

**PENGARUH PELAPIS SODIUM ALGINAT DAN KALSIUM KLORIDA
DENGAN PERBEDAAN JENIS AGEN ANTI *BROWNING* ALAMI
TERHADAP KUALITAS APEL (*Malus sylvestris* Mill.) POTONG**

SKRIPSI

**Oleh:
FITTRIYAH ROUDHOTUL JANNAH
NIM. 200602110046**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2024**

**PENGARUH PELAPIS SODIUM ALGINAT DAN KALSIUM KLORIDA
DENGAN PERBEDAAN JENIS AGEN ANTI *BROWNING* ALAMI
TERHADAP KUALITAS APEL (*Malus sylvestris* Mill.) POTONG**

SKRIPSI

**Oleh:
FITTRIYAH ROUDHOTUL JANNAH
NIM. 200602110046**

**diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2024**

**PENGARUH PELAPIS SODIUM ALGINAT DAN KALSIMUM KLORIDA
DENGAN PERBEDAAN JENIS AGEN ANTI *BROWNING* ALAMI
TERHADAP KUALITAS APEL (*Malus sylvestris* Mill.) POTONG**

SKRIPSI

**Oleh:
FITTRIYAH ROUDHOTUL JANNAH
NIM. 200602110046**

**telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal: 25 April 2024**

Pembimbing I

**Ir. Liliek Haranie, AR, M.P
NIP. 19620901 199803 2 001**

Pembimbing II

**Oky Bagas Prasetyo, M, Pd.I
NIP. 19890113 202321 1 028**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi**



**Dr. Erika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002**

**PENGARUH PELAPIS SODIUM ALGINAT DAN KALSIUM KLORIDA
DENGAN PERBEDAAN JENIS AGEN ANTI *BROWNING* ALAMI
TERHADAP KUALITAS APEL (*Malus sylvestris* Mill.) POTONG**

SKRIPSI

Oleh:
FITTRIYAH ROUDHOTUL JANNAH
NIM. 200602110046

telah dipertahankan

di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)

Tanggal: 25 April 2024

Ketua Penguji : Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si.
NIP. 19671113 199402 2 001
Anggota Penguji 1 : Fitriyah, M.Si.
NIP. 19860725 201903 2 013
Anggota Penguji 2 : Ir. Liliek Harianie, M.P
NIP. 19620901 199803 2 001
Anggota Penguji 3 : Oky Bagas Prasetya, M.Pd.I
NIP. 19890113 202321 1 028

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohiim, ungkapan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan seluruh karunia nikmat, rahmat, dan hidayah sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida dengan Perbedaan Jenis Agen Anti Browning Alami Terhadap Kulit Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Potong”. Shalawat beriringkan salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang mana syafaatnya selalu kita nantikan dan semoga kita termasuk umatnya di hari akhir kelak, aamiin.

Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak, maka penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tak terkira khususnya kepada:

1. Bapak Mashuri Abdah dan Ibu Nurqomariah selaku ayah dan ibu yang senantiasa memberikan doa, nasihat, semangat serta dukungan kepada penulis baik secara moral maupun finansial.
2. Ida nurjannah kakak tercinta yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat selama perkuliahan dan penyelesaian skripsi.
3. Teman-teman kamar 01 yang 24/7 bersama penulis dan teman-teman musyrifah mabna Fatimah Az-zahra 34 serta orang-orang di mahad sunan ampel al-aly yang senantiasa memberi dukungan dan semangat kepada penulis dalam pengerjaan skripsi.
4. Teman-teman “Humaira Jannah” yang selalu berada dibelakang membantu serta memberikan dukungan kepada penulis
5. Teman-teman “Family Ligase” yang memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.

Malang, 01 April 2024

Fitriyah Roudhotul Jannah

MOTTO

“Dan aku pasrahkan urusanku pada Allah” (Q.S Ghafir:44)

**“Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah-lelah itu.
Lebarkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk
menjadikan dirimu serupa dengan yang kau impikan, mungkin tidak
akan berjalan lancar. Tapi gelombang-gelombang itu yang nanti bisa
kau ceritakan”
(Boy Chandra)**

**Terkadang kita merasa lebih pintar dari orang tua
Hingga lupa bahwa jerih payah merekalah yang membuat kita sarjana
(sudir_kaligrafer)**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitriyah Roudhotul Jannah

NIM : 200602210046

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida dengan Perbedaan Jenis Agen Anti *Browning* Alami Terhadap Kulit Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Potong

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 01 April 2024

Yang membuat pernyataan,



Fitriyah Roudhotul Jannah
NIM. 200602110046

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini dipublikasikan melalui jurnal ilmiah dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

PENGARUH PELAPIS SODIUM ALGINAT DAN KALSIMUM KLORIDA DENGAN PERBEDAAN JENIS AGEN ANTI *BROWNING* ALAMI TERHADAP KUALITAS APEL (*Malus sylvestris* Mill.) POTONG

Fitriyah Roudhotul Jannah, Liliek Harianie, Oky Bagus Prasetyo

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Apel merupakan salah satu komoditas hortikultura yang populer dikalangan masyarakat dan memiliki nilai ekonomi tinggi baik dalam bentuk buah segar maupun olahan. Meningkatnya gaya hidup masyarakat yang kian modern mendorong munculnya inovasi baru yaitu makanan dengan pengolahan minimal yang dapat langsung dimakan seperti dalam bentuk buah potong segar (*fresh cut fruit*). Namun apel potong memiliki kelemahan dalam aspek umur simpan dan kualitas sifat fisik maupun kimia yang menurun salah satunya yaitu perubahan warna menjadi coklat. Salah satu cara untuk mempertahankan kualitas buah yaitu dengan mengaplikasikan pelapis *edible* berbahan dasar sodium alginat dan kalsium klorida dengan penambahan agen anti *browning* alami. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan perbedaan jenis agen anti *browning* alami terhadap kualitas apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong selama penyimpanan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lenkap (RAL). Perlakuan yang digunakan yaitu dengan pemberian pelapis dasar berupa sodium alginat dan kalsium klorida dengan konsentrasi masing-masing 2% dengan penambahan beberapa agen anti *browning* berupa sari lemon, sari nanas, dan sari lidah buaya sebanyak 4 kali ulangan selama 12 hari penyimpanan di suhu dingin ($4\pm 4^{\circ}\text{C}$). Penelitian dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Pangan Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim dan Laboratorium Peternakan Universitas Brawijaya. Parameter penelitian meliputi kadar air, indeks *browning*, kekerasan buah, total fenolik, aktivitas antioksidan (DPPH), total asam tertitrisasi dan organoleptik. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan SPSS ver 22 menggunakan uji Duncan taraf 5%. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui perlakuan pelapis terbaik adalah penggunaan pelapis dengan penambahan agen anti *browning* alami berupa sari lemon karena mampu mempertahankan kadar air 74,47%, kekerasan 38,17% N, total kadar fenolik 332,5 GAE 100g^{-1} , aktivitas antioksidan DPPH 16,99%, *browning* indeks 45,65% dan total asam tertitrisasi 1,34 gMAEL^{-1} . Selain itu dapat juga mempertahankan kualitas kenampakan dengan nilai 2,90%, rasa 2,40% dan aroma 3,30% pada penyimpanan hari ke-12.

Kata kunci: Apel potong, pelapis *edibel*, sodium alginat, agen anti *browning*, kualitas buah

Effect of Sodium Alginat and Calcium Chloride Coating With Addition Anti-Browning Agents on the Quality of Fresh Cut Apples (*Malus sylvestris* Mill.)

