

Inovasi *Edible Coating* Buah Mangga Berbasis Kitosan Kulit Udang dengan Aditif Ekstrak Daun Asam Jawa sebagai Antimikroba

Innovation of Edible Coating of Mango Fruit Based on Shrimp Shell Chitosan with Tamarind Leaf Extract Additive as Antimicrobial

Deska Rizki Pratama¹, Aidha Sekar Berutu¹, Fahrizal Husin¹, Maychel Yohana Panjaitan², Taslim^{1*}

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara, Jl. Almamater, Padang Bulan, Medan, 20155, Indonesia

²Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. A. Sofian No. 3, Padang Bulan, Medan, 20155, Indonesia

*Email: taslim@usu.ac.id

Article history:

Diterima : 5 Desember 2024
Direvisi : 11 Februari 2025
Disetujui : 15 Februari 2025
Mulai online : 27 Maret 2025

E-ISSN: 2337-4888

How to cite:

Deska Rizki Pratama, Aidha Sekar Berutu, Fahrizal Husin, Maychel Yohana Panjaitan, Taslim. (2025). Inovasi *Edible Coating* Buah Mangga Berbasis Kitosan Kulit Udang dengan Aditif Ekstrak Daun Asam Jawa sebagai Antimikroba. Jurnal Teknik Kimia USU, 14(1), 53-61.

ABSTRAK

Edible coating adalah lapisan tipis yang dapat dikonsumsi yang melindungi permukaan buah dari pengaruh lingkungan. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas *edible coating* berbasis kitosan kulit udang dan ekstrak daun asam jawa sebagai antimikroba, dengan tambahan gliserol dan *tween* 80, dalam menjaga kualitas mangga selama 15 hari penyimpanan. Variabel bebas yang dievaluasi meliputi konsentrasi ekstrak daun asam jawa (0,5; 1,0 dan 1,5%) serta waktu penyimpanan buah mangga (0, 3, 6, 9, 12, dan 15 hari), sedangkan jumlah kitosan yang digunakan adalah konstan. Parameter yang diukur meliputi total mikroba, susut bobot, warna kulit buah, total padatan terlarut, total asam tertitrasi, dan kandungan vitamin C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi kitosan kulit udang dan ekstrak daun asam jawa sebagai antimikroba secara signifikan mengurangi penurunan kualitas buah mangga, dengan konsentrasi ekstrak daun asam jawa sebesar 0,5% sebagai jumlah yang paling efektif dalam menjaga kualitas dan memperpanjang umur simpan buah mangga hingga 15 hari.

Kata kunci: *edible coating*, buah mangga, kitosan, daun asam jawa, kulit udang, antimikroba

ABSTRACT

Edible coating is a thin layer that can be consumed which protects the surface of the fruit from environmental influences. This study evaluates the effectiveness of shrimp shell chitosan-based *edible coating* with tamarind leaf extract as an antimicrobial, along with glycerol and *tween* 80, in preserving mango quality during 15 days of storage. The variables evaluated were the concentration of tamarind leaf extract (0.5, 1.0, and 1.5%) and mango storage duration (0, 3, 6, 9, 12, and 15 days). While the amount of chitosan used was constant. The parameters measured included total microbial count, weight loss, fruit skin color, total soluble solids, titratable acidity, and vitamin C content. The results showed that the combination of shrimp shell chitosan and tamarind leaf extract as an antimicrobial significantly reduced the degradation of mango quality, with the 0.5% concentration of tamarind leaf extract being the most effective in maintaining quality and extending shelf life of mango until 15 days.

Keyword: *edible coating*, mango, chitosan, tamarind leaf, shrimp shell, antimicrobial



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International.
<https://doi.org/10.32734/jtk.v14i1.19093>

1. Pendahuluan

Mangga (*Mangifera indica* L.) merupakan tanaman buah tropis terpenting kedua di dunia dalam hal nilai ekonominya karena kualitasnya seperti aroma sedap yang khas, memiliki rasa yang lezat, dan kandungan nutrisinya tinggi. Mangga dibudidayakan di lebih dari 88 negara terutama di India, China, Thailand, Indonesia, dan Meksiko sebagai negara produsen mangga terbanyak dunia [1]. Pada tahun 2023, produksi mangga di dunia mencapai 61,11 juta ton setiap tahunnya [2]. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2024, Indonesia menghasilkan buah mangga sekitar 3,3 juta ton per tahunnya [3]. Buah mangga memiliki umur simpan yang terbatas (5-7 hari pascapanen pada suhu kamar), laju respirasi tinggi, produksi etilen yang tinggi saat pematangan, rentan terserang hama dan penyakit secara kumulatif mengakibatkan hilangnya nutrisi seperti vitamin C, yang berdampak pada menurunnya nilai pasar [4]. Penanganan pengawetan buah mangga yang digunakan saat ini yaitu modifikasi atmosfer, kontrol temperatur dengan cara pendinginan [5] dan pelapisan lilin [4]. Namun, penanganan modifikasi atmosfer dan kontrol temperatur membutuhkan biaya dan energi yang besar, serta pelapisan lilin dapat menghasilkan senyawa berbahaya bagi tubuh, lingkungan dan buah [5]. Beberapa negara telah melarang penggunaan lilin berbasis dasar minyak bumi untuk pelapisan buah mangga. Sebagai alternatif, pelapis alami lebih baik untuk menjaga kualitas buah mangga [4].

Salah satu alternatif mempertahankan kualitas dan menambah umur simpan buah mangga yang hemat biaya dan energi serta ramah lingkungan adalah menggunakan *edible coating* (EC). EC merupakan lapisan tipis yang menempel pada produk makanan dan dapat dimakan guna menghambat transfer massa, seperti uap air, gas, zat terlarut, dan cahaya [6]. Bahan dasar pembuatan EC berupa karagenan, pati-patian, dan kitosan. Kitosan yang digunakan merupakan hasil ekstraksi kitin dari kulit udang. Kulit udang mengandung senyawa kitin berkisar 15-20% [7]. Kitosan merupakan polimer alami yang bersifat *biodegradable*, antibakteri, antioksidan, tidak beracun, dan pembentuk film yang baik sehingga potensial untuk diaplikasikan [8]. Lapisan kitosan dapat mempengaruhi laju respirasi sehingga menunda kematangan buah [9].

