemasan Buah Pepaya	13
2.7. Label pintar (<i>Smart Label</i>)	14
2.8. Tinjauan Program <i>Image J</i>	15
2.9. Evaluasi Sensori.....	17
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Jenis Penelitian.....	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.3 Variabel Penelitian	19
3.4 Definisi Operasional.....	20

3.5	Alat Penelitian.....	20
3.6	Bahan Penelitian	20
3.7	Diagram Alur Penelitian.....	21
3.8	Metode Penelitian.....	22
3.9	Prosedur Parameter Analisis.....	23
d.	Desain Label Pintar sebagai Sensor Kematangan.....	24
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1	Perubahan Tingkat Kematangan Buah Pepaya Pada Penyimpanan.....	25
4.2	Aplikasi Membran Methyl Red Dan Bromocresol Purple Sebagai Sensor Kematangan Buah Pepaya Pada Label Pintar.....	40
BAB 5.	KESIMPULAN.....	43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran.....	43
	DAFTAR PUSTAKA	45
	LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Kandunga gizi buah pepaya.....	5
2.2. Peningkatan Kadar keasaman Buah Pepaya	6
4. 1 Perubahan intensitas warna membran pada penyimpanan suhu ruang	25
4.2 Perubahan intensitas warna membran pada penyimpanan suhu <i>chiller</i>	27



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pohon Pepaya	4
2.2 Buah Pepaya	4
2.3 Reaksi Respirasi	7
2.4 Skema Sensor Kimia.....	8
2.5 Metode <i>Cross-Linking</i>	9
2.6 Metode Pembentukan Ikatan Kovalen	9
2.7 Metode Adsorpsi.....	10
2.8 Metode Enkapsulasi	10
2.9 Metode <i>Entrapment</i>	10
2.10 Mekanisme Perubahan Warna <i>Methyl Red</i>	12
2.11 Mekanisme Perubahan Warna <i>Bromocresol purple</i>	12
2.12 Program Image J dan cara penggunaanya	16
3.1 Diagram Alur Penelitian	21
3.2 Desain Label Pintar Sebagai Sensor Kematangan.....	24
4.1. Grafik 4.1 Grafik perubahan intensitas warna label pintar bromocresol purple dan methyl red pada penyimpanan suhu ruang selama 5 hari	22
4.2. Grafik 4.2 Grafik perubahan intensitas warna label pintar bromocresol purple dan methyl red pada penyimpanan suhu <i>chiller</i> selama 9 hari.....	29
4.3. Grafik 4.3 Grafik hubungan intensitas warna membran dengan rata-rata peningkatan susut berat buah pepaya selama penyimpanan suhu ruang	30
4.4. Grafik 4.4 grafik hubungan peningkatan susut berat terhadap intensitas warna membran pada penyimpanan suhu <i>chiller</i>	31
4.5. Grafik 4.5 Grafik hubungan penurunan ph terhadap intensitas warna membran pada penyimpanan suhu ruang.....	32
4.6. Grafik 4.6 grafik hubungan penurunan ph terhadap intensitas warna membran pada penyimpanan suhu <i>chiller</i>	33
4.7. Grafik 4.7 Grafik hubungan penurunan nilai kekerasan terhadap intensitas warna membran pada penyimpanan suhu ruang	34

4.8. Grafik 4.8 grafik hubungan penurunan nilai kekerasan terhadap intensitas warna membran pada penyimpanan suhu <i>chiller</i>	35
4.9. Grafik 4.9 Grafik hubungan nilai total padatan terlarut terhadap intensitas warna membran pada penyimpanan suhu ruang	37
4.10. Grafik 4.10 grafik hubungan nilai total padatan terlarut terhadap intensitas warna membran pada penyimpanan suhu <i>chiller</i>	37
4.11. Grafik 4.11 Grafik hubungan evaluasi sensorik terhadap intensitas warna membran pada penyimpanan suhu ruang	39
4.12. Grafik 4.12 hubungan evaluasi sensorik terhadap intensitas warna membran pada penyimpanan suhu <i>chiller</i>	39
4.13. Gambar label pintas sebagai sensor kematangan buah pepaya	41

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara yang mempunyai iklim tropis, berpeluang besar bagi pengembangan budidaya tanaman buah-buahan, terutama buah-buahan tropika. Buah-buahan merupakan tanaman sumber vitamin, garam mineral dan lainnya. Salah satu komoditas pertanian yang cukup dikenal masyarakat yaitu buah pepaya. Pepaya relatif disukai semua lapisan masyarakat karena cita rasanya yang enak, kaya vitamin yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Buah pepaya mengandung enzim papain yang sangat aktif dan memiliki kemampuan mempercepat proses pencernaan protein, karbohidrat dan lemak. (pinnamaneni, 2017)

Buah pepaya umumnya dipasarkan dalam kondisi belum matang hingga lewat matang. Sebelum dikonsumsi, buah tersebut biasanya dicuci, dikupas, dan dipotong agar memiliki penampilan yang lebih menarik dan lebih praktis dikonsumsi. Di sisi lain, pengupasan dan pengirisan buah tersebut dapat menyebabkan luka pada jaringan buah sehingga akan memperpendek umur simpannya. Penyimpanan buah pepaya biasanya dilakukan pada suhu dingin dalam lemari es, karena dapat memperpanjang umur simpan. Selama penyimpanan pada suhu dingin, proses respirasi atau metabolisme dalam jaringan buah tersebut menjadi terhambat (Zuhairini,1997). Menurut ryall dan pentzer (1982) selama proses pematangan, buah mengalami perubahan seperti peningkatan kadar gula, perubahan tekstur, perubahan warna pada kulit dan daging buah, perubahan laju CO₂ dan produksi etilen, penurunan keasaman diikuti perubahan karoten, pelunakan daging buah, penurunan berat, serta penurunan kadar air (domingues dan vendrell, 1993; moya-leon dan jhon, 1994). Buah pepaya matang memiliki ph mendekati netral yaitu 6,8 sedangkan pepaya yang busuk memiliki ph asam dibawah 5,2. Buah pepaya dinyatakan busuk apabila memiliki ph di bawah 5,2 beberapa metode yang digunakan masyarakat untuk mengidentifikasi kematangan dari buah pepaya secara visual melalui perubahan

bau, perubahan bentuk, dan perubahan tekstur (Baston, 2010). Kekurangan dari metode di atas yaitu tidak semua pendapat dari masyarakat sama. Dikarenakan perbedaan persepsi di atas maka perlu dikembangkan suatu metode untuk identifikasi kematangan dari buah pepaya. Kemasan pintar yang dirancang untuk memberikan informasi yang tepat mengenai tingkat kematangan dan keamanan produk pangan, termasuk produk buah yang dikemas telah banyak dikembangkan (Pacquit *et al.*, 2008).

Teknologi pengemasan bahan pangan yang modern mencakup pengemasan atmosfer termodifikasi (*modified atmosfer packaging*/MAP) dan pengembangan label pintar. Tujuan dari keduanya yaitu untuk meningkatkan dan menjaga mutu dari kematangan bahan yang dikemas sebelum dikonsumsi. Kemasan buah pepaya sangat memerlukan teknik pendeteksi secara otomatis sebagai penentu kualitas kematangan buah pepaya. Salah satu teknologi yang digunakan adalah plastik yang dilengkapi sensor label pintar, dimana label pintar tersebut memerlukan suatu indikator untuk dapat mendeteksi kematangan buah pepaya pada kemasan, sehingga memerlukan indikator yang sesuai dengan karakteristik tersebut. Berdasarkan perihal di atas, dapat dikembangkan sensor label pintar dengan menggunakan indikator *methyl red* (MR) dan *bromocresol purple* (BCP).