Fittriyah Roudhotul Jannah, Liliek Harianie, Oky Bagas Prasetyo

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang

ABSTRACT

Apples are one of the horticultural commodities that are popular among the public and have high economic value both in the form of fresh and processed fruit. The increasing lifestyle of an increasingly modern society encourages the emergence of new innovations, namely food with minimal processing that can be eaten immediately such as in the form of fresh cut fruit. However, cut apples have weaknesses in terms of shelf life and the quality of physical and chemical properties that decrease, one of which is the change in color to brown. One way to maintain fruit quality is by applying edible coatings based on sodium alginate and calcium chloride with the addition of natural anti-browning agents. The purpose of this study was to determine the effect of sodium alginate and calcium chloride coatings with different types of natural anti-browning agents on the quality of cut apples (*Mallus sylvestris* Mill.) during storage. This research is an experimental research using Randomized Block Design (RAL). The treatment used was the provision of basic coatings in the form of sodium alginate and calcium chloride with a concentration of 2% each with the addition of several anti-browning agents in the form of lemon juice, pineapple juice, and aloe vera juice as many as 4 replications for 12 days of storage at cold temperatures (4 ± 4 ° C). The research was conducted at the Biochemistry and Food Laboratory of the Biology Study Program of Maulana Malik Ibrahim State Islamic University and the Animal Husbandry Laboratory of Brawijaya University. The research parameters included moisture content, browning index, fruit hardness, total phenolic, antioxidant activity (DPPH), total titratable acid and organoleptic. The data obtained were then analyzed using SPSS ver 22 using Duncan test at 5% level. Based on the results of the study, it is known that the best coating treatment is the use of coatings with the addition of natural anti-browning agents in the form of lemon juice because it is able to maintain 74.47% moisture content, 38.17% N hardness, 332.5 GAE 100g⁻¹ total phenolic content, 16.99% DPPH antioxidant activity, 45.65% browning index and 1.34 gMAEL-1 total titratable acid. In addition, it can also maintain the quality of appearance with a value of 2.90, taste 2.40 and aroma 3.30 on the 12th day of storage.

Keywords: Cut apples, edible coating, sodium alginate, anti-browning agent, fruit quality

تأثير طلاء ألجينات الصوديوم وكلوريد الكالسيوم مع إضافة عوامل مضادة للتحمير على جودة التفاح الطازج (*Malus sylvestris* Mill.)

فطرية روضة الجنة، ليليك هاربانى اوكي باكاس فراسطيا

برنج دراسة الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم مالانج

ملخص البحث

التفاح هو أحد السلع البستانية التي تحظى بشعبية بين المجتمع ولها قيمة اقتصادية عالية في شكل فواكه طازجة ومعالجة. يشجع نمط الحياة المتزايد لمجتمع حديث بشكل متزايد على ظهور ابتكارات جديدة، وهي الأطعمة ذات الحد الأدنى من المعالجة التي يمكن تناولها على الفور مثل شكل فاكهة طازجة. ومع ذلك، فإن التفاح المقطوع له نقاط ضعف من حيث مدة الصلاحية والجودة، والخصائص الفيزيائية والكيميائية التي تنخفض، أحدها هو تغير اللون إلى اللون البني. تتمثل إحدى طرق الحفاظ على جودة الفاكهة في تطبيق الطلاءات الصالحة للأكل المصنوعة من ألجينات الصوديوم وكلوريد الكالسيوم مع إضافة عوامل طبيعية مضادة للتحمير. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد فعالية الطلاء مع إضافة مجموعة متنوعة من العوامل الطبيعية المضادة للبنية إلى جودة قطع التفاح (*Mallus sylvestris* Mill.) أثناء التخزين. كانت هذه الدراسة دراسة تجريبية باستخدام التصميم العشوائي الكامل (RAL). العلاج المستخدم هو عن طريق إعطاء طلاء أساسي على شكل ألجينات الصوديوم وكلوريد الكالسيوم بتركيز ٢٪ لكل منهما مع إضافة العديد من العوامل المضادة للتحمير على شكل عصير الليمون وعصير الأناناس وعصير الصبار بقدر ٤ مرات متكررة لمدة ١٢ يوما من التخزين في درجات حرارة باردة (٤±٤ درجة مئوية). تم إجراء البحث في مختبر الكيمياء الحيوية والأغذية التابع لبرنامج دراسة الأحياء بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية ومختبر تربية بجامعة براوجايا. تضمنت معلمات الدراسة محتوى الرطوبة، ومؤشر التحمير، وصلابة الفاكهة، والنشاط الفينولي الكلي، ومضادات الأكسدة (DPPH)، والأحماض المعيارية والحسية الكلية. ثم تم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها باستخدام SPSS ver ٢٢ باستخدام مستوى اختبار Duncan بنسبة ٥٪. بناء على نتائج الدراسة، من المعروف أن أفضل علاج للطلاء هو استخدام الطلاء مع إضافة عوامل طبيعية مضادة للبنية في شكل عصير ليمون لأنه قادر على الحفاظ على محتوى رطوبة بنسبة ٧٤,٤٧٪، صلابة ٣٨,١٧ N، إجمالي المحتوى الفينولي ٣٣٢,٥ $100g^{-1}$ GAE، نشاط مضاد للأكسدة DPPH ١٦,٩٩٪، مؤشر براوننج ٤٥,٦٥٪ وإجمالي حمض معاير ١,٣٤ $gMAEL^{-1}$. بالإضافة إلى ذلك، يمكنه أيضا الحفاظ على جودة المظهر بقيمة ٢,٩٠٪ وطعم ٢,٤٠٪ ورائحة ٣,٣٠٪ في اليوم الثاني عشر من التخزين.

الكلمات الرئيسية: قطع التفاح، الطلاء الصالح للأكل، ألجينات الصوديوم، عامل مضاد للتحمير، جودة الفاكهة

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohiim, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan semua karunia, rahmat, dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Pelapis Sodium Alginat Dan Kalsium Klorida Dengan Penambahan Agen Anti Browning Terhadap Kualitas Buah Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Potong Segar”. Shalawat beriringkan salam semoga tercurah limpahkan kepada baginda tercinta yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafaatnya dan semoga kita termasuk umatnya di hari akhir kelak, aamiin.

Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis mengucapkan terimakasih yang tak terkira khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Zainuddin, M.A, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maluana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P, selaku Ketua Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ir. Liliek Harianie AR, MP dan Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Yenni, S.Si., M.Si selaku pembimbing lapang BSIP JESTRO yang turut membantu dan membimbing penelitian sehingga tugas akhir dapat terselesaikan dengan baik
6. Prof. Dr. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
7. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mendidik penulis selama 4 tahun perkuliahan.
8. Bapak Mashuri Abdah dan Ibu Nurqomariah selaku ayah dan ibu yang senantiasa memberikan doa dan semangat kepada penulis.
9. Ida nurjannah kakak tercinta yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat selama perkuliahan dan penyelesaian skripsi.
10. Teman-teman “Humaira Jannah” dan “Family Ligase” yang selalu ada dibelakang memberikan dukungan kepada penulis.

