

PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI KITOSAN SEBAGAI EDIBLE COATING TERHADAP SIFAT FISIK, KIMIA DAN MIKROBIOLOGI BUAH STROBERI

EFFECT OF DIFFERENT CHITOSAN CONCENTRATION AS EDIBLE COATING AGAINST PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF STRAWBERRY

RB. Moh. Karimullah^{1*}, Kejora Handarini¹

(1) Universitas Dr. Soetomo, Jl. Semolowaru No. 84, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, mohammadkarimullah3@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini tentang aplikasi edible coating kitosan dengan berbagai konsentrasi terhadap kualitas stroberi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan edible coating kitosan terhadap sifat fisik, kimia dan mikrobiologi stroberi yang disimpan pada suhu dingin dan menentukan konsentrasi kitosan yang tepat pada pembuatan larutan edible coating dalam mempertahankan sifat fisik, kimia dan mikrobiologi stroberi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan RAL 1 faktor (konsentrasi kitosan) dengan 4 level (level 1 = 0%; level 2 = 1%; level 3 = 2%; dan level 4 = 3%) yang diaplikasikan pada stroberi. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah susut bobot, kadar air, total padatan terlarut, total plate count dan angka kapang. Data hasil uji sifat fisik dan kimia diolah secara statistik menggunakan ANOVA. Apabila menunjukkan adanya pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji BNJ taraf 5%. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penggunaan kitosan sebagai edible coating memberikan pengaruh terhadap sifat kimia dan mikrobiologi namun tidak memberikan pengaruh terhadap sifat fisik stroberi yang disimpan pada suhu dingin serta pelapisan kitosan 3% pada buah stroberi selama 12 hari penyimpanan suhu dingin mampu menghambat penyusutan bobot (6,15%), penurunan kadar air (90,61%), peningkatan total padatan terlarut (7,3 oBrix) serta menghambat kenaikan TPC ($1,7 \times 10^5$ CFU/g) dan angka kapang ($3,6 \times 10^4$ CFU/g) dibandingkan konsentrasi kitosan dibawahnya.

Kata kunci : edible coating; kitosan; mutu stroberi.

ABSTRACT

This research is about the application of edible coating chitosan with various concentrations on the quality of strawberry. The aim of this research was to determine the effect of using chitosan as edible coating on the physical, chemical and microbiological properties of strawberries stored at cold temperatures and determine the appropriate concentration for making edible coating solutions to maintain the physical, chemical and microbiological properties of strawberries. This research used experimental method was a CRD with one factor (chitosan concentration) with 4 levels (level 1 = 0%; level 2 = 1%; level 3 = 2%; and level 4 = 3%) which was applied to strawberries. The analysis carried out in this research were weight loss, water content, TSS, TPC and total mold. The data of physical and chemical property tests were analyzed statistically using ANOVA. If there was significantly different, continued by Tukey's HSD test at 5% level. Based on the research results, it was concluded that the use of chitosan as an edible coating had an effect on chemical and microbiological properties but had no effect on the physical properties of strawberries stored at cold temperatures and coating of 3%

chitosan on strawberries for 12 days of cold storage was able to inhibit weight loss (6,15%), to inhibit the decrease of water content (90,61%), to inhibit the increase of TSS (7,3 oBrix), to inhibit the increase of TPC (1,7 x 10⁵ CFU/g) and to inhibit the increase of total mold (3,6 x 10⁴ CFU/g) compared to lower chitosan concentrations.

Keyword: *edible coating; chitosan; quality of strawberry.*

PENDAHULUAN

Stroberi (*Fragaria* spp.) merupakan sumber antioksidan alami dan jenis hortikultura yang dibudidayakan di Indonesia baik dikonsumsi segar maupun olahan seperti sirup, selai dan lainnya. Kandungan dalam 100 gram stroberi meliputi 0,8 g protein, 0,5 g lemak, 8 g karbohidrat dan 37 kkal energi. Sementara mineral potensial yang terkandung dalam stroberi antara lain 28 mg kalsium, 27 mg fosfor, 0,8 g zat besi, 10 mg magnesium, 27 mg potasium, 0,7 mg selenium, 60 SI vitamin A, 0,03 mg vitamin C dan 17,7 mcg asam folat. Stroberi menjadi sumber vitamin dan mineral namun bersifat *highly perishable* dan memiliki umur simpan yang singkat. Stroberi matang yang disimpan pada suhu ruang hanya mampu bertahan 3 - 4 hari (Nugraheni *et al.*, 2020), sementara pada suhu dingin (10°C) stroberi mampu bertahan hingga 10 hari (Falah *et al.*, 2018). Amanda *et al.* (2021) menyatakan bahwa stroberi banyak dikonsumsi secara langsung (segar) sehingga perlu cara untuk menjaga atau mempertahankan kualitas stroberi yang dilakukan saat penanganan pascapanen seperti pengawetan.

Kerusakan pada stroberi dapat terjadi sejak proses pemanenan hingga proses penyimpanan. Kerusakan pada stroberi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor biologis, faktor lingkungan dan teknik penanganan buah yang dilakukan setelah proses pemanenan (pascapanen). Beberapa parameter kerusakan yang terjadi pada buah stroberi yaitu (1) penyusutan massa (Garnida, 2020); (2) air dalam bahan pangan (Garnida, 2020); (3) total padatan terlarut (Wani *et al.*, 2021); dan (4) total mikroba (Aulia, 2022).