Indikator tersebut digunakan dikarenakan perubahan warna sesuai dengan pH buah pepaya yang berkisar antara 6,8 dalam keadaan matang dan 5,2 dalam keadaan lewat matang (Awoite *et al.*, 2013). *Methyl red* (MR) merupakan indikator pH yang berubah merah pada keadaan asam (pH di bawah 4,4), jingga pada pH 4,5-6,2 dan berubah kuning pada keadaan basa (pH di atas 6,2). *Bromocresol purple* (BCP) memiliki indikator pH 5,2 (berwarna kuning), berwarna abu-abu pada pH 5,3-6,7 dan pH 6,8 (berwarna ungu) (Riyanto *et al.*, 2004). Sensor kematangan buah pepaya menggunakan prinsip penangkapan metabolit pembusukan. Kemasan ini dapat memberikan informasi kepada konsumen terkait dengan kerusakan atau perubahan kematangan buah pepaya yang disimpan dalam suhu ruang dan *chiller*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah suhu yang lebih rendah berpengaruh terhadap kematangan buah pepaya potong?
2. Bagaimanakah hubungan tingkat kematangan buah pepaya potong (yang meliputi susut berat, pH, total padatan terlarut, kekerasan, dan uji sensorik) terhadap perubahan warna label pintar berbasis *methyl red* dan *bromocresol purple* ?
3. Apakah label pintar tersebut dapat diaplikasikan sebagai sensor kematangan buah pepaya potong dalam kemasan di pasaran ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui Apakah suhu yang lebih rendah berpengaruh terhadap kematangan buah pepaya potong.
2. Menentukan hubungan tingkat kematangan buah Pepaya (yang meliputi susut berat, pH, total padatan terlarut, kekerasan, dan uji sensorik) terhadap perubahan warna label pintar berbasis *methyl red* dan *bromocresol purple*.
3. Mengetahui apakah label pintar tersebut dapat diaplikasikan sebagai sensor kematangan buah pepaya potong dalam kemasan di pasaran.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Pengaplikasian sensor pH dalam meningkatkan potensi kemasan pintar sebagai sensor kematangan buah pepaya potong untuk memudahkan konsumen tanpa membuka kemasan.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas pangan masyarakat dan memberikan keamanan pangan pada masyarakat

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Buah pepaya

2.1.1 Deskripsi Buah Pepaya

Pepaya (*carica papaya L*) termasuk kelas Dicotyledoneae, Ordo Caricales, Famili Caricaceae dan Genus Carica. Pepaya merupakan tanaman herba dengan daun yang terletak pada ujung tanaman (roset). Semua bagian tanaman mengandung getah, daunnya tersusun secara spiral melingkari batang, lembaran daun bercela-cela menjari. Batangnya tidak bercabang, bulat silindris dengan diameter sekitar 10cm sampai 30cm dan dapat mencapai ketinggian antara 2-5 meter (Villegas,1997). Berdasarkan bunganya tanaman pepaya dapat digolongkan atas tiga tipe utama yaitu bunga jantan, betina dan hermaphrodit (sempurna). Berikut adalah contoh pohon pepaya pada gambar 2.1. dan buah pepaya pada gambar 2.2.



Gambar 2.1 Pohon Pepaya (uchihadiyanto, 2019)



Gambar 2.2. Buah Pepaya (uchihadiyanto, 2019)

2.1.2 Kandungan Gizi dan Manfaat Buah Pepaya

Buah pepaya memiliki kandungan lemak jenuh, kolesterol dan natrium yang rendah, sumber serat makanan, Vitamin A, Vitamin B, Vitamin C, serta mengandung kalium dan folat. Kandungan gizi buah pepaya ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 2.1 kandungan gizi buah pepaya

Kandungan	Nilai per 100g
Water	88,06 g
Protein	0,47 g
Total Lemak	0,26 g
Serat	1,7 g
Karbohidrat	15,64 g
Mineral	61,3 mg
Vitamins	70,31 mg

(Sumber : National Nutrient Database for Standard Reference Release 28, 2016 USDA, Agricultural Research Service)

Vitamin C berfungsi sebagai anti infeksi serta antioksidan dan penangkal radikal bebas. Vitamin-vitamin lain seperti vitamin A, dibutuhkan untuk kulit yang sehat, selaput mukus, dan penglihatan. Jumlah serat, folat dan kalium yang baik membantu mengendalikan detak jantung dan tekanan darah. Pepaya adalah obat alami untuk banyak penyakit, antara lain aterosklerosis, penyakit jantung, rheumatoid arthritis, serta membantu menjaga kesehatan sistem pencernaan dan kekebalan tubuh. Pepaya mengandung 212 asam amino dan beberapa enzim, termasuk papain, enzim proteolitik yang memiliki efek antiinflamasi pada perut pasca operasi. Bijinya dapat digunakan bersama dengan susu untuk menghindari penyakit tipus dan juga dapat menyembuhkan penyakit sejenis wasir dan demam berdarah. Papain membantu protein mencerna lebih cepat, yang mencegah refluks asam, dan telah menunjukkan efektivitas dalam mengobati bisul dan bahkan menghilangkan sindrom iritasi usus besar (Pinnamaneni, 2017)

2.2 Parameter Kematangan Buah Pepaya

Setelah di panen, buah yang matang akan mengalami perubahan fisik dan kimia. Proses pematangan buah pepaya melibatkan proses respirasi dan produksi etilen. Pada proses respirasi dan transpirasi, selain dapat mengurangi bobot buah, perubahan kandungan air dari buah dapat mempengaruhi kondisi fisik dari buah tersebut. Buah yang sudah kehilangan air menjadi tidak menarik, tekstur menjadi lembek dan mutu gizinya menurun (kader,1992).

Karbohidrat yang terdapat pada buah pepaya adalah gula, sukrosa (48,3%), glukosa (29,8%), dan fruktosa (21,9%) (villegas, 1997). Ketika buah matang, kadar gula dalam buah akan meningkat karena terjadi proses hidrolisis polisakarida menjadi gula. Selama pematangan, kandungan Total Padatan Terlarut (TPT) akan meningkat karena adanya metabolisme polisakarida pada dinding sel. Menurut Arriola (1980) pada pepaya matang akan terjadi peningkatan keasaman dan Total Padatan Terlarutnya, namun kandungan gula jauh lebih tinggi dibandingkan kandungan asam organiknya sehingga rasa manis lebih dominan. Peningkatan kadar keasaman pada buah pepaya di tampilkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Peningkatan kadar keasaman buah Pepaya

Periode Inkubasi (Hari)	Deskripsi Sampel	pH
1	Matang (Riped Healty)	6,9
3	Lewat matang (Over Riped)	6,5
6	Hampir Busuk (moderately spoilt)	5,2
9	Busuk (spoilt)	4,2

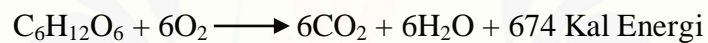
(Sumber : Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS)

ISSN: 2278-3008. Volume 4, Issue 6)

Pantastico (1989) menyatakan selama penyimpanan buah akan mengalami pembongkaran protopektin tidak larut menjadi asam pektat dan pektin yang mudah larut, sehingga kekerasan dinding sel menurun dan daging buah semakin melunak. Almora (2003) menyatakan bahwa kekerasan pepaya menurun selama proses pematangan, enzim hidrolitik aktif sejalan dengan kerusakan dinding sel dan penurunan tingkat kekerasan.

2.3 Respirasi Pada Buah Pepaya

Respirasi merupakan suatu proses pembongkaran bahan organik yang tersimpan (karbohidrat, protein dan lemak) menjadi bahan sederhana dan produk akhirnya berupa CO_2 , H_2O dan energi. Secara sederhana dapat di gambarkan seperti gambar 2.3



Gambar 2.3 Reaksi Respirasi (Kays, 1991)

Berdasarkan gambar 2.3, diketahui bahwa pada proses respirasi membutuhkan glukosa yang diperoleh dari cadangan makanan yang tersimpan pada buah. Karbon dioksida larut dalam air dan secara spontan membentuk H_2CO_3 (asam karbonat) dalam kesetimbangan dengan CO_2 yang menyebabkan kondisi asam pada buah yang akan busuk (Pelayo, *et al*, 2003).

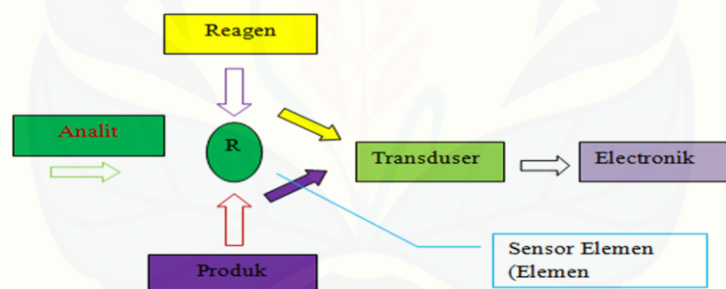
Menurut Kays (1991) suhu menimbulkan efek yang menentukan laju metabolisme produk pasca panen, nilai Q_{10} respirasi berkisar antara 2,0-2,5 saat suhu 5°C hingga 25°C . Artinya setiap peningkatan suhu 10°C , maka laju respirasinya meningkat 2,0-2,5 kali lipat. Komponan gas utama pada proses respirasi yaitu oksigen, karbondioksida dan etilen (kays, 1991).