Malang, April 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	x
ملخص البحث	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	10
1.3 Tujuan Penelitian	10
1.4 Hipotesis	11
1.5 Manfaat Penelitian	11
1.6 Batasan Masalah	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Deskripsi Apel	13
2.1.1 Apel	13
2.1.2 Apel Manalagi (<i>Malus sylvestris</i> Mill.).....	13
2.1.3 Kandungan Buah Apel Manalagi	14
2.2 Teknologi Pengolahan Minimal.....	17
2.3 Buah Potong Segar.....	17
2.4 Respirasi.....	20

2.5	Aktivitas Antioksidan	22
2.6	Proses Pencoklatan.....	22
2.7	Pelapis (Coating).....	25
2.7.1	Sodium Alginat.....	28
2.7.2	Kalsium Klorida	29
2.8	Agen Anti Browning.....	30
2.8.1	Sari Lemon (<i>Citrus limon</i>).....	30
2.8.2	Ekstrak Lidah Buaya (<i>Aloe vera</i>)	33
2.8.3	Ekstrak Nanas (<i>Ananas comosus</i> (L) Merr.)	35
2.8.4	Asam Askorbat	37
2.9	Parameter Kualitas Buah.....	38
2.9.1	Kadar Air	38
2.9.2	Indeks Browning	39
2.9.3	Kekerasan Buah.....	41
2.9.4	Total fenolik	42
2.9.5	Uji Aktivitas Antioksidan (DPPH).....	44
2.9.6	Total Asam	44
2.9.7	Organoleptik	45
BAB III	METODE PENELITIAN	46
3.1	Rancangan Penelitian.....	46
3.2	Waktu dan Tempat.....	47
3.3	Alat dan Bahan.....	47
3.3.1	Alat	47
3.3.2	Bahan.....	47
3.4	Prosedur Penelitian.....	48
3.4.1	Persiapan Sampel.....	48
3.4.2	Pembuatan Larutan Pelapis Edible Berbasis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida	48
3.4.3	Pembuatan Bahan Anti Browning Berbasis Asam Askorbat	49
3.4.4	Pembuatan Bahan Anti Browning Berbasis Sari Lemon	49
3.4.5	Pembuatan Bahan Anti Browning Berbasis Sari Lidah Buaya	50
3.4.6	Pembuatan Bahan Anti Browning Berbasis Sari Nanas.....	52

3.4.7 Pelapisan Pelapis Sodium Alginat Dengan Bahan Anti <i>Browning</i>	52
3.4.8 Penyiapan Sampel Kontrol	53
3.4.9 Penyimpanan Sampel	53
3.4.10 Pengamatan Sampel.....	54
3.5 Analisis Data.....	58
3.6 Diagram Alir Penelitian	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	60
4.1 Kualitas Fisikokimia Apel (<i>Mallus sylvestris</i> Mill.).....	60
4.2 Kualitas Organoleptik Apel Potong.....	89
BAB V PENUTUP.....	105
5.1 Kesimpulan	105
5.2 Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN.....	116

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kandungan Gizi Apel Manalagi	17
2.2 Kandungan Gizi Sari Buah Lemon	32
2.3 Kandungan Gizi Ekstrak Nanas	37
3.1 Kombinasi Perlakuan	46
4.1 Kadar Air Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	61
4.2 Kekerasan Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	67
4.3 Total Kadar Fenolik Apel potong Selama 12 Hari Penyimpanan	72
4.4 Aktivitas Antioksidan Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	76
4.5 <i>Browning Indeks</i> Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	80
4.6 Total Asam Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	86
4.7 Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Kenampakan Apel Potong.....	91
4.8 Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Rasa Apel Potong	95
4.9 Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Aroma Apel potong	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Buah Apel Manalagi	15
2.2 Buah Apel Potong Segar dan Buah Apel Mengalami Pencoklatan	19
2.3 Struktur Kimia Sodium Alginat	28
2.4 Buah Lemon	31
2.5 Kandungan Lidah Buaya	35
2.6 Buah Nanas	37
2.7 Skema Proses Pencoklatan Enzimatis dan Mekanisme Penghambatan	40
3.1 Pola dan Ukuran Potongan Tiap Sampel Apel	48
3.2 Diagram Alir Pembuatan Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida	50
3.3 Diagram Alir Pembuatan Sari Lemon	50
3.4 Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Lidah Buaya	51
3.5 Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Nanas	53
3.6 Posisi Penusukan Probe Pada Sampel	55
3.7 Diagram Alir Penelitian	59
4.1 Kadar air Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	63
4.2 Kekerasan Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	68
4.3 Total Kadar Fenolik Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	73
4.4 Aktivitas Antioksidan Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	77
4.5 Nilai BI Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	82
4.6 Total Asam Tertitrasi Selama 12 Hari Penyimpanan	88
4.7 Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Kenampakan Apel Potong	92
4.8 Kenampakan Apel Potong Selama 12 Hari Penyimpanan	93
4.9 Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Rasa Apel Potong	96
4.10 Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Aroma Apel Potong	100

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data dan analisis perhitungan kadar air apel potong segar	116
2. Data dan analisis perhitungan kekerasan apel potong segar	118
3. Data dan analisis perhitungan total kadar fenolik apel potong segar	120
4. Data dan analisis perhitungan aktivitas antioksidan apel potong segar	123
5. Data dan analisis perhitungan <i>browning indeks</i> apel potong segar	126
6. Data dan analisis perhitungan total asam apel potong segar	129
7. Data dan analisis perhitungan organoleptik kenampakan apel potong segar	132
8. Data dan analisis perhitungan organoleptik aroma apel potong segar	137
9. Data dan analisis perhitungan organoleptik rasa apel potong segar	145
10. Dokumentasi penelitian	151

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Apel (*Malus sylvestris* Mill.) adalah satu dari sekian banyak tanaman tahunan yang berasal dari Asia Barat dan tumbuh di daerah subtropis dengan kondisi suhu udara dingin (Anggara *et al*, 2017). Apel tergolong buah yang populer dikalangan masyarakat, rasanya yang manis dengan sedikit rasa asam, tekstur buah yang renyah dan berair. Selain itu apel mengandung nutrisi yang bermanfaat untuk kesehatan tubuh sehingga apel memiliki signifikansi ekonomis yang besar baik dalam bentuk buah segar maupun dalam bentuk inovasi olahan makanan (Husaini *et al*, 2017). Salah satu dari varietas apel yang terkenal di wilayah Malang adalah apel manalagi dengan ciri khas buahnya manis dan teksturnya renyah. Selain itu apel manalagi merupakan jenis apel yang umum ditanam oleh petani karena perawatannya yang lebih mudah serta biaya produksinya yang lebih kecil dibandingkan dengan jenis apel lainnya (Farida *et al*, 2023).

Meningkatnya minat dan kesadaran manusia akan makanan sehat telah diatur pada QS. An-Nahl (16): 114 sebagai berikut :

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنَّ كُنتُمْ لِيَّاهُ تَعْبُدُونَ

Artinya: “Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezki yang telah diberikan Allah kepadamu; dan syukurilah nikmat Allah, jika kamu hanya kepada-Nya saja menyembah”. (Q.S: An-Nahl [16]:114)

Makanan *halalan thayyiban* berdasarakan penjelasan *kalamullah* di atas yaitu segala macam makanan yang dihalalkan oleh agama dan baik untuk kesehatan. Halal sendiri merupakan apa-apa yang Allah SWT perbolehkan bagi manusia untuk mengonsumsinya. Makanan yang halal ini terdapat berbagai macam jenis baik yang berupa nabati maupun hewani seperti buah, sayur, daging dan masih banyak lagi.

Sedangkan *thayyib* artinya yaitu baik. Allah SWT telah memerintahkan manusia untuk memakan makanan yang halal dan makanan tersebut memberi kebaikan bagi yang mengonsumsi. Makanan yang baik menurut Buya Hamka dalam kitab *Tafsir Al-Azhar* yaitu yang dapat diterima selera dan tidak menjijikkan. Selain itu *thayyib* tidak sekedar sesuai selera tetapi juga yang baik bagi kesehatan.