EC berbasis kitosan seringkali menunjukkan sifat mekanik yang buruk sehingga perlu ditambahkan *plasticizer* untuk meningkatkan sifat mekanik dan penurunan permeabilitas uap air. Dengan demikian, EC yang dihasilkan dapat lebih fleksibel, kuat, dan aplikatif [10]. Salah satu *plasticizer* yang banyak digunakan adalah gliserol. Pelapis kitosan memiliki kekurangan yaitu sifat penghalang uap air yang buruk yang dapat diperbaiki dengan penambahan agen antioksidan dan antimikroba sebagai zat aktif [11]. Salah satu zat aktif yang dapat digunakan adalah ekstrak daun asam jawa. Penggabungan agen antioksidan alami ke dalam EC dapat menghambat laju penurunan kadar vitamin, reaksi enzimatis, oksidasi, serta pematangan buah [12]. Ekstrak daun asam jawa (*Tamarindus indica*) diketahui mengandung senyawa kimia seperti lanosterol, lupenone dan γ -sitosterol yang menunjukkan potensi antioksidan, antibakteri, antijamur, antiinflamasi, dan aktivitas analgesik [13].

Inovasi EC untuk buah mangga dalam penelitian ini didasarkan pada pemanfaatan limbah kulit udang sebagai sumber kitosan, yang kemudian dikombinasikan dengan ekstrak daun asam jawa sebagai aditif antimikroba. Kitosan memiliki kemampuan membentuk lapisan tipis transparan yang tahan terhadap air dan bersifat antimikroba, menjadikannya bahan potensial untuk memperpanjang umur simpan buah. Namun, penelitian ini menghadirkan inovasi dengan mengoptimalkan formulasi EC melalui aditif ekstrak daun asam jawa, yang kaya akan senyawa bioaktif, guna meningkatkan efektivitasnya dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Oleh karena itu, riset ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menganalisis kualitas buah mangga yang dilapisi oleh EC berbasis kitosan dari limbah kulit udang dengan aditif ekstrak daun asam jawa sebagai antimikroba.

2. Metode

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit udang yang diperoleh dari Medan Labuhan, Sumatera Utara dan daun asam jawa yang diperoleh dari Universitas Sumatera Utara, Medan. Bahan kimia seperti *tween* 80, gliserol, asam asetat, akuades, *plate count agar*, *potato dextrose agar*, NaCl, HCl, NaOH, etanol 70%, iodium, dan *phenolphthalein* diperoleh dari CV. Rudang Jaya, Medan. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *hotplate stirrer* (THERMO FISHER SCIENTIFIC Cimarec+™ *Stirrer*, USA), neraca digital (METTLER TOLEDO *Analytical Balance* ME204, Indonesia), oven (Memmert UNB 500, Germany), pH meter (HANNA INSTRUMENT HI98107, USA), ayakan (*ABM Test Sieve Analysis*, Indonesia), serta *laboratory glassware*.

Ekstraksi Kitosan Kulit Udang

Sebanyak 20 g kulit udang dideproteinasi dengan larutan NaOH 2,0 M dengan perbandingan 1:16 (b/v) pada suhu kamar selama 48 jam. Kemudian larutan disaring dan kulit udang dicuci hingga pH netral, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 4 jam. Kulit udang kemudian didemineralisasi dengan larutan HCl 1,0 M dengan perbandingan 1:16 (b/v) selama 24 jam. Kemudian larutan disaring dan kulit udang dicuci hingga pH netral. Kitin yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 4 jam. Kitin dideasetilasi dengan NaOH 48% pada suhu 70 °C selama 48 jam, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 4 jam [14]. Kitin dan kitosan yang diperoleh selanjutnya dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dengan rentang frekuensi 4000–400 cm⁻¹. Derajat Deasetilasi (DD) kitosan dihitung menggunakan metode yang diusulkan oleh Kumari *et al.* (2017) [15], seperti persamaan (1):

$$DD\% = 100 - \left[\left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \right) \times \frac{100}{1,33} \right] \quad (1)$$

Ekstraksi Daun Asam Jawa

Daun asam jawa dicuci dan dikeringkan pada suhu 45 °C dalam oven selama 2 hari, kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 100 *mesh* sehingga diperoleh serbuk daun asam jawa. Pembuatan ekstrak asam jawa dilakukan dengan menggunakan teknik maserasi. Sebanyak 50 g serbuk daun asam jawa direndam di dalam 200 mL pelarut etanol 70% pada wadah tertutup. Sampel direndam selama 3 hari sambil sesekali diaduk. Kemudian filtrat disaring menggunakan kertas saring whatman nomor 1. Filtrat dipekatkan menggunakan *rotary vacum evaporator* pada suhu 40–50 °C dengan kecepatan 175 rpm hingga didapatkan Ekstrak Daun Asam Jawa (EDAJ) kental [16]. EDAJ dikarakterisasi menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk menentukan profil senyawa antibakteri dan antioksidan [13].

