

INHIBITION OF CHILLING INJURY IN TOMATOES WITH EDIBLE COATING OF SUGARCANE BAGASSE AND GATHOT (FERMENTED CASSAVA)

PENGHAMBATAN KEKERUTAN PADA KULIT TOMAT DENGAN *EDIBLE COATING* LIMBAH AMPAS TEBU DAN GATHOT (SINGKONG TERFERMENTASI)

Astari Ratnادهita^{1*}, Muhammad Nur Kholis¹², Riska Sumirat¹

¹ Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Universitas Darussalam Gontor, Jl. Raya Siman, Dusun I, Demangan, Kec. Siman, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur 63471.

² Halal Center, Universitas Darussalam Gontor, Jl. Raya Siman, Dusun I, Demangan, Kec. Siman, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur 63471.

*

Diterima 5 Desember 2024 / Disetujui 12 Maret 2025

ABSTRACT

Tomatoes have thin peels that are susceptible to post-harvest damage, especially in tropical climates such as Indonesia. An effort to prevent damage is cold storage. However, cold storage causes chilling injury to tomato peel. This study aims to develop an edible coating formulation with bagasse and gathot (fermented cassava), and to determine the best treatment of the edible coating by application to tomato at cold storage for 21 days. The research was designed using a completely randomized design (CRD) with a gathot flour concentration of 0.75% and a variation of sugarcane bagasse flour concentration, namely: 0%; 1%; 2%; 3%. The parameters observed were weight loss, pH, total soluble solids and moisture content and analyzed by parametric statistics with a significance level of 5%. The results showed that the edible coating formulation with sugarcane bagasse flour and gathot flour had a significant effect ($\alpha < 0.01$) on changes in weight loss, total soluble solids, pH and moisture content in tomatoes for 21 days. Edible coating with C1 formulation (sugarcane bagasse flour 1% and gathot flour 0,75%) became the best treatment of this study because it was able to maintain freshness and showed inhibition of chilling injury in tomatoes until day 21 in cold storage.

Keywords : *Cold storage, edible coating, fresh tomato, gathot (fermented cassava), sugarcane bagasse.*

ABSTRAK

Tomat memiliki kulit tipis sehingga rentan terhadap kerusakan pascapanen, terlebih pada iklim tropis seperti di Indonesia. Upaya untuk mencegah kerusakannya adalah dengan penyimpanan suhu dingin. Namun penyimpanan suhu dingin menyebabkan kekerutan (*chilling injury*) pada kulit tomat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formulasi *edible coating* dengan limbah ampas tebu dan gathot (singkong terfermentasi), serta menentukan perlakuan terbaik dari formulasi *edible coating* tersebut dengan aplikasi pada penyimpanan tomat di suhu dingin selama 21 hari. Penelitian dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan konsentrasi tepung gathot sebesar 0,75% dan perlakuan variasi konsentrasi tepung limbah ampas tebu yaitu : 0%; 1%; 2%; 3%. Parameter yang diamati ialah susut bobot, pH, total padatan terlarut dan kadar air serta dianalisis secara statistik parametrik dengan taraf signifikansi 5%. Hasil menunjukkan bahwa formulasi *edible coating* dengan tepung limbah ampas tebu dan tepung gathot ini memberikan pengaruh secara signifikan ($\alpha < 0,01$) terhadap perubahan susut bobot, total padatan terlarut, pH dan kadar air pada tomat selama 21 hari.

* Korespondensi Penulis

E-mail: astariratnادهita@unida.gontor.ac.id

Edible coating dengan formulasi C1 (tepung limbah ampas tebu 1% dan tepung gathot 0,75%) menjadi perlakuan terbaik dari penelitian ini karena mampu mempertahankan kesegaran dan menunjukkan penghambatan *chilling injury* pada tomat hingga hari ke 21 di suhu dingin.

Kata kunci : *Edible coating*, gathot (singkong terfermentasi), limbah ampas tebu, suhu dingin, tomat segar.

PENDAHULUAN

Kerusakan pascapanen pada komoditas buah dan sayur menjadi masalah utama yang harus dipecahkan, khususnya di daerah tropis yang kondisi suhu dan kelembabannya disukai mikroorganisme. Salah satu komoditas yang mudah rusak selama penyimpanan adalah tomat. Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan buah klimaterik yang sangat mudah mengalami perubahan kualitas setelah dipanen, perubahan tersebut membuat tomat lebih mudah rusak selama penyimpanan (Aragüez et al., 2020). Proses pematangan pada buah klimaterik relatif singkat. Gas etilen yang terkandung di dalam tomat akan berproduksi sangat cepat dan berpengaruh pada tekstur selama penyimpanan (Kumar dan Saini, 2021). Karenanya, perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan daya simpan tomat supaya tetap segar dan masa simpan lebih panjang.

Salah satu metode untuk mempertahankan kualitas dan kesegaran yaitu dengan penyimpanan suhu dingin (kulkas). Namun penyimpanan di dalam kulkas pada beberapa hari menyebabkan kekerutan pada kulit buah maupun sayuran, termasuk tomat yang memiliki kulit tipis. Upaya alternatif untuk mencegah kekerutan tersebut yaitu dengan *edible coating* yang mampu menahan perpindahan gas etilen pada buah dan sayuran pascapanen. *Edible coating* merupakan kemasan yang dapat dimakan (*edible*) dan memiliki kesamaan fungsi seperti *modified atmosphere packaging* (MAP), yaitu mampu mengurangi kebusukan tanpa menyebabkan efek anaerobiosis dan tanpa memengaruhi kualitas buah dan makanan yang dikemasnya (Athmaselvi et al., 2020). Mekanisme kerja "*coating*" ini yakni menahan proses terjadinya perpindahan gas, uap air dan bahan terlarut, serta perlindungan terhadap kerusakan mekanis, khususnya pada buah dan makanan (Koesmartaviani, 2015).

Bahan baku *edible coating* dibuat dari campuran polisakarida, protein, lipid dan beberapa bahan komposit. Ampas tebu sebagai salah satu hasil samping dari industri gula, mengandung selulosa sebesar 37,65% (Heviyanti et al., 2021). Kadar selulosa pada ampas tebu yang tinggi ini bisa menjadi alternatif bahan baku dalam *edible coating* untuk penyimpanan tomat segar dalam suhu dingin.

