

Pengaruh Penambahan Kalium Permanganat (KMnO_4) Terhadap Umur Simpan Buah Pisang yang Tersalut oleh *Coating* Berbasis *Chitosan* (*Effect of Addition of Potassium Permanganate (KMnO_4) on Shelf Life of Bananas Coated With Chitosan Based Coating*)

Syalistya Meysyaranta¹, Mohammad Effendy², Endarto Yudo Wardhono^{3*}

^{1,3} Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Raya Jakarta Km 4 Pakupatan, Kota Serang
Provinsi Banten

² Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya, kampus lidah Jl. Lidah Wetan, Surabaya

ARTICLE INFO

Article history

Received : 13 November 2021

Revised : 16 February 2022

Accepted : 10 March 2022

DOI :

<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v7i1.2875>

Keywords : *banana; chitosan; KMnO_4*

***e-mail corresponding author :**

endarto2014@gmail.com

ABSTRAK

Buah yang paling digemari masyarakat salah satunya adalah Pisang. Salah satu problem terkait buah pisang adalah penurunan kualitas atau pengawetan buah pisang sebelum sampai konsumen. Penurunan kualitas buah pisang pasca panen pada umumnya disebabkan oleh penyusutan massa buah dan pematangan sebelum waktunya yang diakibatkan respirasi dan adanya gas *Ethylene*. Penurunan kualitas buah pisang dapat dihambat dengan melapisi buah dengan *coating* berbasis *Chitosan*. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan *Ethylene* absorber (KMnO_4) pada *coating* film berbasis *Chitosan* serta komposisi *coating* film dengan performa terbaik dalam memperpanjang umur simpan buah pisang. Edible film *Chitosan* dan nano *Chitosan* disintesis dari *Natrium Tripolyphosphate* (TPP) serta penambahan *Cellulose Nano Crystal* (CNC) sebagai agen stabilizer sehingga terjadi keadaan nano-komposit untuk meningkatkan properti mekanis dari *edible coating*. Metode yang digunakan dengan memberikan *coating* berbasis *Chitosan* dan berbasis nano *Chitosan* dengan penambahan CNC dan KMnO_4 pada buah pisang. Hasil analisa menunjukkan bahwa *coating* dengan komposisi nano *Chitosan*-CNC- KMnO_4 memberikan performa terbaik dalam menghambat penyusutan buah pisang dengan nilai susut bobot 4,87% Dan juga dalam menghambat pematangan, buah pisang memiliki nilai kadar gula terendah, yaitu sebesar 16%.

PENERBIT

UNITRI PRESS

Jl. Telagawarna, Tlogomas-
Malang, 65144, Telp/Fax:
0341-565500



This is an open access article under the **Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License**. Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI. CC-BY-SA

ABSTRACT

The most popular fruit is bananas. The problem bananas face declining quality or preservation of fruit before reaching the consumers. The decline in the quality of post-harvest bananas is generally caused by shrinkage of fruit mass and ripening caused by respiration and the presence of ethylene gas. One of the ways to prevent the decrease in the quality of bananas is by coating the fruit with Chitosan-based edible film. This study aims to determine the effect of adding ethylene absorber (KMnO_4) to the coating Chitosan base and the composition of the coating film with the best performance in extending the shelf life of bananas. Edible film Nano Chitosan was synthesized from Sodium tripolyphosphate (TPP) and the addition of Cellulose nanocrystal (CNC) as a stabilizer agent to form a nano-composite to improve the mechanical properties of the edible coating. The method used is to provide a coating of Chitosan, and nano Chitosan with the addition of CNC and KMnO_4 applied on bananas. The analysis results showed that the composition of Chitosan-CNC- KMnO_4 gave the optimum performance in decline shrinkage of bananas mass with a weight loss value of 4.87% in 5th days had the lowest sugar content value on the 5th day, which was 16%.

Cara Mengutip : Meysyaranta, S., Effendy, M., Wardhono, E. Y. (2022). Pengaruh Penambahan Kalium Permanganat (KMnO_4) Terhadap Umur Simpan Buah Pisang yang Tersalut oleh *Coating* Berbasis *Chitosan*. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 7(1), 16-27. doi:<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v7i1.2875>

1. PENDAHULUAN

Konsumsi buah dan sayur semakin digemari karena manfaatnya bagi kesehatan. Salah satu buah yang paling populer di masyarakat saat ini adalah pisang (*Musa paradisiaca*), juga merupakan buah andalan yang dikonsumsi baik segar maupun olahan. Pisang memiliki kandungan gizi yang tinggi, setiap 100 gram buah pisang setidaknya mengandung 2,6 gram serat, 358 mg potasium, dan 1,09 gram protein. Produksi pisang di Indonesia mencapai 7.264.379 ton per tahun 2018 [1]. Masalah dalam mengkonsumsi pisang dalam bentuk segar adalah mudah rusak dan cepat berubah kualitasnya setelah panen, karena memiliki kandungan air yang tinggi dan aktivitas metabolismenya meningkat setelah panen. Untuk itu sangat diperlukan terobosan untuk menjaga kualitas pisang agar memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Untuk menjaga kualitas buah pisang dapat dilakukan dengan pengawetan yaitu dengan pengemasan yang baik yang meliputi pelapisan (*coating*) dan *packaging*. *Packaging* dan pelapisan yang baik juga berperan penting dalam *supply chain* suatu industri [2] [3] [4]. Dari penelitian yang sudah ada lapisan komposit berhasil memperpanjang periode penyimpanan sayuran (lada)[5]. Disamping itu berdasarkan referensi lainnya menyatakan data terkait hubungan ethylene dengan pematangan buah [6] [7]. Untuk itu perlu diteliti lebih lanjut pelapisan (*coating*) buah pisang dengan berbasiskan *Chitosan* terhadap pematangan buah dan pengawetannya. Beberapa referensi persiapan film nano *Chitosan* juga telah dikembangkan termasuk menggunakan PLA [8] [9] [10] [11]. Modifikasi kemasan aktif juga sangat berperan penting dalam menjaga ketahanan makanan [6] [12] [13] [14]

