

## 4. PEMBAHASAN

### 4.1. Buah Klimaterik dan NonKlimaterik

Buah dan sayur klimaterik adalah buah dan sayur yang mempunyai laju respirasi dapat berubah sesudah proses pemanenan. Sehingga, buah dan sayur klimaterik akan terus terjadi pematangan (Rimba dan Rokhani, 2017). Faktor yang mempengaruhi pematangan adalah: laju respirasi, kadar etilen, dan suhu penyimpanan. Setelah dipanen, buah dan sayur klimaterik akan memproduksi etilen dengan sangat tinggi. Sedangkan buah dan sayur non klimaterik tidak akan mengalami respirasi lebih lanjut dan tidak ada produksi etilen setelah proses pemanenan. Buah atau sayur non klimaterik yaitu proses pemanenan dilakukan saat buah atau sayur sudah matang dan tidak perlu lagi penyimpanan agar bisa lebih matang. Buah atau sayur non-klimaterik harus dipanen dengan perhitungan yang tepat, yaitu saat kondisi matang dan dalam keadaan baik atau mempunyai kualitas tinggi agar sampai ke tangan konsumen dalam keadaan prima. Buah dan sayur matang yang ditandai dengan indeks warna, aroma, dan rasa yang sesuai standar kematangan. Dalam proses pemanenan pada buah atau sayur harus mengetahui tentang laju respirasi sehingga dapat menjadi petunjuk yang baik. Faktor-faktor dalam proses pemanenan dan pascapanen yaitu : suhu dan kelembaban pemanenan, laju respirasi, kadar etilen, kandungan nutrisi, kadar gula, jenis komoditas dan keamanan penyimpanan buah dan sayur (Inti *et al.*, 2018). Kemasan buah dan sayur harus diperhatikan bahan kemasannya karena bahan kemasan akan mempengaruhi laju transpirasi dan respirasi. Buah dan sayur yang klimaterik memiliki laju respirasi dan transpirasi tinggi, maka dalam membuat kemasan harus mempertimbangkan keluar masuknya panas dan uap air (Inti dan Moch, 2020). Selama proses pematangan buah dan sayur klimaterik terjadi kadar etilen yang meningkat atau kadar etilen tinggi untuk mengatur terjadinya perubahan pada: warna dan reduksi pada klorofil, karotenoid atau antosianin. Kadar gula juga meningkat dan terjadi penguapan pada senyawa organik (Iqbal *et al.*, 2017). Laju respirasi akan berbanding terbalik dengan umur simpan, umur simpan yang pendek dikarenakan tingginya laju respirasi. Suhu yang dingin atau rendah akan dapat memperlambat produksi pada etilen, sehingga pematangan juga dapat terhambat. Kadar etilen berbanding lurus dengan laju respirasi, jika kadar etilen meningkat maka laju respirasi juga ikut meningkat (Andre *et al.*, 2013)

Berikut ini merupakan bahan-bahan pembuat *edible coating* dari bahan alami yang menghasilkan umur simpan paling lama pada buah dan sayur :

a. Gum (Mangga, Pepaya, Mentimun)

Gum diambil dari getah pohon akasia di bagian endosperm biji, batang dan rantingnya. Gum arab sangat mudah larut air (polisakarida non-ionik) dan dapat membuat rasa dan aroma tetap ada (Tantono, Effendi, dan Hamzah, 2017). Hidrokoloid “bebas gluten” bersumber dari biji, ekstrak tumbuhan, mikroorganisme, rumput laut dan buah. (Kaur *et al.*, 2015 dalam Lia dan Nok, 2018).

b. Aloe vera (Mangga, Pepaya, Alpukat, Jeruk, Paprika, Tomat)

Aloe vera dari keluarga Liliaceae mempunyai sifat tahan kering. Gel bening (pulp atau getah bening) dari Aloe vera berasal dari sel parenkim yang ada di bagian daun Aloe vera. Senyawa bioaktif yang ada pada gel Aloe vera: antraquinon, sakarida, vitamin dan enzim (Miranda *et al.*, 2018). Gel aloe vera sebagian besar merupakan air dan sisanya adalah karbohidrat, dan vitamin, protein, mineral. Gel aloe vera berwarna bening, tidak memiliki rasa dan aroma sehingga aman digunakan dalam membuat *edible coating* (Yayah *et al.*, 2015). Karena gel aloe vera mudah encer, maka dibutuhkan filler agar bentuk gelnya tetap utuh (Toha *et al.*, 2015).

c. Ekstrak etanolik *S. platensis* (Mangga)

*Spirulina platensis* adalah mikroalga berwarna hijau-biru dan memiliki protein yang sangat tinggi (pertumbuhan dan memperbaiki sel-sel tubuh yang rusak), pigmen fikosianin (antikanker) dan flavonoid (antioksidan) (ulya 2018). Karena nilai nutrisinya tinggi, maka spirulina dijadikan suplemen kesehatan dan dapat digunakan untuk pangan fungsional (Hartoyo *et al.*, 2018).

d. Alginate (Nanas dan melon)

Alginate adalah hidrokoloid yang diekstrak dari rumput laut coklat.. Alginate dapat membentuk polimer (polimer linier) tidak larut (gel kuat) karena bersifat koloid, maka dapat bereaksi dengan kation logam (kalsium).

Alginate terdiri dari asam  $\alpha$ -L-guluronic dan 1,4-linked- $\beta$ -D-mannuronic (Azarakhsh *et al.*, 2012).

e. Lemongrass (Nanas)

Serai wangi atau lemongrass berasal dari keluarga gramineae. Ada 4 jenis: (1) *A. nardus* var *genuinus*. (2) *A. nardus* var *ceriferus*, (3) *A. nardus* var, (4) *A. nardus* var *lexuosua*. Serai wangi hidup pada ketinggian 1.200 m dpl (dataran rendah) (Qurrotul, 2020). Serai wangi digunakan sebagai obat herbal karena tidak memiliki risiko samping (A E Pratiwy *et al.*, 2019).

f. Minyak bunga matahari (Nanas)

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) berasal dari keluarga compositae. Minyak dari biji bunga matahari adalah minyak nabati (23-45%). Minyak tersebut terdiri dari asam oleat 11,7% dan asam linoleat 44-72%. Minyak dari biji bunga matahari diolah menjadi minyak goreng, margarine, bahkan sebagai bahan baku pembuatan kosmetik, serta pembuatan obat (Dewa, 2012).

g. Pati gembili (Stroberi)

Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) berasal dari genus *Dioscorea* (Muhamad, 2019) yang terdiri atas karbohidrat 27– 30% (amilosa 14,2% dan amilopektin 85,8%), lemak 0,1–0,3%, dan protein 1,3–2,8%. Fraksi pati yang dapat dipisahkan air panas adalah amilosa, dan fraksi pati yang tidak dapat larut air panas adalah amilopektin (Piyantina, 2019).

h. Potassium sorbet (Stroberi)

Potassium sorbet sebagai pengawet produk pangan *food grade* yang mencegah kerusakan karena bakteri, jamur, dan mikroba pembusuk (Enny 2020). Potassium sorbet mengandung senyawa organik dan anorganik (asam atau garam kalium). Potassium sorbat dapat larut dalam air dan sifatnya yang stabil.

i. Cinnamon oil (Stroberi)

*Cinnamomum burmannii* (Kayu Manis) berasal dari keluarga Lauraceae. Minyak atsiri atau minyak esensial bersumber dari hasil proses metabolisme

sekunder tanaman (Wahyu *et al.*, 2020). Minyak atsiri tidak berwarna, tetapi akan menjadi lebih gelap jika disimpan ditempat lain (Apriza *et al.*, 2019).

j. Rumput laut jenis *Codium tomentosum* (Apel)

Rumput laut memiliki 3 jenis berdasarkan pigmen: rumput laut hijau (*Chlorophyceae*), rumput laut merah (*Rhodophyceae*), dan rumput laut coklat (*Phaeophyceae*) (Wiwin, 2020). Pigmen alami dari makroalga laut mempunyai senyawa bioaktivitas sebagai antioksidan alami (Wiwin 2020).