Pembuatan Larutan *Edible Coating*

Kitosan dilarutkan dalam asam asetat 1% (b/v, basis akuades) dengan konsentrasi kitosan 2,5% (b/v, basis akuades). Larutan dipanaskan dan diaduk selama 3 jam pada suhu 85°C dan 750 rpm. Saat memanaskan larutan kitosan, disiapkan EDAJ dengan konsentrasi 0,5; 1,0; dan 1,5% (b/v, basis akuades). Konsentrasi ekstrak ini dikombinasikan dengan *tween 80* 20% (b/b, basis EDAJ) dan gliserol 30% (b/b, basis kitosan). Setelah itu, campuran larutan EDAJ dimasukkan ke dalam larutan kitosan yang telah disiapkan, kemudian ditambahkan akuades hingga volume 2 liter dan diaduk hingga larutan *coating* terlarut sempurna [17], dan siap digunakan. Untuk pengaplikasian, buah mangga yang akan dilapisi EC dicuci bersih dan dikeringkan. Selanjutnya buah mangga dicelupkan ke dalam larutan EC selama 3 menit, kemudian buah ditiriskan dan diangin-anginkan. Buah disimpan dalam suhu ruang selama 0, 3, 6, 9, 12, dan 15 hari [5]. Parameter uji meliputi total mikroba buah mangga, susut bobot, warna kulit, total padatan terlarut, total asam tertitrasi, dan kandungan vitamin C. Percobaan dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali pengulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan *one-way ANOVA* dan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan tingkat signifikansi ($p < 0,05$) menggunakan IBM SPSS 27.

Analisis Total Mikroba Buah Mangga

Metode yang digunakan dalam analisis mikroba adalah *Total Plate Count* (TPC) dengan teknik penanaman sel *pour plate*. Sebanyak 1 g sampel dilarutkan dalam 9 mL larutan NaCl fisiologis. Sampel kemudian diencerkan sampai dengan 10⁻⁵. Selanjutnya dipipet 1 mL dari pengenceran 10⁻³–10⁻⁵ kemudian ditanam dalam media *Plate Count Agar* dan *Potato Dextrose Agar*. Setelah sampel disebar merata, cawan dibalik dan diinkubasi selama 48 jam. Setelah periode inkubasi selesai, koloni yang tumbuh di dalam cawan petri dapat dihitung menggunakan alat *colony counter* [5].

Uji Susut Bobot

Buah mangga ditimbang setiap variasi waktu penyimpanan buah yaitu 0–15 hari menggunakan neraca digital. Susut bobot mangga ditentukan oleh selisih antara berat awal dan berat akhir dan dapat dihitung menggunakan persamaan (2) [18]:

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{(\text{berat buah awal}) - (\text{berat buah hari ke-n})}{(\text{berat buah awal})} \quad (2)$$

Uji Warna Kulit Mangga

Warna kulit mangga diukur menggunakan alat kromameter. Pengujian dilakukan pada tiga posisi masing-masing buah (bawah, tengah, dan atas) pada kulit buah mangga. Hasilnya yaitu, parameter ruang warna (L*)

mengukur kecerahan dengan hasil mulai dari warna putih yang memantulkan cahaya dan hitam yang menyerap cahaya; (a^*) mengukur kemerahan jika positif, abu-abu jika nol, dan kehijauan jika negatif; (b^*) mengukur warna kuning jika positif, abu-abu jika nol, dan kebiruan jika negatif; dan *hue angle* (h°) mengukur rona dasar dari suatu warna pada spektrum warna [5].

Uji Total Padatan Terlarut (TPT)

Konsentrasi total padatan terlarut ditentukan dalam jus daging mangga. Jus mangga diekstraksi dari daging buahnya secara manual dengan kain saring. Jus yang dihasilkan dihomogenisasi secara menyeluruh dan 2-3 tetes jus diteteskan pada prisma *refractometer* dan pembacaan hasilnya dicatat. Konsentrasi total padatan terlarut dinyatakan dalam persen *brix* [19].

Uji Total Asam Tertitrasi (TAT)

Sebanyak 5 mL jus buah diencerkan dengan 25 mL akuades. Masing-masing sampel diberi dua tetes indikator *phenolphthalein* dan kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga berwarna merah muda [12]. Total asam tertitrasi dapat dihitung menggunakan persamaan (3) [18]:

$$\text{Asam tertitrasi (g asam sitrat/kg buah)} = \frac{(V \times 0,1 \times 1000 \times 0,064)}{m} \quad (3)$$

V adalah volume NaOH yang terpakai (mL); 0,1 adalah normalitas NaOH yang digunakan; 0,064 adalah faktor konversi asam sitrat; dan m adalah massa jus mangga yang terpakai (g).

Uji Kandungan Vitamin C

Kandungan vitamin C sari buah mangga ditentukan dengan metode titrasi iodometri. Sebanyak 30 g sampel dilarutkan dengan akuades kemudian disaring. Selanjutnya diambil filtrat sebanyak 20 mL, ditambahkan asam sulfat 0,1 M sebanyak 5 mL dan indikator amilum sebanyak 2 mL dan dititrasi dengan menggunakan iodium 0,01 N. Titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi biru [20]. Kandungan vitamin C dapat dihitung menggunakan persamaan (4) [21]:

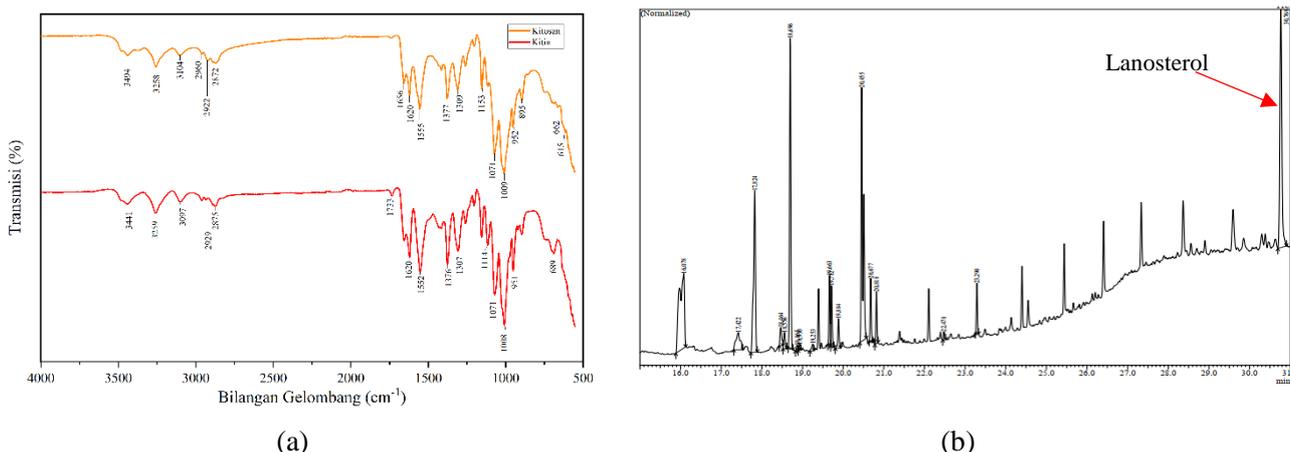
$$\text{Vitamin C (mg/100 gram bahan)} = \frac{V_{I_2} \times 0,88 \times F_p \times 100}{W} \quad (4)$$

