

---

**Pengaruh Variasi Konsentrasi  $KMnO_4$  dan Suhu Gelatinisasi terhadap Karakteristik Fisik dan Efektivitas Kemasan Aktif Bioplastik**

*Effect of  $KMnO_4$  Concentration Variation and Gelatinization Temperature on the Physical Characteristics and Bioplastic Active Packaging Effectiveness*

**Kadek Irma Dwi Lestari, Ni Luh Yulianti\*, Ida Bagus Putu Gunadnya**

*Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia*

\*email: yulianti@unud.ac.id

---

**Abstrak**

Kemasan aktif merupakan penggabungan senyawa atau bahan aktif kedalam film kemasan yang dapat memberikan pengaruh terhadap produk yang dikemas. Kalium permanganat ( $KMnO_4$ ) merupakan senyawa yang memiliki sifat sebagai oksidator yang kuat terhadap gas etilen yang dihasilkan oleh buah klimaterik. Dalam pembuatan bioplastik suhu gelatinisasi dapat berpengaruh terhadap karakteristik fisik kemasan aktif bioplastik, dimana proses ini bermula dari pembengkakan granula pati karena penyerapan air selama pemanasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi  $KMnO_4$  dan suhu gelatinisasi terhadap karakteristik fisik bioplastik dan efektivitas kemasan terhadap mutu buah alpukat selama masa simpan 10 hari. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAK) dua faktorial. Faktor pertama yaitu konsentrasi  $KMnO_4$  dengan taraf konsentrasi 10%, 15%, dan 20%. Faktor kedua yaitu suhu gelatinisasi dengan level suhu  $70^\circ C$  dan  $75^\circ C$ . Pada hasil penelitian menunjukkan kemasan aktif bioplastik dapat memberikan pengaruh terhadap efektivitas kemasan dalam penyerapan gas etilen pada buah alpukat selama masa simpan 10 hari. Interaksi antar perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kuat tarik, perpanjangan, elastisitas, penyerapan air, susut bobot, tekstur dan total padatan terlarut. Perlakuan terbaik terhadap karakteristik fisik kemasan aktif bioplastik diperoleh pada perlakuan konsentrasi  $KMnO_4$  10% dan suhu gelatinisasi  $75^\circ C$  (K1S2) dengan nilai kuat tarik sebesar 34,43 MPa, nilai perpanjangan sebesar 4,49%, nilai elastisitas sebesar 795,88 MPa dan nilai penyerapan air sebesar 0,71% dan memberikan pengaruh terhadap mutu buah alpukat selama masa penyimpanan 10 hari dengan nilai susut bobot 2,43%, tekstur 87,43 N dan nilai total padatan terlarut 4,4 °Brix.

**Kata kunci:** alpukat, bioplastik, kemasan aktif,  $kmno_4$ , suhu gelatinisasi.

**Abstract**

Active packaging is the incorporation of active compounds or ingredients into packaging films that can have an effect on the packaged product. Potassium permanganate ( $KMnO_4$ ) is a compound that has strong oxidizing properties against ethylene gas produced by climacteric fruits. In the manufacture of bioplastics, gelatinization temperature can affect the physical characteristics of active bioplastic packaging, where this process starts from the swelling of starch granules due to water absorption during heating. This study aims to determine the effect of  $KMnO_4$  concentration and gelatinization temperature on the physical characteristics of bioplastics and the effectiveness of packaging on the quality of avocado fruit during a 10-day shelf life. This study used a two-factorial completely randomized design (RBD). The first factor is the concentration of  $KMnO_4$  with concentration levels of 10%, 15%, and 20%. The second factor is the gelatinization temperature with temperature levels of  $70^\circ C$  and  $75^\circ C$ . The research results show that bioplastic active packaging can influence the effectiveness of packaging in absorbing ethylene gas in avocados during a 10 day shelf life. The interaction between treatments has a significant effect on the values of tensile strength, elongation, elasticity, water absorption, weight loss, texture, and total dissolved solids. The best treatment for the physical characteristics of active bioplastic packaging was obtained at a concentration of 10%  $KMnO_4$  and a gelatinization temperature of  $75^\circ C$  (K1S2) with a tensile strength value of 34.43 MPa, an elongation value of 4.49%, an elasticity value of 795.88 MPa and the water absorption value was 0.71% and had an effect on the quality of avocado fruit during a 10-day storage period with a weight loss value of 2.43%, a texture of 87.43 N and a total dissolved solids value of 4.4 °Brix.

**Keywords:** avocado, active packaging, bioplastics, gelatinization temperature,  $kmno_4$

---

## PENDAHULUAN

Kemasan memiliki peranan yang penting dalam mempertahankan mutu serta dapat memperpanjang umur simpan produk. Faktor lingkungan seperti cahaya, oksigen, kelembaban, dan mikroorganisme memiliki fungsi serta peran dalam melindungi produk (Sucipta et al., 2017). Berbagai bentuk kemasan plastik sering digunakan dalam masyarakat dan industri, menurut Saputra et al. (2015), meskipun penggunaan plastik tradisional secara ekstensif dapat berdampak pada pencemaran lingkungan. Inovasi yang saat ini banyak dikembangkan di bidang kemasan yaitu beberapa diantaranya bioplastik. Bioplastik memiliki karakteristik yang lebih ramah lingkungan (Malinda, 2019).