Cara pengawetan selama proses pascapanen yang tepat untuk menurunkan tingkat kerusakan stroberi adalah dengan menggunakan aplikasi *edible coating* (pelapisan) karena mampu mempertahankan mutu produk dari bahan dasar alami dengan cara mudah sehingga dapat meningkatkan umur simpan stroberi. *Edible coating* merupakan pelapis yang dapat dimakan dan digunakan untuk meningkatkan penampilan produk makanan serta memperpanjang umur simpan buah-buahan (Salehi, 2020) dan berfungsi sebagai penghalang terhadap perpindahan massa (Garnida, 2020).

Salah satu bahan pelapis yang digunakan pada buah adalah kitosan. Kitosan merupakan produk hasil turunan kitin dengan sifat mudah membentuk membran (*film*) dan tidak meninggalkan residu yang berbahaya di dalam tubuh manusia. Nirmala *et al.* (2016) menjelaskan penggunaan kitosan dan suhu dingin dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada produk kamaboko sementara aplikasi kitosan dan suhu dingin pada produk nabati dapat mempertahankan mutu jambu biji *Crystal* (Widodo *et al.*, 2016). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan kitosan sebagai *edible coating* terhadap sifat fisik, kimia dan mikrobiologi stroberi yang disimpan pada suhu dingin serta menentukan konsentrasi kitosan yang tepat pada pembuatan *edible coating* dalam mempertahankan sifat fisik, kimia dan mikrobiologi stroberi.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah kitosan yang diperoleh dari CV. Chimultiguna Indramayu, stroberi yang diperoleh dari Budidaya Lumbung Stroberi Malang, VCO yang diperoleh dari Toko Alami Surabaya dan asam asetat yang diperoleh di Toko Kimart Surabaya. Bahan analisis yang digunakan meliputi PCA (*Plate Count Agar*), PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan BPW (*Buffered Peptone Water*).

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi (1) peralatan yang digunakan dalam pembuatan larutan *edible coating* dan proses pelapisan yaitu timbangan analitik AND, cawan

petri Pyrex, gelas ukur Pyrex 500 ml, *beaker glass* Pyrex 1000 ml, *magnetic stirrer*, *hotplate* Faithful, *thermometer*, *tray oven*, spatula laboratorium, capit *stainless*, kertas label dan *thinwall* dan (2) peralatan analisis yang digunakan yaitu timbangan analitik Denver Instrument Company AL-300, cawan petri Pyrex, cawan aluminium, capit *stainless*, desikator Duran, mortar, bunsen, gelas ukur Pyrex 100 ml, erlenmeyer Pyrex 250 ml, tabung reaksi Pyrex 10 ml, pipet volume 10 ml, pipet volume Pyrex 1 ml, refraktometer Toto PR-F, *vortex mixer* Thermolyne Type 65800, micropipet Socorex, *colony counter* Stuart Scientific, *autoclave* All American, *oven* Memmert, *incubator* Memmert, *laminary air flow* dan *chiller* Sharp.

Pembuatan edible coating

Pembuatan *edible coating* mengacu pada Dewanti (2016) dengan modifikasi pada konsentrasi kitosan dan penambahan VCO. Penambahan VCO pada larutan *edible* mampu menekan pelunakan tekstur tomat (Fatharani *et al.*, 2023). *Edible coating* dibuat dengan melarutkan kitosan 1% (b/v) dalam 300 ml asam asetat 1% pada suhu 40°C selama 1 jam kemudian dilakukan penambahan VCO 2% (v/v). Selanjutnya dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Cara yang sama dilakukan untuk membuat larutan *edible coating* kitosan konsentrasi 2% dan 3%. Perlakuan dengan level konsentrasi kitosan 0% berlaku sebagai perlakuan kontrol (stroberi tanpa pelapisan) sehingga tanpa pembuatan larutan *edible coating*.

Pelapisan, penyimpanan dan pengujian stroberi

Stroberi disortasi dan dicuci dengan air bersih yang mengalir kemudian ditiriskan dan dikeringanginkan pada suhu $\pm 27^{\circ}\text{C}$ selama ± 5 menit. Stroberi yang sudah kering dicelupkan dalam larutan kitosan selama 3 menit. Stroberi yang sudah dicelupkan lalu ditiriskan dan dikeringanginkan pada suhu $\pm 27^{\circ}\text{C}$ selama ± 5 menit. Stroberi dengan kondisi kering ditempatkan pada *thinwall* dan disimpan pada suhu *chiller* ($7-8^{\circ}\text{C}$). Analisis stroberi dilakukan sebelum pelapisan (sebagai karakteristik awal stroberi) dan setelah pelapisan pada hari penyimpanan ke-12. Prosedur pelapisan mengacu pada penelitian Amanda *et al.* (2021) dengan modifikasi pada suhu dan lama penyimpanan stroberi setelah dilapisi larutan *edible coating*.

Susut bobot

Prinsip analisis susut bobot adalah dengan menghitung perbandingan antara selisih berat awal dengan berat periode yang dihitung terhadap berat awal. Analisis susut bobot dilakukan dengan cara menimbang berat awal buah dan akhir percobaan menggunakan timbangan analitik. Hasil analisis dinyatakan sebagai persentase perbedaan penurunan berat buah antara sebelum perlakuan (W_1) dan setelah perlakuan (W_2) (Purnomo *et al.*, 2017). Persamaan yang digunakan untuk menghitung persentase susut bobot adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Susut bobot} : \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

Keterangan:

W_1 = berat awal buah (g)

W_2 = berat akhir buah setelah penyimpanan (g)