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat Dan Bahan Yang Digunakan

- Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :
Buah Pisang, Corong, Gelas Beker, Gelas Ukur, Pengaduk magnetik, Neraca Digital, Oven, *Petri dish*, Ultrasonikator, UTM (Universal Tensile Machine) “Zwick Roel” dan Brix Refractometer.



a. UTM (Universal Tensile Machine)
“Zwick Roel”



b. Brix Refraktometer

Gambar 1. Salah satu alat untuk analisa film *Chitosan* dan nano*Chitosan*.

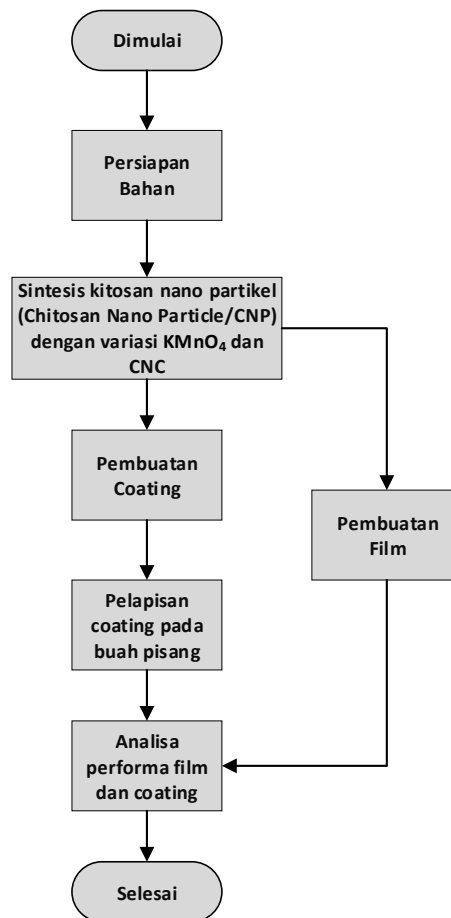
- Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:
Chitosan, Asam asetat, Aquades, *CNC (cellulose nanocrystal)*, Gliserol, $KMnO_4$ (*Kalium permanganat*), TPP (*sodium tripolyphosphate*).

2.2.Tempat Penelitian

Laboratorium Analisa Kimia Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

2.3.Metode Penelitian

Berikut ini merupakan tahapan menggambarkan secara umum metode dalam penelitian ini :



Gambar 2. Skema tahapan metode penelitian

Detail tahapan penelitian sesuai adalah sebagai berikut:

- a. Persiapan Bahan.
- b. Sintesis *Chitosan* dan Nano *Chitosan*, serta Pembuatan *Coating* berbasis *Chitosan*.
 - Pembuatan Larutan *Coating Chitosan*.

Pembuatan larutan *Chitosan* berasal dari Asam asetat dan *Chitosan* 1% (w/w) diaduk dengan waktu yang cukup (24 jam).

- Pembentukan *Coating Chitosan-CNC-KMnO₄*.
Larutan *Chitosan* dicampur dengan gliserol, CNC dan KMnO_4 (8 % b/b *Chitosan*) diaduk dan dihomogenasi dengan sonikator.
- Pembentukan *Coating Chitosan-KMnO₄*.
Larutan *Chitosan* dicampur dengan gliserol dan KMnO_4 (8 % b/b *Chitosan*) diaduk dan dihomogenasi dengan sonikator.
- Pembentukan *Coating Chitosan-CNC*.
Larutan *Chitosan* dicampur dengan gliserol, CNC diaduk dan dihomogenasi dengan sonikator.

c. Pembuatan *Coating* Berbasis Nano-*Chitosan*.

- Sintesis *Chitosan* Nano-particle (CNP).
Pembuatan larutan *Chitosan* berasal dari Asam asetat, TPP dan *Chitosan* 1% (w/w) diaduk dengan waktu yang cukup (24 jam).
- Pembentukan *Coating* CNP-CNC-KMnO₄
Larutan nano *Chitosan* dicampur dengan gliserol, CNC dan KMnO_4 (8 % b/b *Chitosan*) diaduk dan dihomogenasi dengan sonikator.
- Pembentukan *Coating* CNP-KMnO₄
Larutan nano *Chitosan* dicampur dengan CNC dan KMnO_4 (8 % b/b *Chitosan*) diaduk dan dihomogenasi dengan sonikator.
- Pembentukan *Coating* CNP-CNC.
Larutan nano *Chitosan* dicampur dengan CNC diaduk dan dihomogenasi dengan sonikator.

c. *Coating Chitosan* dan Nano *Chitosan* pada Permukaan Buah Pisang.