Kemasan bioplastik telah banyak dikembangkan dengan menggunakan bahan baku alami dan berbagai campurannya. Bioplastik merupakan plastik yang dapat terdegradasi melalui reaksi enzimatik mikroorganisme seperti bakteri dan jamur (Pratiwi et al., 2016). Perkembangan aplikasi kemasan bioplastik semakin meningkat dengan ditemukannya kemasan dengan konsep kemasan aktif. Kemasan aktif yaitu penggabungan senyawa atau bahan aktif kedalam film kemasan yang dapat memberikan pengaruh terhadap produk pangan untuk menjaga mutu dan memperpanjang umur simpan (Dobrucka & Cierpiszewski, 2014). Diantara berbagai macam kemasan aktif yang ada, kemasan aktif dengan penambahan kalium permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) yang digunakan untuk menyerap etilen pada buah klimakterik merupakan jenis kemasan yang dapat digunakan untuk mempertahankan karakteristik buah segar khususnya buah klimakterik (Erlangga et al., 2021).

$\text{KMnO}_4$  ialah senyawa kimia anorganik yang bersifat sebagai oksidator kuat terhadap gas etilen (Dobrucka & Cierpiszewski, 2014). Napitupulu (2013) menggunakan larutan  $\text{KMnO}_4$  6 persen untuk memperpanjang umur simpan buah pisang. Dilaporkan buah pisang dapat disimpan sampai 10 hari. Meysyaranta et al. (2020) dalam pembuatan kemasan aktif bioplastik, karakteristik fisik kemasan aktif bioplastik dipengaruhi oleh konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  dan suhu gelatinisasi. Menurut Bilyane et al. (2014) dalam pembuatan kemasan aktif bioplastik konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  yang tepat dapat memperpanjang umur simpan buah tomat hingga 2 minggu. Menurut Ginting et al. (2014) suhu gelatinisasi dapat mempengaruhi karakteristik bioplastik.

Berdasarkan pada hasil penelitian Meysyaranta et al. (2020) dipandang perlu untuk meneliti tentang

pengaruh konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  dan suhu gelatinisasi dalam pembuatan kemasan aktif bioplastik lebih lanjut, berdasarkan pada hasil penelitian Napitupulu et al. (2013) dipandang perlu untuk meneliti penerapan dari kemasan aktif bioplastik untuk dijadikan kemasan buah alpukat yang akan disimpan pada suhu ruang selama 10 hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  dan suhu gelatinisasi yang tepat untuk menghasilkan karakteristik fisik dan efektivitas kemasan aktif bioplastik yang memenuhi nilai SNI.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biokimia Proses dan Nutrisi serta Laboratorium Teknik Pasca Panen, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari - April 2023.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pati singkong, kappa karagenan, polivinil alkohol (PVA), minyak jarak, kalium permanganat  $\text{KMnO}_4$ , asam asetat 1%, akuades ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Penelitian ini menggunakan buah alpukat mentega (Persea americana Mill) dengan umur panen 6-7 bulan dari saat bunga mekar, dengan berat 250 g – 300 gram. Peralatan yang digunakan yaitu timbangan analitik (Pioneer), beaker glass (Iwakitg 32 Pyrex), gelas ukur 100 ml (Iwakicte 33), pipet tetes, hot palet, oven, thermometer (batang skala -2 + 110), batang pengaduk, cetakan teflon (IKEA kavalkad 20 cm), Refraktometer digital (Atago), alat uji mekanik Texture Analyzer.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan yaitu, Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktorial. Faktor pertama yaitu konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  (K), yang terdiri dari 3 taraf persentase yaitu 10% (K1), 15% (K2) dan 20% (K3). Faktor kedua ialah suhu gelatinisasi (S) yang terdiri dari 2 taraf suhu yaitu 70°C (S1) dan 75°C (S2). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 satuan percobaan.

### Pelaksanaan Penelitian

#### Pembuatan larutan $\text{KMnO}_4$

Pembuatan larutan  $\text{KMnO}_4$  mengacu pada penelitian Azrita (2019) yang telah dimodifikasi. Larutan dibuat dengan cara melarutkan bubuk  $\text{KMnO}_4$  (1 g, 1,5 g dan 2 g) kedalam 10 ml akuades setelah itu

dilakukan penghomogenan dengan menggunakan batang pengaduk hingga larut sempurna.