Edible coating dengan bahan baku selain dari ampas tebu telah masif diinvestigasi dan menunjukkan hasil yang efektif dalam memperpanjang masa simpan dan kesegaran tomat (Dong et al., 2020; Fatharani et al., 2023; Simamora et al., 2019) serta produk sosis (Kustiyah et al., 2023; Lekjing, 2016; Shon et al., 2011). Gathot (singkong terfermentasi) sebelumnya diolah sebagai makanan tradisional khas Gunungkidul, Yogyakarta dan sebagai pakan ternak (Ratnadhita et al., 2023), namun sudah ada beberapa penelitian yang mengolah gathot menjadi mi bebas gluten (Purwandari et al., 2014); bolu kukus (Kurniawati, 2019) dan *edible film* untuk sosis ayam (Ratnadhita et al., 2021b, 2021a, 2022; Ratnadhita dan Wianto, 2022). Kandungan gizi gathot pun cukup tinggi seperti polisakarida berupa amilosa dan amilopektin masing-masing sebesar 33,8% dan 66,2% (Kurniawati, 2019) serta terdapat probiotik dan antioksidan di dalamnya (Sugiharto et al., 2016). Potensi limbah ampas tebu menjadi *edible coating* untuk tomat segar dengan dikolaborasikan antioksidan dari gathot patut dicoba sebagai upaya memperpanjang kesegaran dan masa simpan tomat segar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan formulasi *edible coating* dengan limbah ampas tebu dan gathot, serta menentukan perlakuan terbaik dari formulasi *edible coating* pada penyimpanan tomat di suhu dingin selama 21 hari

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan yaitu gathot kering dari produsen lokal di Gunungkidul Yogyakarta, limbah ampas tebu diperoleh dari penjual sari tebu di sekitar Kabupaten Ponorogo, tepung agar *plain* dengan merk SwallowGlobe dan gliserol komersial serta tomat segar sebanyak 3 kg. Peralatan yang digunakan antara lain *hotplate stirrer* (C-MAG HS 4 IKA), *grinder* (Astro FCT Z500), ayakan 89 mesh (ASTM Standard Test Sieve, Indonesia), neraca analitik (OHAUS), oven pengering (Memmert UN110), tray, pH meter (Hanna) dan refractometer (ATAGO Master S).

Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Laboratorium Pangan di Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Darussalam Gontor. Penelitian menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan formulasi variasi konsentrasi tepung limbah ampas tebu dan 3 kali ulangan selama 21 hari penyimpanan (8 kali observasi), sehingga diperoleh 96 unit percobaan. Parameter yang ditunjukkan untuk menguji masa simpan tomat segar yang dilindungi dengan *edible coating*, meliputi susut bobot (Darmajana et al., 2018) kadar air dan total padatan terlarut (AOAC, 2005), serta pH (Isnawaida et al., 2021). Adapun formulasi untuk *edible coating* berbahan dasar limbah ampas tebu dan gathot dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot (singkong fermentasi)

| Komposisi | Perlakuan Formulasi | | | |
|--------------------------------|---------------------|------|------|------|
| | C0 | C1 | C2 | C3 |
| Tepung Limbah Ampas Tebu (TAT) | - | 1,00 | 2,00 | 3,00 |
| Tepung Gathot (TG) | - | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| Gliserol | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Tepung Agar | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |

Keterangan : komposisi di atas dalam bentuk persentase per 100 mL aquades

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi pembuatan tepung gathot dan tepung limbah ampas tebu, pembuatan *edible coating* dan pengamatan variabel selama 21 hari di suhu dingin.

Pembuatan Tepung Gathot (Ratnادهita et al., 2021b)

Penepungan gathot diawali dengan gathot kering disortasi untuk menentukan bagian mana yang tepat untuk diolah menjadi bahan dasar *edible coating*. Hasil sortasi kemudian dimasukkan ke dalam *grinder* dan kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh, dan jadilah tepung gathot (TG) yang siap untuk diolah lebih lanjut.

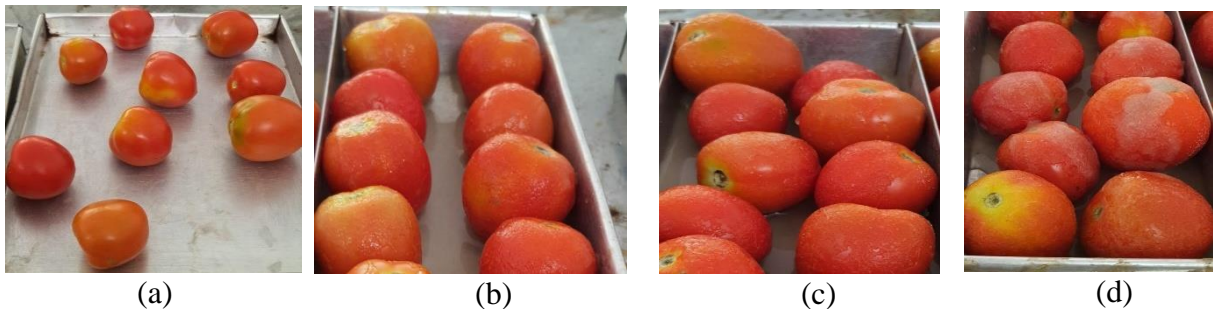
Pembuatan Tepung Limbah Ampas Tebu (Selpiana et al., 2016)

Penepungan limbah ampas tebu diawali dengan pemotongan ampas tebu dengan ukuran ± 10 cm, potongan ampas dicuci bersih lalu dikeringkan dan dijemur di bawah sinar matahari selama 12 jam. Kemudian, ampas tebu yang sudah kering dikeringkan lagi dengan oven selama 16 jam pada suhu 85°C. Ampas tebu yang sudah kering, digiling dengan *grinder* dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh sehingga menjadi tepung limbah ampas tebu (TAT).