k. Pati beras (Salak)

Beras adalah sumber energi terdiri dari karbohidrat tinggi 78,9%, pati 85-95%, pentosan 2-2,5%, dan gula 0,6-1,1 Pati terdiri atas amilosa dan amilopektin. Amilosa adalah polisakarida yang tersusun atas glukosa rantai linier. Amilopektin adalah molekul hasil polimerisasi dari unit-unit glukosa anhidrat (ikatan  $\alpha$ -1,4 dan ikatan cabang  $\alpha$ -1,6). Sifat pati yang dihasilkan dipengaruhi oleh amilosa dan amilopektin (Adriyani *et al.*, 2020).

l. Sorbitol (Salak)

Sorbitol adalah gula alkohol digunakan sebagai pengganti gula sukrosa yang hemat biaya dan mudah didapat serta memenuhi standar. (Fatiyat., et al 2016). Tingkat kemanisannya rendah dibandingkan sukrosa, yaitu sebesar 0,5 - 0,7 kali dari kemanisan sukrosa. Kalorinya sebesar 2,6 kkal/g atau 10,87 kJ/g (Badan Standardisasi Nasional, 2000 sor 1). Sorbitol berasal dari tepung umbi singkong (Famili *Euphorbiaceae*).

m. Minyak lemon (melon)

Lemon (*Citrus lemon*) merupakan tumbuhan berdaun dan berdaun banyak. Tinggi sekitar 3-6 m, batangnya berduri, daun berwarna hijau dan bentuknya lonjong, bunga oval dan berwarna putih dan memiliki garis-garis ungu pada kelopaknya. Buah memiliki panjang 7-12 cm dengan bentuk seperti telur dan runcing pada bagian salah satu ujungnya. Kulitnya berwarna kuning terang. Daging buah nya terdapat bulu, dan berwarna kuning pucat serta rasanya asam (Indah *et al.*, 2019) Buah jeruk mengandung zat gizi, vitamin dan mineral yang dapat mencegah kanker dan stroke. Kulit jeruk dapat diolah

menjadi “Minyak atsiri” yang digunakan di industri kosmetika dan pangan sebagai flavor (Yustinah dan Dena, 2016).

n. Pektin (Belimbing, Tomat, dan cabai)

Pektin merupakan serat pada tanaman yang berada pada dinding sel primer dan tengah lapisan lamella. Pektin bersifat larut dalam air. Pektin biasanya digunakan sebagai pengawet, *gelling agent* dan sebagai penstabil. Pektin terdiri dari asam galakturonat yang dapat mengikat ikatan  $\alpha$ - (1-4) glikosida dan membentuk asam poligalakturonat. Pektin berwarna kecoklatan, kelabu berbentuk, dan putih (Saadatur., et al 2021).

o. Gel batang kaktus (Wortel)

Kaktus berasal dari benua Amerika dan sebagai tanaman hias yang dapat hidup di daerah kering atau panas dan sedikit air (padang pasir). Tanaman kaktus merupakan tanaman sukulen, karena menyimpan air pada batangnya. Daun kaktus berbentuk duri untuk mengurangi penguapan (Dyah, 2021). Gel kaktus biasanya digunakan untuk menyembuhkan luka, perawatan kulit, dan sebagai produk pangan.

#### 4.2. Manfaat dari Bahan-bahan *Edible Coating*

Dari umur simpan yang paling lama tersebut maka dapat dikatakan bahwa komposisinya yang terbaik. Bahan-bahan dari komposisi terbaik ditulis manfaatnya:

a. Gum

Gum digunakan sebagai penstabil yang dapat membengkak dan dapat dilarutkan dengan pelarut polar sehingga terbentuk ikatan hidrogen yang bersifat kuat. Adanya ikatan hidrogen karena terdapat gugus hidroksil dalam molekul (Theresia dan Adrianus, 2019). Gum dapat larut pada air dingin, dapat berikatan dengan air, mempunyai viskositas tinggi, sebagai emulsi, meningkatkan kekuatan gel dan mencegah terbentuknya kristal es yang besar (Dayanti *et al.*, 2020).

b. Aloe vera

Ekstrak aloe vera mengandung antioksidan dan antimikroba dapat mencegah bakteri patogen (Miranda ., et al 2018). Selain itu, sebagai anti jamur, anti inflamasi, anti jamur, dan dapat meregenerasi sel-sel yang rusak. Pada aloe vera terdapat gugus

glikosida atau gugus aminoglikosida sebagai antibiotik (Sari dan Wahyu, 2018). Karena mengandung polisakarida, maka aloe vera dapat diaplikasikan sebagai coating (Asrul et al ., 2020). Aloe Vera mempunyai komponen yang dapat mencegah kerusakan (glukomanan). Polisakarida dapat menahan cairan agar tidak hilang dari permukaan kulit, sehingga menghambat dan dapat menjaga kesegaran buah (Toha . et al 2018). Aloe Vera mempunyai 75, yaitu : 20 jenis asam amino, tannin, saponin (antimikroba), flavonoid (antioksidan), berbagai vitamin, polifenol, enzim, antrakuinon (Asrul et al., 2020).

#### c. Spirulina

Fikosianin merupakan kelas phycobiliproteins dan termasuk pigmen utama Spirulina (Hartoyo.,et al 2018). Fikosianin pada spirulina sebagai antioksidan (Gdara et al., 2018), antikanker dan antimalaria (Wulandari, Setyaningsih, Syafrudin, & Asih, 2016). Christwardana dan Hadiyanto (2013) pada spirulina platensis terdapat protein tinggi (55 – 70 %). Pada protein tersebut terdapat asam amino esensial, triptofan (1– 1,95 %), lisin (2,6–4,63 %), sistin (0,5–0,7 %), dan metionin (1,3 – 2,75 %). Protein digunakan sebagai regenerasi sel–sel baru sehingga jaringan tubuh yang rusak dapat diperbaiki. Kadar asam amino pada spirulina (47%) sebagai pembentuk protein sangat baik untuk kesehatan (Christwardana dan Hadiyanto, 2013). Marrez et al. (2014). Asam amino esensial tertinggi adalah valin, isoleusin, dan leusin. Asam amino terendah adalah sulfur (metionin dan sistein) (Saniyatul, 2018).

#### d. Alginate

Alginate dapat digunakan menstabilkan emulsi, suspensi pada susu, mengatur viskositas yoghurt (Subaryono, 2010). Alginate dapat tahan dengan O<sub>2</sub> sehingga memiliki barrier yang baik, tahan terhadap suhu rendah, mencegah oksidasi lipid, dan dapat menjaga flavor dan tekstur (Helmi, 2012), Natrium alginat merupakan polisakarida yang baik untuk pelapis yang tahan akan pertukaran gas dan mencegah kerusakan mekanis, meningkatkan flavor, tekstur dan adhesi, melindungi struktur sel pada sayuran (Elke et al., 2018).

e. Lemongrass

Daun serai (*Cymbopogon citratus*) terdapat senyawa Flavonoid (antioksidan karena adanya fenolik yang tinggi) (Shalu. *et al.*, 2015), Alkaloid, dan monoterpene (sitral dan geraniol). Senyawa tersebut mempunyai sifat anti inflammatory, antiprotozoal, antimicrobial melawan bakteri *Edwardsiella tarda* (Zulfadhli.,*et al* 2017) (batang serai), antikolinesterase, antibakterial, antidiabetes, molluscicidal, dan antifungal. Sebagai antibakteri dan antijamur (bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhimurium*) (Prananda dan Oedijani, 2017). Menurut (Verawati *et al.*, 2013), serai mempunyai protein, vitamin (A, C dan B) dan mineral (fosfor, kalsium, natrium, besi dan kalium). Adanya hipolipidemia dan antioksidan dapat meningkatkan kesehatan (Pratiwy .,*et al* 2019).