V_{I_2} adalah volume larutan iodium (mL); 0,88 adalah faktor konversi asam askorbat; F_p adalah faktor pengenceran; dan W adalah berat sampel (g).

3. Hasil

Karakteristik Kitosan dan EDJA

Gambar 1(a) menunjukkan spektrum FTIR kitin dan kitosan yang memiliki beberapa perbedaan. Perbedaan spektra kitin dan kitosan ditunjukkan dengan adanya pita serapan di daerah 1655 cm^{-1} yang merupakan vibrasi ulur C=O dan pita serapan pada bilangan gelombang 1552 cm^{-1} yang merupakan vibrasi ulur N-H asetamida pada spektra inframerah kitin. Kedua spektra tersebut mengindikasikan bahwa kitin telah terbentuk. Indikasi terbentuknya kitosan adalah berkurangnya intensitas puncak serapan pada bilangan gelombang 1657 cm^{-1} (vibrasi C=O) dan 1552 cm^{-1} (vibrasi ulur N-H asetamida), sedangkan pada spektra kitin intensitasnya masih tajam [22]. Adapun derajat deasetilasi (DD) kitosan dihitung dan diperoleh sebesar 81,3%. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai DD yang lebih tinggi daripada DD kitosan kulit udang pada penelitian Kumari *et al* (2017) yaitu sebesar 78% [15].

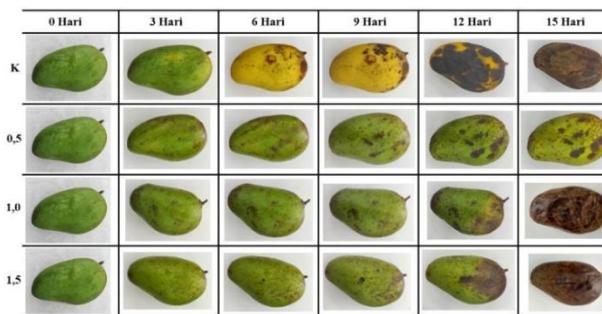


Gambar 1: (a) Hasil spektrum FTIR kitin dan kitosan, (b) Hasil analisis GC-MS ekstrak daun asam jawa

Analisis GC-MS dilakukan untuk menentukan profil senyawa antibakteri dan antioksidan dalam daun asam jawa. Hasil kromatogram pada EDAJ diperoleh 18 puncak yang ditunjukkan oleh Gambar 1(b). Komponen utama dalam EDAJ dengan persentase luas puncak tertinggi adalah Lanosterol (18,60%), *Ethanone* (17,22%), *2-Heptadecanone* (15,1%), *2,6-Dihydroxybenzoic Acid* (15,55%), dan 1H-Purin-6-amine (12,24%) yang diketahui memiliki sifat antioksidan, antibakteri, dan antijamur. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Aly *et al.* (2023), yang melaporkan bahwa senyawa steroid seperti lanosterol dalam EDAJ memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, dan antijamur [13]. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa *2,6-Dihydroxybenzoic Acid*, yang tergolong sebagai senyawa fenolik, memiliki peran utama dalam menangkal radikal bebas dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme tertentu [23].

Pembusukan

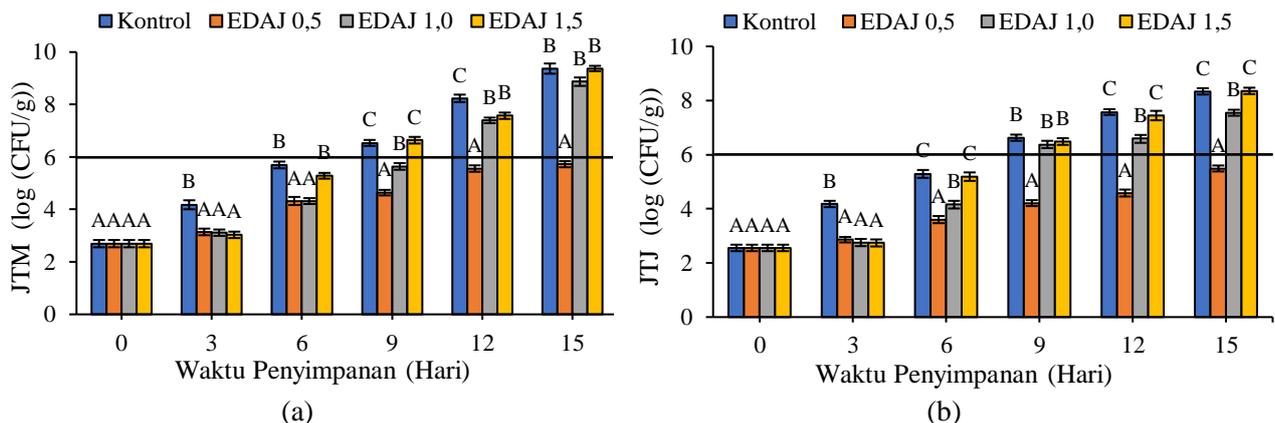
Selama waktu penyimpanan, buah mangga tanpa perlakuan (kontrol) menunjukkan pembusukan pada 12 hari penyimpanan seperti pada Gambar 2. Peristiwa pembusukan lebih tinggi pada buah mangga kontrol yang tidak dilapisi oleh EC dibandingkan dengan perlakuan lainnya, ini disebabkan oleh aktivitas kitosan dengan penambahan EDAJ yang dapat mempertahankan kualitas buah [19]. Kitosan sebagai senyawa polimer alami, berperan sebagai antimikroba yang dapat memperlambat pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan buah. Sementara itu, EDAJ mengandung senyawa aktif seperti tanin dan flavonoid yang mampu meningkatkan sifat antimikroba kitosan serta menghambat proses oksidasi, sehingga memperpanjang umur simpan buah [12].