### **Pembuatan kemasan aktif bioplastik**

Pada pembuatan kemasan bioplastik dimulai dengan menimbang bahan baku seperti pati singkong 1,5 gram, kappa karagenan 4,5 gram, penimbangan Polivinil alkohol sebanyak 10 g (Sipayung et al., 2022), menimbang larutan KMnO<sub>4</sub> dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan sebanyak 1,75 ml (Azrita et al., 2019), menimbang plasticizer minyak jarak sebanyak 1 g (Putri et al., 2021), dan ukur asam asetat 1% hingga volume total 100 ml. Kemudian, masukkan pati pada gelas beker 1, kappa karagenan dalam gelas beker 2, kemudian tuangkan asam asetat pada gelas beker 1 dan gelas beker 2, kedua bahan tersebut dihomogenkan menggunakan batang pengaduk. Kemudian, 1 g plasticizer minyak jarak dan 10 g PVA ditambahkan ke dalam campuran kedua komponen sebelum proses gelatinisasi dilakukan pada suhu yang sesuai dengan perlakuan. Setelah mencapai suhu yang diinginkan selanjutnya ditambahkan larutan KMnO<sub>4</sub> sesuai dengan perlakuan sebanyak 1,75 ml (Azrita et al., 2019), kemudian dihomogenkan menggunakan batang pengaduk selama 10 menit dengan suhu campuran dipertahankan sampai campuran membentuk gel. Gel dituang pada cetakan teflon selanjutnya dilakukan pengeringan dengan dry oven dengan suhu 45°C dalam waktu 15 jam sehingga menghasilkan lembaran film kemasan. Setelah itu dilakukan pengujian fisik kemasan.

### **Pengujian efektivitas kemasan**

Pengujian ini dimulai dari mempersiapkan kemasan aktif bioplastik dengan masing-masing perlakuan, kemudian dilanjutkan dengan menyiapkan buah alpukat mentega dengan umur panen 6-7 bulan dari saat bunga mekar dengan bobot 250 - 300 gram dengan ketentuan lain yaitu buah tidak mengalami kerusakan secara fisik, kimia dan biologis. Selanjutnya buah dimasukan kedalam toples plastik dengan volume 500 ml dan ditutup menggunakan kemasan aktif bioplastik, kemudian disimpan pada suhu ruang 26°C – 27°C, kemudian dilakukan pengamatan dan pengujian selama 2 hari dengan waktu penyimpanan 10 hari. Total padatan terlarut (TPT), tekstur, dan susut bobot buah alpukat yang dinilai selama penyimpanan adalah beberapa parameter yang diukur.

### **Variabel yang diamati**

#### **Kuat tarik (*Tensile strength*)**

Menurut persamaan (Putra et al., 2019) dengan satuan (MPa) dapat dipergunakan dalam

merepresentasikan data kekuatan tarik secara numerik yaitu.

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

- $\sigma$  : Kuat Tarik (MPa)
- $F$  : Beban (N)
- $A_0$  : Luas penampang awal (mm<sup>2</sup>)

#### **Perpanjangan (*Elongation*)**

Nilai perubahan panjang sampel dapat digunakan untuk menentukan nilai perpanjangan. Menurut Putra et al. (2019) persamaan dapat dihitung seperti di bawah ini dengan satuan (%).

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\%$$

dimana :

- $\varepsilon$  : Elongation (%)
- $\Delta l$  : Pertambahan panjang (panjang akhir – panjang awal) (cm)
- $l_0$  : Panjang awal (cm)

#### **Elastisitas (*Modulus Young*)**

Perhitungan berikut dapat digunakan untuk menentukan besarnya elastisitas yang diketahui dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut (Nurhabibah & Kusumaningrum, 2021) dengan satuan (MPa)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

dimana :

- $E$  : Elastisitas (MPa)
- $\sigma$  : Kuat tarik (MPa)
- $\varepsilon$  : Perpanjangan (%)

#### **Penyerapan air (*Swelling*)**

Nilai serapan air film dapat ditentukan menggunakan rumus di bawah ini (Farah, 2021) dengan satuan persen (%).

$$\text{Penyerapan air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

dimana :

- $W_0$  : Berat uji mula-mula (g)
- $W$  : Berat uji setelah perendaman (g)

#### **Susut bobot**

Susut bobot adalah salah satu parameter mutu yang dapat menentukan kesegaran buah. Nilai penurunan bobot buah dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Dewi et al., 2020) yang dinyatakan sebagai persentase penurunan bobot buah.

$$\text{Persentase Susut Bobot} = \frac{W_a - W_b}{W_a} \times 100\%$$

dimana :

- $W_a$  : Berat awal sebelum dilakukan pengamatan
- $W_b$  : Berat akhir setelah dilakukan pengamatan

## Tekstur

Perhitungan nilai kekerasan buah dilakukan pada bagian tengah buah. Sampel diletakkan pada Texture Analyzer dengan menggunakan probe silinder berdiameter 0,5 cm dengan kedalaman 10 mm dan waktu 5 detik dengan satuan Newton (N).

## Total padatan terlarut (TPT)

Perhitungan nilai total padatan terlarut (TPT) dilakukan untuk mengetahui kadar kemanisan pada buah alpukat dengan cara meneteskan sari pati buah pada alat refraktometer, dengan satuan oBrix (Mulyana, 2011).

## Analisis Data

Seluruh perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan sehingga diperoleh 21 data pengamatan. Data dianalisis menggunakan SPSS versi 25 dan Microsoft Excel. Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis varians, dan jika ada pengaruh yang nyata kemudian dilakukan uji DMRT terhadap rata-rata perlakuan. Perlakuan yang terbaik dipilih diantara

yang menghasilkan nilai yang paling mendekati dengan standar SNI. Adanya perbedaan dalam uji yang dilakukan dengan ANOVA dilanjutkan dengan uji DMRT. Apabila rata-rata antara dua populasi sampel lebih dari 0,05, maka dinyatakan tidak terdapat beda signifikan. Perbedaan antara dua sampel akan dinotasikan untuk mengetahui rata-rata yang memiliki perbedaan yang signifikan. Sehingga dapat ditentukan perlakuan yang paling mendekati dengan nilai SNI.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kuat Tarik (Tensile strength) Kemasan Aktif Bioplastik

Interaksi antara konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  dan suhu gelatinisasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kuat tarik kemasan bioplastik aktif. Berdasarkan hasil analisis nilai kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 1..