f. Minyak bunga matahari

Minyak biji bunga matahari mengandung rendah kolesterol karena sangat baik bagi kesehatan karena terdapat 13-20% protein (Dewa, 2012). Terdapat omega 9 (dicari mencegah penyakit kardiovaskular, stroke, dan alzheimer), omega 6 (menurunkan LDL, meningkatkan HDL, mencegah tumor dan kanker), kaya akan vitamin E, lecithin (menurunkan LDL dan kolin pada lechitin meningkatkan daya ingat), tocopherol, dan karotenoid (antioksidan dan antikanker). (Kulkarni *et al.*, 2014) (Donglikar and Deore, 2016) (Mishra dan Chattopadhyay, 2011) Senyawa vitamin E dan tocopherol sebagai antioksidan dan tabir surya .

g. Pati (gembili, beras)

Gembili mengandung karbohidrat, rendah lemak, protein, zat besi, kalsium, serat makanan, fosfor, potassium, vitamin B6, dan vitamin C (Ranistia, 2011). Pati gembili mengandung karbohidrat tinggi (27–37%) (Rudiyanto, 2015) dan inulin (14,77%) lebih tinggi dari umbi lain (Utami *et al.* 2013). Sangat baik sebagai tepung komposit karena memiliki kadar protein tinggi dan viskositas rendah. Ekstrak etanol dari gembili sebagai antikanker (sel kanker payudara) (Rudiyanto 2015).

Beras = amilosa (struktur linear) dapat menghidrolisis enzim  $\beta$ -amilase sehingga dapat mengubah amilosa menjadi maltosa (Adriyani *et al.*, 2020). Terjadinya proses gelatinisasi terbentuk karena adanya amilopektin. Amilosa yang tinggi dapat menurunkan kemampuan pati dalam proses gelatinisasi (Nisah, 2017).

Meningkatkan kadar glukosa di dalam darah karena pati dipecah menjadi glukosa (Puspita., et al 2020). Pati gembili memiliki IG rendah karena memperlambat kenaikan kadar gula.

h. Potassium sorbat

Mencegah adanya mikroorganisme berbahaya dan membuat produk lebih awet (Wildan dan Purwadi, 2011). Memiliki 74% antimikroba dengan memperpanjang lag phase pada pertumbuhan mikroba (Enny .,et al 2020). Selain itu sebagai kapang/khamir dan bakteri perusak makanan (Ermi dan Setyadjid, 2016).

i. Cinnamon oil

Cinnamon oil mempunyai senyawa sinamaldehida (60,72%), dan eugenol (17,62%) yang berfungsi sebagai antioksidan yang dapat mencegah radikal bebas 50% serta kumarin (13,39%) (Apriza, 2019). Kumarin mempunyai fungsi untuk antioksidan, antikanker, dan antiinflamasi. Selain itu, cinnamon oil juga mempunyai peran sebagai insektisida (Wahyu, 2020).

j. Rumput laut

Makroalga laut adalah organisme fotosintetik yang jika terpapar intensitas cahaya dan oksigen tinggi akan menghasilkan radikal bebas yang sangat tinggi, radikal bebas ini akan merusak struktur dan fungsi sel. Maka, rumput laut (salah satu makro alga) mempunyai mekanisme proteksi (antioksidan alami) untuk melindungi dari adanya kerusakan oksidatif karena radikal bebas. (Wiwin dan Suharyanto, 2020).

k. Sorbitol

Sorbitol digunakan untuk mempertahankan pH dan sebagai pengganti sukrosa, maka sangat disarankan bagi penderita diabetes. Nilai kalori pada sorbitol sama tingginya dengan gula, tetapi rasa manisnya hanya 60% dari rasa manis sukrosa. Sorbitol tidak beracun (non-karsinogenik) dan tidak akan membentuk asam pada plak gigi (Soesilo ., et al 2005).

l. Minyak Lemon

Kaya akan vitamin C sebagai antioksidan yang mencegah radikal bebas (Alfian *et al.*, 2017). Terdapat senyawa antibakteri: flavonoid, tanin, terpenoid, dan asam sitrat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri.



#### m. Minyak jeruk

Terdapat beberapa senyawa yang ada dalam minyak jeruk antara lain:

- Limonene : Membuat peredaran darah lancar, meredakan radang pada tenggorok, batuk dan antikanker
  - Linalool : dapat menenangkan suasana
  - $\alpha$ -Pinene: dapat menenangkan suasana dan dapat sebagai pengusir nyamuk
  - $\beta$ -Phellandrene: sebagai pewangi karena aromanya mint dan sedikit aroma citrus.
  - $\beta$ -Pinene : sebagai pengusir nyamuk.
  - $\beta$ -Myrcene: mempunyai efek antiinflamasi, sifat antimutagenik, analgesik, dan antibiotik (sebagai penenang dan pewangi).
  - Nerol: sebagai pewangi (aroma citrus)
- (Rusnia *et al.*, 2019)

#### n. Pektin

Pektin sangat bernilai tinggi dan berguna dalam bidang pangan karena sebagai gelling agent dan sebagai penstabil. Selain itu, senyawa yang ada dalam pektin dapat digunakan sebagai emulsifier, dehydrating agents, dan protective colloids (Alexander, 2020). Pada kulit buah coklat terdapat pektin 18%, anthocyanin 1,04% (antioksidan dan mencegah aterosklerosis), katekin 0,01% (antikanker, antioksidan dan probiotik) dan tanin 2% dapat mengendapkan protein dan mengikat protein (obat ambeien, peradangan dan diare) (Wusnah *et al.*, 2015)

#### o. Gel batang kaktus

Terdapat senyawa fenolik dan flavonoid yang dapat digunakan sebagai antiinflamasi. Flavonoid dapat mencegah siklooksigenase dan lipooksigenase dan menghambat adanya penimbunan leukosit pada darah (sebagai antiinflamasi) (Oryza *et al.*, 2014)

### 4.2.1. Pengaruh Suhu Terhadap Umur Simpan

Suhu rendah akan membuat laju respirasi menurun (respirasi merupakan terpecahnya senyawa organik dari hasil fotosintesis yang akan menjadi air dan CO<sub>2</sub>) dan metabolisme juga akan menurun (mencegah penurunan pada laju fisiologis serta antibakteri pembusuk dan perusak) dari produk yang telah dipanen. Menurunkan laju respirasi dan metabolisme dapat dilakukan dengan menyimpan

hasil panen pada tempat penyimpanan yang bersuhu rendah. Suhu rendah akan membuat sayuran dan sayur umur simpannya lebih lama serta akan mengurangi aktivitas dari enzim klorofilase (enzim yang dapat merusak klorofil). Suhu penyimpanan yang rendah akan menjaga kesegaran dan kualitas tetap dalam kondisi terbaik (Murtiwulandari .,et al 2020). Selain itu, penyimpanan pada suhu yang rendah rendah akan menurunkan transpirase menjadi rendah. Transpirasi yang rendah akan membuat susut bobot juga rendah karena membuat kadar air semakin meningkat (Ali, 2017).

#### **4.3.Karakteristik Buah dan Sayur yang dilapisi dengan *edible coating* dari bahan alami (yang diutamakan adalah buah, dan mengacu pada 3 jenis bahan saja, yaitu: alginate, aloevera, dan pati singkong)**

##### **a. Susut Bobot**

Buah akan menyusut karena penyimpanan atau beratnya berkurang. Susut bobot penurun karena metabolisme buah yang berlangsung hingga mencapai pembusukan. Menurut Alexandra *et al.*, (2014) susut bobot akan terjadi karena pada buah tersebut terjadi respirasi atau pernapasan (gula menjadi CO<sub>2</sub>), transpirasi O<sub>2</sub> dan Co<sub>2</sub>, kemudian aktivitas dari bakteri. Susut bobot akan terus meningkat pada buah yang klimaterik hingga mencapai puncaknya dan buah akan keriput (Nurani *et al.*, 2019) dan (Alexandra *et al.*, 2014). Susut bobot akan terus meningkat jika disimpan dalam waktu yang lama atau berbanding lurus dengan waktu penyimpanan buah (Kusumiyati *et al.*, 2018). Susut buah dan sayur dipengaruhi oleh lama penyimpanan dan suhu penyimpanan. Proses Suhu pada sekitar buah dan sayur berkaitan dengan proses transpirasi dan mengakibatkan air pada buah menguap. Laju transpirasi yang meningkat mengakibatkan susut buah dan sayur juga akan meningkat.