Gambar 2. Penampakan buah mangga berdasarkan waktu penyimpanan

Total Mikroba Buah Mangga

Penambahan bahan aktif antimikroba pada EC dapat meningkatkan daya simpan dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Batas mikrobiologi untuk pengawetan buah-buahan adalah 10^6 CFU/g [5]. Pelapisan EC dengan formulasi EDAJ 0,5% dapat mempertahankan jumlah total mikroba (JTM) dan jumlah total jamur (JTJ), di bawah batas yang dapat diterima yaitu 10^6 CFU/g, bahkan setelah 15 hari penyimpanan. Berdasarkan Gambar 3(a) JTM dan 3(b) JTJ berkurang secara signifikan ($p < 0,05$) untuk mangga yang diberi perlakuan pelapisan kitosan dan EDAJ dibandingkan dengan kontrol. Pengurangan jumlah mikroba pada permukaan sampel mangga yang dilapisi disebabkan oleh aktivitas antimikroba kitosan dan EDAJ. Selain itu, pelapisan kitosan dapat membentuk penghalang parsial terhadap transfer massa seperti oksigen (O_2), yang dapat mencegah atau membatasi pertumbuhan mikroba pada mangga [5].

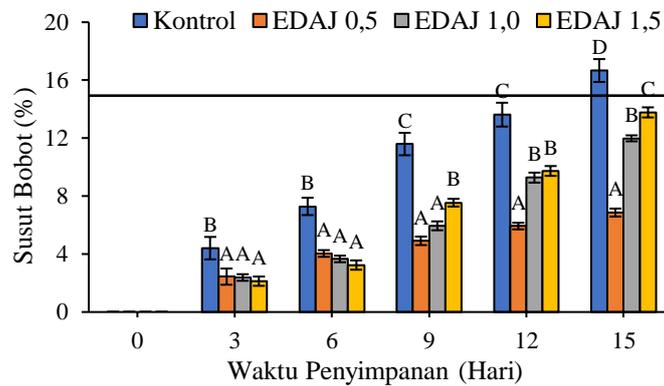


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi EDAJ terhadap: (a) JTM (b) JTJ pada buah mangga. Huruf A, B, dan C menunjukkan adanya perbedaan nyata antar sampel perlakuan pada hari yang sama ($p \leq 0,05$).

Susut Bobot

Susut bobot buah meningkat secara progresif pada semua perlakuan dari hari ke-3 hingga ke-15 masa penyimpanan. Batas yang diperbolehkan untuk kehilangan berat buah selama penyimpanan adalah 15% [5]. Berdasarkan Gambar 4, aplikasi pelapisan secara signifikan ($p < 0,05$) efektif untuk mempertahankan kehilangan berat. Semakin lama durasi penyimpanan, semakin besar perbedaan kehilangan berat antara buah mangga yang dilapisi dan tidak dilapisi. Kehilangan berat buah mangga selama penyimpanan berkaitan dengan proses fisiologis, seperti respirasi dan penguapan. Kehilangan berat sampel kontrol (tidak dilapisi) adalah 13,62% setelah 12 hari penyimpanan, sedangkan kehilangan berat untuk mangga yang dilapisi dengan ED AJ 0,5%, 1,0%, dan 1,5% masing-masing adalah 5,93%, 9,27%, dan 9,73%.

Buah yang dilapisi kitosan dan ED AJ 1,0% dan 1,5% menunjukkan penurunan berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan buah ED AJ 0,5% setelah 15 hari penyimpanan. Kehilangan berat mangga yang dilapisi dengan ED AJ 0,5% adalah 6,86%, sedangkan mangga yang dilapisi dengan ED AJ 1,0% dan 1,5% masing-masing adalah 11,98% dan 13,77% disertai perubahan struktur dan warna buah setelah 12 hari penyimpanan. Buah tanpa pelapis (kontrol) menunjukkan kehilangan berat tertinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa pelapisan mempertahankan berat buah secara signifikan ($p < 0,05$) lebih tinggi pada variasi ED AJ 0,5%. Alasan perbedaan kehilangan berat di antara sampel dikarenakan pelapisan dan ketebalan pelapisan, yang mempengaruhi laju transpirasi dan respirasi buah mangga [5]. Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya pada pelapisan buah mangga [5] dan [24], yang melaporkan bahwa EC berbasis kitosan secara signifikan dapat mengurangi susut bobot buah mangga.