- d. Melakukan analisa Kekuatan Tarik Film menggunakan UTM (Universal Tensile Machine) "Zwick Roel".
- e. Melakukan analisa Hasil Performa Edible Film susut buah menggunakan neraca massa dan kandungan gula (padatan terlarut) menggunakan *brix refractometer* .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

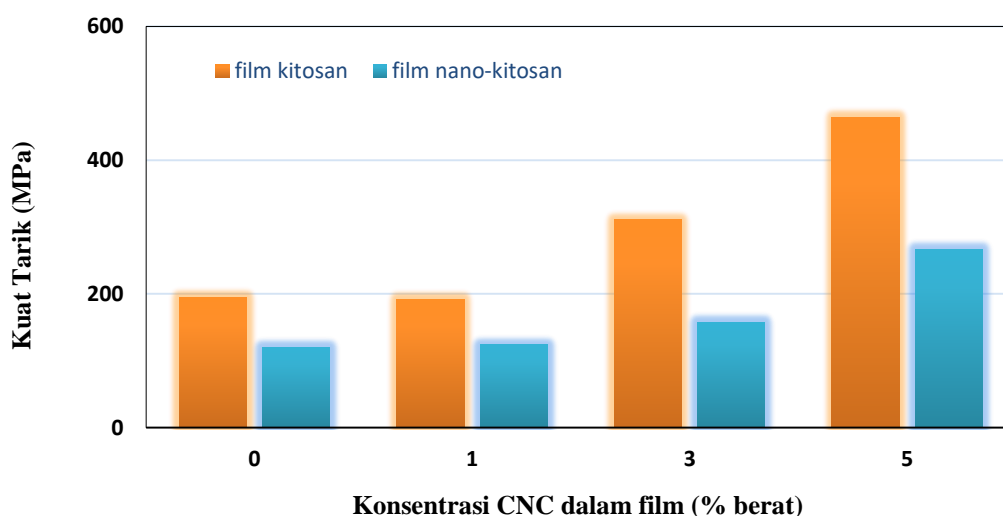
Penelitian ini dilakukan untuk mengamati pengaruh pelapisan biopolimer *Chitosan* dan nano *Chitosan* dalam menghambat laju pemasakan buah pisang. Percobaan dilakukan dengan cara membuat lapisan atau *coating* film dari larutan komposit berbasis *Chitosan* dan nano*Chitosan* yang disalutkan secara langsung pada permukaan buah pisang segar, kemudian diamati perubahan kualitasnya terhadap waktu masa penyimpanan. Beberapa parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi :

3.1 Properti mekanis *coating* film

3.1.1 Pengaruh penambahan agen penguat CNC terhadap kekuatan film

Penambahan CNC pada larutan film dilakukan untuk meningkatkan properti mekanis film. Sebagai material tunggal, *Chitosan* murni memiliki kemampuan yang cukup baik dalam membentuk lapisan film, namun sifat mekanis yang dimilikinya masih lemah sehingga rapuh

dan mudah robek. Oleh karena itu, dengan penambahan filler dari bahan selulosa berukuran nano, CNC diharapkan akan membentuk suatu film yang kuat. Sementara untuk meningkatkan elastisitas film dilakukan melalui penambahan gliserol yang berfungsi sebagai *plasticizer*. Pengujian terhadap kekuatan film dilakukan melalui pengukuran kekuatan tarik atau tensile strength. Kekuatan tarik adalah tegangan maksimum yang dapat diterima oleh film sebelum film tersebut robek. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *UTM (universal testing mechanic)*, dimana larutan komposit film yang akan disalutkan pada permukaan buah, sebelumnya dituangkan ke dalam petri dish dan dikeringkan menggunakan oven untuk menguapkan pelarutnya, film yang terbentuk kemudian dianalisa kekuatannya. Pengaruh penambahan CNC terhadap kekuatan film, ditunjukkan pada Gambar 3 :



Gambar 3. Pengaruh penambahan CNC terhadap kekuatan film

Dari gambar 3 terlihat bahwa kuat tarik antara film Chitosan dan film nano Chitosan CNC berdasarkan konsentrasinya dari 0% - 5%. Pada film komposit menunjukkan terjadinya peningkatan kekuatan tariknya. Pada film tanpa penambahan agen penguat (CNC 0%), kuat tarik film *Chitosan* adalah 195,2 Mpa (diagram batang berwarna oranye) dan film nano*Chitosan* sebesar 119,9 Mpa (diagram batang berwarna biru). Untuk penambahan CNC 1% kekuatan tarik film sedikit mengalami penurunan menjadi 192,2 Mpa dan 124 Mpa untuk masing-masing film. Hal ini diduga terjadi karena belum terdispersinya filler CNC secara sempurna didalam film. Saat penambahan CNC ditingkatkan menjadi 3% kekuatannya meningkat hingga 311,2 Mpa dan 157,7 Mpa. Dan puncaknya tercapai pada penambahan CNC 5%, dimana kekuatan tarik film 464,1Mpa untuk film *Chitosan* dan 266,3 Mpa untuk film nano*Chitosan*.

Dari hasil pengukuran kekuatan mekanis film, secara umum terlihat bahwa CNC memiliki pengaruh yang lebih baik pada film *Chitosan* dari pada film nano *Chitosan*, yaitu kekuatan tarik pada film *Chitosan* relatif lebih tinggi dibandingkan kekuatan tarik film nano*Chitosan* dengan variasi penambahan CNC. Hal ini terjadi karena CNC berfungsi sebagai filler untuk menambah kekuatan film [8].

3.1.2 Pengaruh penambahan *Ethylene absorber* KMnO_4 terhadap kekuatan film

Hasil terbaik pada penentuan konsentrasi CNC digunakan untuk mengamati pengaruh penambahan KMnO_4 terhadap kekuatan tarik film. Penambahan KMnO_4 pada larutan film berfungsi sebagai *Ethylene absorber* untuk menghambat laju pematangan buah pisang. Pengaruh penambahan KMnO_4 pada film *Chitosan* maupun nano*Chitosan* ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Pengaruh penambahan KMnO_4 terhadap film *Chitosan*

Aditif	Kuat Tarik, Mpa	
	Film <i>Chitosan</i>	Film nano <i>Chitosan</i>
CNC-0%	195,2	119,9
CNC-0% + KMnO_4 -8%	167,0	112,3
CNC-5%	464,1	266,3
CNC-5% + KMnO_4 -8%	263,5	90,2