Pembuatan *Edible Coating* (Fatharani et al., 2023)

Pembuatan *edible coating* diawali dengan pencampuran antara TAT, TG dan tepung agar sesuai

formulasi yang dapat dilihat pada Tabel 1, dilarutkan dengan aquades dalam *glass beaker*. Setelah larut, *glass beaker* yang berisi larutan diletakkan di atas *hotplate stirrer*, larutan dipanaskan hingga bersuhu 60°C. Lalu diberi gliserol sesuai pada Tabel 1, dan ditunggu hingga suhu larutan turun menjadi 30°C. Tomat segar dicelupkan ke dalam larutan *edible coating* selama 1 menit, kemudian ditiriskan di atas *tray*, lalu disimpan dalam suhu dingin (*refrigerator*) ($\pm 5^\circ\text{C}$) selama 21 hari. Tomat segar yang sudah dilapisi *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan : Tomat segar dengan perlakuan *edible coating* : (a) kontrol (C0); (b) C1; (c) C2; (d) C3

Gambar 1. Penampakan tomat dengan *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot pada hari ke-0

Variabel yang Diamati

Pengamatan masa simpan dilakukan setiap 3 hari sekali (8 kali observasi). Adapun pengamatan masa simpan sebagai berikut:

Susut Bobot (Darmajana et al., 2018)

Pengujian susut bobot dilakukan dengan penimbangan sampel tomat dari hari ke hari selama penyimpanan di suhu dingin tersebut. Pengukuran dilakukan menggunakan neraca analitik dengan satuan gram. Nilai susut bobot dinyatakan dalam satuan persentase dan diperoleh menggunakan rumus:

$$\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{W_o - W_a}{W_o} \times 100\% \dots \dots \dots [1]$$

Keterangan :

W_o : berat tomat pada pengamatan awal (hari ke-0)

W_a : berat tomat pada pengamatan akhir

Total Padatan Terlarut (AOAC, 2005)

Pengujian total padatan diawali dengan sampel tomat dilarutkan ke dalam 50 ml aquades. Setelah sampel larut, diambil dengan pipet dan ditetes sekitar 1-2 tetes ke atas refraktometer. Nilai kandungan total padatan terlarut dinyatakan sebagai °Brix.

Derajat Keasaman (pH) (Isnawaida et al., 2021)

Pengujian derajat keasaman (pH) diawali dengan pH meter dikalibrasi dengan *buffer* 4 dan 7 sebelum digunakan. Sampel dilarutkan ke dalam 50 ml lalu masukkan *probe* ke dalam sampel. Angka yang muncul pada pH meter dinyatakan sebagai nilai pH.

Kadar Air (AOAC, 2005)

Pengujian kadar air dilakukan dengan penimbangan cawan kosong terlebih dahulu (A), kemudian masukkan sampel sebanyak 5 gram di atas cawan tersebut dan ditimbang lagi bersama dengan cawannya (B). Sampel tersebut kemudian dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama 6 jam, setiap jam ditimbang hingga bobot cawan dan sampel tersebut konstan (C). Sebelum ditimbang, cawan dan sampel didinginkan di dalam desikator selama 15 menit. Nilai kadar air diperoleh menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \dots \dots \dots [2]$$

Keterangan :

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel sebelum dioven (g)

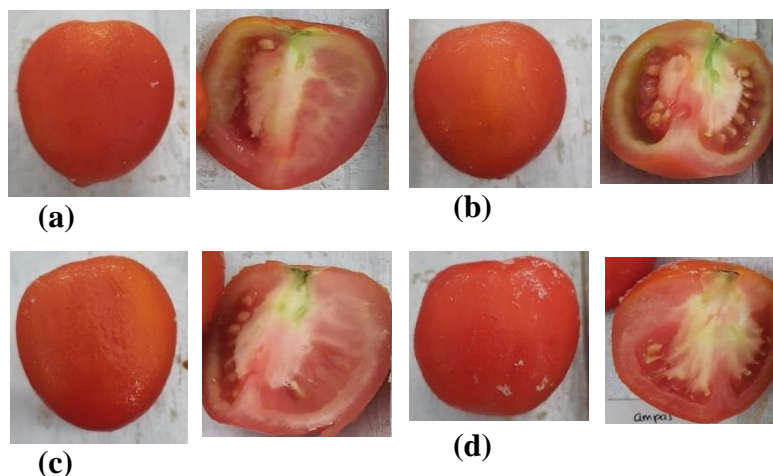
C : berat cawan + sampel konstan setelah dioven (g)

Analisis Data

Data hasil pengujian perubahan kualitas tomat selama masa simpan dianalisa secara statistik menggunakan metode parametrik *One Way ANNOVA* dengan uji lanjutan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT), dan signifikansi yang digunakan sebesar $\alpha < 0,05$. Adapun perangkat lunak bantuan untuk analisa data penelitian ini ialah IBM SPSS 26.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Edible coating limbah ampas tebu dengan gathot pada penelitian ini menghasilkan pelapis yang transparan, namun semakin tinggi konsentrasi limbah ampas tebu ditambahkan, semakin nampak jelas serat dari limbah ampas tebu tersebut di atas permukaan tomat segar, dapat dilihat pada Gambar 2. Adapun perubahan kualitas tomat segar dengan *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot pada hari ke-21 di suhu dingin, disajikan pada Tabel 2.