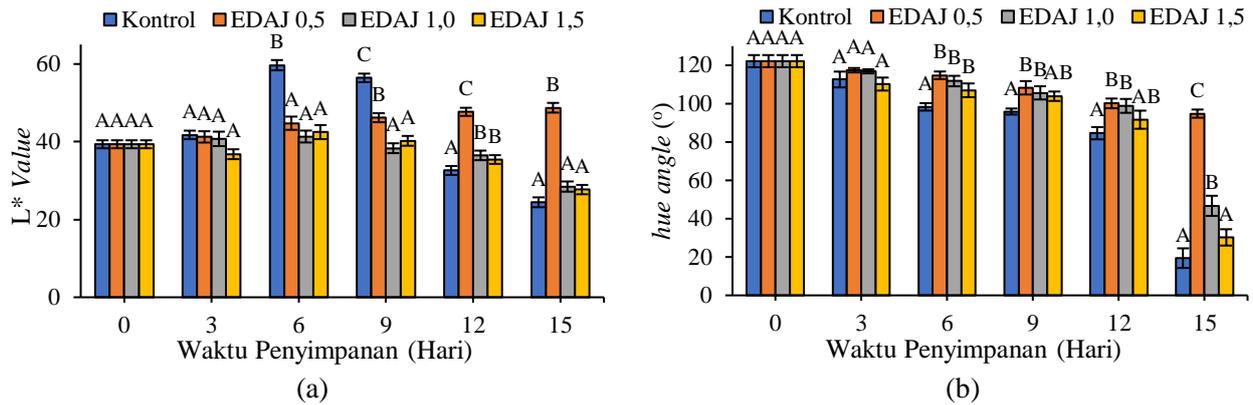
Gambar 4. Pengaruh konsentrasi ED AJ terhadap susut bobot

Warna Kulit Mangga

Pengaruh pelapisan dan konsentrasi ED AJ terhadap warna buah mangga ditunjukkan pada Gambar 5. Warna dievaluasi berdasarkan tingkat kecerahan (L^* value) dan *hue angle*. Gambar 5(a) menunjukkan bahwa L^* value kulit mangga meningkat dengan waktu penyimpanan. Pelapisan memiliki efek dalam menghambat perubahan warna kulit mangga [5]. Setelah 12 hari penyimpanan L^* value kulit mangga kontrol adalah 32,61, sedangkan L^* value kulit mangga yang dilapisi ED AJ konsentrasi 0,5%, 1,0%, 1,5% masing-masing sebesar 47,69; 36,49; 35,43. Peningkatan L^* value yang kecil menunjukkan perubahan warna yang lambat. Namun, L^* value kulit mangga yang dilapisi ED AJ 1,0% dan 1,5% mulai menurun setelah 9 hari penyimpanan. Hal ini disebabkan oleh pencoklatan kulit mangga.

Perubahan warna kulit merupakan hasil dari degradasi klorofil dan sintesis karotenoid selama pematangan mangga, yang mengubah warna kulit dari hijau menjadi kuning selama pematangan buah mangga. Perubahan nilai *hue angle* buah mangga ditunjukkan pada Gambar 5(b), nilai ini mengalami penurunan dengan waktu penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa pelapisan buah memperlambat proses *degreening* pada buah mangga [5]. Nilai *hue angle* buah mangga yang dilapisi lebih tinggi dibandingkan dengan buah yang tidak dilapisi. Setelah 15 hari penyimpanan, nilai *hue angle* kulit mangga yang dilapisi ED AJ 0,5%, 1,0%, dan 1,5% adalah 94,78°; 46,68°; dan 30,21°. Berdasarkan parameter warna kulit mangga selama penyimpanan, ED AJ 0,5% merupakan pelapis yang tepat karena perubahan warna pada kulit berlangsung paling lambat dan ED AJ 1,0% juga menunda perubahan warna mangga tetapi terjadi pencoklatan, yang berdampak negatif pada kualitas sensoris buah mangga. Penelitian sebelumnya mendukung hasil ini. Kumar *et al.* (2021) melaporkan bahwa aplikasi EC berbasis kitosan dapat mengendalikan perubahan warna kulit mangga selama kondisi penyimpanan karena memperlambat proses respirasi dan produksi etilen. Selain itu, EC juga efektif dalam mengurangi

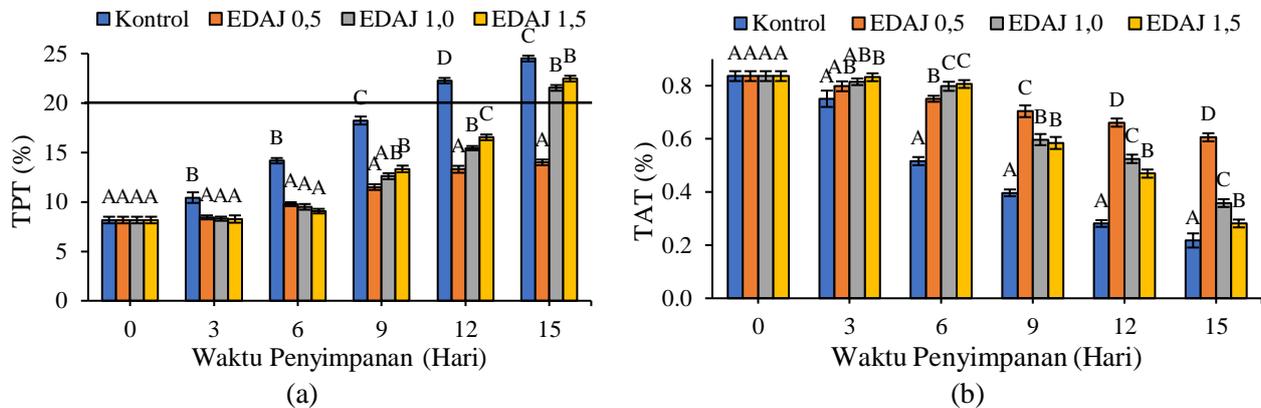
perbedaan warna kulit mangga dengan menghambat pencoklatan enzimatis serta menunda proses pigmentasi kulit buah [12].