Makanan yang *halalan wa thayyiban* dalam aspek kesehatan memiliki fungsi diantaranya yakni sebagai sumber energi dan juga dapat berfungsi dalam mencegah rantai penyebaran penyakit karena kandungan nutrisi di dalamnya. Oleh karena itu sanitasi makanan harus yang sesuai agar terhindar dari bahaya penyakit akibat makanan yang terkontaminasi oleh organisme penyebab bakteri. Allah SWT mengharamkan suatu makanan terhadap umat manusia, maka sesungguhnya hal itu merupakan bentuk rahmat Allah SWT kepada makhluk-makhluk ciptaannya agar sehat jasmani maupun rohani (Rukhana, 2017). Kata *وَأَشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ* memiliki arti bersyukur atas seluruh nikmat yang telah Allah SWT berikan. Di dalam kata tersebut dapat diartikan bersyukur dengan memanfaatkan nikmat yang Allah SWT berikan secara maksimal diantaranya dengan berupaya mempertahankan kualitas buah pasca panen contohnya buah apel dengan pengelolaan yang baik karena buah memiliki sifat mudah rusak (Rukhana, 2017).

Seiring dengan meningkatnya gaya hidup masyarakat yang modern, tentunya masyarakat lebih tertarik pada sesuatu hal yang bersifat instan karena akan membuat segalanya menjadi lebih cepat, lebih mudah, serta lebih efisien, salah satunya adalah dibidang makanan. Masyarakat akan cenderung tertarik pada makanan instan dengan kesegaran yang tetap terjaga. Hal inilah yang menjadi cikal

bakal terciptanya inovasi baru yaitu makanan dengan pengolahan minimal yang dapat langsung dimakan, salah satu contoh produknya yaitu buah potong segar (*fresh-cut fruit*). Produsen seperti pedagang buah, hingga minimarket telah mulai menyediakan produk dengan olahan minimal (Hibatul, 2018).

Produk olahan minimal merupakan salah satu teknologi pasca panen pada bahan pangan mentah salah satunya dari bahan pangan sumber nabati seperti buah atau sayur yang terdiri dari pemotongan, pengirisan dan lain-lain tanpa menggunakan proses pemanasan. Sistem penyimpanan makanan dengan pengolahan minimal dilakukan dengan menambahkan teknologi pengawetan parsial (minimal) untuk meminimalkan kerusakan kualitas pada produk makanan contoh pengawetan dingin, pengeringan, pengemasan vakum, perlakuan antioksidan, pemberian pelapis, pengupasan dan pemotongan dan lain sebagainya (Bansa *et al.*, 2015). Kelebihan teknologi pengolahan minimal (*Minimally Processed Technology*) memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu memudahkan dan mempercepat waktu persiapan bahan pangan, meminimalisir peluang terjadinya kerusakan karena adanya kombinasi pada proses pengolahan produk pangan, terjaga kualitas dan kesegaran, mempertahankan nilai kandungan nutrisi yang terkandung pada produk, dan masa penyimpanan produk sesuai proses *hurdle* yang dilakukan (Ali *et al.*, 2018). Contoh bentuk bahan pangan yang dilakukan pengolahan minimal yakni buah potong segar (*fresh-cut fruit*) (Hibatul, 2018).

Buah potong segar (*fresh-cut fruit*) merupakan salah satu inovasi pengolahan minimal yang dilakukan oleh penjual buah yang bertujuan untuk memudahkan dalam mengonsumsi buah tanpa mengurangi kesegaran dan kandungan nutrisi pada

buah (Latifa, 2009). Menurut Yudiastuti *et al* (2022) produk pengolahan minimal yang bersumber dari bahan nabati seperti buah-buahan memiliki kandungan air yang tinggi sehingga mempunyai sifat mudah rusak yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Rusaknya jaringan pada buah akibat proses pemotongan dan pengupasan membuat buah tidak dapat mempertahankan umur simpan dan mudah mengalami pencoklatan dan pembusukan (Yan *et al.*, 2017).

Buah apel potong memiliki umur simpan yang relatif singkat yakni hanya dapat bertahan 5 hari di dalam kulkas (Kumar *et al.*, 2018). Selain itu kelemahan yang menjadi karakteristiknya yakni mudah mengalami pencoklatan pada permukaan yang disebabkan oleh reaksi oksidasi setelah proses pengupasan dan pemotongan (Purwanto *et al.*, 2016). Oleh karena itu pengembangan teknologi pasca panen buah dapat diterapkan, salah satunya dengan pemberian pelapis buah yang berfungsi untuk menjaga kualitas buah dan hal ini dapat dimanfaatkan agar apel juga bisa dijual dalam bentuk buah potong segar seperti buah yang lainnya.

Pencoklatan (*browning*) akan berdampak terhadap menurunnya kualitas mekanik dan sensorik pada buah sehingga akan berdampak pada nilai jual buah apel potong (Hikmatyar, 2017). Enzim fenolase yang mengkatalisis reaksi oksidasi merupakan penyebab adanya pencoklatan (*browning*) secara enzimatik. Enzim fenolase pada tanaman dikenal dengan nama PPO (*polifenol oksidase*). Reaksi pencoklatan merupakan reaksi yang terbentuk antara enzim dengan substrat yang membentuk quinon yang kemudian terpolimerasi menghasilkan warna coklat. Ketidakseimbangan antara proses oksidasi dan reduksi dalam metabolisme buah menyebabkan oksigen menjadi reaktif sehingga buah mengalami perubahan warna menjadi coklat salah satu diantaranya yaitu apel (Husaini, 2017). Hal tersebut juga

menyebabkan kerusakan sensoris lainnya seperti aroma, rasa, tekstur serta nilai gizinya (Purwanto *et al.*, 2016).

Penurunan kualitas pada apel potong dapat disebabkan oleh kontaminasi mikroorganisme penyebab patogen. Pengupasan dan pemotongan apel dapat menjadi penyebab adanya kontaminasi mikroorganisme karena hilangnya pelindung alami buah. Selain itu tempat/wadah apel potong juga bisa menjadi penyebab kontaminasi mikroorganisme akibat penyimpanan dengan temperatur yang rendah serta kelembaban yang tinggi. Akibatnya apel akan mudah mengalami penurunan kualitas dan pembusukan (Yousuf & Qadri, 2020).

Beberapa metode fisik dan kimia yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas apel potong seperti pemberian pelapis buah, penyimpanan pada suhu rendah dan penambahan bahan *anti-browning* (Cofelice *et al.*, 2019). Pelapis buah memungkinkan perpindahan masa seperti uap air, oksigen dan karbondioksida dapat dihalangi yang dalam hal ini fungsinya adalah sebagai *barrier* (pembatas) (Saputra *et al.*, 2019). Saat ini pelapis yang banyak dikembangkan adalah pelapis buah yang terbuat dari bahan alami dan dapat langsung dimakan atau pelapis *edible*. Kelebihan penggunaan pelapis *edible* pada buah potong diantaranya yaitu dapat dimakan, mempertahankan penampakan sensorik serta kandungan nutrisi produk, aman bagi lingkungan, dapat berfungsi juga sebagai penambah suplemen gizi pada produk dan sebagai agen antimikroba serta antioksidan (Laga *et al.*, 2021).

Pelapis *edible* dapat terbuat dari bahan hidrokoloid (polisakarida dan protein), lipid, dan komposit (Falguera *et al.*, 2011). Polisakarida merupakan salah satu bahan *edible coating* yang mudah didapat, tidak beracun serta memiliki sifat

selektif permeabel terhadap oksigen, karbondioksida, oksidasi lemak, dan pencoklatan serta mampu mengurangi laju respirasi dalam atmosfer internal (Winarti, 2012). *Edible coating* berbahan dasar lipid memiliki kelebihan salah satunya yaitu menghalangi produk dari penguapan air, tetapi fungsi dan kegunaan dalam bentuk murni sebagai *film* masih terbatas karena kurangnya integritas dan ketahanannya. Sedangkan *edible coating* berbahan dasar komposit mempunyai beberapa kelebihan diantaranya yaitu dapat meningkatkan kelebihan dari *film* hidrokoloid dan lemak serta dapat menutup kelemahan dari kedua bahan tersebut tetapi penggunaan komposit sebagai bahan *edible coating* memerlukan biaya yang cukup mahal dan sulitnya mencapai keseragaman sifat-sifat *coating* yang akan mempengaruhi konsistensi dan efektivitas *coating*, serta adanya reaktivitas antar bahan yang tidak diinginkan (Falguera *et al.*, 2011).