Kadar air

Prinsip metode pengeringan adalah menguapkan air dalam bahan pangan kemudian menimbang berat bahan hingga massa konstan. Prosedur analisis kadar air mengacu pada Wilberta *et al.* (2021) dengan mengeringkan cawan aluminium kosong selama 1 jam pada suhu 105°C kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dilanjutkan dengan penimbangan cawan aluminium kosong (A). Sampel buah ditimbang seberat 2 g bersama cawan aluminium (B). Lakukan pengeringan cawan aluminium berisi sampel buah dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Dinginkan cawan aluminium berisi sampel buah dalam desikator selama 15 menit lalu dilakukan penimbangan (C). Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\% \text{ Kadar air} : \frac{B - C}{B - A} \times 100$$

Keterangan: A = berat cawan kosong (g)
B = berat cawan + sampel buah sebelum dioven (g)
C = berat cawan + sampel buah setelah dioven (g)

Total padatan terlarut

Prosedur analisis total padatan terlarut menggunakan refraktometer dengan cara meneteskan hasil saringan buah yang telah dihancurkan sebelumnya sebanyak 2-3 tetes pada refraktometer. Nilai total padatan terlarut dapat dilihat pada alat dan dinyatakan dalam °Brix (Wani *et al.*, 2021).

Total plate count

Analisis *total plate count* metode *pour plate* sesuai dengan SNI 2332.3:2015 (BSN, 2015) yaitu dengan menggunakan larutan NaCl fisiologis 0,85% membuat pengenceran 10^{-1} hingga pengenceran 10^{-5} atau disesuaikan dengan pendugaan tingkat kebusukan sampel buah. Selanjutnya, cawan petri steril disiapkan untuk dimasukkan 1 ml larutan dari tiap pengenceran dan 15-20 ml PCA steril ($45 \pm 1^\circ\text{C}$). Lakukan gerakan melingkar pada cawan petri yang telah terisi larutan di atas meja agar medium merata dan diamkan hingga media membeku. Inkubasi cawan pada suhu $34-36^\circ\text{C}$ selama 24-48 jam dalam kondisi terbalik. Setiap kegiatan dilakukan dengan cara aseptik dan duplo. Hitung jumlah mikroba menggunakan alat *colony counter*. Rentang koloni yang dihitung adalah 25-250 koloni lalu masukkan dalam rumus berikut.

$$N = \text{Jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{Pengenceran}}$$

Keterangan: N = nilai TPC

Angka kapang

Analisis angka kapang metode *pour plate* sesuai dengan SNI 2332.7:2015 (BSN, 2015) yaitu dengan membuat pengenceran 10^{-1} hingga pengenceran 10^{-5} atau disesuaikan dengan pendugaan tingkat kebusukan sampel buah. Pengenceran 10^{-1} dibuat dengan mencampur 25 g sampel yang sudah dihaluskan dengan 225 ml BPW 0,1% dalam erlenmeyer sementara pengenceran 10^{-2} dan seterusnya dibuat dengan mengambil 1 ml larutan pengenceran dibawahnya dan dimasukkan dalam tabung reaksi yang telah terisi 9 ml BPW 0,1%. Selanjutnya, cawan petri steril disiapkan untuk dimasukkan 1 ml larutan dari tiap pengenceran dan 20-25 ml PDA steril ($45 \pm 1^\circ\text{C}$). Lakukan gerakan melingkar pada cawan petri yang telah terisi larutan di atas meja agar medium merata dan diamkan hingga media membeku. Inkubasi cawan pada suhu 25°C selama 5 hari dalam kondisi terbalik. Setiap kegiatan dilakukan dengan cara aseptik dan duplo. Hitung jumlah mikroba menggunakan alat *colony counter*. Rentang koloni yang dihitung adalah 10-150 koloni lalu masukkan dalam rumus berikut.

$$N = \frac{\sum C}{\{(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)\} \times d}$$

Keterangan: N = koloni kapang
C = jumlah total koloni
d = pengenceran pertama yang digunakan
n1 = jumlah cawan pada pengenceran pertama yang digunakan
n2 = jumlah cawan pada pengenceran kedua yang digunakan

Analisis data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan *Statistic Product and Service Solution* (SPSS) versi 22. Apabila hasil analisis menunjukkan nilai signifikan $\leq 5\%$ (berbeda nyata) atau $\leq 1\%$ (sangat berbeda nyata) maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk melihat perbedaan pengaruh setiap perlakuan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi stroberi

Penelitian awal dilakukan dengan mengamati stroberi tanpa perlakuan apapun yang dilakukan pada hari ke-1 setelah panen. Pengamatan yang dilakukan meliputi analisis kadar air, total padatan terlarut, TPC dan kapang. Data yang didapat dianggap sebagai karakteristik awal stroberi dan menjadi pembandingan terhadap variabel pengamatan yang dilakukan pada stroberi dengan perlakuan pelapisan kitosan yang disimpan pada suhu dingin dan diamati pada hari ke-12 setelah pelapisan.

Tabel 1. Karakteristik awal stroberi

Karakteristik Awal Stroberi (KA)	Analisis			
	Kadar air	Total Padatan Terlarut	TPC	Kapang
Nilai	89,93%	8,2 °Brix	$1,6 \times 10^5$ CFU/g	$7,5 \times 10^4$ CFU/g



Gambar 1. Kenampakan awal stroberi

Tabel hasil uji diatas menunjukkan bahwa stroberi yang digunakan memiliki kadar air 89,93%, total padatan terlarut 8,2 °Brix, *total plate count* (TPC) $1,6 \times 10^5$ CFU/g dan angka kapang $7,5 \times 10^4$ CFU/g.