Keterangan : Tomat segar dengan perlakuan *edible coating* : (a) kontrol (C0); (b) C1; (c) C2; (d) C3

Gambar 2. Penampakan tomat dengan *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot pada hari ke-21 di suhu dingin

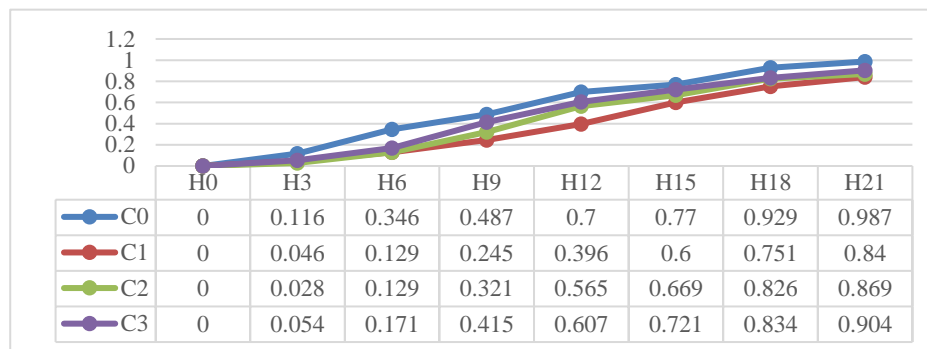
Tabel 2. Kualitas tomat dengan *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot pada hari ke-21 di suhu dingin

| Perlakuan Formulasi | Parameter | | | |
|---------------------|--------------------|--------------------|------------------|---|
| | Susut bobot (%) | Kadar air (%) | pH | Total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix) |
| C0 | 0,987 ^d | 99,28 ^d | 4,5 ^a | 3,43 ^a |
| C1 | 0,840 ^a | 95,19 ^a | 6,4 ^d | 6,25 ^d |
| C2 | 0,869 ^b | 96,2 ^b | 5,4 ^c | 5,21 ^c |
| C3 | 0,904 ^c | 96,22 ^c | 5,3 ^b | 5,12 ^b |

Keterangan : Angka dengan simbol huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan hasil uji Duncan ($\alpha < 0,05$).

Susut Bobot

Susut bobot merupakan salah satu faktor penentu kualitas atau mutu dari sebuah komoditas pertanian, khususnya tomat segar. Umumnya, susut bobot cenderung menunjukkan grafik peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan (Herdiana, 2011). Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa variasi kombinasi antara tepung gathot dan tepung limbah ampas tebu memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai susut bobot tomat segar yang dihasilkan ($\alpha < 0,01$). Susut bobot pada tomat segar selama 21 hari di suhu dingin menunjukkan grafik yang meningkat, berkisar antara 0,028–0,987%. Secara berurutan, persentase peningkatan susut bobot tomat segar dari hari ke 3 hingga hari ke-21 pada masing-masing variasi konsentrasi *edible coating* sebesar C0 = 0,87%; C1 = 0,79%; C2 = 0,84% dan C3 = 0,85%. Susut bobot terendah merupakan tomat segar dengan formulasi *edible coating* tepung limbah ampas tebu 1% dan tepung gathot 0,75%, sedangkan susut bobot tertinggi ialah tomat segar dengan formulasi *edible coating* kontrol atau 0% limbah ampas tebu dan tepung gathot.



Gambar 3. Tren perubahan susut bobot pada tomat segar dengan *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot selama penyimpanan di suhu 5°C

Pengujian susut bobot pada tomat segar dengan *edible coating* sebelumnya sudah pernah dilakukan pada penelitian terdahulu. Penelitian yang dilakukan oleh (Khatri dan Choundhary, 2022) menunjukkan bahwa susut bobot pada tomat dengan *edible coating* yang disimpan pada suhu dingin di hari ke 21 sebesar 5–8%, sedangkan pada tomat tanpa *edible coating* sebesar 12–15%. Penelitian oleh (Marín dan Ruiz, 2021) menunjukkan nilai susut bobot sebesar 16,7%. Persentase susut bobot yang beragam pada tomat ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya karakteristik bahan dasar *edible coating* yang melapisi tomat, suhu penyimpanan dan jenis buah.

Edible coating dengan pati singkong menunjukkan nilai susut bobot sebesar 6% pada tomat yang disimpan pada suhu ruang selama 14 hari (Ali et al., 2024), sedangkan *edible coating* dengan ekstrak jahe merah menunjukkan nilai susut bobot sebesar 3,58% pada hari ke-9 di suhu rendah (Johannes et al., 2022). Nilai susut bobot yang rendah pada kedua penelitian tersebut selaras dengan penelitian ini, adanya penggunaan bahan yang mengandung antioksidan mampu menghambat terjadinya kehilangan kelembaban, salah satunya dengan menghambat tumbuhnya mikroorganisme penyebab meningkatnya potensi retensi kelembaban. Gathot yang berasal dari singkong fermentasi, mengandung kemampuan menangkal radikal bebas (*scavenging ability*) sebesar 49,37% (Ratnaduhita dan Wianto, 2022). Kandungan tersebut membantu *edible coating* dengan formulasi tepung gathot dan limbah ampas tebu dalam menghambat terjadinya kehilangan kelembaban pada tomat segar yang dilapisinya, sehingga penurunan susut bobot pun dapat diperlambat.

Tomat pada penelitian ini menunjukkan nilai susut bobot kurang dari 1%, hal ini dapat dipicu

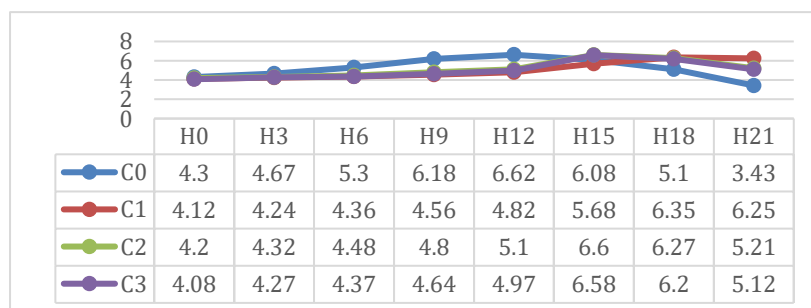
karena suhu penyimpanan selama 21 hari ialah $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Suhu rendah dapat memicu melambatnya laju respirasi karena melambatnya aktivitas metabolisme pada tomat tersebut. Sesuai dengan pendapat (Rudito, 2012), rendahnya susut berat pada tomat dengan lapisan pelindung disebabkan karena laju respirasinya lebih lambat dibandingkan dengan tomat tanpa pelindung. Penelitian (Fitriani et al., 2022), menunjukkan bahwa penurunan susut bobot tertinggi ialah saat tomat disimpan di suhu ruang karena aktivitas metabolismenya menjadi cepat yang akan berpengaruh pada laju respirasi yang meningkat pula.