Pada buah yang dilapisi atau dilapisi menghasilkan nilai susut bobot rata-ratanya berat awal adalah 12,36% dari berat awal. Sedangkan yang tidak dilapisi nilai susut bobot rata-ratanya adalah 21,45% . Hal sesuai dengan Rosari *et al.*, (2013) dan Adriana *et al.*, 2016, nilai susut bobot mengalami tetap terjaga karena pada

buah mangga dan buah apel merah yang dilapisi alginate dan di simpan pada suhu rendah menjaga agar air tidak keluar dari buah. Pada penelitian (Azarakhsh *et al.*, 2012; Satriya, 2019; dan Luh dan Made 2020) alginate, aloe vera dan pati singkong yang dicampur dengan gliserol/ sorbitol sebagai plasticizer membuat buah nanas dan stroberi mempunyai shield yang kuat dan rapat dalam menurunkan respirasi, transpirasi, dan pematangan, sehingga mampu menjaga susut bobotnya tetap rendah. *Edible coating* dengan bahan aloe vera dan gum pada buah papaya mampu mencegah susut berat pada buah, sehingga susut bobotnya rendah karena mencegah meningkatnya laju penguapan uap air dan mencegah meningkatnya metabolisme (Vittorio *et al.*, 2020). Menurut penelitian Co Adetunji *et al.*, 2027 *edible coating* dari bahan aloe vera dan penambahan asam sitrat, mampu membuat umur simpan lebih lama karena ada kandungan sitrat sebagai pengawet. Suhu penyimpanan yang dingin juga mempengaruhi susut bobot, susut bobot akan rendah berbanding lurus dengan suhu yang rendah (Wilbur dan Jessica, 2018). Pada penelitian (Nima *et al.*, 2023) minyak esensial lemongrass yang ditambahkan pada alginate akan membuat difusi air berkurang, sehingga permeabilitas H<sub>2</sub>O juga berkurang, contohnya pada aplikasi buah nanas.

#### **b. Kadar Vitamin C**

Vitamin C sangat tidak stabil dan mudah sekali rusak bila dibandingkan dengan vitamin lainnya. Faktor-faktor yang dapat merusak vitamin C adalah terpapar O<sub>2</sub>, proses pemanasan, terkena cahaya secara langsung. Asam L-askorbat dari vitamin C merupakan asam hidroksikarboksilat dalam bentuk ester atau sering disebut lakton dan merupakan senyawa pereduksi yang kuat (Novalisa dan Rimadani, 2018). Vitamin C adalah vitamin larut air yang mengandung antioksidan penangkal radikal bebas. Kadar vitamin C akan menurun jika terkena benda tajam, proses pencucian, dan pemanasan. Kandungan vitamin C dalam buah dan makanan akan rusak karena proses oksidasi oleh udara luar, terutama jika dipanaskan. Sebaiknya buah atau sayur yang mengandung vitamin C disimpan pada suhu yang rendah dan hindari dari pemanasan yang lama (Mardiana dan Yunita, 2015). Kadar vitamin C yang turun akibat dari proses enzim asam askorbat oksidase yang meningkat, enzim tersebut akan merombak vitamin C selama penyimpanan. Oksidasi adalah proses menurunnya vitamin C. pada saat

oksidasi berlangsung, maka elektron akan dilepas oleh molekul, atom, atau ion. Proses oksidasi vitamin C terjadi secara spontan dan tidak spontan. Proses oksidasi spontan dengan bantuan enzim, sedangkan tidak spontan dengan penambahan enzim glutathione (Cresna *et al.*, 2014)

Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan kadar vitamin C pada buah dan sayur adalah 57,465 mg/gram. Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan kadar vitamin C pada buah dan sayur rata-rata 43,835 mg/gram. Hal tersebut sesuai dengan Satria, 2019 bahwa buah nanas yang dilapisi pati singkong dengan penambahan vitamin C akan membuat vitamin C lebih meningkat atau menambah vitamin C pada buah nanas. Pada buah yang ditambahkan asam askorbat atau ditambahkan vitamin C pada bahan edible coating, maka buah tersebut vitamin C nya tinggi karena mendapat tambahan vitamin C dari bahan pembuat *edible coating*. Pada penelitian Co Adetunji *et al.* (2012) Aktivitas dari enzim asam askorbat oksidase buah jeruk akan dicegah dengan penambahan vitamin C pada aloe vera. Menurut penelitian Jamiatul *et al.*, 2021 konsentrasi bahan pada *edible coating* berbanding lurus dengan tingkat kadar vitamin C. Dalam penelitian Satish (2019) bahwa asam askorbat menurun sedikit pada Paprika yang dilapisi pati singkong dan gliserol. Menurut penelitian Rina *et al.*, (2016) tomat sayur yang telah dilapisi gel aloe vera 30% dan disimpan pada suhu dibawah 10°C akan mempertahankan Vitamin C walau berkurang sedikit, tetapi lebih memperpanjang umur simpannya. Pada penelitian Adetunji *et al.*, 2013 Vitamin C yang tetap tinggi atau terjaga akan memperlambat pematangan buah.

### c. Total Asam

Kadar asam total merupakan asam yang terkandung pada makanan yang diukur dengan TAT. Asam yang terkandung dalam buah dan sayur adalah produk samping dari metabolisme sel atau siklus krebs (asam malat, asam oksalat dan asam sitrat) (Muhamad, 2018). *Edible coating* dapat mengikat air, gula, dan padatan yang sehingga total asam meningkat akibat dari hidrolisis gula menjadi asam. Total asam erat berkaitan dengan nilai pH, jika total asam meningkat, maka pH akan menurun, bakteri asam asetat meningkat mengakibatkan total asam juga meningkat, bakteri tersebut berperan memecah gula (laktosa) menjadi asam (asam

asetat). Siring lamanya penyimpanan, maka bakteri akan terus beraktivitas menghasilkan asam asetat dan akhirnya asam asetat pun jumlahnya meningkat atau tinggi.

Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan total asam pada buah 0,44% dan sayur 0,42%. Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan total asam pada buah rata-rata 0,2% dan sayur 0,26%. Pada penelitian Wilbur dan Jessica (2018) penambahan kayu manis 50% , pati, dan disimpan di suhu rendah akan menjaga keasaman buah stroberi. Hal itu sejalan dengan penelitian dari Vittori *et al.*, 2020 bahwa ruangan penyimpan buah pepaya bersuhu 5°C menjaga total asam agar tidak menurun. Menurut Ifmalinda *et al.*, 2019; Nima *et al.*, 2013; dan Vittori *et al.*, 2020 *Edible coating* berbahan alginate, pati dan aloe vera jika ditambahkan *plasticizer* berupa gliserol pada buah pepaya dan nanas akan bersifat semipermeabel yang mampu mencegah respirasi, menurunkan tingkat transpirasi dan memperlambat metabolisme, sehingga total asam tetap terjaga dan tidak menurun.