Kenampakan stroberi pada hari ke-12

Kenampakan stroberi pada hari ke-12 penyimpanan suhu dingin dengan perlakuan *edible coating* kitosan terlihat berbeda dibandingkan stroberi hari ke-0. Stroberi pada hari ke-0 terlihat segar dengan warna merah khas stroberi, tidak kerut dan tidak berair. Stroberi dengan perlakuan kitosan 0% terlihat berwarna gelap, kerut, lembek, berair dan tumbuh kapang (berwarna putih). Stroberi dengan perlakuan kitosan 1% terlihat berwarna gelap, sedikit kerut dan lembek namun tidak berair dan belum tumbuh kapang. Sementara pada stroberi dengan perlakuan kitosan 2 dan 3% terlihat segar dengan warna merah namun lebih gelap daripada stroberi hari ke-0, tidak kerut, tidak berair dan belum tumbuh kapang.



(a) Stroberi tanpa kitosan (kitosan 0%)



(b) Stroberi dengan konsentrasi kitosan 1%



(c) Stroberi dengan konsentrasi kitosan 2%



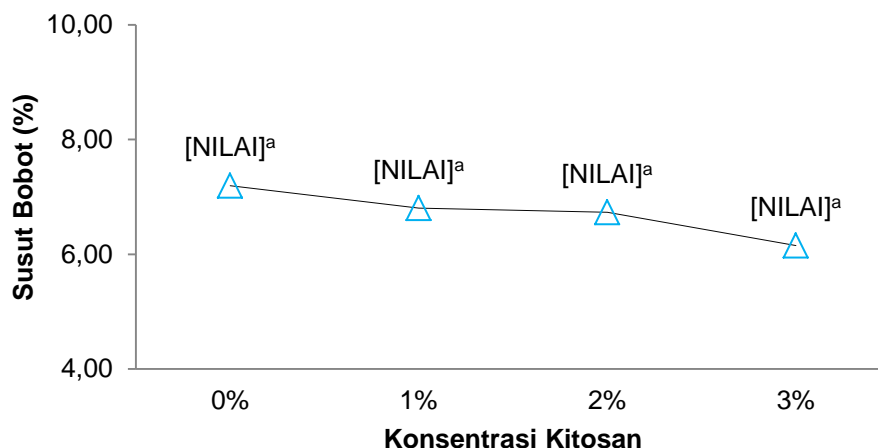
(d) Stroberi dengan konsentrasi kitosan 3%

Gambar 2. Kenampakan stroberi pada hari ke-12 dengan perbedaan konsentrasi kitosan

Susut bobot

Susut bobot merupakan parameter mutu pascapanen buah-buahan yang berkaitan dengan jumlah air yang hilang baik karena proses transpirasi maupun respirasi (Garnida,

2020). Perhitungan susut bobot dilakukan untuk mengetahui besarnya pengurangan berat pada buah selama proses penyimpanan yang disebabkan oleh penguapan air.



Gambar 3. Grafik susut bobot stroberi dengan berbagai perlakuan
Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menyatakan sangat berbeda nyata pada uji BNJ 5%

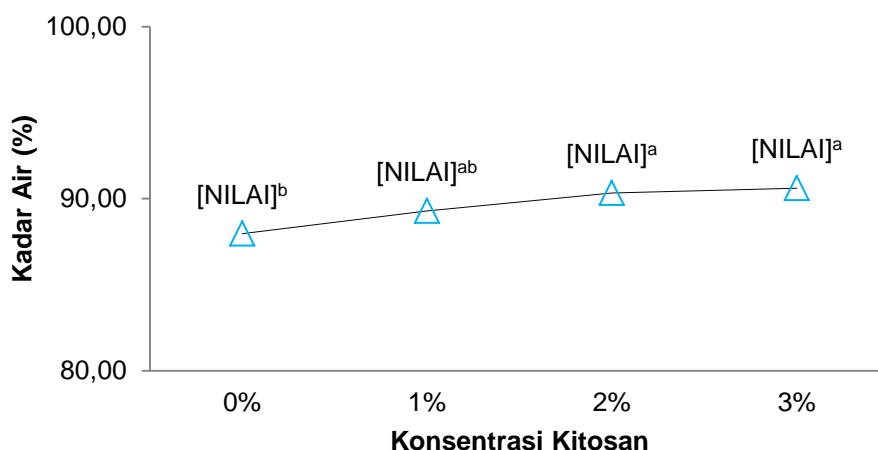
Hasil penelitian menjelaskan bahwa bobot stroberi dari semua perlakuan mengalami penurunan namun dengan persentase susut yang berbeda. Nurmala et al. (2018) menyatakan bahwa seiring bertambahnya hari maka bobot buah akan berkurang yang disebabkan oleh proses respirasi dan transpirasi buah. Penurunan bobot berkaitan dengan kehilangan kadar air pada suatu bahan. Sari et al. (2015) menyatakan bahwa apabila stroberi mengalami kehilangan kadar air sebesar 20 - 24 % maka sudah mengalami kelayuan. Hasil analisis memperlihatkan bahwa penurunan bobot stroberi dengan berbagai perlakuan hanya berkisar antara $\geq 6,15$ - $\leq 7,20$ % sehingga dianggap belum mengalami kelayuan namun pada K0 dan K1 terlihat tidak layak dikonsumsi karena berwarna gelap, kerut dan lembek. Sementara khusus perlakuan kitosan 0% sudah tumbuh kapang. Berdasarkan hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa semua perlakuan (K0, K1, K2 dan K3) tidak berbeda nyata terhadap susut bobot stroberi namun dari Gambar 3 dapat terlihat bahwa terjadi perbedaan persentase susut bobot antar perlakuan meskipun tidak signifikan. Perbedaan nilai susut bobot yang tidak signifikan terjadi karena efektivitas dari kitosan. Kitosan yang digunakan belum mampu menghambat proses penguapan yang terjadi selama respirasi pada stroberi sehingga tidak menjadi penghalang (*barrier*) atau penahan perpindahan massa buah yang baik.