2.4 Tinjauan Sensor

2.4.1 Sensor Kimia

Sensor kimia adalah suatu alat analisa berisi reagen kimia yang dapat bereaksi dengan analit tertentu dalam larutan atau gas sehingga menghasilkan perubahan fisika-kimiawi yang dapat diubah menjadi sinyal elektrik proporsional dengan konsentrasi dari analit tersebut. Sensor merupakan sebuah perangkat yang menghasilkan informasi analisis kualitatif dan kuantitatif secara spesifik dengan pengenalan yang memanfaatkan elemen biologis (seperti reseptor biologis, enzim, hormon, antigen, antibodi, mikroba) atau kimia (reagen-reagen kimia) yang mengalami kontak dengan analit (Ojeda & Fuesenta, 2006).

Proses terjadinya sensor kimia bisa dilihat pada gambar 2.4. Kebanyakan sensor mengandung dua unit dasar fungsional yaitu reseptor dan transduser. Sensor kimia biasanya banyak diaplikasikan untuk mendeteksi entitas kimiawi dengan menggunakan reaksi kimia dari reagen kimia yang sesuai. Entitas kimiawi yang dideteksi tersebut biasanya disebut analit (Kuswandi, 2008)



Gambar 2.4 Skema Sensor Kimia (Kuswandi, 2008)

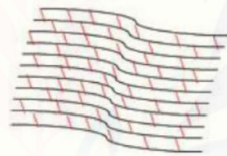
2.4.2 Teknik Imobilisasi

Imobilisasi merupakan suatu proses pengikatan molekul reagen sehingga dapat tersebar dalam fase pendukung secara merata dan homogen (Kuswandi, 2008). Sensor kimia biasanya menggunakan reagen kimia dimana 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 dengan syarat aktivitas reagenya tetap ada.

Pemilihan teknik imobilisasi biasanya didasarkan kesesuaiannya dengan sifat-sifat reagen. Secara umum, tidak ada satupun teknik imobilisasi yang dapat digunakan untuk semua jenis reagen. Pengikatan reagen dapat dilakukan baik secara kimia dan fisika. Secara kimia ada dua metode meliputi pembentukan ikatan kovalen dan *cross-linking*. Secara fisika ada beberapa proses penyerapan (adsorpsi), pemerangkapan (*entrapment*), pengkapsulan (enkapsulasi) dan interaksi elektrostatis. Berikut beberapa teknik Imobilisasi reagen kimia (Kuswandi, 2008):

a. *Cross-linking*

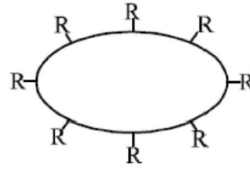
Cross-linking adalah suatu metode menggunakan senyawa kimia yang memiliki dua gugus fungsi yang akan mengikatkan reagen pada membran. Kekurangan metode ini dapat mengalami kerusakan pada spesifikasi reagen (Eggins, 1996). Metode *cross-linking* ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut :



Gambar 2.5 Metode *Cross-Linking* (Kuswandi, 2008).

b. Pembentukan Ikatan Kovalen

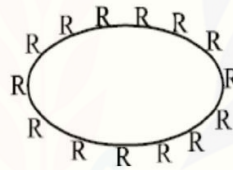
Pembentukan ikatan kovalen yang ditunjukkan pada gambar 2.6, untuk mencapai kondisi ini maka perlu kontrol seperti pada temperatur rendah, kekuatan ion yang kecil dan pH yang netral. Ikatan kovalen melibatkan ikatan antara molekul reagen dengan fase pendukungnya. Penggunaan rancangan gugus fungsi terhadap membran digunakan untuk mendapat ikatan kovalen. Bagian molekul yang akan dikaitkan bukan bagian dari sisi aktif. Kelebihan teknik ini yaitu tidak akan terjadi pelepasan material pada matriknya, karena ikatan yang terjadi sangat kuat. (Eggins, 1996)



Gambar 2.6 Metode Pembentukan Ikatan Kovalen (Kuswandi, 2008)

c. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu zat oleh zat lainnya atau dapat didefinisikan sebagai perubahan pada suatu permukaan (Kuswandi, 2008). Teknik ini merupakan teknik yang sederhana dan sedikit preparasi, namun interaksi antara reagen dan matriks sangat lemah. Ikatan *van der Waals* dan ikatan ion yang paling sering terjadi. Gambar 2.7 di bawah ini merupakan metode adsorpsi.



Gambar 2.7 Metode Adsorpsi (Kuswandi, 2008)

d. Enkapsulasi

Teknik ini mampu bertahan terhadap perubahan kondisi misalnya perubahan suhu, pH, kekuatan ion, dan komposisi kimia (Eggins, 1996). Teknik ini menggunakan membran semipermeabel yang memerangkap dan menjerat reagen di dalam ruang antar material pendukung. Gambar 2.8 merupakan metode enkapsulasi :



Gambar 2.8 Metode Enkapsulasi (Kuswandi, 2008)

e. Entrapment

Metode *entrapment* ditunjukkan pada gambar 2.9. Teknik ini menjerat reagen dalam polimer yang permeabel. Biasanya dilakukan dengan mencampurkan reagen dengan larutan monomer ataupun polimer kemudian ditambahkan *plastisizer* atau tidak. Penambahan *plastisizer* pada larutan ini membuat ikatan silang polimer sehingga terbentuk ruang kosong dan polimer akan menjadi lebih lentur (Kuswandi,2008).



Gambar 2.9 Metode *Entrapment* (Kuswandi, 2008)

2.5 Tinjauan Reagen Indikator pH

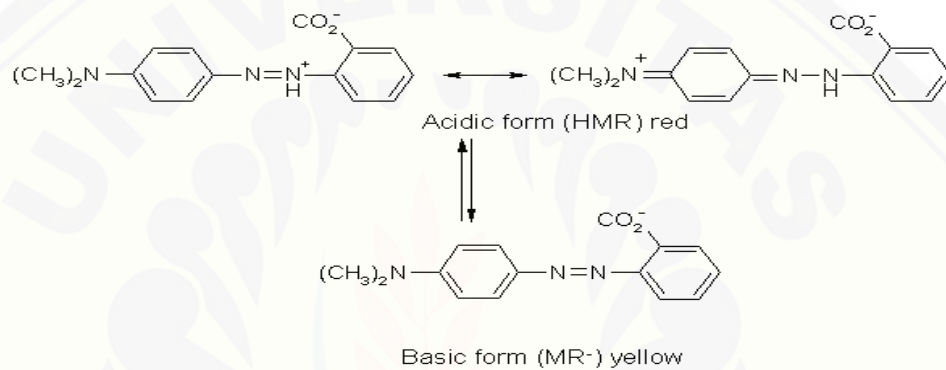
Indikator pH merupakan zat yang berubah warna atau membentuk fluoresen dengan perubahan pada pH. Indikator asam dan basa lemah biasanya akan terlarut sedikit dalam air dan membentuk ion. Indikator asam – basa biasa disebut sebagai indikator pH (Khopkar, 1990). Indikator tidak terdiri dari komponen reseptor dan menyampaikan informasi melalui perubahan visual secara langsung. Indikator merupakan senyawa kimia yang mengindikasikan ada atau tidaknya senyawa kimia lain atau derajat reaksi antara 2 atau lebih yang memberikan karakteristik perubahan, khususnya perubahan warna (Kerry *et al.*, 2006).