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi EDJA terhadap warna kulit buah: (a) L* Value, (b) hue angle

Total Padatan Terlarut (TPT), Total Asam Tertitiasi (TAT), dan Kandungan Vitamin C

Pengaruh konsentrasi EDJA terhadap TPT dan TAT buah mangga ditunjukkan pada Gambar 6(a) dan 6(b). Nilai TPT akan meningkat selama pematangan pascapanen buah mangga [25]. Peningkatan TPT dapat dikaitkan dengan pematangan yang cepat. Selain itu, kehilangan massa juga berkontribusi pada peningkatan TPT [26]. Pada Gambar 6(a), perlakuan konsentrasi EDJA 0,5% berbeda signifikan terhadap perlakuan kontrol dan EDJA 1,0% dan 1,5%. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan nilai TPT EDJA 0,5% yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan lain selama waktu penyimpanan 15 hari. Peningkatan TPT yang berkurang akan linier dengan penurunan berat (susut bobot) yang ditahan [24].

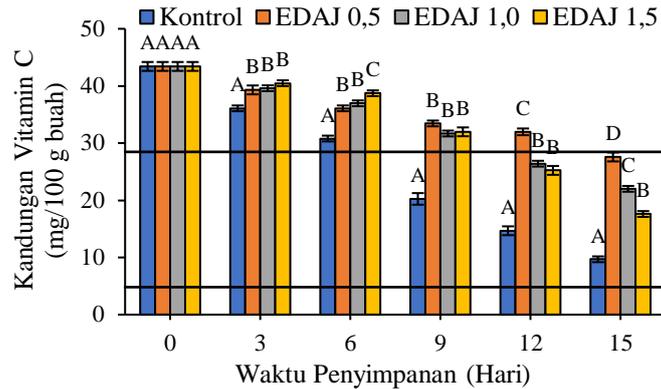


Gambar 6. Pengaruh konsentrasi EDJA terhadap: (a) TPT (b) TAT

Asam organik merupakan substrat utama yang berhubungan dengan metabolisme respirasi pada mangga dan buah klimakterik lainnya. Penurunan asam organik berkorelasi positif dengan peningkatan aktivitas metabolisme [27]. Konsentrasi asam organik yang berkurang umumnya berhubungan dengan pemanfaatannya sebagai substrat untuk aktivitas metabolisme berkelanjutan seperti laju respirasi pada mangga yang disimpan [26]. Pada Gambar 6(b), nilai TAT lebih tinggi pada kelompok perlakuan EC dan efeknya jauh lebih baik pada perlakuan EDJA 0,5%. Pengawetan nilai TAT yang lebih tinggi dalam perlakuan EDJA 0,5% dapat dikaitkan dengan metabolisme klimakterik (laju respirasi) yang berkurang karena mengonsumsi lebih sedikit asam organik dan akhirnya menunda pengurangan TAT [24].

Penurunan kandungan vitamin C pada buah mangga terjadi akibat proses oksidasi, karena vitamin C sangat mudah teroksidasi membentuk senyawa askorbat lainnya yang dapat menyebabkan kerusakan pada buah [19]. Kandungan vitamin C pada sampel buah mangga yang dilapisi berada dalam rentang yang dibolehkan yaitu 5,6 hingga 29,1 mg/100 g [5]. Kandungan vitamin C buah mangga menurun selama penyimpanan seperti tertera pada Gambar 7. Kandungan vitamin C buah mangga yang dilapisi EDJA 0,5% lebih tinggi dibandingkan sampel kontrol, EDJA 1,0% dan 1,5% yaitu 27,57 mg/100 gram buah setelah 15 hari penyimpanan. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Kumar *et al.* (2021), yang melaporkan bahwa EC berbasis kitosan efektif dalam memperlambat degradasi vitamin C akibat oksidasi selama penyimpanan

buah [12]. Ngo *et al.* (2021) juga menyatakan bahwa kandungan vitamin C dalam buah yang dilapisi EC tetap berada dalam rentang yang diizinkan, sebagaimana hasil dalam penelitian ini [5].



Gambar 7. Pengaruh konsentrasi EDAJ terhadap kandungan vitamin C

4. Kesimpulan

Edible coating berbasis kitosan kulit udang dengan aditif ekstrak daun asam jawa terbukti efektif dalam memperpanjang masa simpan buah mangga dan menekan pertumbuhan mikroorganisme. Konsentrasi ekstrak daun asam jawa 0,5% adalah yang paling efektif dalam menjaga kualitas buah dengan susut bobot terkecil 6,86%, menjaga kestabilan warna, total padatan terlarut terendah 14%, total asam tertitrasi tertinggi 0,61% dan kandungan vitamin C tertinggi 27,57% selama penyimpanan 15 hari. Selain itu, mangga yang dilapisi *edible coating* dengan ekstrak daun asam jawa 0,5% menunjukkan penurunan jumlah mikroorganisme total dalam buah mangga, tidak melebihi 10^6 CFU/g selama 15 hari waktu penyimpanan.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, Ditjen Belmawa dan Universitas Sumatera Utara atas pendanaan penelitian ini melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Tahun 2024.

6. Konflik Kepentingan

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan (*conflict of interest*) pada publikasi artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] E. Tavassoli-Kafrani, M. V. Gamage, L. F. Dumée, L. Kong, and S. Zhao, "Edible films and coatings for shelf life extension of mango: a review," *Crit Rev Food Sci Nutr*, vol. 62, no. 9, pp. 2432–2459, 2022.
- [2] Statista, "Mango production worldwide from 2000 to 2023," Hamburg, 2025. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/577951/world-mango-production/>
- [3] Badan Pusat Statistik, "Produksi tanaman buah-buahan, 2021-2023," Jakarta, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/production-of-fruits.html>
- [4] M. L. Ntsoane, M. Zude-Sasse, P. Mahajan, and D. Sivakumar, "Quality assessment and postharvest technology of mango: a review of its current status and future perspectives," *Sci Hortic*, vol. 249, pp. 77–85, 2019.
- [5] T. M. P. Ngo *et al.*, "Effect of pectin/nanochitosan-based coatings and storage temperature on shelf-life extension of 'Elephant' mango (*Mangifera indica* L.) fruit," *Polymers (Basel)*, vol. 13, no. 3430, pp. 1–22, 2021.
- [6] V. Patil, R. Shams, and K. K. Dash, "Techno-Functional characteristics, and potential applications of edible coatings: a comprehensive review," *J Agric Food Res*, vol. 14, pp. 1–12, 2023.
- [7] N. Verawati, N. Aida, and K. Muttaqin, "Utilization of chitosan from waste giant prawns as edible coating tomato fruit with long variation of storage," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 8, no. 3, pp. 134–144, 2020.
- [8] S. Hajji, I. Younes, S. Affes, S. Boufi, and M. Nasri, "Optimization of the formulation of chitosan edible coatings supplemented with carotenoproteins and their use for extending strawberries postharvest life," *Food Hydrocoll*, vol. 83, pp. 375–392, 2018.