Kadar air

Kadar air merupakan salahsatu metode uji laboratorium kimia yang sangat penting dalam industri pangan untuk menentukan kualitas dan ketahanan pangan terhadap kerusakan yang mungkin terjadi (Daud et al., 2020).

Hasil penelitian menjelaskan bahwa kadar air stroberi yang disimpan pada suhu dingin selama 12 hari dengan perlakuan K3 lebih tinggi dibandingkan K0, K1 dan K2. Hal tersebut membuktikan bahwa terjadi perbedaan penurunan kadar air stroberi antar perlakuan selama proses penyimpanan. Garnida (2020) menjelaskan bahwa kadar air berbanding lurus dengan susut bobot buah dan akan mengalami penurunan selama penyimpanan. Penurunan kadar air tidak lepas dari berkurangnya kandungan air dalam bahan sehingga berpengaruh pula terhadap penyusutan bobot. Penurunan kadar air buah selama penyimpanan kemungkinan disebabkan oleh kehilangan sebagian air melalui transpirasi yang kemungkinan akibat kemampuan *coating* kitosan dalam menghambat transpirasi uap air.

Sari et al. (2015) menyatakan bahwa kehilangan kadar air pada stroberi lebih dari 20% dianggap sudah mengalami kelayuan. Hasil analisis memperlihatkan bahwa penurunan kadar air stroberi terjadi pada K0 dan K1 sebesar $\leq 2\%$ sehingga dianggap belum mengalami kelayuan namun terlihat berwarna gelap, kerut dan lembek. Sementara khusus K0 sudah tumbuh kapang (tidak layak konsumsi).

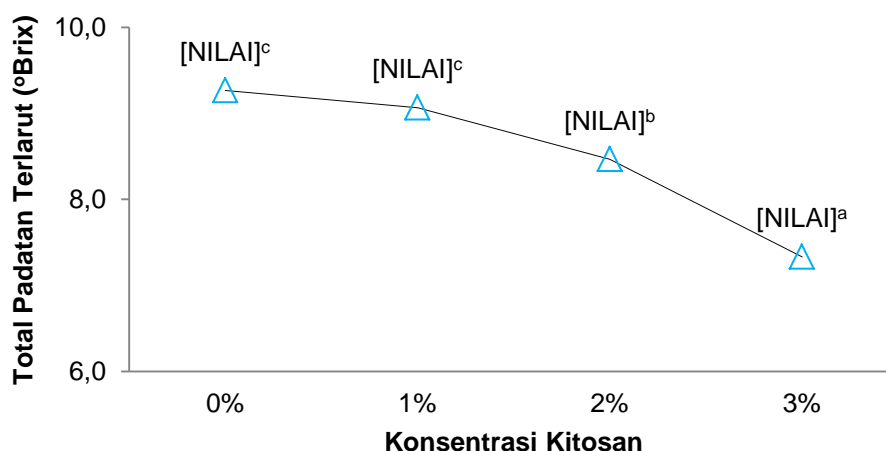


Gambar 4. Grafik kadar air stroberi dengan berbagai perlakuan
Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menyatakan sangat berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Berdasarkan hasil uji ANOVA kemudian dilanjutkan dengan uji BNJ 5% menunjukkan bahwa K3 berbeda tidak nyata dengan K2 namun berbeda nyata dengan K1 dan berbeda sangat nyata dengan K0. Nilai kadar air tertinggi terjadi pada K3 yaitu 90,61% sedangkan nilai kadar air terendah terjadi pada K0 yaitu 87,98%. Semakin tinggi konsentrasi kitosan maka semakin besar persentase kadar air pada stroberi. Kitosan mampu menghambat laju respirasi buah karena sebagai penghalang (*barrier*) atau penahan perpindahan massa buah yang berfungsi untuk mengontrol migrasi air yang masuk dan keluar untuk mempertahankan kadar air bahan pangan (Garnida, 2020).

Total padatan terlarut

Total padatan terlarut atau *total soluble solids* (TSS) merupakan total unsur atau elemen mineral yang terlarut dalam suatu larutan (Rivaldi *et al.*, 2019). Hasil penelitian menjelaskan bahwa TSS stroberi yang disimpan pada suhu dingin selama 12 hari dengan perlakuan K3 lebih rendah dibandingkan K0, K1 dan K2. Hal tersebut membuktikan bahwa terjadi perbedaan peningkatan TSS stroberi antar perlakuan selama proses penyimpanan. Wani *et al.* (2021) menyatakan bahwa peningkatan TSS yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh akumulasi gula sebagai hasil degradasi pati dan hilangnya kelembaban buah selama penyimpanan akibat proses respirasi.