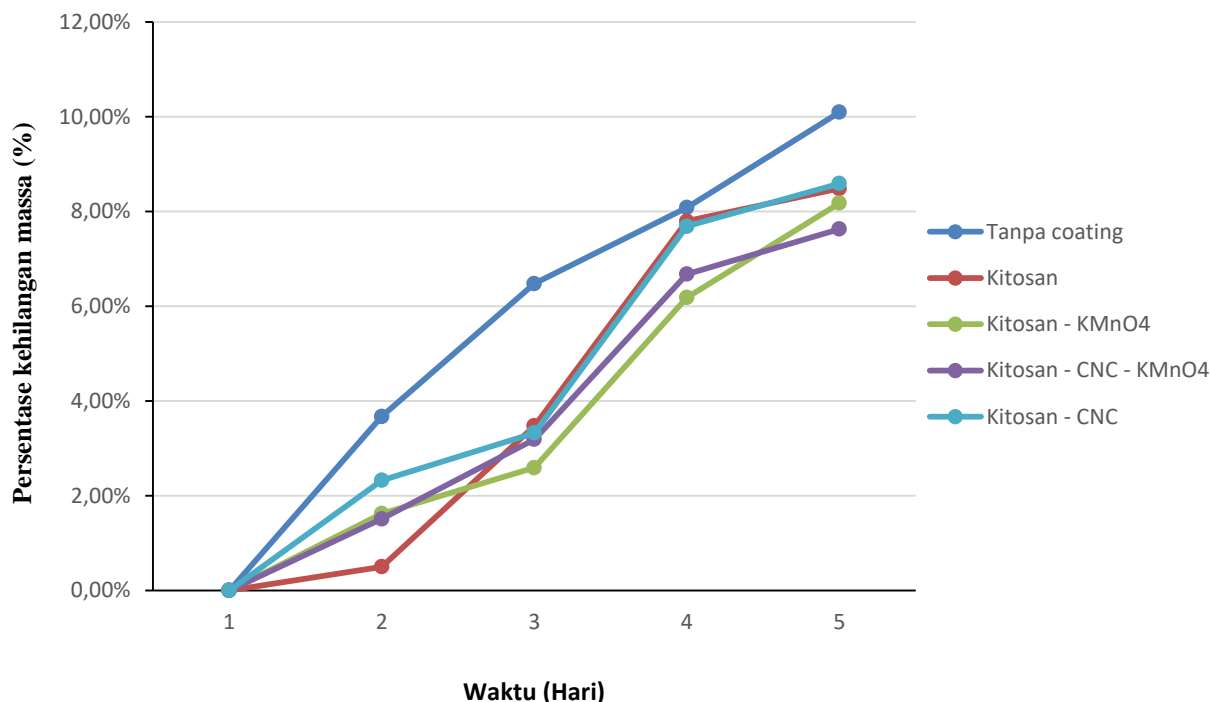
Dari tabel 1 terlihat bahwa, kehadiran KMnO_4 8% di dalam film menurunkan kekuatan tarik film. Pada film *Chitosan* murni, penambahan KMnO_4 menurunkan kekuatannya dari 195,2 Mpa menjadi 167 MPa, sementara pada film berbasis nano*Chitosan* kekuatannya mengalami penurunan dari 119,9 Mpa menjadi 112,3 MPa. Sementara pada kondisi optimumnya (penambahan 5% CNC), kehadiran KMnO_4 menurunkan kekuatan film *Chitosan* berkurang dari 464,1 Mpa menjadi 263,5MPa dan film nano *Chitosan* dari 266,3 Mpa menjadi 90,2 Mpa.

Penambahan KMnO_4 pada film *Chitosan* menyebabkan meningkatnya kerapuhan film. Hal ini diduga terjadi karena konsentrasi KMnO_4 yang terlalu tinggi terhadap larutan sehingga menyebabkan KMnO_4 tidak terdispersi dengan sempurna di dalam film, sementara ikatan yang terbentuk antara KMnO_4 dan *Chitosan* kemungkinan tidak kompatibel sehingga kekuatannya menjadi melemah atau berkurang. Berdasarkan penelitian penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [15] semakin banyak KMnO_4 yang ditambahkan ke dalam film, kerapuhan film akan semakin meningkat. Sehingga jika semakin banyak KMnO_4 akan mengurangi kekuatan film dan menyebabkan film *Chitosan* dan nano *Chitosan* menjadi relatif kurang efektif digunakan sebagai coating untuk mempertahankan kondisi buah atau makanan.

3.2. Pengaruh pelapisan film *Chitosan* kualitas buah pisang

3.2.1 Susut berat buah pisang

Hilang massa atau susut berat pada buah merupakan salah satu indikator terjadinya penurunan mutu dan kualitas buah. Pelapisan buah dengan lapisan biofilm dilakukan untuk menghambat terjadinya penguapan pada buah pisang. Analisa susut berat dilakukan dengan penimbangan massa buah pisang menggunakan neraca digital selama masa penyimpanan, yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5 untuk masing-masing film *Chitosan* dan nano-*Chitosan* .