#### **d. Jumlah Mikroba**

Menghitung jumlah bakteri untuk mengetahui berapa banyak koloni bakteri pada suatu media. Hasil perhitungan tidak maksimal karena dalam perhitungan menggunakan sel hidup dan sel mati mikroba, alat yang kurang memadai, persiapan yang kurang matang, dan kurangnya ketelitian dari penelitian Rosmania dan Fitri, 2020. Tingkat keamanan dan kerusakan pada makanan dapat dilihat dari jumlah mikroba yang ada didalamnya. Jumlah mikroba meningkat tajam mulai dari suhu 30 °C dan suhu 45 °C. Suhu penyimpanan dan lama penyimpanan mempengaruhi peningkatan bakteri. Bakteri psikrofil hidup pada suhu <15 °C, bakteri mesofil hidup pada suhu ruang, dan bakteri termofil mampu hidup pada suhu >45 °C atau suhu tinggi. Selain suhu, pH juga berpengaruh pada pertumbuhan bakteri. Kapang merupakan jamur yang dapat hidup di berbagai tempat, tetapi sensitif terhadap suhu panas. Spora aseksual kapang dapat tahan panas daripada saat berbentuk mycelia. Spora kapang umumnya akan mati pada suhu 60 °C selama 5-10 menit (Marwita *et al.*, 2018).

Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan jumlah mikroba pada buah 13,93 Log CFU/g dan sayur 2 Log CFU/g. Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan jumlah mikroba pada buah rata-rata 24,38 Log CFU/g dan sayur 8,3 Log CFU/g. Pada penelitian Nima *et al.*, 2013; Elke *et al.*, 2018 dan Rosario *et al.*, 2013 menunjukkan bahwa *edible coating* dari alginate yang di tambahkan dengan minyak bunga matahari sangat berpengaruh terhadap umur simpan yang panjang pada mangga nanas, dan wortel, serta dengan penambahan essential oil lemongrass pada alginate akan membuat umur mencegah peningkatan jumlah mikroba pada buah nanas karena terdapat senyawa antimikroba. Hal serupa juga terjadi pada penelitian Siti *et al.*, 2020 dengan penambahan essential oil lemon dan jeruk pada alginate, membuat umur simpan lebih panjang karena dapat menghambat berkembangnya bakteri pada buah melon. Pada penelitian dari Ifmalinta *et al.*, 2019 bahwa penambahan potassium sorbat pada pati singkong dan penyimpanan pada suhu 10°C akan membuat buah pepaya mempunyai masa simpan yang panjang karena akan mencegah terjadinya peningkatan pada mikroba. Pada penelitian Brecenda *et al.*, 2020 juga menerangkan bahwa buah yang dilapisi dengan edible dan minyak atsiri akan lebih awet atau tahan lama karena memiliki aktivitas antimikroba. Menurut penelitian Siti *et al.* 2020 menunjukkan bahwa zat aktif d-limonene pada minyak atsiri (lemon atau jeruk) bakteri akan dihambat pertumbuhannya. Efektivitas dari penghambatan bakteri tergantung dari kandungan senyawa aktif dan jumlah senyawa aktif. Penelitian Adetunji *et al.*, 2013 menunjukkan bahwa *edible coating* yang melapisi permukaan pada buah dan sayur mampu menghalangi bakteri atau jamur dari luar, sehingga tidak terjadi kontaminasi. Menurut Marwita *et al.*, 2018 *edible coating* mengandung gula yang dapat diubah menjadi asam pada metabolisme, semakin banyak asam hasil dari hidrolisis gula, maka pH akan menurun.

#### **e. pH**

pH menunjukkan tingkat konsentrasi ion Hidrogen (H<sup>+</sup>) pada suatu larutan dan berkaitan dengan total asam yang diukur dengan pH meter. Skala pada pH adalah 0 sampai 14. pH asam adalah pH kurang dari 7 dan pH basa adalah pH lebih dari 7, sedangkan jika pH netral, maka pH sama dengan 7 larutan. Pengukuran pH biasanya dilakukan dengan menggunakan pH meter. Salah satu pengukuran

dengan memanfaatkan pH meter (Muchamad dan Susilo, 2017). Adanya peningkatan bakteri asam laktat karena buah dan sayur banyak nutrisi, sehingga memecah nutrisi mengakibatkan total asam yang tinggi. asam laktat hasil dari metabolisme bakteri asam laktat dapat meningkatkan keasaman dan menurunkan pH. Semakin lama proses fermentasi maka akan semakin pH juga semakin rendah (Dinnar, 2016)

Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan pH pada buah 3,52 dan sayur 3,87. Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan pH pada buah rata-rata 3,17 dan sayur 2,5. Seperti pada penelitian Fariba dan Somayeh, (2020) yang menunjukkan bahwa pH pada kontrol dan buah mangga dilapisi nilai pHnya berbeda. Pada penelitian Siti *et al.*, 2020 Penurunan nilai pH juga terjadi karena kontaminasi dengan bakteri. Jumlah bakteri meningkat dapat penurunan pH. Hal serupa juga ditunjukkan pada penelitian Yandri *et al.*, 2020 bahwa *edible coating* dari bahan aloe vera 50% dapat mencegah pH, menghambat pematangan pada buah alpukat. Edible coating dari bahan alginate yang ditambahkan dengan essential oil (eugenol, lemongrass, minyak biji bunga matahari, lemon, jeruk, dan cinnamon oil) akan mencegah bakteri berkembang biak, sehingga pH akan tetap terjaga dan tidak turun (Rosario *et al.*, 2013; Nima *et al.*, 2013; Adriana *et al.*, 2016; dan Siti *et al.*, 2020). Contoh alginate yang ditambahkan dengan essential oil adalah : Mangga, nanas, apel merah, dan wortel.

#### **f. Total Padatan Terlarut**

Total Padatan Terlarut atau Total Dissolved Solids (TDS) zat padat yang terlarut dalam air (ion, senyawa, dan koloid) (Dedi *et al.*, 2017). Lama penyimpanan akan membuat TSS menurun. Total padatan terlarut untuk mengetahui jumlah gula yang ada pada makanan dan sisa gula selama penyimpanan. TSS menurun karena metabolisme enzimatik gula menjadi asam oleh mikroorganisme. Proses fermentasi gula menjadi asam dilakukan oleh bakteri asam laktat dan khamir (Mohammad *et al.*, 2017). TSS akan meningkat jika bahan hidrokoloid untuk membuat edible konsentrasinya juga meningkat. Hidrokoloid akan mengikat air bebas sehingga TSS meningkat dan endapan yang terbentuk akan berkurang. Gula yang sedikit membuat mikroba juga sedikit mengonsumsi gula tersebut (total

mikroba sedikit) membuat TSS juga rendah. TSS tersusun dari protein, asam-asam organik, pigmen, dan total gula (Nur *et al.*, 2016).

Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan TSS pada buah 10,8 dan sayur 5,45. Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan TSS pada buah rata-rata 11,1 dan sayur. Pada penelitian Vittorio., et al 2020 menunjukkan bahwa kematangan buah mengakibatkan TSS meningkat. Pada buah pepaya yang tidak dilapisi aloe vera, TSS tinggi karena proses degradasi polisakarida menjadi monosakarida. Menurut Ifmalinda *et al.*, 2019, *Edible coating* dari pati singkong yang ditambahkan CMC sebagai pengemulsi akan membuat kelembaban menurun karena berkurangnya jumlah gula di dalam jaringan, contoh aplikasinya pada buah pepaya. Dengan dilapisi buah jeruk dari bahan aloe vera dan gelling agent, maka *edible coating* akan kuat menahan kluarnya nutrisi (Co Adetunji *et al.*, 2017) sehingga TSS meningkat sedikit atau dapat menjaga TSS tidak meningkat tajam dan produksi etilen juga dapat dicegah atau menunda pematangan buah. Pada penelitian Asri *et al.*, 2017 juga mengatakan *Edible coating* dari pati singkong ditambah asam stearate mampu membuat TSS rendah dan memperlambat metabolisme gula menjadi asam, contoh aplikasinya pada buah melon. Hal serupa juga ditunjukkan dengan penelitian Rosario *et al.*, 2013; Nima *et al.*, 2013 ;Elke *et al.*, 2018 bahwa Alginat yang ditambahkan *plasticizer* dapat mencegah respirasi, mencegah hidrolisis karbohidrat menjadi gula, mengurangi O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>, serta dapat mengurangi kelembaban pada manggan, nanas, dan wortel.