**Tabel 1.** Nilai kuat tarik kemasan aktif bioplastik (MPa)

| Perlakuan Konsentrasi $\text{KMnO}_4$ | Perlakuan Suhu Gelatinisasi |                    |
|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
|                                       | S1 (70°C)                   | S2 (75°C)          |
| K1 (10%)                              | 31,02 <sup>b</sup>          | 34,43 <sup>a</sup> |
| K2 (15%)                              | 27,31 <sup>c</sup>          | 23,76 <sup>d</sup> |
| K3 (20%)                              | 19,42 <sup>e</sup>          | 17,22 <sup>f</sup> |

Keterangan : huruf yang berbeda di belakang nilai pada kolom dan baris menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).

Perlakuan dengan konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  20% dan suhu gelatinisasi 75°C (K3S2) merupakan perlakuan yang menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 34,43 MPa sesuai data yang ditunjukkan pada Tabel 1, Perlakuan K1S2 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya berdasarkan hasil uji DMRT. Nilai kuat tarik terendah terdapat pada perlakuan K3S2 dengan nilai kuat tarik sebesar 17,22 MPa dan berdasarkan hasil uji lanjut perlakuan K3S2 juga berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Selain itu, perlakuan K3S2 memiliki nilai kuat tarik paling rendah yaitu 17,22 MPa, dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Nilai tertinggi parameter kuat tarik pada penelitian ini yang diperoleh pada perlakuan konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  10% dan suhu gelatinisasi 75°C, namun mengalami penurunan pada konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  20% dengan suhu yang sama, hal ini diduga terjadi karena tingginya taraf konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  yang diberikan maka semakin rendah nilai kuat tarik pada film kemasan aktif bioplastik. Hal ini sejalan dengan

pernyataan Meysyaranta et al. (2020) yang menyatakan bahwa penambahan  $\text{KMnO}_4$  pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan meningkatnya kerapuhan pada film kemasan aktif bioplastik sehingga dapat menurunkan nilai kuat tarik pada film kemasan aktif bioplastik. Selain taraf konsentrasi yang tinggi suhu gelatinisasi yang tinggi juga dapat mempengaruhi karakteristik fisik kemasan bioplastik. Hal tersebut juga dikemukakan oleh Ginting et al. (2014), yang mencatat bahwa suhu gelatinisasi dapat berdampak pada nilai kekuatan tarik bioplastik karena pembengkakan granula pati yang mengalami pengembangan berpengaruh pada viskositas larutan bioplastik.

### Perpanjangan Kemasan Aktif Bioplastik

Interaksi antara konsentrasi  $\text{KMnO}_4$  dan suhu gelatinisasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap perpanjangan kemasan bioplastik aktif. Berdasarkan hasil analisis nilai perpanjangan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai perpanjangan (%) kemasan aktif bioplastik

| Perlakuan<br>KMnO <sub>4</sub> | Konsentrasi | Perlakuan Suhu Gelatinisasi |                    |
|--------------------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|
|                                |             | S1 (70°C)                   | S2 (75°C)          |
| K1 (10%)                       |             | 7,12 <sup>c</sup>           | 4,49 <sup>d</sup>  |
| K2 (15%)                       |             | 7,34 <sup>c</sup>           | 7,84 <sup>bc</sup> |
| K3 (20%)                       |             | 8,81 <sup>ab</sup>          | 9,52 <sup>a</sup>  |

Keterangan : huruf yang berbeda di belakang nilai pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).

Perlakuan dengan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 20% dan suhu gelatinisasi 75°C (K3S2) merupakan perlakuan yang menghasilkan nilai elongasi tertinggi yaitu 9,52% sesuai data yang ditunjukkan pada Tabel 2, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan Konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 20% dan suhu gelatinisasi 70°C (K3S1). Sedangkan nilai perpanjangan terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 10% dan suhu gelatinisasi 75°C (K1S2) dengan nilai perpanjangan sebesar 4,49% berdasarkan hasil uji DMRT perlakuan ini berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya.