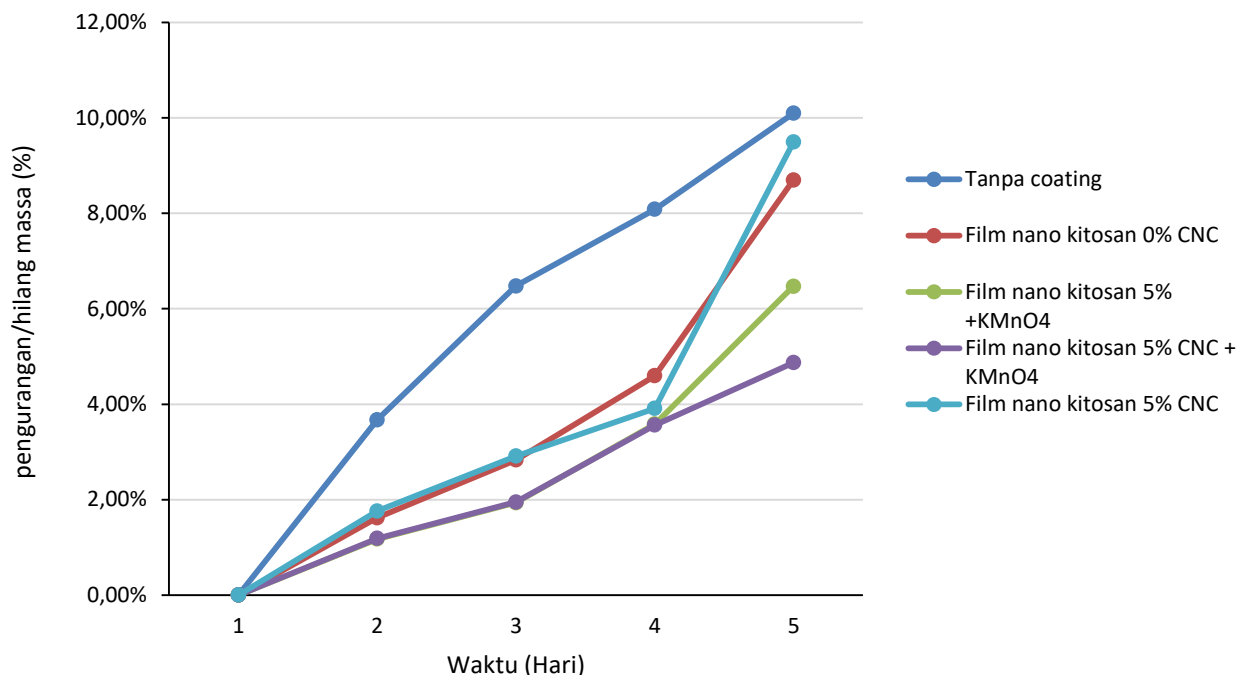


Gambar 4. Pengaruh pelapisan film *Chitosan* terhadap susut bobot buah pisang

Dari gambar 4 terlihat bahwa hilang massa buah pisang semakin meningkat selama masa penyimpanan. Hilang massa pada buah pisang yang tidak dilapisi film (garis berwarna biru tua) mengalami hilang massa secara signifikan, dimana pada hari ke-2 pengamatan terjadi hilang massa sebesar 3,67% kemudian meningkat menjadi 6,48% pada hari ke-3 dan pada puncaknya pada hari ke-5 10,1%. Pada buah pisang yang telah dilapisi film *Chitosan* terjadi hilang massa dengan trend yang sama. Hilang massa buah pisang yang dilapisi film *Chitosan* ditunjukkan oleh garis berwarna merah pada hari ke-2, ke-3, dan ke-5 masing-masing sebesar 1,62%, 2,83%, dan 8,7%. Hal yang sama terjadi pada buah pisang dengan pelapisan film *Chitosan* CNC 5% KMnO₄ (garis berwarna ungu) mengalami hilang massa pada hari ke-3 dan ke-5 sebesar 1,95% dan 4,87%. Sedangkan pada buah pisang yang dilapisi *Chitosan* CNC 5% (garis berwarna biru muda) hilang massa pada hari ke-3 dan ke-5 sebesar 1,93% dan 6,47%.

Dari hasil pengamatan di atas terlihat bahwa film *Chitosan* dengan penambahan agen penguat, CNC dan *Ethylene* absorber, KMnO₄ yang dilapisi pada buah pisang menghasilkan hasil terbaik. Hal ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya, dinyatakan bahwa cellulose nanocrystal (CNC) dapat menjadi material tambahan yang tepat untuk menghasilkan susunan matriks yang baik ketika digabungkan pada matriks polimer [16].

Hasil pengamatan susut bobot buah pisang yang dilapisi film berbasis nano *Chitosan* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh pelapisan film nano *Chitosan* terhadap susut bobot buah pisang

Pada gambar 5 terlihat bahwa hilang massa buah pisang semakin meningkat selama masa penyimpanan. Hilang massa pada buah pisang yang tidak dilapisi film mengalami hilang massa secara signifikan, dimana pada hari ke-2 pengamatan terjadi hilang massa sebesar 3,67% kemudian meningkat menjadi 6,48% dan pada puncaknya pada hari ke-5 10,1%. Grafik hilang massa buah pisang yang telah dilapisi film nano *Chitosan* membentuk karakteristik kurva yang hampir sama, dimana hilang massa buah pisang yang dilapisi film nano *Chitosan* pada hari ke-2, ke-3, dan ke-5 masing-masing sebesar 0,5%, 3,48%, dan 8,48%. Hal yang sama terjadi pada buah pisang dengan pelapisan film *Chitosan* CNC 5% KMnO_4 (*Ethylene* absorber) mengalami hilang massa pada hari ke-5 sebesar 7,63% dan 8,59% pada buah pisang yang dilapisi *Chitosan* CNC 5%.

Seperti halnya pada pengamatan susut bobot pada buah pisang yang tersalut film *Chitosan*, hasil pengamatan di atas menunjukkan bahwa film nano *Chitosan* dengan penambahan agen penguat CNC 5% dan KMnO_4 memberikan hasil yang paling baik dalam menghambat kehilangan massa pada buah pisang. Sementara pada film dengan penambahan *Ethylene* absorber yang ditunjukkan oleh garis berwarna ungu memberikan hasil susut bobot 7,63% paling baik, sehingga pematangannya juga relatif lebih lama.