#### **g. Kadar Air**

Jumlah air yang terkandung dalam makanan disebut kadar air. Kadar air mempengaruhi sensori pada makanan. Mikroorganisme berkembang biak dengan baik pada kondisi kadar air yang tinggi. Air bebas terdapat dalam dalam intergranular dan pada pori-pori bahan. Air teradsorpsi berada pada permukaan koloid makromolekul (selulosa, pektin, protein, dan pati). Air terikat atau air hidrat merupakan kombinasi dari air bebas dan air teradsorpsi (aventti, 2015). Bahan makanan yang berkadar air tinggi akan mudah rusak, sehingga kadar air juga sebagai penentu shelf time-nya. Suhu tinggi akan membuat kadar air menjadi rendah (Bambang *et al.*, 2015).



Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan kadar air 28%. Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan kadar air 22,5%. Yandri *et al.*, 2020 menunjukkan pada penelitiannya bahwa konsentrasi alovera 50% pada buah alpukat membuat transpirasi rendah akan kadar air tetap terjaga atau tidak berkurang banyak. *Edible coating* dari bahan alginate dengan penambahan eugenol dan asam askorbat pada buah apel merah akan menjaga kelembaban yang seimbang atau tidak berlebihan pada buah dan sayur sehingga susut bobotnya kecil karena kadar air tidak menurun pesat (Adriana *et al.*, 2016). Kadar air dapat menjadi menurun karena suhu dan kelembaban.

#### **h. Firmness dan Hardness**

*Firmness* yaitu Kekuatan yang diperlukan untuk menggigit makanan di antara lidah dan langit-langit (Kristhina *et al.*, 2014). *Firmness* atau keempukan bisa dirasakan dengan menggigit maupun mencicipi. *Firmness* tinggi atau empuk memiliki kadar air yang tinggi atau berbanding lurus (Aulia *et al.*, 2013). *Hardness* adalah puncak yang maksimal pada gigitan pertama. *Hardness* yang tinggi atau keras, maka kadar air juga tinggi (Rossi *et al.*, 2012) Nilai kadar air yang tinggi, maka nilai *hardness* rendah atau berbanding terbalik (Utama *et al.*, 2020).

Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan *firmness* 1006 N dan *hardness* 33,5 kgf. Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan *firmness* 100,7 N *hardness* 12,75 kgf. Penelitian dari Vittori *et al.*, 2020 menunjukkan *edible coating* dari bahan aloe vera dengan tambahan gum, gliserol dan CaCl mampu menjaga kekencangan kulit pada buah pepaya karena kekuatan dinding sel pada kulit buah meningkat. Pada penelitian Emmy *et al.*, 2020 dan Satish, 2019 *edible coating* dari bahan aloe vera dengan penambahan beeswax menghambat buah salak madu dan paprika menjadi bertekstur lunak atau mencegah *firmness* yang tinggi akibat dari proses pematangan. Rosario *et al.*, 2013; Nima *et al.*, 2013; dan Elke *et al.*, 2018 juga menunjukkan bahwa *edible coating* dari bahan alginate yang ditambahkan dengan gliserol mencegah kehilangan nutrisi dan kehilangan air yang berlebihan pada mangga, nanas, dan wortel. *Firmness* yang tinggi mengakibatkan komposisi

dinding sel dan struktur sel menjadi rusak. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh Satria *et al.*, 2013 dalam penelitiannya yaitu *edible coating* dari bahan pati singkong dan gliserol mampu mencegah perpindahan air dan menurunkan respirasi, sehingga kekencangan kulit buah nanas tetap terjaga. Penelitian dari Yandri *et al.*, 2020 menyatakan kekerasan buah alpukat tetap terjaga pada buah yang dilapisi aloe vera 50% karena laju respirasi dan degradasi kalsium pektat (tidak larut air) berkurang. Pada buah dan sayur yang tidak dilapisi mempunyai nilai hardness yang rendah atau lunak karena terjadi degradasi pati dan polisakarida yang pada dinding sel, sehingga dinding sel akan rusak. Seperti penelitian Rina *et al.*, (2016) hardness menurun akibat dari pematangan buah dan sayur. Pada buah yang dicoating, pelunakannya menjadi lambat, karena edible coating yang melapisi buah akan mencegah meningkatnya etilen yang membuat buah menjadi matang dan lunak, sehingga jika pematangannya terhambat, buah juga tertunda pelunakannya. Selain itu, lunak bisa diakibatkan jaringan yang rusak akibat metabolisme bakteri. Karena dilapisi oleh edible coating, maka metabolisme bakteri dapat dihambat dan perkembangan bakteri juga dihambat, sehingga sel-sel pada buah tidak rusak, dan pelunakan tidak terjadi. Pada buah yang tidak dilapisi, etilen terus meningkat pada buah terutama yang klimaterik, sehingga pematangan terjadi dan buah menjadi lunak. Pada buah control, metabolisme mikroba meningkat, sehingga banyak sel yang rusak. Karena banyak sel yang rusak, maka buah menjadi lunak.

#### **i. Senyawa Bioaktif (Fenol, Antioksidan, Flavonoid)**

Senyawa fenolik termasuk dalam polifenol yang diperoleh dari tumbuhan sebagai pelindung dari sinar UV-B dan kerusakan sel serta untuk menjaga keutuhan DNA, serta larut dalam air. Beberapa penyakit seperti diabetes, arteriosklerosis, kanker, tumor dan kerusakan fungsi otak dapat dicegah dengan berbagai senyawa fenolik. Flavonoid merupakan kelompok fenolik yang paling besar (Naovi dan Rarastoeti, 2017). Flavonoid merupakan hasil metabolisme sekunder dari polifenol, berasal dari berbagai tanaman dan mempunyai fungsi sebagai pencegah virus, anti peradangan, menjaga kesehatan jantung, mencegah diabetes, mencegah kanker,

anti *aging*, penangkal radikal bebas dan lain-lain (Wahyulianingsih *et al.*, 2016). Senyawa flavonoid tersusun atas 15 atom C, yaitu C6-C3-C6 (2 gugus C6 cincin benzena tersubstitusi) tersambung dengan rantai alifatik C3. Flavonoid pada tumbuhan bagian buah, daun, dan bunga sebagai pigmen warna ungu, oranye, merah, biru, dan kuning (Naovi dan Rarastoeti, 2017). Antioksidan merupakan senyawa penangkal atau pencegah radikal bebas (debu, asap, *junk food*, dan polusi.). Senyawa antioksidan akan memberi satu elektronnya pada radikal bebas, sehingga radikal bisa distabilkan. Aktivitas antioksidan dinyatakan dengan IC50, aktivitas antioksidan semakin baik jika nilai IC50 rendah. Sumber antioksidan ada pada berbagai buah dan sayur. Antioksidan dapat mencegah oksidasi lipid agar tidak terjadi ketengikan dan kerusakan yaitu dapat ditambahkan pada minyak goreng.

Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan senyawa fenolik 27,11 mg/100g dan antioksidan 1,7%. Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan senyawa fenolik 19,54 dan antioksidan 1,1%. Pada penelitian Rosario *et al.*, 2013 menunjukkan bahwa *edible coating* pada buah mangga yang berasal dari alginat dengan penambahan asam askorbat mempunyai antioksidan yang lebih tinggi, bermanfaat bagi kesehatan dan mempunyai peran penting dalam menangkal radikal bebas. Penelitian oleh Satria, 2019 juga menunjukkan bahwa *edible coating* dari pati singkong yang ditambahkan dengan vitamin C menghambat pematangan buah nanas karena adanya kandungan senyawa fenol dan antioksidan. Selain itu, pada penelitian Co Adetunji *et al.*, 2017 bahan *edible coating* pada jeruk manis dengan bahan aloe vera yang ditambahkan asam askorbat mempunyai senyawa antioksidan yang tinggi. Polifenol oksidase dan peroksidase mengakibatkan kandungan fenolik menurun karena adanya oksidasi polifenol.