Polisakarida yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan *edible coating* adalah kitosan, alginat, dan pati (Dhall, 2013). Pati memiliki sifat *biodegradable* atau mudah terurai serta mudah didapat. Kandungan amilosa pada pati berperan penting dalam memberikan struktur gel yang kuat tetapi resistensinya terhadap air dan uap air cenderung rendah (Baldwin *et al.*, 2012). Kitosan sendiri juga berperan dalam membentuk lapisan semi permeabel yang dapat memodifikasi atmosfer internal sehingga kematangan dapat tertunda dan laju transpirasi buah-buahan menjadi menurun (Dewi, 2012). Namun pati dan kitosan memiliki beberapa kelemahan diantaranya yaitu sensitif terhadap pH, sensitif terhadap cahaya, mudah hilang dan apabila digunakan terlalu banyak maka akan menghilangkan kekuatan lapisan itu sendiri (Matloob *et al.*, 2023).

Sodium alginat merupakan polisakarida alami yang banyak digunakan dalam industri makanan baik sebagai pengental, penstabil, pelapis, dan bahan pembentuk gel (Hecht & Srebnik, 2016). Dalam fungsinya sebagai pelapis makanan terutama buah, sodium alginat dapat bertindak sebagai pelindung permukaan buah yang efektif dalam mengurangi proses respirasi (Alharaty & Ramaswamy, 2020), sehingga dapat mengurangi resiko kerusakan fisik dan kontaminasi mikroba, selain itu juga dapat memperpanjang umur simpan buah (Abka-khjoui *et al.*, 2022). Sodium alginat yang biasanya digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pelapis yang dapat dimakan memiliki sifat larut dalam air sehingga pengunannya harus dicampur dengan ion *divalen* untuk mengurangi kelarutannya (Alharaty & Ramaswamy, 2020).

Penambahan ion *divalent* seperti kalsium memungkinkan terbentuknya garam *divalent* karena adanya pengikatan ion kalsium dua rantai, sehingga akan menghasilkan gel yang elastis dan padat. Sumber ion kalsium yang baik sebagai ion *divalent* adalah kalsium klorida (Senturk Parreidt *et al.*, 2018). Terdapat penelitian yang telah dilakukan oleh (Alharaty & Ramaswamy, 2020) bahwa penggunaan sodium alginat 2% dengan kalsium klorida 2% dapat memperpanjang umur simpan buah strowbery hingga 15 hari pada suhu $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. Pelapis secara efektif mengurangi laju transpirasi dan respirasi, menghambat pertumbuhan jamur dan menjaga sifat sensorik strowbery yang terolah minimal. Selain itu pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dapat menghambat peningkatan kandungan TSS dan pH buah.

Penggunaan sodium alginat sebagai pelapis untuk meningkatkan kualitas buah dapat dimodifikasi dengan memasukkan bahan tambahan alami salah satunya

yaitu dengan penambahan bahan anti-*browning* untuk meningkatkan fungsi pelapis sebagai penghambat terjadinya pencoklatan pada buah apel potong (Parreidt *et al.*, 2011). Reaksi pencoklatan dapat dihambat menggunakan penambahan bahan kimia sintesis seperti asam sitrat, asam askorbat, bisulfit, dan kalsium klorida. Namun bahan kimia sintesis tersebut akan membawa dampak negatif dan efek samping sehingga akan membahayakan kesehatan konsumen, oleh karena itu saat ini produsen telah berlomba-lomba untuk mengembangkan bahan anti *browning* yang terbuat dari bahan alami (Husaini *et al.*, 2017). Terdapat beberapa bahan anti-*browning* alami yang digunakan untuk menghambat pencoklatan pada buah apel potong salah satunya yaitu lidah buaya. Supapvanich *et al* (2016) menyatakan bahwa penggunaan bahan anti *browning* *Alove vera* 75% (v/v) dapat mempertahankan warna permukaan buah apel potong dan memperlambat terjadinya pencoklatan pada buah apel lilin yang baru dipotong karena terhambatnya peningkatan kandungan total fenolik dan aktivitas PPO.

Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Hibatul (2018) mengenai penggunaan bahan anti *browning* pada buah apel potong dengan menggunakan pelapis *edible* berbasis CMC dan sari lemon. Lemon banyak mengandung asam sitrat dan asam β -hidroksi trikarboksilat yang mana asam tersebut banyak dimanfaatkan dalam industri makanan (Nizhar, 2012). Asam sitrat yang terkandung dalam buah lemon merupakan satu diantara banyak bahan anti *browning* alami yang berperan dalam menghambat proses pencoklatan dengan cara menurunkan pH sehingga ezim PPO menjadi inaktif. Selain itu asam sitrat juga berperan sebagai antioksidan yang efektif dalam menghambat oksidasi (Hibatul, 2018). Berdasarkan penelitian Hibatul (2018) bahwa pemberian pelapis *edible* berbasis CMC 2% dan

sari lemon 15% memberikan pengaruh yang nyata dalam mempertahankan warna apel potong sehingga dapat diketahui bahwa pelapis *edible* yang diformulasikan dengan sari lemon efektif dalam mempertahankan warna apel potong dari pencoklatan.

Bahan anti-*browning* lain yang efektif menghambat pencoklatan pada buah apel potong adalah sari nanas. Moline *et al.*, (2007) dan Chaisakdanugull *et al* (2007) menyatakan bahwa sari nanas efektif dalam mencegah perubahan warna coklat pada buah pisang dan pencegahan tersebut berkaitan dengan kandungan asam organik yang berada pada ekstrak nanas tersebut. Berdasarkan penelitian Supapvanich *et al* (2012) menyatakan bahwa pemberian anti-*browning* sari nanas sebesar 50% (perbandingan 1:1) efektif terhadap menekan laju pencoklatan pada buah pisang dengan menghambat aktivitas PPO pada buah. Selain itu pemberian anti-*browning* sari nanas juga efektif dalam menekan aktivitas oksidasi total fenolik pada buah pisang. Hal ini disebabkan karena pencoklatan pada buah segar sebagian besar disebabkan oleh aktivitas oksidasi total fenolik pada buah. Kandungan total fenolik yang tinggi sejalan dengan rendahnya aktivitas pencoklatan. Pemberian sari nanas juga secara efektif menghambat aktivitas PPO dan POD yang menyebabkan terhambatnya proses pencoklatan pada buah potong selama penyimpanan.

Saat ini, telah banyak dikembangkan penelitian mengenai bahan pelapis *edible* yang ditambah dengan agen anti-*browning* alami terhadap kualitas buah apel potong manalagi. Namun hanya sedikit penelitian yang membandingkan antara penggunaan pelapis *edible coating* dengan beberapa jenis agen anti-*browning* yang dapat menghambat pencoklatan pada buah apel manalagi potong serta menjaga kualitas baik fisik maupun kandungan nutrisi di dalamnya. Oleh karena itu, perlu

dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan beberapa agen anti *browning* untuk melihat keefektifan dari beberapa bahan anti-*browning* yang digunakan selama 12 hari penyimpanan. maka dilakukan penelitian yang berjudul Pengaruh Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida Dengan Penambahan Agen Anti Browning Terhadap Kualitas Buah Apel (*Malus Sylvestris* Mill.) Potong Segar. Pengambilan 12 hari pengamatan mengikuti penelitian Lunadei *et al.*, (2011) yang mana perubahan yang terjadi pada apel potong sudah cukup untuk menentukan mutu buah apel.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan perbedaan jenis agen anti *browning* alami terhadap kualitas fisikokimia buah apel manalagi potong?
2. Bagaimana pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan perbedaan jenis agen anti *browning* alami terhadap sifat organoleptik buah apel manalagi potong?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan perbedaan jenis agen anti *browning* alami terhadap kualitas fisikokimia buah apel manalagi potong

2. Untuk mengetahui pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan perbedaan jenis agen anti *browning* alami terhadap sifat organoleptik buah apel manalagi potong.