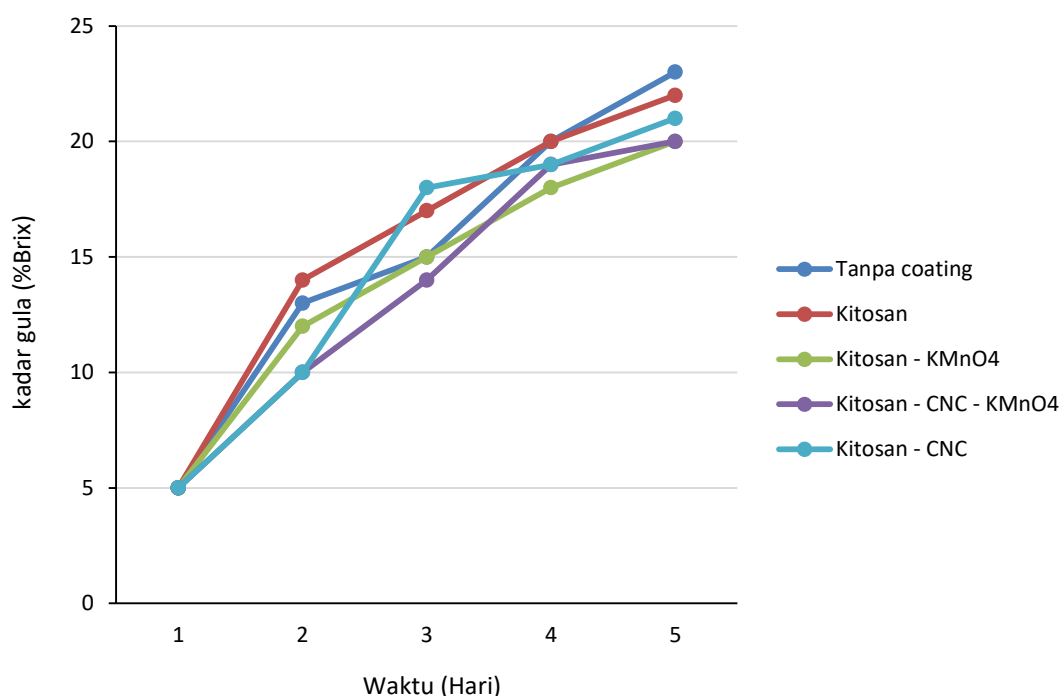
3.3. Laju pemasakan

Proses pemasakan pada buah klimaterik pasca panen dipengaruhi oleh gas *Ethylene* dan respirasi yang dialami secara alami oleh buah. Pemasakan pada buah pisang ditandai dengan perubahan warna kulit pisang menjadi lebih kuning, melunaknya daging buah, serta kenaikan kadar glukosa pada buah sehingga buah yang matang akan terasa lebih manis. Oleh karena itu, kenaikan kadar gula dapat dijadikan parameter kematangan dari buah pisang. Penambahan KMnO_4 pada larutan film sebagai *Ethylene* absorber dilakukan untuk menghasilkan film dengan kemampuan menyerap *Ethylene* sehingga dapat menghambat laju pemasakan buah pisang. Dalam penelitian [17] menyatakan bahwa *Chitosan* dan KMnO_4 dapat digunakan sebagai bahan

aktif dalam pembuatan film penyerap *Ethylene*. Dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengambilan data kadar gula buah pisang yang sudah dilapisi film selama tujuh hari. Kadar gula dianalisa menggunakan *Brix Refraktometer*. Nilai yang ditunjukkan Brix memberikan informasi kadar gula total yang terkandung pada sampel per satuan massa. Hasil pengamatan terhadap kadar gula buah pisang ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.

3.3.1. Perubahan kadar gula pada buah yang tersalut film *Chitosan*

Hasil pengamatan kadar gula buah pisang yang dilapisi film berbasis *Chitosan* ditunjukkan pada Gambar 6 ;



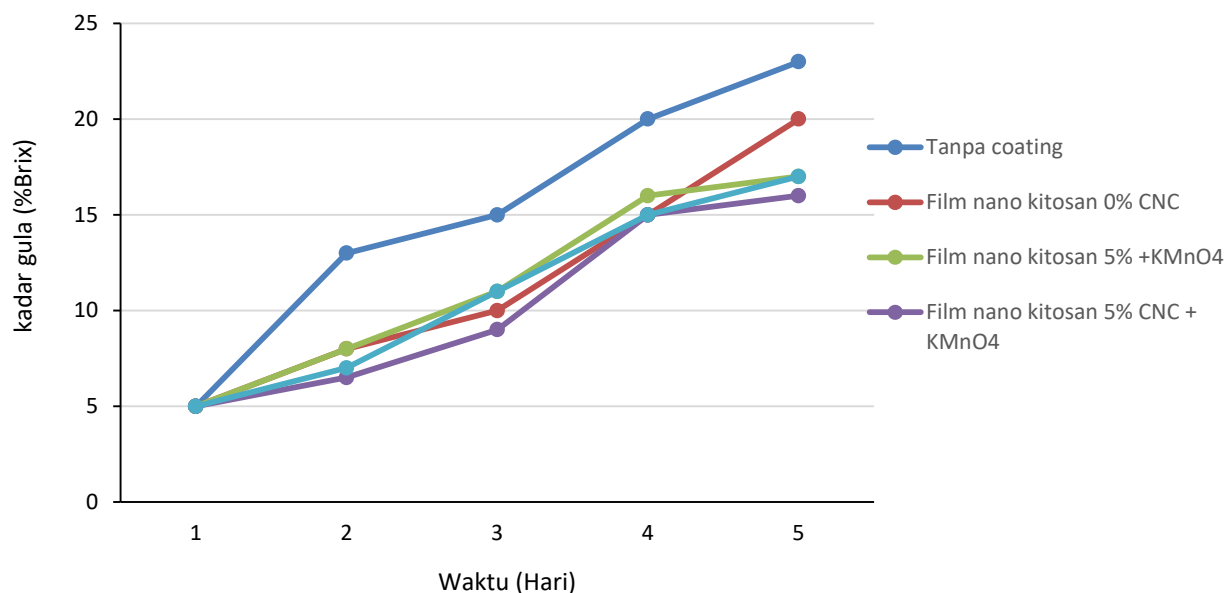
Gambar 6. Pengaruh pelapisan film *Chitosan* terhadap kematangan buah pisang