#### **j. Laju Respirasi dan Laju Transmisi uap air**

Respirasi yaitu menyerap oksigen ( $O_2$ ) dan mengeluarkan karbondioksida ( $CO_2$ ), menghasilkan energi untuk metabolisme. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi Faktor eksternal atau faktor lingkungan (suhu, komposisi udara, dan kerusakan mekanik) dan faktor internal (klimaterik atau non-klimaterik)

merupakan 2 faktor yang mempengaruhi laju respirasi. Pada buah dan sayur klimaterik produksi etilen akan terus meningkat pasca panen, tetapi buah non-klimaterik tidak ada peningkatan etilen. Produk makanan yang disimpan dalam suhu rendah akan membuat umur simpan lebih panjang, oksigen akan menurun, dan menghambat pembusukan. Laju respirasi akan meningkat jika suhu tinggi. Disebut suhu kritis bila laju respirasi meningkat tajam (Nurrahman, 2012).

Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan laju respirasi 34,24 ml CO<sub>2</sub> / kg / h . Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan laju respirasi 79,77 ml CO<sub>2</sub> / kg / h. Pada buah dan sayur yang di coating, laju respirasi lebih rendah daripada yang tidak di coating. Hasil dari penelitian Nima *et al.*, 2013 *edible coating* dengan bahan alginate yang ditambahkan dengan gliserol akan menghambat laju respirasi pada buah menurun karena menghambat pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> pada buah nanas. Hal serupa juga terdapat pada penelitian Asri *et al.*, 2017 yang menyatakan *edible coating* dari bahan pati singkong yang ditambahkan asam stearate membuat laju respirasi rendah, menjaga kadar air tetap stabil, dan menjaga keasaman, contohnya diaplikasikan pada buah melon. Penelitian Emmy *et al.*, 2020 mengatakan bahwa salak madu yang dicoating dengan aloe vera dan beeswax akan menahan laju respirasi atau keluarnya uap air, sehingga kelembapan tetap terjaga.

#### **k. Warna**

Selama penyimpanan, maka terjadi perubahan warna karena oleh kerusakan pigmen, kematangan buah atau sayur, luka pada fisik buah atau sayur, microorganism, kontak silang, dan lain-lain. Selama pematangan, maka warna hijau akan hilang dan berubah menjadi warna kuning, jingga, dan kemerahan. Hal itu terjadi karena klorofil pada buah atau sayur mengurai (klorofilase akan menguraikan klorofil), sehingga menjadi antosianin, (merah) karotenoid (kuning), dan lain-lain (Ellin *et al.*, 2021). Perubahan warna dari hijau ke hijau kekuningan hingga menjadi kuning, kemudian kuning kecoklatan, hingga penuaan dan rusak dengan adanya bercak hitam atau coklat. Kesegaran dan layak konsumsi pada buah dan sayur dilihat dari warnanya yaitu berwarna kuning atau kekuningan dan masih segar (devi *et al.*, 2011). Perubahan warna akibat dari metabolisme respirasi dan produksi etilen. (Rozana dan Sunardi, 2021).

Pada hasil penelitian Nima *et al.*, 2013 menunjukkan bahwa buah nanas yang dilapisi oleh *edible coating* dari bahan alginate, gliserol, dan essential oil dapat mempertahankan warna dan mencegah adanya pencoklatan sehingga tetap terlihat segar. Penelitian oleh Vittorio *et al.*, 2020 menunjukkan hasil bahwa *edible coating* dari aloevera ditambah gum dapat mempertahankan warna agar tidak buruk. Nilai saturasi menurun karena *edible coating* dapat mencegah O<sub>2</sub> dan mencegah peningkatan laju respirasi, sehingga pematangan buah dapat ditunda (menyebabkan nilai kroma turun). Nilai warna sangat baik pada buah dan sayur yang dilapisi *edible coating* dibandingkan kontrol. Penambahan asam askorbat dan asam sitrat sebagai anti pencoklatan. Siti *et al.*, 2020 pada penelitiannya menunjukkan buah melon yang dilapisi *edible coating* dengan bahan alginate dan essential oil dapat menghambat *browning* enzimatis. *Browning* enzimatis terjadi karena adanya reaksi O<sub>2</sub> dengan enzim polyphenol oksidase dan adanya pertumbuhan bakteri yang meningkat. Sel akan rusak karena bakteri memakan nutrisi yang ada pada buah dan sayur, sehingga pigmen juga rusak. Pada penelitian dari Fandri dan Donatus, 2018 konsentrasi bahan edible yang tinggi akan menghambat pencoklatan. Pada buah mentimun suri yang dilapisi dengan bahan pati singkong yang digabungkan dengan pulm timun 30% dapat mencegah proses respirasi yang menyebabkan enzim klorofilase meningkat sehingga cepat menguraikan klorofil. *Edible coating* akan membuat warna buah dan sayur menjadi segar atau baik dan memperpanjang umur simpan buah.

### 1. Uji Sensori organoleptik

Penilaian organoleptik untuk menilai mutu makanan harus dilakukan dengan sangat teliti. Uji organoleptik merupakan uji terhadap rasa, aroma, warna, dan tekstur. Uji kesukaan memerlukan panelis untuk menyatakan responnya suka atau tidaknya terhadap produk yang diuji. Rasa (manis, asin, asam, dan pahit) adalah salah satu faktor penting dalam menentukan produk dapat diterima atau ditolak (Darni, 2016). Bau, rasa, dan suhu panas atau dingin dapat mempengaruhi cita rasa pada produk. Aroma merupakan bau yang diterima oleh saraf-saraf olfaktori pada rongga hidung. Aroma diuji sensorial menggunakan indera penciuman. Aroma yang baik diterima konsumen apabila hasilnya spesifik. Senyawa yang

menimbulkan aroma merupakan senyawa volatil (didapat dengan mengisolasi bahan pangan kurang dari 100 ppm).

Pada buah dan sayur yang dilapisi, uji sensori organoleptic rata-rata dapat diterima panelis dan tingkat uji hedoniknya dari lumayan suka hingga suka. Sedangkan buah dan sayur yang tidak di coating mendapat sensori yang buruk atau rendah. Hal tersebut seperti pada penelitian dari Satish, 2019 yang menunjukkan jika buah yang tidak di coating, tidak mencapai batas penerimaan konsumen. Penelitian Ifmalinda *et al.*, 2019 menunjukkan jika menggunakan *edible coating* dengan bahan pati singkong yang digabungkan dengan CMC, gliserol, dan potassium sorbat dapat mempertahankan manis buah dan aroma khas pada buah pepaya.

#### **m. Ketebalan, Kuat tarik, Elongasi**

Ketebalan adalah tipis atau tebalnya suatu pengemas, yang dapat mempengaruhi suatu produk yang dikemas. Perbedaan ketebalan pada pengemas akan berpengaruh pada kadar air produk. Ketebalan tinggi akan mengakibatkan kadar air juga tertinggi. Semakin tebal kemasan, maka uap air akan sulit keluar, dan akan tetap di dalam (Yessi *et al.*, 2016). Semakin ketebalannya kecil, luas permukaan besar dan mudah untuk kontak dengan udara yang ada di luar (Beni *et al.*, 2016). Kuat tarik adalah tegangan maksimal yang dapat ditahan saat ditarik atau diregangkan hingga sebelum patah. Konsentrasi bahan *edible coating* yang tinggi (berat molekul plasticizer) akan membuat kuat tarik juga semakin tinggi (Atika *et al.*, 2016). Elongasi merupakan persen dari pemanjangan. Penambahan asam sitrat juga dapat membuat nilai kuat tarik semakin tinggi (Faizal *et al.*, 2016). Plasticizer pada bahan kemasan akan membuat nilai kuat tarik rendah, tetapi nilai elongasinya tinggi.