Tomat termasuk buah klimaterik yang memiliki ciri khas yaitu terjadinya lonjakan respirasi dan produksi etilen setelah masa panen selesai. Pada penelitian ini, lonjakan respirasi terjadi pada hari ke-9 menuju hari ke-12. Hingga hari terakhir penyimpanan (hari ke-21), lonjakan respirasi tidak lebih dari 1%. Hal ini disebabkan karena RH atau tingkat kelembaban pada penyimpanan tomat segar sesuai dengan RH untuk buah klimaterik (85–90%). Karenanya, proses transpirasi lebih lambat terjadi sehingga nilai susut bobot pun menurun dengan lambat. Sesuai dengan pendapat (Husna et al., 2020), menyatakan bahwa RH optimal untuk buah klimaterik ialah 85–90% karena rendahnya RH lingkungan penyimpanan akan mempengaruhi perbedaan penurunan tekanan uap yang tinggi antara lingkungan dengan buah, sehingga mempercepat proses transpirasi dan mempercepat pula kematangan buah.

Total Padatan Terlarut

Indeks kandungan gula dalam suatu larutan disebut sebagai total padatan terlarut. Komponen yang dinilai sebagai indeks kandungan gula tersebut meliputi sukrosa, heksosa, dan pektin terlarut (Fitriani et al., 2022). Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa variasi kombinasi antara tepung gathot dan tepung limbah ampas tebu menjadi *edible coating* memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai total padatan terlarut tomat segar yang dihasilkan ($\alpha < 0,01$).

Total padatan terlarut pada tomat segar selama 21 hari di suhu dingin menunjukkan grafik yang meningkat pada awal penyimpanan, lalu menurun pada hari terakhir penyimpanan. Nilai total padatan terlarut pada hari ke 0 semuanya berkisar pada $4,08\text{--}4,30^{\circ}\text{Brix}$, yang mengindikasikan tomat dalam kondisi belum matang. Pada formulasi *edible coating* kontrol (C0), terjadi peningkatan hingga hari ke-12 mencapai $6,62^{\circ}\text{Brix}$ kemudian mulai turun menjadi $3,43^{\circ}\text{Brix}$ pada hari ke-21. Pada formulasi *edible coating* C1, C2 dan C3, penurunan setelah peningkatan mulai terjadi di hari ke-15 dan 18 setelah tomat mencapai nilai $6,35\text{--}6,6^{\circ}\text{Brix}$ kemudian turun kembali ke nilai $5,12\text{--}6,25^{\circ}\text{Brix}$ pada hari ke-21.



Gambar 4. Tren perubahan total padatan terlarut pada tomat segar dengan *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot selama penyimpanan di suhu 5°C

Nilai total padatan terlarut meningkat pada hari-hari awal penyimpanan disebabkan karena adanya proses pematangan tomat sehingga terbentuk gula-gula sederhana yang terbaca pada refraktometer

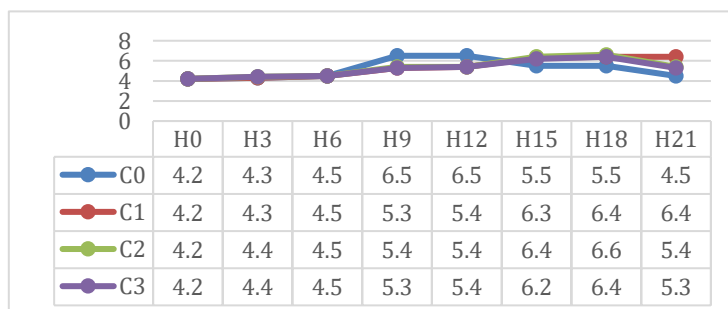
sebagai kadar total padatan terlarut. Menurut (Pujimulyani, 2012), pada fase kematangan buah klimaterik, terjadi degradasi asam organik menjadi gula sederhana dan rasa yang menonjol adalah manis. Tomat mencapai puncak kematangan ketika memiliki nilai total padatan terlarut sebesar 5–6,6°Brix (Fitriani et al., 2022). Tertera pada Gambar 2, tomat yang sudah mencapai angka 6 kemudian menunjukkan grafik yang menurun di hari selanjutnya. Hal ini dikarenakan degradasi asam organik menjadi gula sederhana yang sudah mencapai titik optimal, dimanfaatkan oleh tomat untuk terlibat dalam proses respirasi. Seiring dengan lamanya penyimpanan, semakin panjang pula proses transpirasinya berlangsung memicu berkurangnya kadar glukosa di dalam tomat tersebut. Peristiwa ini mengindikasikan awal terjadinya penurunan mutu pada tomat, yang ditandai dengan menurunnya grafik total padatan terlarut.

Pemberian *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot dapat menunda proses pematangan tomat hingga hari ke-15, sehingga sampai hari ke-21 pun tomat belum menunjukkan tanda-tanda kebusukan. Berbanding terbalik dengan tomat tanpa *edible coating* (C0), yang sudah menunjukkan nilai total padatan terlarut sebesar 3,43°Brix pada hari ke-21. Pemberian *edible coating* pada tomat mampu mempertahankan proses metabolisme serta proses transpirasi tomat sehingga nilai total padatan terlarut hingga hari ke-21 masih di angka 5,12–6,25°Brix karena kandungan gula di dalamnya masih tersedia. Sesuai dengan pendapat (Rudito, 2012), total padatan terlarut beriringan dengan proses pematangan buah, dimana kandungan pati dalam buah akan menurun sehingga terjadi pemecahan pati menjadi sukrosa, dan dipecah lagi menjadi fruktosa dan glukosa. Karenanya, kandungan glukosa meningkat dan menurunnya asam organik serta senyawa fenolik.

Penyimpanan suhu dingin memberikan pengaruh pula terhadap rendahnya penurunan total padatan terlarut pada tomat dengan *edible coating* formulasi C1, C2 dan C3. Penelitian yang dilakukan oleh (Husna et al., 2020; Setiawan dan Santosa, 2022) menunjukkan bahwa tomat dengan *edible coating* limbah ampas tebu yang disimpan dalam suhu dingin dapat menekan laju penurunan total padatan terlarut, dibandingkan dengan tomat tanpa *edible coating*. Hal ini disebabkan kondisi kelembaban yang tinggi memicu terjadinya penghambatan pada degradasi pati menjadi gula sehingga tomat lebih lambat mencapai kematangannya.