Dari Gambar 6 terlihat bahwa kandungan gula buah pisang meningkat pesat dalam pengamatan secara terus menerus sampai hari ke tiga hingga ke lima. kadar gula pada buah pisang yang tidak di lapisi film (garis biru) mengalami kenaikan gula secara signifikan dimana pada hari ke-2 pengamatan terjadi pola kenaikan kadar gula dari sebelumnya sebesar 5% kemudian meningkat menjadi 13% pada hari ke-2 dan pada puncaknya pada hari ke-5 yaitu sebesar 23%. Berdasarkan penelitian pelapisan buah pisang dengan film berbasis *Chitosan*, film *Chitosan* dengan penambahan CNC sebagai stabilizer dan KMnO_4 memberikan hasil yang lebih baik dari pada perlakuan film berbasis *Chitosan* lainnya, pada penelitian di hari ke-2 menunjukkan kadar gula yang hilang sebesar 10% dan 20% pada hari ke-5, perlakuan pisang dengan film ini memiliki kadar gula terendah. Sedangkan pada film yang memiliki kandungan bahan aktif hanya CNC di dalamnya menghasilkan kadar gula pisang pada hari ke lima sebesar 21%, untuk buah pisang yang dilapisi film tanpa CNC dan bahan aktif KMnO_4 menghasilkan kadar yaitu sebesar 20%.

Hasil ini menunjukkan bahwa bahan aktif KMnO_4 pada film berbasis *Chitosan* berperan secara optimal dalam menyerap gas *Ethylene*.

3.3.2. Perubahan kadar gula pada buah yang tersalut film nano *Chitosan*

Hasil pengamatan kadar gula buah pisang yang dilapisi film berbasis nano *Chitosan* ditunjukkan pada Gambar 7.

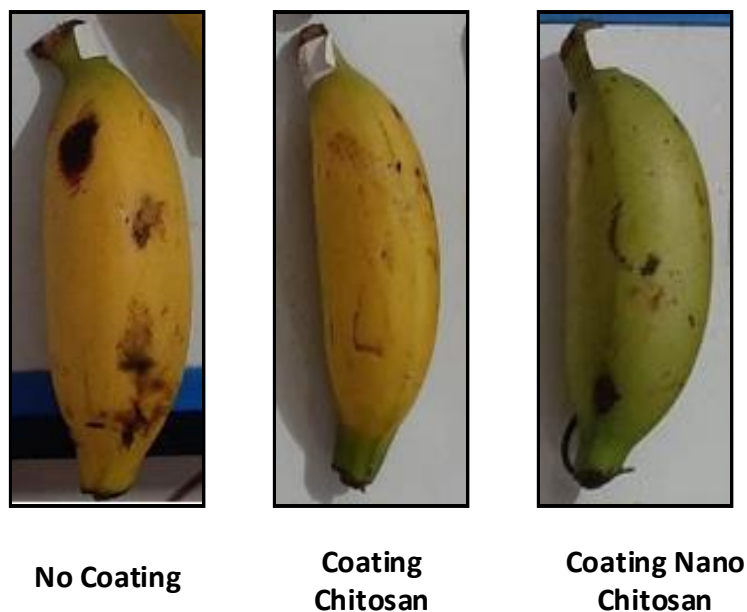


Gambar 7. Pengaruh pelapisan film nano *Chitosan* terhadap kematangan buah pisang

Dari gambar 7 dapat dilihat perlakuan pisang dengan film berbasis nano *Chitosan* secara umum memberikan perbedaan hasil kadar gula yang signifikan dibandingkan dengan buah pisang dengan tanpa pelapisan. Dapat dilihat buah pisang tanpa perlakuan (garis biru) mengalami kenaikan kadar gula pada hari ke-3 sebesar 15% pada hari ke-5 23%. Pada pelapisan dengan film nano *Chitosan* didapatkan kadar gula pada hari kelima adalah 20%. Pada buah pisang dengan pelapisan film nano *Chitosan* dengan penambahan KMnO_4 dan pelapisan nano *Chitosan* dengan penambahan CNC memiliki kadar gula yang sama pada hari ke-5 yaitu sebesar 17%. Kurva kenaikan kadar gula pada buah pisang dengan film nano *Chitosan* cenderung lebih lambat dari pada buah pisang yang dilapisi film *Chitosan*. Dapat terlihat bahwa perlakuan pisang dengan pelapisan film nano *Chitosan* dengan penambahan CNC dan KMnO_4 memberikan hasil yang terbaik dalam mempertahankan kematangan buah pisang. Hal ini ditandai dengan nilai kadar gula terendah pada hari ke-7 yaitu sebesar 16% massa glukosa.

Larutan film berbasis nano *Chitosan* dapat mendispersi KMnO_4 dengan lebih baik dari pada film berbasis *Chitosan* yang dibuktikan dengan warna ungu yang cenderung konstan di dalam larutan film berbasis nano *Chitosan*. Oleh karena itu, film dengan penambahan CNC dan KMnO_4 membentuk film dengan kinerja optimal dalam menyerap *Ethylene* yang diproduksi oleh buah sehingga dapat memperpanjang umur simpan buah pisang.