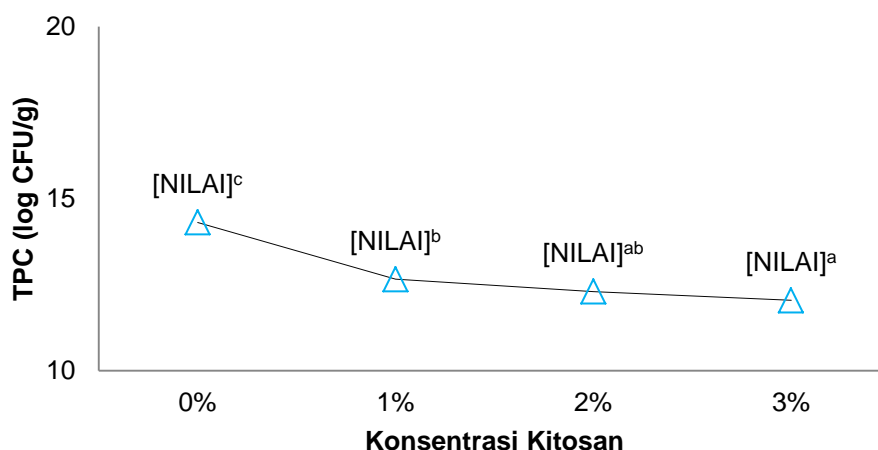
Gambar 5. Grafik total padatan terlarut stroberi dengan berbagai perlakuan
Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menyatakan sangat berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Wani et al. (2021) menjelaskan bahwa stroberi memiliki TSS $\pm 7,0$ °Brix pada hari penyimpanan ke-0. Nilai tersebut lebih kecil daripada nilai TSS karakteristik awal stroberi dalam penelitian yaitu sebesar 8,2 °Brix. Hal tersebut kemungkinan terjadi karena analisis dilakukan hari ke-1 setelah panen. Peningkatan TSS terjadi pada K0, K1 dan K2 sesuai dengan pernyataan Sari et al. (2015) bahwa akan terjadi peningkatan TSS pada stroberi selama penyimpanan. Sari et al. (2015) menambahkan bahwa buah yang mengalami pematangan menyebabkan zat padat terlarut pada buah tersebut meningkat. Peningkatan akan semakin cepat apabila terjadi transpirasi yang sangat cepat pada buah.

Berdasarkan hasil uji ANOVA kemudian dilanjutkan dengan uji BNJ 5% menunjukkan bahwa K3 sangat berbeda nyata dengan K0, K1 dan K2. Nilai TSS tertinggi terjadi pada K0 yaitu 9,3 °Brix sedangkan nilai TSS terendah terjadi pada K3 yaitu 7,3 °Brix. Semakin tinggi konsentrasi kitosan maka semakin rendah TSS pada stroberi. Penundaan laju TSS pada stroberi yang diberi perlakuan pelapisan karena melambatnya aktivitas metabolisme buah (respirasi dan pematangan) (Wani et al., 2021). Perlambatan aktivitas metabolisme buah terjadi kemungkinan akibat kitosan. Kitosan mampu menghambat laju respirasi buah karena sebagai penghalang (*barrier*) atau penahan perpindahan massa buah. Garnida (2020) menyatakan bahwa bahan pelapis (*edible coating*) bersifat semi permeabel untuk menjaga keseimbangan internal gas pada proses respirasi buah sehingga dapat memperlambat pematangan buah.

Total plate count

Total plate count (TPC) merupakan metode yang digunakan untuk menghitung jumlah mikroba yang terdapat pada suatu bahan, biasanya disebut juga dengan angka lempeng total (ALT). Perhitungan total mikroba dilakukan untuk melihat tingkat kemunduran suatu bahan pangan dan tingkat kelayakannya untuk dikonsumsi.



Gambar 6. Grafik *total plate count* stroberi dengan berbagai perlakuan
Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menyatakan sangat berbeda nyata pada uji BNJ 5%

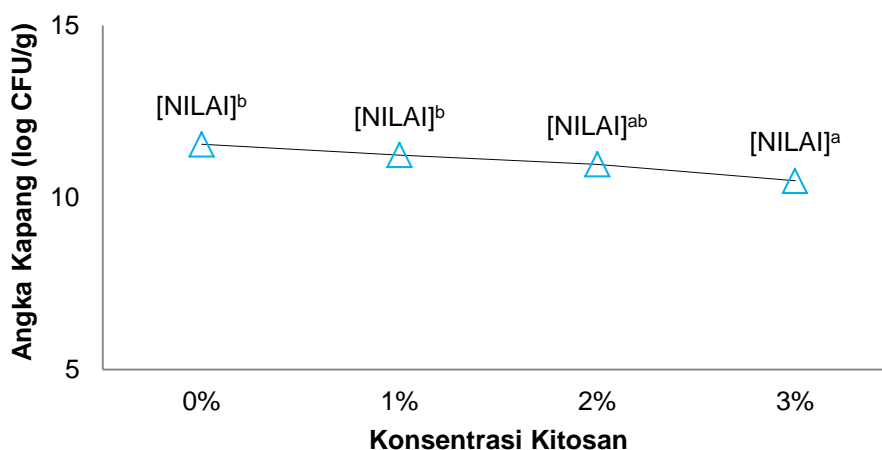
Hasil penelitian menjelaskan bahwa TPC stroberi yang disimpan pada suhu dingin selama 12 hari dengan perlakuan K3 lebih rendah dibandingkan K0, K1 dan K2. Hal tersebut membuktikan bahwa terjadi peningkatan TPC selama proses penyimpanan. Hasil analisis memperlihatkan bahwa TPC stroberi dari semua perlakuan pelapisan kitosan yang disimpan pada suhu dingin selama 12 hari penyimpanan melebihi batas maksimum cemaran TPC. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya perlakuan pencucian dengan menggunakan desinfektan sebelum stroberi diberi perlakuan pelapisan. Pencucian dengan desinfektan kemungkinan dapat mengurangi jumlah bakteri pada stroberi. Hal tersebut diperlukan karena hasil nilai TPC karakteristik awal stroberi dalam penelitian sebesar $1,6 \times 10^5$ CFU/g sudah melebihi batas cemaran TPC pangan menurut Peraturan Kepala BPOM RI tahun 2012.

Berdasarkan hasil uji ANOVA kemudian dilanjutkan dengan uji BNJ 5% menunjukkan bahwa K3 berbeda nyata dengan perlakuan K2 dan berbeda sangat nyata dengan K0 dan K1. Nilai TPC terendah terjadi pada K3 yaitu $1,7 \times 10^5$ CFU/g sedangkan nilai TPC tertinggi terjadi pada K0 yaitu $1,6 \times 10^6$ CFU/g.