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH dikatakan sebagai jumlah konsentrasi ion hidrogen aktif dalam suatu produk pangan dimana perubahan nilai pH bervariasi bergantung pada suhu penyimpanan dan tingkat kematangan dari suatu varietas buah (Herdiana, 2011). Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa variasi kombinasi antara tepung gathot dan tepung limbah ampas tebu menjadi *edible coating* memberikan pengaruh signifikan terhadap perubahan nilai pH tomat segar yang dihasilkan (<0,01) hingga hari ke 21.



Gambar 5. Tren perubahan pH pada tomat segar dengan *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot selama penyimpanan di suhu 5°C

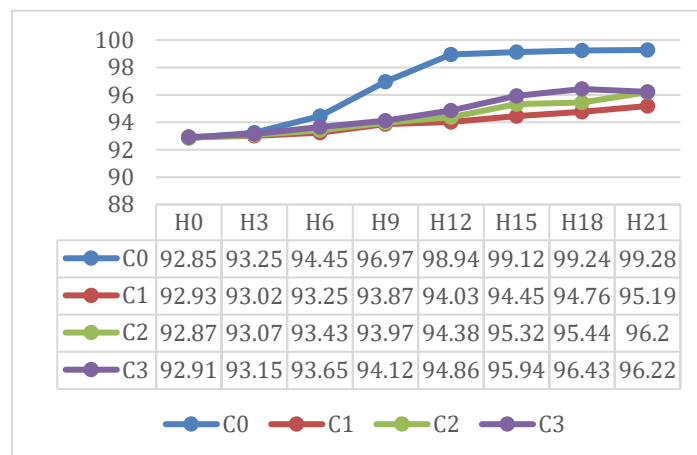
pH pada tomat segar selama 21 hari di suhu dingin menunjukkan grafik yang meningkat pada awal penyimpanan, lalu menurun pada hari terakhir penyimpanan. Nilai pH pada hari ke-0 semuanya berkisar pada 4,2, yang mengindikasikan tomat dalam kondisi belum matang, keempat tomat mulai matang pada hari ke-9. Pada formulasi *edible coating* kontrol (C0), mulai menurun hingga hari ke-21 sebesar 4,5. Pada formulasi *edible coating* C1–C3, penurunan mulai terjadi di hari ke-21 dengan nilai pH berkisar antara 5,3–6,4 yang mengindikasikan tomat masih dalam kondisi matang.

Grafik perubahan nilai pH menunjukkan bahwa pada awal penyimpanan, semua perlakuan mengalami peningkatan nilai pH yang diindikasikan terjadinya proses kematangan pada tomat sehingga kadar asam organik berkurang digantikan dengan kandungan gula hasil degradasi pati, sehingga nilai pH yang mulanya asam menunjukkan peningkatan ion hidroksil sehingga nilai pH menjadi meningkat. Menurut (Rudito, 2012), peningkatan pH buah tomat selama penyimpanan terjadi karena adanya pengurangan asam organik sebagai akibat perombakan asam menjadi cadangan energi dalam proses respirasi buah. Penurunan kembali pH tomat setelah mencapai angka 6 diindikasikan terjadinya gejala kerusakan dingin (*chilling injury*). Hal ini terjadi karena adanya perubahan kandungan asam organik di dalam tomat. asam organik bukan hanya dipecah menjadi glukosa untuk proses transpirasi, tapi juga sebagai sumber vitamin pada tomat. Aktivitas metabolisme berlangsung seiring dengan lamanya penyimpanan. Proses metabolisme ini memanfaatkan enzim yang dapat merusak asam organik berupa asam askorbat yang merupakan sumber vitamin pada tomat. Rusaknya asam askorbat pada tomat ditandai dengan penurunan pH tomat ketika sudah mencapai puncak kematangannya. Sesuai dengan pendapat (Avivi dan Winarso, 2017), aktivitas enzim pada proses metabolisme dapat merusak asam askorbat di dalam tomat sehingga memicu penurunan nilai pH yang diindikasikan sebagai tanda awal penurunan mutu tomat.

Penurunan pH tomat juga bisa disebabkan karena adanya reaksi oksidasi pada permukaan tomat yang dapat merusak kandungan asam di dalamnya. Tomat tanpa *edible coating* (C1) lebih cepat menunjukkan penurunan pH dibandingkan dengan tomat dengan *edible coating* formulasi C1, C2 dan C3. Dapat dilihat pada Gambar 3, tomat dengan *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot mampu mempertahankan nilai pH nya berkisar antara 5,3–6,4 hingga hari ke-21 di suhu dingin. Penggunaan *edible coating* dapat menghambat proses respirasi, transpirasi dan metabolisme pada buah, sehingga terjadinya reaksi oksidasi ketika penyimpanan dapat dicegah. Sesuai dengan pendapat (Zumairy, 2018), di suhu dingin, kinerja *coating* dengan polisakarida yang tinggi mampu menghambat proses metabolisme, pemasakan, pelunakan dan penuaan pada buah.

Kadar Air

Kadar air merupakan persentase jumlah kandungan air dari suatu bahan pangan (Hendra et al., 2015). Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa variasi kombinasi antara tepung gathot dan tepung limbah ampas tebu menjadi *edible coating* memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar air tomat segar yang dihasilkan ($\alpha < 0,01$). Kadar air pada tomat segar selama 21 hari di suhu dingin menunjukkan grafik yang meningkat, berkisar antara 92,85–99,28%. Secara berurutan, persentase peningkatan susut bobot tomat segar dari hari ke-0 hingga hari ke-21 pada masing-masing variasi konsentrasi *edible coating* sebesar C0 = 6,43%; C1 = 2,26%; C2 = 3,33% dan C3 = 3,31%. Persentase kenaikan kadar air terendah merupakan tomat segar dengan formulasi *edible coating* tepung limbah ampas tebu 1% dan tepung gathot 0,75%, sedangkan kadar air tertinggi ialah tomat segar dengan formulasi *edible coating* kontrol atau 0% limbah ampas tebu dan tepung gathot.