- [9] J. Wang and S. Zhuang, "Chitosan-Based materials: preparation, modification and application," *J Clean Prod*, vol. 355, pp. 1–25, 2022.
- [10] W. A. Asfaw, K. D. Tafa, and N. Satheesh, "Optimization of citron peel pectin and glycerol concentration in the production of edible film using response surface methodology," *Heliyon*, vol. 9, no. 3, pp. 1–11, 2023.
- [11] C. Yin, C. Huang, J. Wang, Y. Liu, P. Lu, and L. Huang, "Effect of chitosan- and alginate-based coatings enriched with cinnamon essential oil microcapsules to improve the postharvest quality of mangoes," *Materials*, vol. 12, no. 2039, pp. 1–19, 2019.
- [12] N. Kumar, Pratibha, Neeraj, A. T. Petkoska, S. A. Al-Hilifi, and O. A. Fawole, "Effect of chitosan–pullulan composite edible coating functionalized with pomegranate peel extract on the shelf life of mango (*Mangifera indica*)," *Coatings*, vol. 11, no. 764, pp. 1–20, 2021.
- [13] S. H. Aly, M. A. El-Hassab, S. S. Elhady, and H. A. Gad, "Comparative metabolic study of *Tamarindus indica* L.'s various organs based on GC/MS analysis, in silico and in vitro anti-inflammatory and wound healing activities," *Plants*, vol. 12, no. 1, pp. 1–22, 2023.
- [14] W. William and N. Wid, "Comparison of extraction sequence on yield and physico-chemical characteristic of chitosan from shrimp shell waste," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, 2019.
- [15] S. Kumari, S. H. K. Annamareddy, S. Abanti, and P. K. Rath, "Physicochemical properties and characterization of chitosan synthesized from fish scales, crab and shrimp shells," *Int J Biol Macromol*, vol. 104, pp. 1697–1705, Nov. 2017.
- [16] Y. D. A. Ningrum, D. E. Kusumawati, and C. N. Putri, "Effect of solvent concentration of (*Tamarindus Indica* L.) ethanol leave extract on secondary metabolite and antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*," *Journal of Chemical Health*, vol. 14, no. 1, pp. 674–682, 2024.
- [17] V. T. Tran, P. Kingwascharapong, F. Tanaka, and F. Tanaka, "Effect of edible coatings developed from chitosan incorporated with tea seed oil on japanese pear," *Sci Horti*, vol. 288, pp. 1–10, 2021.
- [18] K. P. Sree, M. S. Sree, P. Supriya, and Samreen, "Application of chitosan edible coating for preservation of tomato," *Int J Chem Stud*, vol. 8, no. 4, pp. 3281–3285, 2020.
- [19] H. A. Khalil *et al.*, "The combined effect of hot water treatment and chitosan coating on mango (*Mangifera indica* L. cv. Kent) fruits to control postharvest deterioration and increase fruit quality," *Coatings*, vol. 12, no. 83, pp. 1–15, 2022.
- [20] M. R. Alam, M. A. Habib, P. Chowdhury, L. C. Shill, and A. Al Mamun, "Determination of ascorbic acid concentration in commercially available fruit drinks in Bangladesh," *Asian Food Science Journal*, vol. 13, no. 3, pp. 1–6, 2019.
- [21] D. N. Afiyah, I. I. Arief, T. Suryati, and R. N. Sarbini, "Analysis of vitamin C in probiotic yoghurt with the addition of podang urang mango (*Mangifera indica* L.)," in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, 2022, pp. 1–6.
- [22] T. K. Varun *et al.*, "Extraction of chitosan and its oligomers from shrimp shell waste, their characterization and antimicrobial effect," *Vet World*, vol. 10, no. 2, pp. 170–175, 2017.
- [23] J. R. Bayoï, B. Y. Foundikou, and F. X. Etoa, "In vitro bioactive properties of the tamarind (*Tamarindus indica*) leaf extracts and its application for preservation at room temperature of an indigenous roselle (*Hibiscus sabdariffa*)-based drink," *J Agric Food Res*, vol. 6, pp. 1–12, 2021.
- [24] S. Ali *et al.*, "Layer by layer application of chitosan and carboxymethyl cellulose coatings delays ripening of mango fruit by suppressing cell wall polysaccharides disassembly," *Int J Biol Macromol*, vol. 256, pp. 1–15, 2024.
- [25] F. F. Sousa, J. S. P. Junior, K. T. E. F. Oliveira, E. C. N. Rodrigues, J. P. Andrade, and B. H. Mattiuz, "Conservation of 'Palmer' mango with an edible coating of hydroxypropyl methylcellulose and beeswax," *Food Chem*, vol. 346, pp. 1–10, 2021.
- [26] S. Ali *et al.*, "Tragacanth gum coating suppresses the disassembly of cell wall polysaccharides and delays softening of harvested mango (*Mangifera indica* L.) fruit," *Int J Biol Macromol*, vol. 222, pp. 521–532, 2022.
- [27] J. Ma *et al.*, "Novel edible coating based on shellac and tannic acid for prolonging postharvest shelf life and improving overall quality of mango," *Food Chem*, vol. 354, pp. 1–12, 2021.