Penghambatan pertumbuhan mikroba kemungkinan akibat pengaruh penggunaan kitosan sebagai bahan pelapis atau *coating* pada stroberi. Garnida (2020) menjelaskan bahwa lapisan *edible coating* mampu menjadi penahan yang menstabilkan permukaan bahan pangan sehingga mampu melindungi dari kontaminan dan pertumbuhan mikroba. Wahyuni *et al.* (2020) menjelaskan bahwa polikation pada kitosan dapat mengikat muatan negatif dari membran sel melalui interaksi elektrostatis sehingga mempengaruhi permeabilitas membran sel dan menyebabkan kebocoran antarseluler (enzim, protein, materi genetik, dll). Evelyn *et al.* (2020) menyatakan bahwa adanya kemampuan antibakteri dari kitosan karena memiliki gugus fungsional amino ($-NH_2$) yang berikatan dengan Ca^{2+} yang bermuatan negatif pada dinding sel bakteri melalui interaksi elektrostatis. Interaksi elektrostatis menyebabkan dinding sel bakteri kehilangan kemampuan untuk mengatur pertukaran zat-zat dari dalam ke luar yang pada akhirnya mengakibatkan lisis membran sel bakteri (pecah).

Angka kapang

Angka kapang merupakan pengujian yang dilakukan untuk menghitung jumlah kapang yang terdapat pada suatu bahan. Tingkat kemunduran suatu bahan pangan dan tingkat kelayakannya untuk dikonsumsi dapat dilihat dari jumlah kapang dalam bahan pangan tersebut. Kebusukan stroberi dapat dilihat dari pertumbuhan kapang yang terjadi selama penyimpanan.



Gambar 7. Grafik angka kapang stroberi dengan berbagai perlakuan

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menyatakan sangat berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Hasil penelitian menjelaskan bahwa angka kapang stroberi yang disimpan pada suhu dingin selama 12 hari dengan perlakuan K3 lebih rendah dibandingkan K0, K1 dan K2. Hal tersebut membuktikan bahwa terjadi peningkatan angka kapang selama proses penyimpanan. Zulfatunna'im *et al.* (2022) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kapang hampir tumbuh di setiap buah hasil uji dikarenakan kapang memiliki kemampuan untuk tumbuh pada kondisi yang kurang menguntungkan (seperti kadar air dan pH yang rendah) dan stroberi termasuk buah dengan pH rendah karena memiliki banyak kandungan vitamin C. Hasil analisis memperlihatkan bahwa stroberi dari semua perlakuan tumbuh kapang. Hal tersebut terjadi karena tingginya angka kapang pada karakteristik awal stroberi yaitu sebesar $7,5 \times 10^4$ CFU/g. Tingginya angka kapang pada karakteristik awal stroberi menjadi perhatian dan memerlukan perlakuan pencucian sebelum perlakuan pelapisan. Pencucian dengan desinfektan kemungkinan dapat mengurangi jumlah mikroba termasuk angka kapang pada stroberi.

Berdasarkan hasil uji ANOVA kemudian dilanjutkan dengan uji BNJ 5% menunjukkan bahwa K3 berbeda nyata dengan K2 dan berbeda sangat nyata dengan K0 dan K1. Nilai angka kapang terendah terjadi pada K3 yaitu $3,6 \times 10^4$ CFU/g sedangkan nilai TPC tertinggi terjadi pada K0 yaitu $1,0 \times 10^5$ CFU/g. Penghambatan pertumbuhan kapang kemungkinan akibat pengaruh penggunaan kitosan sebagai bahan pelapis atau *coating* pada stroberi. Garnida (2020) menjelaskan bahwa lapisan *edible coating* mampu menjadi penahan yang menstabilkan permukaan bahan pangan sehingga mampu melindungi dari kontaminan dan pertumbuhan