Gambar 6. Tren perubahan kadar air pada tomat segar dengan *edible coating* limbah ampas tebu dan gathot selama penyimpanan di suhu 5°C

Tomat mengandung komponen air yang cukup tinggi ($\pm 93\%$) sehingga menjadikan tomat salah satu komoditas yang rentan rusak. Penggunaan *edible coating* mampu mempertahankan kadar air pada tomat dalam skala normal selama 15 hari di suhu dingin. Hal ini disebabkan karena lapisan *edible coating* mampu menutup pori-pori tomat, terlebih tomat memiliki kulit yang tipis, sehingga laju respirasi dan transpirasinya dapat diperlambat. sesuai dengan pendapat (Setiawan dan Santosa, 2022), bahwa penambahan *edible coating* mampu mempengaruhi permeabilitas gas dan uap air pada buah selama penyimpanan sehingga proses kebusukkan dapat ditunda.

Limbah ampas tebu sendiri masih mengandung sedikit gula sebesar 0,05–4,20 mg (Sutikno et al., 2017). Hal ini berhubungan dengan perbedaan kadar air pada tomat dengan *edible coating* formulasi C1 dengan C2 dan C3 dalam mencapai angka kadar air 95%. Kandungan gula yang lebih tinggi pada formulasi *edible coating* C2 dan C3 ini memicu meningkatnya laju transmisi uap air karena keberadaan kandungan gula mampu meningkatkan kelembaban di lingkungan sekitar tomat. Sesuai dengan pendapat (Heviyanti et al., 2021), *edible coating* dengan kadar gula yang tinggi menyebabkan peningkatan laju transmisi uap air karena ada jenis gula yang bersifat hidrofilik dengan membentuk ikatan antara hidrogen dengan molekul air. Penggunaan tepung agar dalam adonan *edible coating* sebagai *plasticizer* juga bersifat hidrofilik sehingga memicu penyerapan air lebih tinggi dibandingkan dengan *plasticizer* yang lain. Menurut (Shon et al., 2011), sifat hidrofilik pada agar dapat memicu penyerapan air dalam jumlah besar, namun pembentukan pelapis dengan agar setelah proses pendinginan mampu menahan transmisi uap air secara efektif.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tingkat kesegaran tomat dapat dilihat dari nilai susut bobot, total padatan terlarut, pH dan kadar air selama penyimpanan. *Edible coating* dengan formulasi tepung limbah ampas tebu 1% dan tepung gathot 0,75% menjadi perlakuan terbaik dalam penelitian ini karena mampu mempertahankan kesegaran dan menunjukkan penghambatan *chilling injury* pada tomat hingga hari ke 21 di suhu dingin.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan formulasi edible coating yang diteliti masih belum bisa mengcover keseluruhan permukaan tomat secara sempurna, sehingga dapat disarankan untuk penelitian selanjutnya yaitu dengan penggunaan *plasticizer* atau pemlatis dengan jenis lain seperti karagenan untuk mengoptimalkan pelapisan pada buah yang akan dikemas, selain itu waktu pencelupan *edible coating* juga perlu diperhatikan karena mempengaruhi kualitas perubahan buah yang diberi pelapis.

Keberlanjutan penelitian sangat disarankan untuk menghasilkan produk edible coating dengan formulasi yang sempurna sehingga mampu mempertahankan kesegaran tomat di berbagai variasi suhu penyimpanan secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Ullah, S., Zeb, A., Bibi, L., and Sarwar, R. 2024. Enhanced preservation of postharvest peaches with an edible composite coating solution of chitosan, tannic acid, and beeswax. *Food Chemistry Advances*, 5(1): 97-100.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis : Association of Official Analytical Chemists. AOAC International.
- Aragüez, L., Colombo, A., Borneo, R., and Aguirre, A. 2020. Active packaging from triticale flour films for prolonging storage life of cherry tomato. *Food Packaging and Shelf Life*, 25(1): 1-10.
- Athmaselvi, K. A., Sumitha, P., and Revathy, B. 2020. Development of Aloe vera Based Edible Coating for Tomato. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa : Agroekotek View*, 3(3): 28–34.
- Avivi, S., dan Winarso, S. 2017. Pertumbuhan sawi yang berasosiasi dengan bakteri *Synechococcus* sp. pada berbagai kondisi media salinitas. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 10(1): 64–72.
- Darmajana, D. A., Afifah, N., Solihah, E., dan Indriyanti, N. 2018. Pengaruh pelapis dapat dimakan dari karagenan terhadap mutu melon potong dalam penyimpanan dingin. *Agritech*, 37(3): 280. <https://doi.org/10.22146/agritech.10377>
- Dong, C., Wang, B., Li, F., Zhong, Q., Xia, X., and Kong, B. 2020. Effects of edible chitosan coating on Harbin red sausage storage stability at room temperature. *Meat Science*, 1(1): 159. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107919>
- Fatharani, A., Silsia, D., Sari, I. P., dan Hasanuddin, D. 2023. Model matematis tekstur tomat selama penyimpanan dengan virgin coconut oil (VCO) sebagai edible coating. *Seminar Nasional Pertanian Pesisir*, 2(1).
- Fitriani, A., Tamrin, Rahmawati, W., dan Kuncoro, S. 2022. Pengaruh Suhu Penyimpanan dan Varietas terhadap Mutu Buah Tomat. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(4): 574–582. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/ABE/index>
- Hendra, A. A., Utomo, A. R., dan Setijawati, E. 2015. Kajian karakteristik edible film dari tapioka dan gelatin dengan perlakuan penambahan gliserol. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 14(2): 95–100.
- Herdiana, N. 2011. Pengurangan chilling injury pada buah tomat (*Lycopersicon esculentum*) melalui aloe vera coating selama penyimpanan dingin. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 6(1): 24–33.
- Heviyanti, M., Murdhiani, dan Maharany, R. 2021. Komposisi limbah tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada pembuatan biodegradable film. *Agroteknika*, 4(2): 86–94.
- Husna, A., Rachmawati, D., dan Setiawan, R. 2020. Pengaruh edible coating dari limbah ampas tebu terhadap kualitas tomat selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 45(3): 221–230.
- Isnawaida, Yuliati, F. N., Prahesti, K. I., Malaka, R., and Hajrawati. 2021. Detection of coliform