Peningkatan nilai perpanjangan kemasan aktif bioplastik sejalan dengan penambahan konsentrasi larutan KMnO<sub>4</sub> yang diberikan. Semakin tinggi jumlah konsentrasi KMnO<sub>4</sub> yang diberikan maka, nilai perpanjangan film kemasan semakin besar. Hal ini terjadi karena peningkatan nilai kerapuhan film yang disebabkan karena tingginya konsentrasi KMnO<sub>4</sub> yang diberikan, yang mengakibatkan semakin menurunnya kekuatan pada film kemasan, hal ini didukung dengan pernyataan Erlangga et al. (2021) dimana meningkatnya nilai kerapuhan pada film dapat menyebabkan bertambahnya nilai perpanjangan pada film kemasan karena ikatan yang terbentuk antara bahan baku dari pembuatan bioplastik tidak padu dengan larutan KMnO<sub>4</sub>. Selain taraf konsentrasi bahan aktif suhu gelatinisasi juga dapat mempengaruhi nilai perpanjangan kemasan aktif bioplastik. Menurut Ginting et al., (2014) gelatinisasi berfungsi sebagai dasar untuk produksi bioplastik berbasis pati. Perlakuan suhu tinggi yang diberikan pada proses selama tahap gelatinisasi dapat menyebabkan granula pati membengkak akibat penyerapan air yang mengakibatkan suhu gelatinisasi dapat mempengaruhi kekentalan atau kekentalan larutan film, yang dapat mempengaruhi sifat fisik kemasan bioplastik.

### Elastisitas Kemasan Aktif Bioplastik

Interaksi antara konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dan suhu gelatinisasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada nilai elastisitas kemasan bioplastik aktif. Berdasarkan hasil analisis nilai elastisitas dapat dilihat Tabel 3

**Tabel 3.** Nilai rata-rata elastisitas (MPa) kemasan aktif bioplastik

| Konsentrasi KMnO <sub>4</sub> | Perlakuan Suhu Gelatinisasi |                      |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|
|                               | S1 (70°C)                   | S2 (75°C)            |
| K1 (10%)                      | 439,08 <sup>b</sup>         | 795,88 <sup>a</sup>  |
| K2 (15%)                      | 372,31 <sup>b</sup>         | 305,39 <sup>bc</sup> |
| K3 (20%)                      | 220,75 <sup>c</sup>         | 182,18 <sup>c</sup>  |

Keterangan : huruf yang berbeda di belakang nilai pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).

Perlakuan dengan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 10% dan suhu gelatinisasi 75°C (K1S2) merupakan perlakuan yang menghasilkan nilai elastisitas tertinggi yaitu sebesar 795,88 MPa sesuai data yang ditunjukkan pada Tabel 3, berdasarkan hasil uji lanjut duncan perlakuan K1S2 berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Selanjutnya, nilai elastisitas terendah terdapat pada perlakuan K3S2 dengan nilai elastisitas sebesar 182,18 MPa dan berdasarkan hasil uji lanjut perlakuan K3S2 tidak berbeda nyata dengan K3S1 dan K2S2. Berdasarkan data yang ditunjukkan pada

Tabel 3, nilai elastisitas pada penelitian ini setara dengan nilai kuat tarik dan cenderung turun ketika konsentrasi KMnO<sub>4</sub> meningkat. Menurut Meysyaranta et al. (2020) bahwa semakin tinggi taraf konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dapat menurunkan nilai fleksibilitas film kemasan, selain dipengaruhi oleh taraf konsentrasi KMnO<sub>4</sub> peningkatan nilai elastisitas juga dipengaruhi oleh suhu gelatinisasi hal ini sesuai dengan pernyataan Revelation, (2008) bahwa semakin meningkat suhu gelatinisasi, menyebabkan adanya ikatan hidrogen yang

dihasilkan dengan menambahkan sejumlah air selama proses gelatinisasi, sehingga pati membentuk ikatan molekul untuk bergabung satu sama lain, dan selama proses gelatinisasi bioplastik, penurunan kadar air menyebabkan struktur menjadi lebih rapat dan homogen, sehingga menghasilkan komposit yang lebih kuat dan kaku sehingga nilai elastisitasnya meningkat.

#### Susut Bobot Buah Alpukat

Interaksi antara konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dan suhu gelatinisasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada susut bobot buah alpukat pada masa simpan 10 hari dalam suhu ruang 26-27°C. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.

Perlakuan dengan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 10% dan suhu gelatinisasi 75°C (K1S1) merupakan perlakuan yang menghasilkan nilai penyerapan air terendah yaitu sebesar 0,61% sesuai data yang ditunjukkan pada Tabel 4 perlakuan K1S1 berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya setelah dilakukan uji DMRT. Selanjutnya, nilai kuat tarik terendah terdapat pada perlakuan K3S2 dengan nilai persentase penyerapan air sebesar 1,07% dan berdasarkan hasil uji lanjut perlakuan K3S2 berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Berdasarkan pada Table 4 peningkatan nilai persentase

#### Penyerapan Air Kemasan Aktif Bioplastik

Interaksi antara konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dan suhu gelatinisasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada nilai persentase penyerapan air kemasan bioplastik aktif. Berdasarkan hasil analisis nilai persentase penyerapan air dapat dilihat Tabel 4

penyerapan air memiliki kecenderungan terhadap peningkatan suhu gelatinisasi. Hal ini karena gel yang terbentuk dari struktur permukaan film bioplastik akan mengeluarkan uap air lebih banyak jika temperatur gelatinisasinya lebih tinggi. Menurut Setiani et al. (2013), proses gelatinisasi menyebabkan air menguap, yang menyebabkan partikel material mengalir keluar dan mengikat lapisan antar sel. Selain suhu gelatinisasi konsentrasi KMnO<sub>4</sub> yang tinggi juga mempengaruhi nilai persentase penyerapan air dimana tingginya konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dapat merusak polimer film kemasan sehingga struktur yang terikat pada film kemasan tidak homogen hal ini sesuai dengan pernyataan Bilyane, (2014) bahwa konsentrasi KMnO<sub>4</sub> yang tinggi dapat meningkatkan kerusakan matriks polimer bioplastik.