Prinsip kerja indikator kematangan yaitu indikator ditempatkan didalam kemasan makanan dan didesain sebagai tanda yang dapat dilihat oleh konsumen bahwa telah terjadi perubahan kimia yang terjadi dalam produk tersebut. Alat ini sensitif sampai spesifik terhadap produk awal yang matang, sedang, atau telah mengalami kemunduran berupa pembusukan makanan (Kerry *et al.*, 2006). Salah satu teknologi yang digunakan adalah plastik yang dilengkapi sensor label pintar, dimana label pintar tersebut memerlukan suatu indikator untuk dapat mendeteksi kualitas buah pepaya pada kemasan, sehingga memerlukan indikator yang sesuai dengan karakteristik tersebut. Indikator yang dapat digunakan adalah *Methyl red*

(MR) dan *bromocresol purple* (BCP) dikarenakan perubahan warna pada indikator tersebut sesuai dengan pH buah pepaya.

a. *Methyl Red*

Methyl red (p-dimethylamino azo benzene-o-carboxylic acid) merupakan suatu basa lemah azo dengan pKa = 5,1 dan banyak digunakan sebagai indikator pH. *Methyl red* memiliki daerah kerja pada pH 4,4 – 6,2 dengan perubahan warna dari merah menjadi kuning (Youssef & Mamdouh, 2004). Mekanisme perubahan warna di tunjukan pada gambar 2.10 :

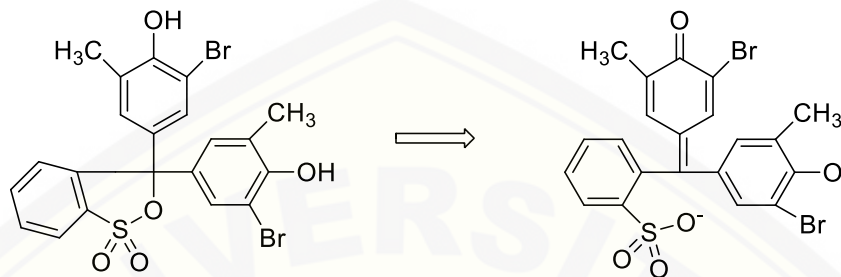


Gambar 2.10 Mekanisme perubahan warna *methyl red*

b. *Bromocresol purple*

Bromocresol purple (BCP) adalah suatu indikator pH yang memiliki perubahan warna kuning di bawah pH 5,2 dan warna ungu di atas pH 6,8. *Bromocresol purple* merupakan (*5,5'-dibromo-o-cresol sulphonphthalein*) indikator yang biasa digunakan sebagai plastik pH dan sering digunakan untuk mengukur albumin serta untuk kebutuhan prosesing fotografi. Indikator ini memiliki pKa 6,3 (Riyanto et al , 2014). Mekanisme perubahan warna akibat degradasi ditunjukkan pada gambar 2.11.

Dalam larutan yang hampir netral atau alkali, bahan kimia tersebut memiliki struktur sulfonat yang memberikan larutan warna ungu. Ketika pH menurun, ia berubah menjadi sultone (cyclic sulfonic ester) yang mewarnai larutan berwarna kuning.



Gambar 2.11 Mekanisme Perubahan Warna *Bromocresol purple*

2.6 Kemasan Buah Pepaya

Metode pengemasan pada buah pepaya berperan sangat penting dalam mencegah atau mengurangi kerusakan oleh mikroorganisme serta gangguan fisik. Beberapa jenis kemasan yang biasa digunakan meliputi *Modified Atmosphere Packaging* (MAP), kemasan vakum dan kemasan tradisional. Lingkungan atmosfer makanan juga berpengaruh terhadap *shelf life* makanan (Ogles *et al.*, 2008). Pengaruh lain dari kemasan plastik adalah melindungi produk dari perubahan kadar air karena bahan kemasan dapat menghambat terjadinya penyerapan uap air dari udara. Karbondioksida yang tinggi dan oksigen yang rendah dapat menjadi masalah untuk pertumbuhan mikroorganisme aerobik dan pembusukan makanan, sehingga pada buah, karbondioksida berfungsi sebagai antimikroba. (Brody *et al.*, 2008).

2.6.1 Modified Atmosphere Packaging (MAP)

Modified Atmosphere Packaging (MAP) merupakan teknologi kemasan untuk meningkatkan dalam lamanya penyimpanan dan menghambat mikroorganisme perusak serta patogen pada buah. Daging buah sangat rentan terhadap mikroorganisme perusak. (Davies, 1995). Pengemasan menggunakan MAP merupakan sistem menggunakan gas alami disekitar lingkungan produk yang dengan sengaja dirubah lalu secara keseluruhan berubah, akibatnya terjadi

interaksi antara produk, kemasan dan lingkungan produk (Berkel *et al.*, 2004). Penerapan MAP dilakukan pada buah pepaya yaitu pada temperatur $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ yang memungkinkan untuk memperlama jangka waktu penyimpanan sampai dua kalinya, dengan menjaga melalui pendinginan kontinyu, memberikan suatu metode yang efektif dalam meningkatkan penyimpanan produk tersebut (Philips, 1996).

2.6.2 Vacuum Packaging

Metode kemasan ini melibatkan penggunaan kantong plastik yang terbuat dari bahan penghalang yang kuat untuk perlindungan melawan abrasi, migrasi kelembapan, dan permeabilitas gas. Bentuk lain dari MAP adalah kemasan vakum. Karena kemasan vakum dapat menghilangkan oksigen dari kemasan tersebut. Berkurangnya oksigen di dalam kemasan dapat meningkatkan kualitas daging buah, karena menurunkan proses oksidasi (Jackson *et al.*, 1992).

2.6.3 Traditional Packaging

Metode ini adalah bentuk yang paling umum dari kemasan buah segar disebut *store wrap*. Kemasan ini terdiri dari *styrofoam* yang diisi daging buah pepaya dan lapisan penyerap, dikemas dengan plastik film yang bersifat permeabel. Sifat permeabilitas dari film memungkinkan oksigen dari udara untuk masuk dan kontak dengan buah yang dapat merubah warna daging buah. Kemasan ini sangat ekonomis dengan biaya yang efektif. Namun, jenis kemasan ini memicu terjadinya oksidasi dan kurangnya karbondioksida dalam udara tidak dapat mencegah pembusukan akibat pertumbuhan bakteri (Brooks *et al.*, 2008).

2.7. Label pintar (*Smart Label*)

Prinsip dari label pintar yaitu perubahan warna pada pH yang dihasilkan interaksi antara pewarna yang sensitif pH dengan *volatile* amina dalam kemasan. Label pintar mampu mendeteksi analit kematangan dari kemasan makanan meliputi senyawa *volatile* nitrogen seperti amonia, dimetilamin, trietilamin dan juga kadaverin dan putresin. Biasanya label pintar digunakan untuk deteksi kematangan dari buah, daging, sayuran, dan minuman (Berryman 2014).

Metode yang paling sesuai untuk menggabungkan teknologi kemasan pintar dengan makanan dan kemasan minuman yaitu menggunakan label pintar. Kegunaan dari label pintar khususnya dalam bentuk cairan yang diformulasi secara kimia sehingga berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Ada juga contoh label yang berdasarkan aktivitas mekanik yang setara dengan perkembangan cepatnya bidang elektronik dari label pintar. Prinsip fungsi dari kemasan tradisional makanan meliputi menurunkan kerusakan makanan, mempertahankan kualitas dan keamanan, dan mengurangi kerusakan fisik dari makanan. Secara umum kemasan melindungi dari beberapa faktor seperti cahaya, panas, kelembaban, tekanan, oksigen, enzim, mikroorganisme, bau, debu dan kotoran (Farkas, 2008).

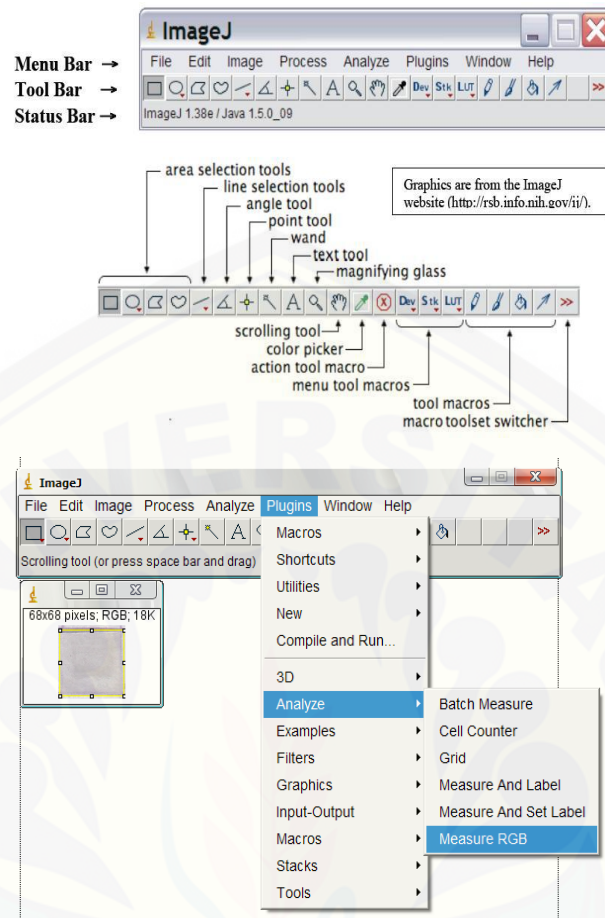
2.8. Tinjauan Program *Image J*

Image J adalah merupakan program yang dibuat oleh *National Institute of Health* biasanya digunakan untuk analisis gambar. Program *image J* terdapat menu bar, tool bar, dan status bar yang dapat dilihat pada gambar 2.12. Cara kerja program ini yaitu ketika kursor ditempatkan di daerah gambar, maka akan muncul tampilan koordinat yang akan diukur dalam piksel/detik. Piksel merupakan suatu titik tunggal dalam pencitraan atau elemen terkecil yang dapat dikenali, ketajaman suatu gambar digambarkan dengan jumlah digit biner (bit) yang diperlukan untuk penggambaran piksel (Reinking, 2007).