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemberian pelapis pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan perbedaan jenis agen anti *browning* alami berpengaruh terhadap kualitas fisikokimia buah apel manalagi potong
2. Pemberian pelapis pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan perbedaan jenis agen anti *browning* alami berpengaruh terhadap sifat organoleptik buah apel manalagi potong.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara teoritis: Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan terkait penggunaan pelapis alami dengan penambahan bahan anti-*browning* alami pada buah potong segar sehingga dapat dikonsumsi oleh masyarakat tanpa mengurangi kesegaran dan kandungan nutrisi yang ada didalamnya.
2. Secara aplikasi: penelitian ini diharapkan dapat memberikan sebuah alternatif kepada para produsen dan penjual buah dengan pengolahan minimal sehingga kualitas, kesegaran, dan kandungan nutrisi dapat terjaga dengan baik sampai ke tangan konsumen.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apel yang digunakan adalah apel varietas manalagi yang dibeli dari petani apel dengan tingkat kematangan yang diseragamkan.
2. Bahan dasar pelapis yang digunakan adalah sodium alginat dan kalsium klorida
3. Bahan anti *browning* alami yang digunakan adalah sari lidah bauta, sari nanas dan sari lemon
4. Perlakuan yang diterapkan meliputi konsentrasi sodium alginat 2%, kalsium klorida 2%, sari lidah buaya 75%, sari lemon 15% dan sari nanas 50% dengan 4 kali ulangan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Apel

2.1.1 Apel

Apel (*Malus sylvestris* Mill.) merupakan satu dari sekian banyak tanaman hortikultura dari Asia Barat dengan tipe tahunan dan tumbuh di subtropis dengan kondisi suhu udara yang dingin (Anggara *et al*, 2017). Apel (*Malus sylvestris* Mill.) mulai dibudidayakan di Indonesia pada tahun 1934 hingga sekarang, salah satunya yaitu kota Malang. Apel (*Malus sylvestris* Mill) tergolong buah yang populer dikalangan masyarakat, karena selain rasanya yang manis dengan sedikit asam, kandungan nutrisi di dalamnya sangat bermanfaat untuk kesehatan tubuh seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan masih banyak lagi (Hapsari dan Estiasih, 2015). Sehubungan dengan hal tersebut, Allah SWT menjelaskan dalam Q.S An-Nahl (16): 114 mengenai kebutuhan manusia untuk mengonsumsi makanan yang baik dan sehat untuk dikonsumsi sebagai berikut:

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنَّ كُنتُمْ لِيَّاهُ تَعْبُدُونَ

Artinya: “Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezki yang telah diberikan Allah kepadamu; dan syukurilah nikmat Allah, jika kamu hanya kepada-Nya saja menyembah”. (Q.S: An-Nahl [16]:114)

Ayat di atas menjelaskan bahwa makanan yang *halalan thayyiban* merupakan segala macam makanan yang halal dan baik untuk kesehatan. Halal sendiri merupakan apa-apa yang Allah SWT perbolehkan bagi manusia untuk mengonsumsinya. Sedangkan *thayyib* artinya yaitu baik yang mana harus dikaji lebih rinci dalam bentuk bidang ilmu pengetahuan contohnya ilmu gizi. Memakan makanan yang halal dan makanan tersebut memberi kebaikan bagi yang mengonsumsi merupakan salah satu perintah Allah SWT terhadap manusia. Dalam

firman Allah SWT tersebut kata *halal* disandingkan dengan kata *thayyib* yang menjadi syarat makanan tersebut boleh dikonsumsi oleh umat Islam (Usman dan Suhardi, 2020). Makanan yang baik menurut Buya Hamka dalam kitab *Tafsir Al-Azhar* yaitu yang dapat diterima selera dan tidak menjijikkan. Selain itu *thayyib* tidak sekedar sesuai selera tetapi juga yang baik bagi kesehatan dan memberi kemanfaatan bagi yang mengonsumsi. Kata **وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ** memiliki arti

bersyukur atas segala nikmat yang Allah SWT berikan. Didalam kata tersebut dapat diartikan bersyukur dengan memanfaatkan nikmat yang Allah SWT berikan salah satunya dengan berupaya mempertahankan kualitas buah pasca panen contohnya buah apel dengan pengelolaan yang baik karena buah memiliki sifat mudah rusak (Rukhana, 2017).

Fungsi makanan dalam perspektif kesehatan yakni dapat dijadikan sebagai sumber energi dan juga berkontribusi dalam rantai penyebaran penyakit. Buah apel memiliki kandungan nutrisi dan manfaat yang besar bagi kesehatan tubuh. Kandungan nutrisi yang terdapat pada buah apel diantaranya yaitu berbagai macam vitamin, mineral, antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan diantaranya dalam mempertahankan kesehatan jantung, meningkatkan daya tahan tubuh, menjaga kesehatan mata serta membantu melancarkan pencernaan dan menjaga kesehatan kulit (Hyun & Jang, 2016).

2.1.2 Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill.)

Apel manalagi merupakan satu dari sekian banyak produk tanaman hortikultura yang mudah ditemukan di pasar maupun supermarket dan banyak

dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Buah apel manalagi sama seperti buah apel varietas lainnya yakni dapat tumbuh dengan baik di dataran tinggi dengan dengan kondisi suhu udara yang dingin, salah satunya yaitu di wilayah kota Malang (Anggara *et al*, 2017). Apel manalagi memiliki rasa manis dan berair serta aroma yang segar dan harum walaupun masih muda. Bentuk buah bulat dengan kulit buah berwarna hijau kekuningan dan daging buah berwarna putih. Diameter apel manalagi berkisar 5 hingga 7 cm dengan berat buah berkisar 75 hingga 100 g/buah (Gambar 2.1) (Dohitra *et al.*, 2015). Klasifikasi tanaman apel menurut Simpson (2006) adalah sebagai berikut :

Kingdom: Plantae

Divisi: Spermatophyta

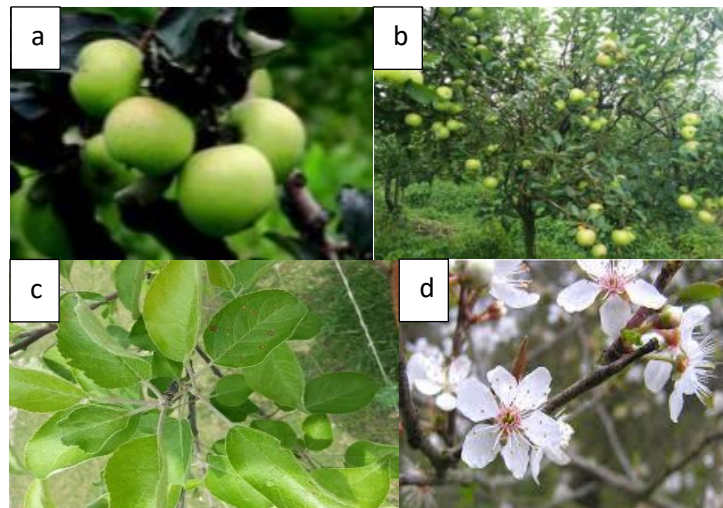
Kelas: Dicotyledonae

Ordo: Rosales

Famili: Rosaceae

Genus: *Malus*

Spesies: *Malus sylvestris* Mill.



Gambar 2.1. Buah Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill.). (a) buah, (b) pohon (c) daun, (d) bunga (Hibatul, 2018).