**Tabel 4.** Nilai rata-rata penyerapan air (%) kemasan aktif bioplastik

| Perlakuan Konsentrasi KMnO <sub>4</sub> | Perlakuan Suhu Gelatinisasi |                   |
|---|-----------------------------|-------------------|
|   | S1 (70°C)                   | S2 (75°C)         |
| K1 (10%)                                | 0,61 <sup>e</sup>           | 0,71 <sup>d</sup> |
| K2 (15%)                                | 0,77 <sup>c</sup>           | 0,81 <sup>c</sup> |
| K3 (20%)                                | 0,97 <sup>b</sup>           | 1,07 <sup>a</sup> |

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).

**Tabel 5.** Nilai rata-rata susut bobot (%) buah alpukat

| Perlakuan Konsentrasi KMnO <sub>4</sub> | Perlakuan Suhu Gelatinisasi |                   |                   |
|---|-----------------------------|-------------------|-------------------|
|   | S1 (70°C)                   | S2 (75°C)         | Kontrol           |
| K1 (10%)                                | 4,70 <sup>c</sup>           | 3,80 <sup>d</sup> |                   |
| K2 (15%)                                | 3,26 <sup>d</sup>           | 2,43 <sup>e</sup> |                   |
| K3 (20%)                                | 4,76 <sup>c</sup>           | 5,40 <sup>b</sup> |                   |
| Kontrol                                 |                             |                   | 7,56 <sup>a</sup> |

Keterangan : huruf yang berbeda di belakang nilai pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).

Perlakuan dengan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 15% dan suhu gelatinisasi 75°C (K3S2) merupakan perlakuan yang menghasilkan nilai persentase susut bobot terendah dengan nilai 2,43% sesuai data yang ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan uji lanjut lanjut Duncan's

Multiple Range Test (DMRT) perlakuan konsentrasi konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 15% dan suhu gelatinisasi 75°C (K2S2) berbeda nyata dengan interaksi perlakuan yang lainnya selanjutnya pada perlakuan kontrol juga berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya.

Berdasarkan data yang dapat dilihat pada Tabel 5 diketahui bahwa perlakuan kontrol mengalami peningkatan nilai persentase susut bobot buah alpukat yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan bahan aktif KMnO<sub>4</sub> peningkatan nilai persentase susut bobot dapat terjadi karena adanya proses respirasi dan transpirasi yang menyebabkan buah mengalami kehilangan kadar air selama masa penyimpanan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nisha (2019) bahwa peningkatan susut bobot buah disebabkan oleh proses transpirasi yang terjadi selama penyimpanan atau pelepasan air berupa uap air melalui permukaan epidermis buah. Perlakuan bioplastik dengan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dan suhu gelatinisasi bekerja efektif namun tidak semua perlakuan tersebut memberikan nilai efektivitas yang sama, hal ini dapat terjadi karena penggunaan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dan suhu gelatinisasi yang

berbeda-beda. Berdasarkan hasil pengujian fisik bioplastik dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa peningkatan taraf konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dapat menurunkan nilai mekanis pada kemasan bioplastik, hal ini terjadi karena konsentrasi KMnO<sub>4</sub> yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada film kemasan Meysyaranta et al. (2020) menyatakan bahwa peningkatan nilai kerapuhan film aktif bioplastik dapat menurunkan efektivitas penyerapan etilen pada buah.

#### **Tekstur Buah Alpukat**

Interaksi antara konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dan suhu gelatinisasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada nilai tekstur buah alpukat pada masa simpan 10 hari dalam suhu ruang 26-27°C. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Nilai rata-rata tekstur (Newton) buah alpukat

| Perlakuan<br>Konsentrasi KMnO <sub>4</sub> | Perlakuan Suhu Gelatinisasi |                    | Kontrol            |
|--|-----------------------------|--------------------|--------------------|
|  | S1 (70°C)                   | S2 (75°C)          |                    |
| K1 (10%)                                   | 55,49 <sup>d</sup>          | 66,90 <sup>c</sup> |                    |
| K2 (15%)                                   | 77,46 <sup>b</sup>          | 87,43 <sup>a</sup> |                    |
| K3 (20%)                                   | 48,00 <sup>e</sup>          | 36,20 <sup>f</sup> |                    |
| Kontrol                                    |                             |                    | 25,22 <sup>g</sup> |

Keterangan : huruf yang berbeda di belakang nilai pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).