Metode *Image J* dapat digunakan juga sebagai gambar *grayscale* yang memiliki ketajaman lebih dari 1 bit (hanya menunjukkan pixel dalam gambar hitam putih) sampai 32 bit per pixel. Penentuan nilai RGB dengan menggunakan program *ImageJ* berdasarkan pada nilai perhitungan dari tiga warna primer yaitu merah, hijau dan biru. Dipilih warna merah, hijau dan biru karena warna-warna ini merupakan warna yang menghasilkan spektrum sehingga dapat dilihat oleh pembaca. Selain itu, ketiga warna tersebut dapat bercampur untuk membentuk warna yang lainnya. Apabila intensitas tertinggi dari setiap warna dicampurkan maka akan diperoleh cahaya putih. Jika intensitas sama dengan nol semua warna

dicampurkan secara bersama-sama, maka akan dihasilkan cahaya hitam (Reinking, 2007).





Gambar 2.12 Program *Image J* dan cara penggunaannya (Reinking, 2007)

2.9. Evaluasi Sensori

Evaluasi sensori merupakan ilmu pengetahuan yang menggunakan indera manusia untuk mengukur penampakan, aroma, dan tekstur pada produk pangan. Penerimaan konsumen terhadap suatu produk diawali dengan penilaiannya terhadap penampakan, aroma dan tekstur. Evaluasi sensori dapat digunakan untuk menilai adanya perubahan yang dikehendaki atau tidak dikehendaki dalam produk. Penerimaan dan kesukaan atau preferensi konsumen, serta korelasi antara pengukuran sensori dan kimia atau fisik dapat juga diperoleh dengan evaluasi sensori (Baston, 2010).

Prinsip ini mempunyai 3 jenis uji organoleptik, yaitu uji perbedaan (*discriminative test*), uji deskripsi (*descriptive test*) dan uji afektif (*affective test*). Uji perbedaan untuk memeriksa apakah ada perbedaan diantara contoh-contoh

yang disajikan. Uji deskripsi digunakan untuk menentukan sifat dan intensitas perbedaan tersebut. Kedua kelompok uji di atas membutuhkan panelis yang terlatih atau berpengalaman. Sedangkan uji afektif didasarkan pada pengukuran kesukaan (atau penerimaan) atau pengukuran tingkat kesukaan relatif. Pengujian afektif yang menguji kesukaan dan atau penerimaan terhadap suatu produk dan membutuhkan jumlah panelis tidak dilatih yang banyak yang sering dianggap untuk mewakili kelompok konsumen tertentu.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian *experimental laboratories*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

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

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

- a. Suhu penyimpanan dengan 2 macam suhu yaitu suhu ruang (27 ± 3 °C) dan suhu *chiller* (10 ± 2 °C)

3.3.2 Variabel Terikat

- a. perubahan warna membran methyl red dan bromocresol purple
- b. perubahan susut berat buah pepaya potong
- c. perubahan ph buah pepaya potong
- d. kekerasan buah pepaya potong
- e. total padatan terlarut buah pepaya
- f. evaluasi sensorik

3.3.3 Variabel Terkendali

- a. Konsentrasi methyl red dan bromocresol purple masing-masing 500ppm
- b. Penggunaan pisau stainless untuk pemotongan
- c. Penggunaan handscoon selama pemotongan

3.4 Definisi Operasional

Definisi operasional pada penelitian ini adalah:

- a. *Sampel* buah pepaya yang digunakan didapatkan dari petani di daerah Jenggawa, Jember.
- b. Buah pepaya dikemas setelah 5 hari pasca panen.
- c. Masing – masing sample yang telah dikemas disimpan pada suhu yang telah ditentukan.
- d. Pengambilan *sampel* dilakukan secara bergiliran antara suhu ruang (perhari) dan *chiller* (perhari).
- e. Prosedur analisa kekerasan dan total padatan terlarut dilakukan setelah uji ph dan susut berat selesai dilakukan.

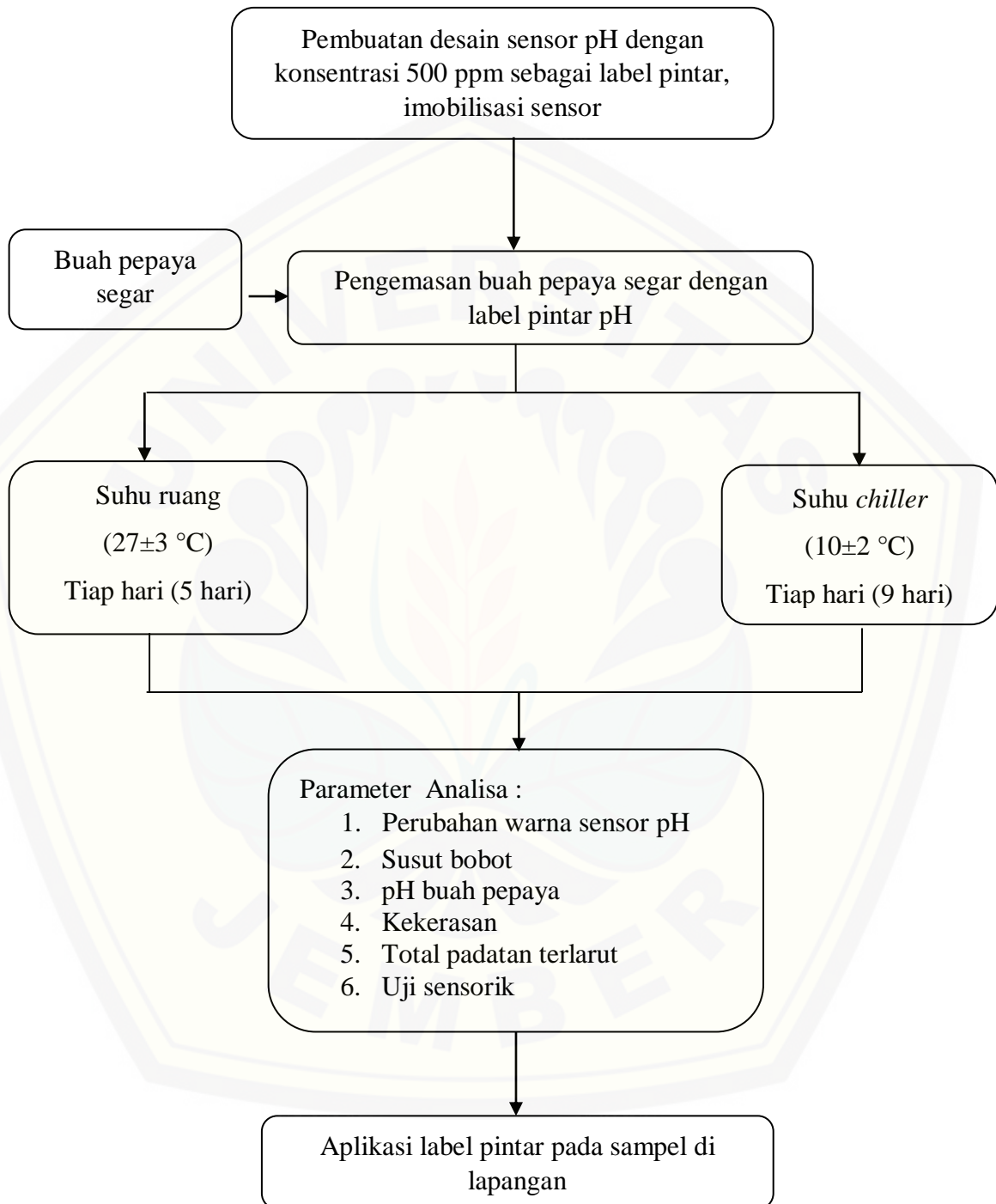
3.5 Alat Penelitian

Alat – alat yang digunakan adalah pH meter, pipet tetes, tabung reaksi, plat tetes, pipet volum 10 mL, pipet volum 1 mL, timbangan analitik, rheotex tipe SD-700, *ball pipet*, *blender*, *hand refractometer*, *beaker glass*. *Scanner* tipe Canon MP190, pisau.