Apel merupakan tanaman dengan tipe batang berkayu berwarna cokelat kekuningan. Daun nya berbentuk bulat telur dengan tepi daun begerigi dan memiliki bulu-bulu halus pada permukaan bawah daun. Pohon apel tumbuh dengan membentuk akar tuggang. Bunga berwarna putih hingga merah jambu pada ketiak daun yang masing-masing memiliki 5 helai mahkota bunga. Bentuk biji apel yakni panjang atau bulat dengan ujung meruncing (Dohitra *et al.*, 2015).

2.1.3 Kandungan Buah Apel Manalagi

Kandungan nutrisi dalam buah apel memberikan bermanfaat untuk kesehatan tubuh seperti serat antioksidan, vitamin A, vitamin C vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, vitamin B5, vitamin B6, vitamin B9, kalori, karbohidrat, fosfor, protein, besi lemak dan air (Hapsari dan Estiasih, 2015). Antioksidan yang terkandung di dalam apel berguna dalam memperlambat pertumbuhan sel kanker dan melindungi sel-sel pankreas sehingga dapat menurunkan diabetes (Boyer dan Liu, 2004). Selain itu apel juga mengandung mineral yang baik seperti kalium, kalsium, magnesium dan zat besi (Hyun & Jang, 2016). Kandungan nutrisi pada buah apel manalagi dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Quercetin, epikatekin, prosianidin B2, asam klorogenat, dan floretin merupakan beberapa kandungan fitokimia seperti halnya senyawa antioksidan di dalam buah apel yang dapat mencegah tubuh terinfeksi berbagai penyakit, salah satunya adalah penyakit kanker (Lee *et al.*, 2003). Manfaat lain adalah dapat menekan resiko asma dengan mengkonsumsi buah apel setidaknya dua kali dalam satu minggu (Arifah dan Ivana, 2019). Selain itu manfaat lainnya adalah dapat melindungi sel, meningkatkan keefektivan vitamin C, mencegah pengeroposan

tulang, anti-inflamasi dan antibiotik. Buah apel banyak dikonsumsi masyarakat selain karena segi rasa juga ditambah dengan manfaat lain yang terkandung di dalamnya. Satu diantaranya yaitu tingginya kandungan flavonoid seperti *quercetin* yang memberikan efek perlindungan dan pertahanan terhadap penyakit jantung dan asma (Budiana, 2013).

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Apel Manalagi Per 100 g

No	Komposisi	Jumlah
1.	Karbohidrat	14.90 gram
2.	Lemak	0.40 gram
3.	Kalsium	6.00 mg
4.	Fosfor	10.00 mg
5.	Besi	0.30 mg
6.	Vitamin A	9.00 Si
7.	Vitamin B1	0.04 mg
8.	Vitamin C	5.00 mg
9.	Air	84.00%

Sumber: Hapsari dan Estiasih (2015)

2.2 Teknologi Pengolahan Minimal

Teknologi pengolahan minimal merupakan sebuah teknologi pengolahan minimum yang dilakukan pada bahan pangan mentah baik nabati maupun hewani dengan tujuan meningkatkan masa simpan produk. Teknologi pengolahan ini secara substansial tidak mengubah kesegaran, nilai gizi, dan cita rasa dari bahan pangan tersebut (Yudiastuti *et al.*, 2021). Menghilangkan bagian-bagian tertentu yang tidak diinginkan serta memperkecil ukuran sehingga penyajian suatu produk akan semakin cepat dan simpel merupakan salah satu tujuan adanya teknologi pengolahan minimal (Hasbullah dan Rubbi, 2014). Teknologi pengolahan minimal

pada bahan pangan meliputi, pencucian, sortasi, pengupasan, pemotongan, penyimpanan pada suhu rendah, pasteurisasi, fermentasi, pembekuan, dan pengemasan vakum yang sama sekali tidak menggunakan metode pemanasan. Bahan pangan mentah yang umumnya dipasarkan dalam bentuk pengolahan minimal adalah buah dan sayuran segar (Yudiasuti *et al.*, 2022).

Kelebihan dari teknologi pengolahan minimal diantaranya adalah mempercepat dan mempermudah waktu persiapan dan pemanfaatan bahan pangan, menjaga produk dari peluang terjadinya kerusakan akibat adanya proses pengolahan bahan pangan, mempertahankan kualitas bahan pangan dan umur simpan, menjaga kandungan nutrisi bahan pangan tergantung dari proses *hurdle* yang digunakan (Bansal *et al.*, 2015). Teknologi rintangan (*hurdle*) merupakan penggunaan kombinasi teknik dengan menerapkan berbagai rintangan yang dapat menekan pertumbuhan mikroba pada suatu produk. Contoh kombinasi tersebut yakni kombinasi antara penggunaan kemasan, bahan pengawet, bahan pelapis, penyimpanan suhu rendah, dan pH rendah (Harnanik, 2012).

2.3 Buah Potong Segar

Buah potong segar merupakan salah satu teknik pengolahan minimal yang diaplikasikan pada buah-buahan sebagai sebuah solusi meringankan, mempercepat, dan mempermudah proses pengolahan, serta meningkatkan keamanan kualitas dari buah (Asgar, 2017). Hikmatyar (2017) menyebutkan bahwa teknik pengolahan minimal dalam bentuk buah potong segar melibatkan pencucian, pengupasan, dan pengirisan dengan mempertahankan nilai kesegaran dan gizi yang terkandung didalamnya. Semakin meningkatnya minat konsumen akan makanan yang sehat

dan bergizi dan yang paling penting makanan tersebut bebas dari bahan aditif membuat terbukanya peluang pasar produk buah potong segar. Selain itu, hal ini juga disebabkan oleh kecenderungan pola hidup yang menyukai segala hal yang bersifat praktis atau instan terutama masyarakat perkotaan karena waktu untuk penyediaan makanan yang terbatas sehingga mudah dan cepat penyajiannya (Rozana dan Sunardi, 2021). Selain itu, buah potong segar memiliki kelebihan yaitu konsumen dapat memastikan mutu buah dengan cara melihat langsung kondisi buah dan konsumen tidak perlu mengeluarkan uang yang lebih untuk membeli buah utuh (**Gambar 2.2**) (Hibatul, 2018).



Gambar 2.2 Buah apel (a) Buah apel potong segar, (b) buah apel potong yang mengalami pencoklatan (Soliva-Fortuny & Martín-Belloso, 2020).

Proses pemotongan dan pengupasan merupakan contoh tahapan pada buah potong segar. Hal tersebut menyebabkan luka pada jaringan buah sehingga akan kehilangan keutuhan sel yang dimiliki oleh buah tersebut. Selain itu pemotongan dan pengupasan dapat membuat adanya perubahan fisik maupun kimia seperti meningkatnya respirasi, transpirasi, aktivitas enzim dan meningkatnya produksi etilen. Perubahan lainnya yang tidak dapat dihindarkan adalah warna, rasa serta adanya degradasi membran lipid, pencoklatan oksidatif, pembentukan metabolit

sekunder dan pertumbuhan mikroba. Jika hal tersebut tetap dibiarkan, akan berakibat pada kerusakan yang menurunkan kualitas buah dan mempersingkat umur simpan buah (Hibatul, 2018).

2.4 Respirasi

Respirasi merupakan proses pertukaran oksigen dan karbondioksida untuk menghasilkan energi yang digunakan dalam melangsungkan proses metabolisme dan proses lain yang terjadi di dalam jaringan (Widilantika, 2018). Respirasi juga dapat diartikan sebagai salah satu reaksi kimia dimana senyawa hidrokarbon (gula) dari suatu jaringan dioksidasi oleh oksigen yang ada di lingkungan sekitarnya menghasilkan CO₂ dan air (H₂O). Proses respirasi akan terus berlanjut meskipun produk terpisah dengan tanaman induknya. Produk hortikultura pascapanen terus menggunakan cadangan pati selama waktu pemasakan, penuaan, pembusukan kemudian lama-kelamaan terjadilah proses mati salah satunya karena pada saat respirasi tidak dapat mengganti kehilangan karbohidrat atau air (Santoso, 2006).