Pada buah dan sayur yang telah dilapisi memiliki sifat ketebalan, kuat tarik, dan elongasi yang baik, karena pada penelitian Satria (2018) kombinasi pada pati singkong dan gliserol pada buah nanas membuat elongasi lebih baik. Dan pada penelitian Rosario *et al.*, 2013 jika konsentrasi plasticizer tinggi, maka ketebalan juga tinggi. *Edible coating* alginate yang digabungkan dengan plasticizer menghasilkan tekstur fleksibel dan halus, contohnya aplikasi pada buah mangga.

Air yang terikat, terjadi ikatan antara polimer dengan molekul hidrogen sehingga menghasilkan edible yang elastis. Jika kadar air terlalu tinggi, maka edible kurang kering dan menghasilkan nilai elastisitas yang rendah.

#### **n. Kadar Gula dan Kadar Glukosa**

Glukosa merupakan monosakarida yang akan diubah menjadi energy (Nuzul *et al.*, 2016). Selama penyimpanan maka akan terjadi penguraian glukosa (oksidasi), yaitu saat glukosa diubah menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Suhu yang panas atau tinggi saat penyimpanan akan mengurangi kadar glukosanya (Muli *et al.*, 2017). Gula reduksi mempunyai keton bebas atau gugus aldehid yang dapat mereduksi senyawa. laktosa, maltose, glukosa, fruktosa merupakan gula pereduksi. Gugus hidroksil yang bersifat bebas (reaktif) menentukan sifat pereduksi dari gula dan polimerisasi monosakarida menentukan sifat mereduksinya. Adanya gula pereduksi dalam makanan akan mempengaruhi pencoklatan. Warna kecoklatan pada gula akibat pemanasan karena terjadi reaksi browning (maillard dan karamelisasi) antara gula dan asam amino sehingga menghasilkan pigmen melanoidin (coklat) (Naja *et al.*, 2021).

Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan kadar gula 3,4% kadar gula reduksi 4,1% . Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan kadar gula 3,1% dan kadar gula reduksi 3,03%. penelitian dari Wilbur dan Jessica (2018) menunjukkan suhu yang rendah membuat total gula menurun, tetapi pada suhu tinggi total gula lebih banyak penurunan. Kadar gula sangat tinggi pada tahap pematangan dan akan menurun kadar gulanya jika melewati tahap itu hingga ke tahap pembusukan. *Edible coating* pada stroberi dari aloevera digabungkan dengan sorbitol mampu menghambat penurunan pada kadar gula, karena sorbitol merupakan gula alternative (Luh dan Made, 2020). Penurunan kadar gula karena adanya proses respirasi dan lama penyimpanan. Penelitian oleh Siti *et al.*, 2020 monosakarida masuk pada siklus kreb (hasil glikolisis diubah menjadi asam organik) sehingga menghasilkan energi, air, dan karbondioksida, karena hal itu maka gula menurun jumlahnya. Gula juga menipis dikarenakan bakteri yang mengambil nutrisi sebagai sumber energi. Akibat adanya bakteri, maka diproduksi gula reduksi yang banyak untuk mencukupi kekurangan gula pada buah, sehingga kadar gula reduksi

tinggi. Hal tersebut juga diungkapkan pada penelitian oleh Co Adetunji *et al.*, 2017 bahwa *edible coating* dengan bahan aloe vera dan *gelling agent* menunjukkan hasil yang dapat mencegah berkurangnya kadar gula reduksi pada buah jeruk manis atau tetap menjaga kadar gula reduksi.

#### **o. Viskositas**

Viskositas adalah gesekan antar lapisan dalam fluida atau cairan karena gaya kohesi dari molekul zat cair. Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat viskositas. Suhu yang tinggi membuat viskositas menjadi turun (berbanding terbalik) (Yanisa *et al.*, 2018). Cairan akan mudah mengalir jika viskositasnya rendah dan akan sulit mengalir jika viskositasnya tinggi. Waktu untuk mengalirkan cairan semakin banyak jika viskositasnya tinggi. Sebaliknya, jika viskositasnya rendah, maka waktu yang dibutuhkan juga sedikit (Oktabella *et al.*, 2018).

Pada lapisan yang dilapisi akan menghasilkan viskositas 131,7 cps. Sedangkan yang tidak dilapisi akan menghasilkan viskositas 59 cps. Pada hasil penelitian Destry *et al.*, 2016 menunjukkan bahwa pada proses pembuatan edible, maka pati akan membengkak atau membesar sehingga kelarutannya tinggi dan viskositasnya tinggi. *Edible coating* dari bahan alginate yang digabungkan dengan gum akan memiliki viskositas yang tinggi, contohnya aplikasi pada buah nanas (Azarakhsh *et al.*, 2012). Konsentrasi bahan yang tinggi, maka semakin banyak pati yang akan tergelatinisasi, sehingga mengakibatkan nilai viskositas meningkat, hal tersebut dapat di aplikasikan pada buah alpukat berbahan aloe vera 50% sehingga viskositas tinggi karena  $\frac{1}{2}$  dari bahan tersebut aloe vera (Yandri *et al.*, 2020). Penambahan gliserol pada bahan aloe vera yang diaplikasikan pada papaya akan membuat viskositas menurun sehingga tekstur akan lunak (Vittoeri *et al.*, 2020). Hal itu terjadi karena pada ikatan intramolekul, gliserol (plasticizer) dapat mengurangi ikatan hidrogen.



#### 4.4. Mekanisme dan Kinetik dari Aloe vera, Alginate, dan Pati singkong

Aloe vera, alginate, dan pati singkong memiliki sifat yang sama yaitu Sifat koloid, membentuk gel, dan hidrofilik (termasuk kedalam hidrokoid), sehingga menjadi bahan dasar pembuatan edible coating. kestabilan *edible coating* dapat dipengaruhi oleh amilopektin (memberikan sifat keras), sedangkan terhadap kekompakannya dipengaruhi oleh amilosa (memberikan sifat lengket). Amilosa dan amilopektin merupakan *gelling agent* dan pemberuk kristal. Amilosa dan amilopektin akan mempengaruhi sifat mekanik dari polimer terbentuk. Secara fisik amilosa dan amilopektin merupakan polimer yang membentuk ikatan silang intermolekul dan intramolekul untuk membentuk jaringan makromolekul yang besar pada pembuatan gel. Ikatan silang yang pada jaringan makromolekul terutama dari amilosa, yang 26 yang mempengaruhi daya regang dan kekuatan pada edible coating. amilosa yang tinggi menghasilkan *edible coating* lentur dan kuat. Struktur amilosa bergabung dan membentuk ikatan hidrogen antar rantai polimer. Selama proses pemanasan dan pendinginan, setelah terjadi gelatinisasi yang kemudian membentuk jaringan tiga dimensi yang kontinu dan memerangkap cairan di dalamnya, sehingga terbentuklah struktur gel yang kuat, kaku dan kokoh yang tidak mengalir pada tekanan tertentu. *Edible coating* berbasis hidrokoloid mudah rapuh dan robek jika terkena air atau sifat penghalang terhadap uap air rendah, hal ini karena hidrokoloid bersifat sifat hidrofilik dan membuat stabilitasnya rendah. Stabilitas yang rendah akan membuat karakteristik yang dihasilkan kurang optimal, karena uap air dan mikroba dapat masuk. Untuk meningkatkan efektivitas edible coating, perlu ditambahkan zat aditif berupa plasticizer dan emulsifier agar menghasilkan *edible coating* yang kuat dan bersifat hidrofobik. Gliserol merupakan plasticizer yang dapat mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermoleku, sehingga dapat melunakkan struktur, meningkatkan mobilitas rantai biopolimer, dan memperbaiki sifat mekanik edible coating. Gliserol bersifat humektan dan mampu menahan air. Penambahan *plasticizer* dapat mempengaruhi kehalusan permukaan film. Kelarutan hidrokoloid dibantu oleh *plasticizer* sehingga terbentuk ikatan H antara gugus OH hidrokoloid dan gugus OH dari gliserol, sehingga sifat mekanik akan meningkat. Selain itu, plasticizer dapat membentuk interaksi antara gugus hidroksi dengan molekul hidrokoloid.