3.6 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pepaya california 5 hari pasca panen yang di beli dari petani di daerah jenggawa, Jember, *PE white wrapping plastic stretch film 0,9 g/cm³*, *styrofoam*, kertas saring *whatmann*, indikator *methyl red*, indikator *bromocresol purple*, alkohol 97%, *PVP*, *aquadest*.

3.7 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.8 Metode Penelitian

3.8.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat identifikasi terhadap kenampakan dan perubahan fisik buah pepaya potong yang dikemas dalam *styrofoam* dan *PE wrap plastik* yang disertai kertas saring *whatman* yang diimobilisasi dengan indikator pH *Metil Merah* dan *Bromocresol purple* sebagai sensor kematangan buah pepaya. Penyimpanan buah pepaya dilakukan pada suhu yang bervariasi yaitu suhu ruang (27 ± 3 °C) diamati tiap hari selama 5 hari dan suhu *chiller* (10 ± 2 °C) diamati tiap hari selama 9 hari. Kemudian dilanjutkan dengan diamati perubahan intensitas warna sensor, uji total padatan terlarut, uji pH, uji kekerasan daging buah, uji susut bobot, uji sensorik dengan angket. Tiap parameter uji dihubungkan dengan intensitas perubahan warna sensor indikator pH.

3.8.2 Pelaksanaan Penelitian

a. Pembuatan Sensor Kematangan sebagai Label Pintar

Menurut arjun (2017) konsentrasi yang paling bagus digunakan sebagai label pintar pada *bromocresol purple* dan *methyl red* adalah konsentrasi 500 ppm. Sehingga pada penelitian ini penulis menggunakan konsentrasi 500 ppm. Pembuatan larutan indikator pH dari *methyl red* dan *bromocresol purple*. Menimbang 5 mg dari masing – masing indikator *methyl red* dan *bromocresol purple*, kemudian dilarutkan dalam 10 mL etanol 97%.. Di beri penambahan 1% PVP sebagai bahan pengikat. Kertas saring *whatman* yang telah dipotong dengan ukuran 2x2 cm direndam dalam masing – masing indikator pH *Methyl Red* dan *Bromocresol purple* selama 1 hari kemudian dikeringkan. Pembuatan Kemasan Buah pepaya yang sudah di kupas dan di potong menggunakan pisau diletakkan dalam *styrofoam* kemudian ditutup dengan plastik pembungkus (*PE white wrapping plastic stretch film 0,9 g/cm³*) yang telah diberi label pintar sebagai sensor kematangan

3.9 Prosedur Parameter Analisis

3.9.1 Pengamatan Intensitas Warna Sensor

Warna sensor dari kematangan ini diukur menggunakan *software Image J* dengan menentukan nilai Δ *mean RGB*. Langkah pertama yaitu Pengambilan gambar dilakukan dengan cara *scanning* menggunakan scan tipe Canon LiDE120, kemudian hasil scan tersebut diaplikasikan pada *software Image J* dan ditentukan nilai *mean RGB*. Setelah itu ditentukan nilai Δ *mean RGB* yaitu selisih antara nilai *mean RGB* sebelum uji dan setelah uji.

3.9.2 Uji Susut Berat

Pengukuran pada susut berat dilakukan berdasarkan presentase penurunan bobot bahan sejak awal sampai akhir penyimpanan. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik. Berikut adalah perhitungan susut berat :

$$\frac{n_0 - n_1}{n_0} \times 100\%$$

Ket : n_0 = berat awal sebelum penyimpanan

n_1 = berat setelah penyimpanan

3.9.3 Uji pH Buah Pepaya

Sampel buah pepaya di potong kecil kemudian di hancurkan dengan blender bersama aquades dengan perbandingan 1:1 (40g : 40mL), kemudian menentukan pH buah Pepaya dengan menggunakan pH meter.

3.9.4 Uji Kekerasan

Sampel buah pepaya diletakkan tepat di bawah jarum penetrometer *Rheotex*, pada percobaan ini, saya menggunakan jarum tumpul dan memberikan set kedalaman 3,5. Kemudian menekan tombol start sampai ujung jarum menyentuh permukaan buah pepaya (terdengar bunyi tanda selesai), yang dilanjutkan dengan membaca angka yang ditunjukkan oleh *Rheotex* dengan satuan gram (g).

3.9.5 Uji Total Padatan Terlarut (TTS)

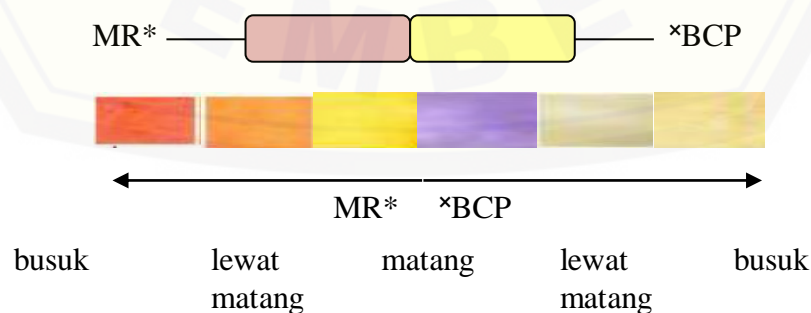
Total padatan terlarut diukur dengan menggunakan *hand refractometer* Atago. Buah pepaya seberat 40 g dipotong kecil di campurkan dengan 40 mL air dihomogenisasi dengan menggunakan blender. Prisma refraktometer dibersihkan terlebih dahulu dengan aquadest agar tidak ada kotoran lain yang ikut terukur. Kemudian 1-2 tetes larutan buah pepaya diteteskan ke dalam prisma dan dilakukan pembacaan nilai total padatan terlarut yang dinyatakan dalam % brix. Setelah selesai *hand refractometer* dibersihkan kembali dengan menggunakan aquadest.

3.9.6 Uji sensorik

Dilakukan dengan cara mengumpulkan sejumlah panelis tidak dilatih (10 orang wanita dengan golongan umur antara 20-30 tahun) untuk mewakili kelompok konsumen. Diberikan kemasan buah pepaya selama masa penyimpanan 1-5 hari pada suhu ruangan dan penyimpanan selama 1-9 hari pada suhu *chiller*. Kemudian panelis mengisi angket tentang buah pepaya yang dilihatnya meliputi perubahan warna daging buah, rasa dan bau rancangan angket dapat di lihat pada lampiran.

d. Desain Label Pintar sebagai Sensor Kematangan

Gambar 3.2 menjelaskan desain label pintar dari indikator pH *methyl red* dan *bromocresol purple* sebagai sensor kematangan buah pepaya yang bekerja berdasarkan perubahan pH. Desain tersebut adalah sebagai berikut:



*MR : methyl red, warna pembeding ke arah kiri

*BCP : bromocresol purple, warna pembeding ke arah kanan

Gambar 3.2 Desain label pintar sebagai sensor kematangan

BAB 5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. kematangan buah pepaya pada penyimpanan suhu ruang lebih cepat dibandingkan dengan penyimpanan suhu *chiller*, penyimpanan pada suhu rendah mampu mempertahankan kematangan buah pepaya potong.
2. Perubahan intensitas warna label pintar *Methyl Red* dan *bromocresol purple* memiliki hubungan positif dengan tingkat kematangan buah pepaya yang meliputi susut berat, Total padatan terlarut dan berhubungan negatif yang meliputi susut berat, pH dan evaluasi sensorik dimana keseluruhan uji menunjukkan semakin meningkat nilai *mean RGB Methyl Red* dan *bromocresol purple* maka tingkat kematangan buah pepaya semakin menurun sehingga buah pepaya dalam keadaan busuk.
3. Label pintar *bromocresol purple* dan *methyl red* yang dipasang pada kemasan pintar dapat diaplikasikan sebagai indikator kesegaran sehingga memudahkan konsumen untuk melihat kesegaran buah pepaya tanpa membuka kemasan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai:

1. Variasi penggunaan bahan maupun teknik pengemasan yang mampu meningkatkan masa simpan pada buah pepaya baik pada suhu ruang maupun suhu *chiller*.
2. Kelemahan dari material pendukung dari penelitian ini adalah warna dari membran mudah luntur karena terkena uap air, maka perlu di cari alternatif penggunaan material pendukung lain yang tidak mudah luntur.