Berdasarkan data yang dapat dilihat pada Tabel 6 diketahui bahwa nilai tekstur buah alpukat tertinggi diperoleh pada interaksi perlakuan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 15% dan suhu gelatinisasi 75°C (K2S2) dengan nilai sebesar 87,43N sedangkan perlakuan yang menghasilkan nilai tekstur terendah diperoleh pada perlakuan kontrol dengan nilai sebesar 25,22N. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) perlakuan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 15% dan suhu gelatinisasi 75°C (K2S2) berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya selanjutnya pada perlakuan kontrol juga berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. penurunan nilai tekstur pada perlakuan kontrol mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan bahan aktif KMnO<sub>4</sub>. Hal ini dapat terjadi karena selama penyimpanan terjadi peningkatan laju respirasi pada buah alpukat, hal ini didukung dengan pernyataan Tsuchida, (2014) bahwa penurunan kekerasan buah, menunjukkan bahwa degradasi pektin, selulosa dan hemiselulosa

menyebabkan pelunakan buah. Pada perlakuan K2S2 merupakan perlakuan yang menghasilkan nilai tekstur tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya hal ini disebabkan karena pada perlakuan tersebut menggunakan bahan aktif KMnO<sub>4</sub> dimana bahan tersebut dapat menghambat pematangan buah alpukat, hal ini sesuai dengan pernyataan Arini et al. (2015) bahwa senyawa KMnO<sub>4</sub> bersifat sebagai etilen adsorben yang dapat menyerap etilen endogen yang dihasilkan oleh buah klimakterik. Selain taraf konsentrasi KMnO<sub>4</sub> suhu gelatinisasi juga mempengaruhi nilai tekstur buah alpukat.

#### **Total Padatan Terlarut (TPT) Buah Alpukat**

Interaksi antara konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dan suhu gelatinisasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) pada nilai total padatan terlarut buah alpukat pada masa simpan 10 hari dalam suhu ruang 26-27°C. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Nilai rata-rata total padatan terlarut ( $^{\circ}$ Brix) buah alpukat

| Perlakuan<br>Konsentrasi KMnO <sub>4</sub> | Perlakuan Suhu Gelatinisasi |                  | Kontrol           |
|--|-----------------------------|------------------|-------------------|
|  | S1 (70°C)                   | S2 (75°C)        |                   |
| K1 (10%)                                   | 7,6 <sup>c</sup>            | 6,6 <sup>d</sup> |                   |
| K2 (15%)                                   | 5,8 <sup>e</sup>            | 4,4 <sup>f</sup> |                   |
| K3 (20%)                                   | 7,8 <sup>c</sup>            | 8,9 <sup>b</sup> |                   |
| Kontrol                                    |                             |                  | 10,2 <sup>a</sup> |

Keterangan : huruf yang berbeda di belakang nilai pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).

Padatan Terlarut adalah ukuran kandungan total semua zat bahan organik dan anorganik dalam buah (Kusumastuti et al., 2018). Sukrosa, asam organik, pektin, dan protein termasuk zat yang diukur sebagai total padatan terlarut (Rivaldi et al., 2019). Berdasarkan Tabel 7 perlakuan yang menghasilkan nilai total padatan terlarut tertinggi yaitu perlakuan kontrol yang menghasilkan nilai sebesar 10,9  $^{\circ}$ Brix, sedangkan perlakuan yang menghasilkan nilai total padatan terlarut yang terendah yaitu diperoleh pada perlakuan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 15% dan suhu gelatinisasi 75°C (K2S2) dengan nilai sebesar 4,4 $^{\circ}$ Brix. Berdasarkan hasil uji lanjut (DMRT) perlakuan kontrol berbeda nyata pada perlakuan yang lainnya. Pada perlakuan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 15% dan suhu gelatinisasi 75°C (K2S2) juga berbeda nyata terhadap perlakuan yang lainnya. perlakuan kontrol mengalami peningkatan nilai total padatan terlarut selama masa penyimpanan, berbeda dengan perlakuan yang menggunakan bahan aktif KMnO<sub>4</sub>, hal ini dapat terjadi karena terjadinya proses pematangan buah yang meliputi reaksi produksi etilen dan reaksi laju respirasi yang terjadi selama penyimpanan, hal ini dapat mempercepat proses pematangan pada buah alpukat, dimana selama proses pematangan terjadi perombakan senyawa seperti karbohidrat menjadi glukosa. Menurut Amiarsi (2012) bahwa nilai kandungan TPT yang lebih tinggi setelah penyimpanan disebabkan adanya akumulasi glukosa akibat proses hidrolisis karbohidrat yang lebih cepat dibandingkan dengan proses konversi glukosa menjadi energi dan H<sub>2</sub>O. Perlakuan K2S2 adalah perlakuan yang menghasilkan nilai TPT yang rendah yaitu sebesar 4,4  $^{\circ}$ Brix, hal ini disebabkan karena pada perlakuan ini menggunakan bahan aktif KMnO<sub>4</sub> dimana senyawa ini dapat menyerap etilen yang dihasilkan oleh buah alpukat. Senyawa aktif KMnO<sub>4</sub> bersifat sebagai etilen adsorben pada buah, oleh karena itu nilai TPT yang rendah selama masa penyimpanan 10 hari dapat dipengaruhi oleh konsentrasi KMnO<sub>4</sub> yang diberikan hal ini sesuai dengan hasil penelitian Malinda et al. (2020) bahwa bahan aktif KMnO<sub>4</sub>

dapat memberikan pengaruh terhadap mutu buah klimaterik selama masa penyimpanan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berikut adalah beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian yang telah dilakukan :

1. Interaksi perlakuan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> dan suhu gelatinisasi memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik, perpanjangan, elastisitas dan penyerapan air kemasan aktif bioplastik. Interaksi perlakuan yang menghasilkan karakteristik fisik kemasan aktif bioplastik terbaik adalah perlakuan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 10% dan suhu gelatinisasi 75°C (K1S2) dengan nilai kuat tarik sebesar 34,43 MPa, nilai perpanjangan sebesar 4,49%, nilai elastisitas sebesar 795,88 MPa dan nilai penyerapan air sebesar 0,71%.