mikroba. Penghambatan kapang terjadi karena aktivitas antifungi dari kitosan yang memengaruhi kapang. Evelyn et al. (2020) menyatakan bahwa aktivitas antifungi kitosan disebabkan oleh sifat kationiknya. Muatan positif dari kitosan menyebabkan peningkatan permeabilitas membrane dan kebocoran isi sel fungi sehingga terjadi kematian sel.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh perbedaan konsentrasi kitosan sebagai *edible coating* terhadap sifat fisik, kimia dan mikrobiologi buah stroberi maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan kitosan sebagai *edible coating* memberikan pengaruh terhadap sifat kimia (kadar air dan total padatan terlarut) dan mikrobiologi (TPC dan angka kapang) namun tidak memberikan pengaruh terhadap sifat fisik (susut bobot) stroberi yang disimpan pada suhu dingin
2. Pelapisan kitosan 3% pada buah stroberi selama 12 hari penyimpanan suhu dingin mampu menghambat penyusutan bobot (6,15%), penurunan kadar air (90,61%), peningkatan total padatan terlarut (7,3 °Brix) serta menghambat kenaikan *total plate count* ($1,7 \times 10^5$ cfu/g) dan angka kapang ($3,6 \times 10^4$ cfu/g) dibandingkan konsentrasi kitosan dibawahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, E. R., Prasetya, Y. A., Mardini, A. W., & Nabila, B. D. (2021). The Effect of Edible Coating Chitosan-Virgin Coconut Oil on The Storage of Strawberry. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 18(3), 157-164. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v18n3.2021>
- Aulia, F. (2022). Evaluasi Penggunaan Edible Coating Pati Kulit Singkong Dengan Penambahan Virgin Coconut Oil (VCO) pada Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*) (Skripsi).
- BSN. (2015). SNI 2332.3:2015 Cara Uji Mikrobiologi – Bagian 3 : Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) Pada Produk Perikanan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2015). SNI 2332.7:2015 Cara Uji Mikrobiologi – Bagian 7 : Perhitungan Kapang dan Khamir Pada Produk Perikanan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Daud, A., Suriati, & Nuzulyanti. (2020). Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri. *Lutjanus*, 24(2), 11–16. <https://doi.org/10.51978/jlpp.v24i2.79>
- Dewanti, R. A. (2016). Pelapisan Kitosan Pada Buah Tomat (*Solanum Lycopersicum Syn. Lycopersicum Esculentum*) Sebagai Upaya Memperpanjang Umur Simpan. *Jurnal Inovasi Proses*, 1(2), 92-97.
- Evelyna, A., Sari, L. A. T. W., Lugito, M. J. A., & Theodora, C. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri dan Antifungi Kitosan Dengan Pelarut Asam Askorbat. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*, 9(2), 69-72. <https://doi.org/10.32793/jmq.v9i2.598>
- Falah, M. A. F., Yulastuti, P., Hanifah, R., Saroyo, P., & Jumeri, J. (2018). Quality of Fresh Strawberry (*Fragaria Sp* Cv. Holibert) from Ketep Magelang Central Java and Its Storage In Tropical Environment. *Jurnal Agroindustri*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.31186/j.agroind.8.1.1-10>
- Fatharani, A., Silsia, D., Sari, I. P., & Hasanuddin. (2023). Model Matematis Tekstur Tomat Selama Penyimpanan Dengan Virgin Coconut Oil (VCO) Sebagai Edible Coating. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Pesisir (pp. 101-110). Universitas Bengkulu.
- Garnida, Y. (2020). *Edible Coating Dan Aplikasinya Pada Produk Pangan*. Bandung: Manggu Makmur Tanjung Lestari.
- Nirmala, D., Masithah, E. D., & Purnomo, A. P. (2016). Kitosan Sebagai Alternatif Bahan Pengawet Kamaboko Ikan Kurisi (*Nemipterus Nematophorus*) Pada Penyimpanan Suhu Dingin. *Jurnal Ilmiah Perikana dan Kelautan*, 8(2), 109-125.
- Nugraheni, L. S., Utami, R., & Siswanti, S. (2020). Pengaruh Virgin Coconut Oil (VCO) Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia dan Mikrobiologi Strawberry (*Fragaria X Ananassa*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknotan*, 14(1), 7-16. <https://doi.org/10.24198/jt.vol14n1.2>

- Nurmala, N. A., & Susatyo, E. B. (2018). Sintesis Kitosan dari Cangkang Rajungan Terkomposit Lilin Lebah dan Aplikasinya Sebagai Edible Coating Pada Buah Stroberi. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 278-284.
- Purnomo, E., Suedy, S. W. A., & Haryanti, S. (2017). Pengaruh Cara dan Waktu Penyimpanan Terhadap Susut Bobot, Kadar Glukosa dan Kadar Karotenoid Umbi Kentang Konsumsi (*Solanum tuberosum* L. Var Granola). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 2(2), 107. <https://doi.org/10.14710/baf.2.2.2017.107-113>
- Rivaldi, S., Yunus, Y., & Munawar, A. 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). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(2), 349–358. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i2.10916>
- Salehi, F. (2020). Edible Coating of Fruits and Vegetables Using Natural Gums: A Review. *International Journal of Fruit Science*, 20(2), 570–589. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1746730>
- Sari, R. N., Novita, D. D., & Sugianti, C. (2015). The Effect of Concentration Carrageenan Flour and Glycerol as Edible Coating Against The Changes In Quality Of Strawberries (*Fragaria X ananassa*) During Storage. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(4), 305-314.
- Wahyuni, S., Prasetyo, M. A., Eris, D. D., Priyono, ., & Siswanto, . (2020). Sintesis Dan Uji In Vitro Penghambatan Nanokitosan-Cu Terhadap Pertumbuhan *Fusarium Oxysporum* dan *Colletotrichum capsici*. *Journal Menara Perkebunan*, 88(1), 52-60. <https://doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v88i1.367>
- Wani, S. M., Gull, A., Ahad, T., Malik, A. R., Ganaie, T. A., Masoodi, F. A., & Gani, A. (2021). Effect Of Gum Arabic, Xanthan and Carrageenan Coatings Containing Antimicrobial Agent On Postharvest Quality Of Strawberry: Assessing The Physicochemical, Enzyme Activity and Bioactive Properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 183, 2100–2108. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.008>
- Widodo, S. E., Kamal, M., Zulferyenni & Aprianti, D. (2016). Pengaruh 1-Methylcyclopropene (1-MCP), Kitosan dan Suhu Simpan Terhadap Masa Simpan dan Mutu Jambu Biji (*Psidium Guajava* L.) 'crystal'. *Jurnal Agrotek Tropika*, 4(1), 29-34.
- Wilberta, N., Sonya, N. T., & Lydia, S. H. R. (2021). Analisis Kandungan Gula Reduksi Pada Gula Semut dari Nira Aren yang Dipengaruhi pH dan Kadar Air. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 101-108. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v12i1.3760>
- Zulfatunna'im, L. D., Bintari, S. H., Mubarak, I., & Dewi, P. (2022). Potensi Ekstrak Akuades Biji Pepaya Sebagai Penghambat Pertumbuhan Khamir Penyebab Busuk Buah Tomat dan Stroberi. *Journal of Biology*, 11(1), 13-28.