3. Metode intensitas perubahan warna label pintar yang lebih sensitif terhadap perubahan kualitas buah pepaya selama waktu penyimpanan pada suhu yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

- Arriola, M. C., Calzada, J. F., Menchu, J. F., Role, C. and Garcia, R., 1980, Papaya In: Nagy, S. and Shaw, P.E.(eds). *Tropical and Sub-Tropical Fruits*. AVI, Westport, Connecticut, USA, pp. 316-340.
- Awoite Et Al. 2013. Studies On Fungi Associated With Post Harvest Spoilage Of Pawpaw Carica PAPAYA Fruit. Nigeria : *Journal Of Pharmacy And Biological Sciences (IOSR-JPBS) Volume 4, Issue 6 (Jan. – Feb. 2013), PP 01-04*
- Baston, Octavian and Octavian Barna. 2010. Raw Chicken Leg and Breast Sensory Evaluation. Romania: *Dunarea de Jos University of Galati, Faculty of Food Science and Engineering*.
- Berryman, P. 2014. *Advances in Food and Beverage Labelling*. Cambridge: Woodhead Publishing.
- Buckle, K. A., Edward, R. A., Fleet, G. H., dan M Wooton. 1987. *Ilmu Pangan*. Purnomo H, Adiono, penerjemah. Jakarta: UI Press. Terjemahan dari : *Food Science*.
- Brody, Aaron L, Begusu, Han. San and Mchugh. 2008. Innovative Food Packaging Solutions. *J. Food Sci. Tech*. Vol. 8 (1): 107-116.
- Brooks, J.C., Alvarado, M., Stephens, T.P., Kellermeier, J.D., Tittor, A.W., Miller, M.F., dan Brashears, M.M. 2008. Spoilage and Safety Characteristic of Ground Beef Packaged in Traditional and Modified Atmosphere Packages. *Journal of Food Protection*.
- Brishti, F. H., Jawadul M., and Ayesha S. 2013. Effect of Biopreservatives on storage life of papaya (*Carica papaya L.*). *International Journal of Food Studies*. Vol. 2 : 126-136.
- Darmawati, E., Ken S. , Mohammad I. T. 2018. Perlakuan Pematangan Buatan Pada Pepaya (*Carica Papaya L.*) Varietas IPB 9 Untuk Perbaikan Sistem Distribusi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*.
- Davies, A.R. 1995. *Advances in Modified-Atmosphere Packaging*. In: Gould G.W. (ed.), *New Methods of Food Preservation*. London: *Blackie Academic and Professional*.

- Eggins. 1996. *Biosensor an Introduction*. New York: John Wiley and Sons.
- Purnomo H, Adiono, penerjemah. Jakarta: UI Press. Terjemahan dari : *Food Science*.
- Jackson, T.C., Acuff, G.R., Vanderzant, C., Sharp, T.R. dan Savell, J.W. 1992. Identification and Evaluation of Volatile Compounds of Vacuum and Modified Atmosphere packaged Beef Strip Loins. *Meat Science*.
- Kays, S.J. 1991. *Postharvest Physiology of Perishable Plant Product*. New York. Van Nostrand Reinhold.
- Kerry, J.P., O'Grady, M.N., Hogan, S.A. 2006. Past Current and Potential Utilisation of Active and Intelligent Packaging System for Meat and Muscle Based Product : A Review. *J. Food. Nutr. Sci. Meat*. Vol. 74 (2): 113-130.
- Kinanti, D. P. 2011. Aplikasi Indikator Metil Merah Pada Kemasan Pintar (*Intelligent Packaging*) Sebagai Sensor Kesegaran Buah Strawberry. Skripsi. Fakultas Farmasi, Universitas Jember.
- Kuswandi, B. 2008. *Sensor Kimia Teori, Praktek & Apikasi*. Jember: Bagian Kimia Farmasi PS Farmasi Universitas Jember.
- Kuswandi, B., Jayus, Oktaviana, R., Abdullah, A., Heng, L.Y. 2013. A Novel On-Package Sticker Sensor Based on Methyl Red for Real-Time Monitoring of Broiler Chicken Cut Freshness. *Packag. Technol. Sci*. Vol. 27: 69-81.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Maryska C. 2011. Aplikasi Membran Bromfenol Biru Pada Kemasan Pintar Sebagai Sensor Kesegaran Buah Jambu Biji (*Psidium Guajava L.*) Skripsi. Fakultas Farmasi, Universitas Jember
- Murdyaningsih, E. A. 2012. Aplikasi Klorofenol Merah Pada Membran Kemasan Pintar(*Intelligent Packaging*) Sebagai Sensor Kesegaran Buah Anggur (*Vitis Vinifera L.*) Skripsi. Fakultas Farmasi, Universitas Jember.
- Nurfawaidi, Arjun. 2017. Pengembangan Label Pintar Untuk Indikator Kesegaran Daging Sapi Pada Kemasan Skripsi. Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

- Ojeda, C.B., & Fuesenta, S.R. 2006. *Recent Development in Option Chemical Sensor Coupling with Flow Injection Analysis*. Spain: Departement of Analytical Chemistry, Faculty of Sciences, University of Malanga, Otles, Semih, Buket Yalcin. 2008. *Intelligent Food Packaging*. Ege University, Bornova-Izmir, Turkey.
- Pal, D.K., C.P.A. Iyes, N.G. Divakar, Y. Selvaraj, M.D. Subramanyam. 1980. Studies on the physico chemical composition of fruits of twelve papaya varieties. *J. Food. Sci. Technol.* 17(6): 254-256.
- Pacquit, A., Crowley, K., & Diamond, D. (2008). Smart packaging technologies for fish and seafood products. In Willey John (ed.). *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods*. John Wiley & Sons Ltd, England. 75–96 p.
- Philips, Carol A. 1996. Review: Modified Atmosphere Packaging and its Effects on the Microbil Quality and Safety of Produce. UK: *Life Science Division, Center for Healthcare Education, Nene Collge of Higher Education, Boughton Green Road, Northampton*.
- Pinnamaneni. R. 2017. Nutritional And Medicinal Value Of Papaya (*Carica Papaya* Linn.). *World Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences* : Volume 6, Issue 8, 2559-2578
- Reinking, I. 2007. *Image J Basics*. Pennsylvania: Departement of Biology Millersvilley University.
- Riyanto, R., Irma H., Singgih W. 2014. *Karakteristik Plastik Indikator sebagai Tanda Peringatan Dini Tingkat Kesegaran Ikan dalam Kemasan Plastik*. *JPB Perikanan* Vol. 9 (2): 153-163.
- Subdirektorat Statistik Hortikultura. 2017. *Statistik Tanaman Buah-Buahan Dan Sayuran Tahunan Jakarta: BPS-Statistics Indonesia*
- Taris, M. Luthfan, Winarso D. Widodo, dan Ketty Suketi. 2015. *Kriteria Kemasakan Buah Pepaya (Carica Papaya L.) IPB Callina Dari Beberapa Umur Panen*. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Villegas, V. N. 1997, *Edible fruits and nuts - Carica papaya L. In EWM Verheij, RE Coronel, eds, Volume 2*. Netherlands, Wageningen University.

LAMPIRAN**LAMPIRAN A.** Angket untuk panelis pada uji organoleptis

Nama :

Umur :

angket uji sensorik kesegaran buah pepaya						
hari ke	parameter uji sensorik					
	bau		warna		Rasa	
	suhu ruang	suhu <i>chiller</i>	suhu ruang	suhu <i>chiller</i>	suhu ruang	suhu <i>chiller</i>
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
* beri nilai 1 atau 2 1 = tidak suka 2 =suka						

LAMPIRAN B. Data Intensitas Warna Membran

a. Suhu Ruang

Hari ke	Intensitas Warna Membran	
	Metil Merah	Bromocresol Purple
0	166,052	152,121
1	173,402	162,354
2	186,689	171,456
3	198,717	174,253
4	206,695	197,984
5	220,732	213,784

b. Suhu *Chiller*

Hari ke	Intensitas Warna Membran	
	Metil Merah	Bromocresol Purple
0	166,052	152,121
1	171,253	162,25
2	173,112	170,734
3	177,227	171,985
4	182,257	176,838
5	194,078	185,833
6	198,433	197,21
7	200,29	202,431
8	208,232	205,823
9	219,175	212,248

LAMPIRAN C. Data Susut Berat Buah

a. Suhu Ruang

Hari ke	<i>Sampel</i>	Berat Pepaya awal (gram)	Berat Pepaya Akhir (gram)	Susut Berat (%)
0	1	156,36	156,36	0
	2	156,39	156,39	0
	3	156,27	156,27	0
	Rerata			0
1	1	174,72	172,98	0,9959
	2	174,69	172,88	1,0361
	3	174,82	173,01	1,0354
	Rerata			1,0225±0,02
2	1	172,63	168,58	2,3461
	2	172,53	168,44	2,3706
	3	172,61	168,58	2,3347
	Rerata			2,3505±0,02
3	1	158,71	153,33	3,3898
	2	158,65	153,33	3,3533
	3	158,74	153,35	3,3955
	Rerata			3,3795±0,02
4	1	165,71	154,94	6,4993
	2	165,66	154,75	6,5858
	3	165,78	154,98	6,5147
	Rerata			6,5332±0,05
5	1	168,71	152,55	9,5786
	2	168,88	152,61	9,6341
	3	168,67	152,49	9,5927
	Rerata			9,6018±0,03