2. Kemasan aktif bioplastik dapat memberikan pengaruh terhadap efektivitas selama penyimpanan buah alpukat, pada interaksi perlakuan konsentrasi KMnO<sub>4</sub> 15% dan suhu gelatinisasi 75°C (K2S2) merupakan perlakuan terbaik dalam penyerapan etilen yang dapat menghambat proses pematangan pada buah alpukat selama penyimpanan 10 hari.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pembuatan kemasan aktif bioplastik perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai konsentrasi KMnO<sub>4</sub> yang digunakan untuk mendapatkan nilai karakteristik fisik yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan mampu memberikan nilai efektivitas yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azrita, M. W., Ahmad, U., & Darmawati, E. (2019). Rancangan Kemasan dengan Indikator Warna untuk Deteksi Tingkat Kematangan Buah Alpukat. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 7(2), 155–162.  
<https://doi.org/10.19028/jtep.07.2.155-162>



- Bilyane, S. S. (2014). Kemasan Aktif Penyerap Etilen Berbahan Dasar Kitosan Dan KMnO<sub>4</sub>.
- Dewi, D. N. N. M., Utama, I. M. S., & Kencana, P. K. D. (2020). The Effect of Sesame Oil and APSA 80 Mixture as a Coating Material on The Quality and Shelf Life of Mangosteen. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 8(September), 309–320.
- Dobrucka, R., & Cierpiszewski, R. (2014). Active and Intelligent Packaging Food – Research and Development – A Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 63(1), 49–54. <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0066-4>
- Dwi Pradana Putra, D. M., Harsojuwono, B. A., & Hartiati, A. (2019). Studi Suhu Dan Ph Gelatinisasi Pada Pembuatan Bioplastik Dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(3), 441. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i03.p11>
- Erlangga, E., Pramono, A., & Wardhono, Y. (2021). Development of Single Layer Edible Film Composite from Chitosan Nanoparticles-based as Fruit Packaging Materials. In *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta (Vol. 7, Issue 2)*. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl>
- Farah, S. (2021). Karakteristik bioplastik dari alginat padina sp. dengan pemlastis gliserol.
- Kusumastuti, A. C., M. Kolopaking, L., & Barus, B. (2018). Factors Affecting the Conversion of Agricultural Land in Pandeglang Regency. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 6(2), 131–136. <https://doi.org/10.22500/sodality.v6i2.23234>
- Malinda, E. (2019). Karakteristik Edibel Film Berbasis Pati Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) Dengan Penambahan Konsentrasi CMC (Carboxymethyl Cellulose) Dan Gliserol Skripsi. *Carbohydrate Polymers*, 6(1), 5–10.
- Mulyana, E. (2011). Studi Pembungkus Bahan Oksidator Etilen Dalam Penyimpanan Pascapanen Pisang Raja Bulu (*Musa* sp. AAB GROUP).
- Nurhabibah, S. A., & Kusumaningrum, W. B. (2021). Karakterisasi Bioplastik Dari K-Karagenan *Eucheuma Cottonii* Terplastisasi Berpenguat Nanoselulosa. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 43(2), 82–94.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) Sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.9406>
- Putri, R. R. A., Hartiati, A., & Harsojuwono, B. A. (2021). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Pemlastis terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik Pati Ubi Talas Belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) - Kitosan. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(3), 323. <https://doi.org/10.24843/jrma.2021.v09.i03.p06>
- Rivaldi, S., Yunus, Y., & Arip Munawar, A. (2019). Prediksi Kadar Total Padatan Terlarut (TPT) dan Vitamin C Buah Mangga Arumanis (*Mangifera indica* L) Menggunakan Near Infrared Spectroscopy (NIRS) dengan Metode Partial Least Square (PLS) (Prediction of Soluble Solids Content (SSC) and Vitamin C on Mangoes (*Mangifera Indica* L) Using Near Infrared Spectroscopy (NIRS) with Partial Least Square (PLS) Method. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(2). [www.jim.unsyiah.ac.id/JFP](http://www.jim.unsyiah.ac.id/JFP)
- Saputra, A., Lutfi, M., & Masruroh, . (2015). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Ubi Suweg (*Amorphophallus campanulatus*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(1), 1–6. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/240>
- Sipayung, H., Hartiati, A., & Gunam, I. B. (2022). Pengaruh Konsentrasi Bahan Penguat terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik Pati Talas (*Xanthosoma sagittifolium*) dan Kitosan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 10(1), 34-43.
- Sucipta, I. N., Suriasih, K., & Kencana, P. K. D. (2017). *Kajian Pengemasan Yang Aman, Nyaman, Efektif Dan Efisien*. Udayana University Press.