Hasil pengamatan fisik pada buah pisang yang dilapisi dengan film *Chitosan*-CNC dan Nano *Chitosan*- KMnO_4 serta buah pisang tanpa film dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengamatan buah pisang (a) tanpa film (b) film *Chitosan*-CNC; (c) film Nano *Chitosan*-CNC-KMnO₄

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa pisang yang dikemas dengan edible film memiliki warna dan tekstur yang lebih segar. Hal ini membuktikan bahwa edible film cukup efektif untuk menghambat dalam pemasakan buah pisang dengan cara memperlambat laju pembentukan *Ethylene* dan respirasi, perubahan fisik kimia buah menuju proses pematangan menjadi terhambat sehingga umur simpan buah pisang menjadi lebih lama.

4. KESIMPULAN

Adanya pengaruh gas *Ethylene* terhadap pematangan buah yang ditandai dengan terjadinya pada fenomena susut bobot pada buah pisang dan fenomena pada perubahan kandungan gula (brix). Penambahan CNC 5% dalam film menghasilkan kuat tarik yang optimal. Film dengan komposisi nano *Chitosan*-CNC-KMnO₄ 5% menghasilkan penyusutan berat buah pisang sebesar 4,87% dalam 5 hari. Komposisi *Chitosan* Nano-particle dengan penambahan CNC 5% dan KMnO₄ 8% menghasilkan film yang dapat menghambat pematangan buah pisang dengan kadar gula 16% di hari ke-5. Dari penelitian ini selanjutnya bisa dilakukan penelitian mengenai konsentrasi gas secara kualitatif dan kuantitatif, dan properti mekanis pada film dengan penambahan CNC dan KMnO₄ yang lebih besar dan variatif. Selain itu juga diperlukan penelitian untuk mengetahui performa film pada buah klimaterik lain (misal: Tomat, Pepaya, dan lain-lain).

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuliawati Rohmah, Suwandi, and L. N. B. W., "Outlook komoditas per-tanian sub sector hortikultura (pisang)," *Pusat Data dan Sistem Informasi Per-tanian, Kementerian Pertanian*, 2016.
- [2] S. Chen, S. Brahma, J. Mackay, C. Cao, and B. Aliakbarian, "The role of smart packaging system in food supply chain," *Journal of Food Science*, vol. 85, no. 3, pp. 517-525, 2020.

- [3] S. K. Swain and K. Prusty, "Chitosan-Based Bionanocomposite for Packaging Applications," in *Bionanocomposites for Packaging Applications*: Springer, 2018, pp. 107-124.
- [4] K. Divya and M. Jisha, "Chitosan nanoparticles preparation and applications," *Environmental chemistry letters*, vol. 16, no. 1, pp. 101-112, 2018.
- [5] E. Poverenov *et al.*, "Effects of a composite chitosan–gelatin edible coating on postharvest quality and storability of red bell peppers," *Postharvest biology and technology*, vol. 96, pp. 106-109, 2014.
- [6] R. Mendoza, D. A. Castellanos, J. C. García, J. C. Vargas, and A. O. Herrera, "Ethylene production, respiration and gas exchange modelling in modified atmosphere packaging for banana fruits," *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 51, no. 3, pp. 777-788, 2016.
- [7] A. Y. Pradhana, "Respon Mutu Pisang Kultivar Mas Kirana terhadap Kemasan Atmosfer Termodifikasi Aktif," 2016.
- [8] E. Y. Wardhono *et al.*, "Cellulose Nanocrystals to Improve Stability and Functional Properties of Emulsified Film Based on Chitosan Nanoparticles and Beeswax," *Nanomaterials*, vol. 9, no. 12, p. 1707, 2019.
- [9] S. A. Yasir Khumasi, "Pengaruh Penambahan Absorber Active Content (KMnO₄) Terhadap Umur Simpan Buah Pisang yang Tersalut Oleh Film Nano-Chitosan," 2020.
- [10] E. Y. Wardhono, N. Kanani, Alfirano, and Rahmayetty, "Development of polylactic acid (PLA) bio-composite films reinforced with bacterial cellulose nanocrystals (BCNC) without any surface modification," *Journal of Dispersion Science and Technology*, pp. 1-8, 2019.
- [11] F. Garavand *et al.*, "A comprehensive review on the nanocomposites loaded with chitosan nanoparticles for food packaging," *Critical reviews in food science and nutrition*, pp. 1-34, 2020.
- [12] K. T. Vanani, "Modelling Characteristic of Respiration on Artificial Ripening System of Climacteric Fruit Based on Logistic Equation," *Jurnal Keteknik Pertanian*, vol. 16, no. 1, 2002.
- [13] S. Widayanti and I. Andes, "Characteristics and postharvest life of snake fruit (*Salacca edulis* Reinw) during storage as influenced by application of activated nanostructured natural zeolites," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 803, no. 1, p. 012029: IOP Publishing.
- [14] A. M. Ritonga, F. Furqon, and R. N. Ifadah, "Identifikasi Perubahan Sifat Fisik Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Selama Masa Penyimpanan pada Pendingin Evaporatif Termodifikasi," *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, vol. 4, no. 2, pp. 112-120, 2020.
- [15] E. Warsiki, "Application of chitosan as biomaterial for active packaging of ethylene absorber," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018, vol. 141, no. 1, p. 012036: IOP Publishing.
- [16] A. Dufresne, "Processing of polymer nanocomposites reinforced with polysaccharide nanocrystals," *Molecules*, vol. 15, no. 6, pp. 4111-4128, 2010.
- [17] F. Aprilliani, E. Warsiki, and A. Iskandar, "Kinetic studies of potassium permanganate adsorption by activated carbon and its ability as ethylene oxidation material," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018, vol. 141, no. 1, p. 012003: IOP Publishing.