Hari Ke	SD	CV (%)
1	0,02	2,25
2	0,02	0,78
3	0,02	0,54
4	0,05	0,71
5	-0,03	-0,30

b. Suhu *Chiller*

Hari ke	<i>sampel</i>	Berat pepaya awal (gram)	Berat pepaya akhir (gram)	Susut berat (%)
0	1	156,36	156,36	0
	2	156,39	156,39	0
	3	156,27	156,27	0
		Rerata		0
1	1	165,88	164,94	0,5667
	2	165,86	164,91	0,5728
	3	165,75	164,89	0,5189
		Rerata		0,5528±0,03
2	1	166,7	165,1	0,9598
	2	166,74	165,2	0,9236
	3	166,58	165,08	0,9005
		Rerata		0,9280±0,03
3	1	154,7	152,97	1,1183
	2	154,66	152,86	1,1638
	3	154,82	152,92	1,2272
		Rerata		1,1698±0,05
4	1	165,09	161,41	2,2291
	2	165,1	161,6	2,1199
	3	165,05	161,48	2,1630
		Rerata		2,1707±0,05
5	1	158,7	152,18	4,1084
	2	158,67	152,12	4,1281
	3	158,81	152,11	4,2189
		Rerata		4,1518±0,06
6	1	165,7	157,42	4,9970
	2	165,7	157,33	5,0513
	3	165,61	157,31	5,0118
		Rerata		5,0200±0,03
7	1	165	154,8	6,1818
	2	165,81	154,8	6,6401
	3	165,87	154,97	6,5714
		Rerata		6,4645±0,25
8	1	172,7	157,13	9,0156
	2	171,93	156,98	8,6954
	3	172,6	158,01	8,4531
		Rerata		8,7214±0,28

9	1	168,8	152,55	9,6268
	2	168,5	152,39	9,5608
	3	168	152,31	9,3393
	Rerata			9,5090±0,15

Hari Ke	SD	CV (%)
1	0,03	5,34
2	0,03	3,22
3	0,05	4,68
4	0,05	2,53
5	0,06	1,42
6	0,03	0,56
7	0,25	3,82
8	0,28	3,24
9	0,15	1,58

LAMPIRAN D. Data pH Buah

Hari Ke	Replikasi			Rerata
	1	2	3	
0	6,18	6,16	6,12	6,15

Hari Ke	SD	CV (%)
0	0,03	0,50

a. Suhu Ruang

Hari Ke	Replikasi			Rerata
	1	2	3	
1	5,88	5,78	5,85	5,84
2	5,45	5,42	5,43	5,43
3	5,26	5,29	5,26	5,27
4	4,87	4,81	4,86	4,85
5	4,23	4,01	4,18	4,14

Hari Ke	SD	CV (%)
1	0,05	0,88
2	0,02	0,28
3	0,02	0,33
4	0,03	0,66
5	0,12	2,79

b. Suhu *Chiller*

Hari Ke	Replikasi			Rerata
	1	2	3	
1	6,03	5,99	6,05	6,02
2	5,97	6,01	6,01	6,00
3	5,84	5,83	5,93	5,87
4	5,65	5,62	5,69	5,65
5	5,42	5,47	5,49	5,46
6	5,29	5,41	5,38	5,36
7	5,1	4,96	4,79	4,95
8	4,67	4,42	4,57	4,55
9	4,11	4,01	3,94	4,02

Hari Ke	SD	CV
1	0,03	0,51
2	0,02	0,39
3	0,06	0,94
4	0,04	0,62
5	0,04	0,66
6	0,06	1,17
7	0,16	3,14
8	0,13	2,76
9	0,09	2,13

LAMPIRAN E. Data Kekerasan Buah

Hari Ke	Replikasi			Rerata
	1	2	3	
0	245	231	253	243±11,14

Hari Ke	SD	CV (%)
0	11,14	4,58

a. Suhu Ruang

Hari Ke	Replikasi			Rerata
	1	2	3	
1	198	181	192	190,333±8,62
2	167	161	156	161,533±5,60
3	96	102	113	103,467±8,29
4	67	72	70	69,833±2,50
5	61	57	60	59,333±1,88

Hari Ke	SD	CV (%)
1	8,62	4,53
2	5,60	3,47
3	8,29	8,01
4	2,50	3,58
5	1,88	3,16

b. Suhu *Chiller*

Hari Ke	Replikasi			Rerata
	1	2	3	
1	234	231	242	235,667±5,69
2	187	191	201	193±7,21
3	179	164	171	171,333±7,51
4	153	143	142	146±6,08
5	121	132	128	127±5,57
6	110	101	99	103,333±5,86
7	87	85	77	83±5,29
8	69	61	59	63±5,29
9	52	61	45	52,667±8,02

Hari Ke	SD	CV (%)
1	5,69	2,41
2	7,21	3,74
3	7,51	4,38
4	6,08	4,17
5	5,57	4,38
6	5,86	5,67
7	5,29	6,38
8	5,29	8,40
9	8,02	15,23

LAMPIRAN F. Data Total Padatan Terlarut Buah

Hari Ke	Replikasi			Rerata
	1	2	3	
0	7,73	7,66	7,66	7,68±0,04

Hari Ke	SD	CV (%)
0	0,04	0,53

a. Suhu Ruang

Hari Ke	Replikasi			Rerata
	1	2	3	
1	8,73	8,73	8,79	8,75±0,03
2	8,92	8,98	8,79	8,90±0,10
3	9,77	9,87	9,68	9,77±0,10
4	9,98	9,85	9,81	9,88±0,90
5	9,75	9,7	9,74	9,73±0,03

Hari Ke	SD	CV (%)
1	0,03	0,40
2	0,10	1,09
3	0,10	0,97
4	0,09	0,90
5	0,03	0,27

b. Suhu *Chiller*

Hari Ke	Replikasi			Rerata
	1	2	3	
1	7,78	7,88	8,08	7,91±0,15
2	8,26	8,31	8,22	8,26±0,05
3	8,43	8,58	8,46	8,49±0,08
4	8,51	8,51	8,55	8,52±0,02
5	9,32	9,33	9,41	9,35±0,05
6	9,55	9,61	9,63	9,60±0,04
7	9,62	9,62	9,77	9,67±0,09
8	9,95	9,87	9,97	9,93±0,05
9	9,98	9,82	9,84	9,88±0,09

Hari Ke	SD	CV (%)
1	0,15	1,93
2	0,05	0,55
3	0,08	0,93
4	0,02	0,27
5	0,05	0,53
6	0,04	0,43
7	0,09	0,90
8	0,05	0,53
9	0,09	0,88

LAMPIRAN G. Data Evaluasi Sensorik (% kesegaran)**a. Keterangan % kesegaran**

80 – 100 % = Segar

79 – 60 % = Masih Segar

59 – 0 % = Tidak Segar

b. Suhu Ruang

hari ke	jumlah penalis	parameter uji sensorik						total kesukaan	%
		bau		warna		rasa			
		suka	tidak suka	suka	tidak suka	suka	tidak suka		
0	10	10	0	10	0	10	0	10	100
1	10	10	0	9	0	10	0	9,7	96,7
2	10	9	1	8	2	9	1	8,7	86,7
3	10	8	2	6	4	7	3	7,0	70,0
4	10	0	10	3	7	0	10	1,0	10,0
5	10	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0

c. Suhu Chiller

hari ke	jumlah penalis	parameter uji sensorik						total kesukaan	%
		bau		warna		rasa			
		suka	tidak suka	suka	tidak suka	suka	tidak suka		
0	10	10	0	10	0	10	0	10	100
1	10	10	0	10	0	10	0	10	100
2	10	10	0	9	1	10	0	9,7	96,7
3	10	10	0	9	2	9	1	9,3	93,3
4	10	9	1	8	2	8	2	8,3	83,3
5	10	7	3	8	2	7	3	7,3	73,3
6	10	7	3	6	4	6	3	6,3	63,3
7	10	0	10	4	6	0	10	1,3	13,3
8	10	0	10	2	8	0	10	0,7	6,7
9	10	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0

G