- bacteria, total plate count and pH value in chicken eggs from Maros traditional market. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 788(1): 21-28. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012158>
- Johannes, E., Tuwo, M., Katappanan, N., Henra, H., and Wirianti, G. 2022. Edible coating based on cassava starch (*Manihot esculenta Crantz*) and red ginger (*Zingiber officinale var. rubrum*) extends shelf life of tomato fruit (*Solanum lycopersicum*). L. 204–218.
- Khatri, S., dan Choundhary, R. 2022. limbah tebu sebagai bahan edible coating untuk peningkatan kualitas produk hortikultura. *Jurnal Teknologi Pangan*, 45(3): 121–130.
- Koesmartaviani, L. R. 2015. Peningkatan kualitas dan umur simpan kentang (*Solanum tuberosum L.*) kupas dengan pemberian edible coating dari pektin kulit buah kakao (*Theobroma cacao L.*). Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Kumar, A., and Saini, C. S. 2021. Edible composite bi-layer coating based on whey protein isolate, xanthan gum and clove oil for prolonging shelf life of tomatoes. *Measurement: Food*, 2(1): 5-10. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2021.100005>
- Kurniawati, N. 2019. Pengaruh substitusi tepung gatot instan dan jenis bahan pengembang terhadap sifat organoleptik bolu kukus. *Jurnal Tata Boga*, 8(1): 40–53.
- Kustiyah, E., Novitasari, D., Andia Wardani, L., Hasaya, H., and Widiatoro, M. 2023. Utilization of Sugarcane Bagasses for Making Biodegradable Plastics with the Melt Intercalation Method. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2): 300–306.
- Lekjing, S. 2016. A chitosan-based coating with or without clove oil extends the shelf life of cooked pork sausages in refrigerated storage. *Meat Science*, 11(1): 192–197. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.003>
- Marín, A., and Ruiz, M. J. 2021. Bioactive Edible Coatings for Fresh Produce: Recent Trends and Developments. *Journal of Food Science*, 88(2): 469–481.
- Pujimulyani, D. 2012. *Teknologi Pengolahan Sayur-sayuran dan Buah-buahan*. Graha Ilmu.
- Purwandari, U., Tristiana, G. R., and Hidayati, D. 2014. Gluten-free noodle made from gathotan flour: antioxidant activity and effect of consumption on blood glucose level. *International Food Research Journal*, 21(5).
- Ratnaduhita, A., Nugroho, D. F., dan Wijayanti, D. A. 2023. Upaya Pemanfaatan Gathot (Singkong Terfermentasi) Sebagai Pakan Ternak Menjadi Beras Analog. *Jurnal Agriovet*, 5(2): 191–202.
- Ratnaduhita, A., Nuhriawangsa, A. M. P., dan Kartikasari, L. R. 2021a. Aplikasi aktivitas antioksidan tepung gathot (singkong terfermentasi) dalam edible film sosis ayam di suhu ruang. *Livestock and Animal Research*, 19(2): 227. <https://doi.org/10.20961/lar.v19i2.51837>
- Ratnaduhita, A., Nuhriawangsa, A. M. P., and Kartikasari, L. R. 2021b. Physico-chemical properties of gathot (fermented cassava) flour applied on edible film. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 888(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/888/1/012035>
- Ratnaduhita, A., Pratama, Y., dan Pramono, Y. B. 2022. Karakteristik Kimia dan Tingkat Kesukaan Beras Analog “Gatot Kaca” dari Gatot Dan Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris L.*) dengan Variasi Konsentrasi Cmc (Carboxymethyl Cellulose). *Jurnal Teknologi Pangan*, 5(1): 13–17. www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan.
- Ratnaduhita, A., dan Wianto, A. O. 2022. Pengaruh kemasan edible film dari tepung gathot (singkong terfermentasi) terhadap karakteristik kimiawi sosis ayam di suhu ruang. *AGRISAINTEFIKA : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 6(1): 47–56.
- Rudito. 2012. Perlakuan komposisi gelatin dan asam sitrat dalam edible coating yang mengandung gliserol pada penyimpanan tomat. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(1): 1–6.
- Selpiana, S., Patricia, P., dan Anggraeni, C. P. 2016. Pengaruh penambahan kitosan dan gliserol pada

- pembuatan bioplastik dari ampas tebu dan ampas tahu. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(1): 18–26.
- Setiawan, M., dan Santosa, D. 2022. Pengaruh edible coating gathot terhadap stabilitas kualitas dan total padatan terlarut tomat selama penyimpanan. *Jurnal Pangan Dan Teknologi*, 31(4): 114–122.
- Shon, J., Eo, J. H., dan Choi, Y. H. 2011. Gelatin coating on quality attributes of sausage during refrigerated storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 31(6): 834–842. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2011.31.6.834>
- Simamora, E. P., Elfrida, dan Pandia, E. S. 2019. Ekstrak daun cincau hitam (*melasthima palustris*) sebagai bahan alami dalam meningkatkan mutu dan masa simpan pada buah tomat (*Solanum lycopersicum*). *Jurnal Jeumpa*, 6(1): 143–153.
- Sugiharto, S., Yudiarti, Y., and Isroli, I. 2016. Assay of antioxidant potential of two filamentous fungi isolated from the Indonesian fermented dried cassava. *MDPI Antioxidants*, 5(1): 1–6.
- Sutikno, S., Marniza, M., dan Sari, N. 2017. Pengaruh perlakuan awal basa dan hidrolisis asam terhadap kadar gula reduksi ampas tebu. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 20(2): 65–72.
- Zumairy, M. 2018. Pengaruh penambahan gum Arab pada gel lidah buaya (*Aloe vera*) sebagai edible coating terhadap sifat fisik dan kadar vitamin C buah stroberi (*Fragaria x ananassa var Duchesne*) [Doctoral Dissertation]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.