Berikut merupakan reaksi kimia yang terjadi pada proses respirasi (Hasbullah, 2007):



Pola respirasi yang dihasilkan pada buah terdiri dari 2 jenis yaitu respirasi klimakterik dan respirasi non klimakterik. Buah non klimakterik merupakan kelompok buah yang memiliki tingkat laju respirasi tinggi di awal dan menurun selama tahap pertumbuhan, pendewasaan dan penuaan artinya buah non klimakterik tidak mengalami kenaikan atau perubahan laju respirasi. Contoh buah non klimakterik antara lain semangka, nanas, mentimun, jeruk, anggur dan sebagainya. Sedangkan buah klimakterik merupakan buah yang tergolong masih

mengalami proses pematangan setelah dipanen. Pola klimakterik ditandai dengan meningkatnya laju respirasi, produksi etilen, berubahnya tampilan dan fisik dan kimiawi buah hingga mencapai puncak klimakterik pada buah (Rahayu *et al.*, 2021). Tingkat produksi etilen berhubungan erat dengan laju respirasi, semakin tinggi tingkat produksi etilen maka aktivitas respirasi juga meningkat dikarenakan banyaknya penggunaan oksigen pada proses metabolismenya. Ketika sudah mencapai puncak klimakterik laju respirasi akan menurun hingga buah menjadi layu dan busuk. Buah yang termasuk golongan klimakterik diantaranya adalah apel, sawo, mangga, papaya, tomat, alpukat, pisang dan sebagainya (widilantika, 2018).

Indikator penting yang dapat digunakan untuk menentukan kecepatan metabolisme pada produk hortikultura seperti buah dan sayur adalah laju respirasi. Laju respirasi dan produksi etilen berhubungan erat karena dapat menjadi indikator petunjuk mengenai daya simpan buah setelah dipanen. Tingginya kecepatan respirasi pada umumnya diikuti dengan umur simpan buah yang pendek. Faktor penting yang memengaruhi laju respirasi antara lain yaitu: faktor internal dan eksternal. Faktor internal seperti ukuran buah, umur panen, pelapis alami serta jenis jaringan yang biasanya aktif mengadakan metabolisme yang akan memperlihatkan tingginya aktivitas respirasi dibandingkan organ yang tidak aktif. Menurut sifat jaringan nya, aktivitas respirasi di dalam kulit, daging, dan biji dapat bervariasi. Faktor eksternal seperti suhu pada rentang suhu 32°F dan 95°F, laju respirasi buah dan sayuran meningkat mencapai 2-2,5 untuk setiap kenaikan suhu 18°F yang menandakan bahwa proses biologi maupun kimiawi dipengaruhi oleh suhu, etilen, komposisi gas serta luka dan kerusakan mekanik pada buah (O₂ dan CO₂) (Hasbullah, 2007).

Secara fisiologis apel merupakan buah klimakterik yang mana setelah dipanen proses metabolisme pada apel tetap berlanjut dan sifat fisik dan kimia buah apel akan terus mengalami perubahan seperti kandungan gula, total asam, tekstur, warna, laju respirasi, kandungan air, total tannin, maupun beta karoten sehingga akan terjadi kerusakan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. proses pemotongan telah melukai jaringan pada apel yang menyebabkan hilangnya keutuhan sel sehingga hal tersebut membuat apel lebih rentan mengalami perubahan seperti proses respirasi dan transpirasi serta proses oksidatif yang sangat cepat (Hibatul, 2018).

2.5 Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa pendonor elektron atau reduktan. Berat molekul pada senyawa antioksidan kecil, namun senyawa ini memiliki kemampuan dalam menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi dengan cara mencegah terbentuknya radikal. Radikal bebas dan molekul reaktif dapat diikat oleh antioksidan sehingga reaksi oksidasi dapat dihambat (Novioella, 2019). Berdasarkan macam-macam sumber radikal, terdapat dua macam sumber radikal yaitu eksogen dan endogen. Radikal bebas eksogen berasal dari luar atau aktivitas lingkungan sedangkan radikal bebas endogen dapat terbentuk melalui oksidasi enzimatik, autooksidasi, transfer elektron, fagositosis dalam respirasi, dan oksidasi ion-ion logam transisi. Apel potong lebih rentan mengalami perubahan karena cepatnya proses respirasi dan transpirasi serta proses oksidatif. Hal ini dikarenakan proses pemotongan telah mengubah jaringan buah yang menyebabkan hilangnya keutuhan sel. Oleh karena itu apel potong akan terus mengalami penurunan kualitas

serta fisik maupun kimia salah satunya yaitu aktivitas antioksidan yang akan mengalami penurunan selama masa penyimpanan setelah dipotong atau dikupas (Hibatul, 2018).

2.6 Proses Pencoklatan

Proses pencoklatan merupakan suatu proses perubahan warna pada produk pangan secara bertahap menjadi coklat atau coklat tua seiring dengan berjalannya waktu akibat adanya enzim fenolase yang mengkatalisis reaksi oksidasi (Purwanto, 2016). Hal tersebut tentunya dapat mempengaruhi kualitas produk pangan seperti buah dan sayuran. Reaksi pencoklatan biasanya tidak diharapkan untuk sebagian produk buah dan sayuran salah satunya pada produk apel potong karena menggambarkan menurunnya kesegaran dan nutrisi pada buah apel potong tersebut sehingga akan berdampak juga terhadap nilai jual di pasar (Moon *et al.*, 2020). Menurut Arsa (2016) menyebutkan di dalam jurnal penelitiannya bahwa proses perubahan warna menjadi kecoklatan disebabkan karena reaksi enzimatik dan non enzimatik.

a. Pencoklatan Enzimatik

Pencoklatan (*browning*) enzimatik merupakan reaksi yang terjadi pada buah-buahan dan sayur-sayuran seperti apel, pisang, anggur, jamur, kentang, dan terong (Murniati *et al.*, 2014). Pengendalian pencoklatan enzimatik sangat penting bagi industri hortikultura seperti buah dan sayur karena seringkali berpengaruh terhadap warna, rasa, serta nilai gizi. Hal tersebut dapat menyebabkan kerugian lebih dari 50% yang diperkirakan dari kerugian pasar buah (Holderbaum *et al.*, 2010). Pencoklatan enzimatik terjadi pada buah-buahan dan sayuran yang banyak

mengandung substrat senyawa fenolik. Substrat fenolik jenis ortohidroksi atau trihidroksi yang saling berdekatan dapat memicu terjadinya proses pencoklatan (Arsa, 2016). Pencoklatan enzimatik juga dipicu oleh reaksi oksidasi yang dikatalisis enzim fenol oksidase. Enzim tersebut dapat mempercepat reaksi oksidasi senyawa fenol yang menyebabkan perubahan warna menjadi coklat (Purwanto, 2016).

Reaksi tersebut dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan mekanis yang menyebabkan rusaknya integritas dari jaringan tanaman akibat proses pemotongan dan pengupasan. Peristiwa tersebut menyebabkan adanya kontak antara enzim dan substrat. Enzim yang menyebabkan reaksi pencoklatan dikenal dengan nama PPO (*Polifenol Oksidase*), sedangkan substrat biasanya berupa asam amino tirosin dan komponen fenolik seperti asam kafeat, katekin, pirokatekol/katekol dan asam klorogenat sehingga substrat fenolik akan dihidroksilasi menjadi 3,4-dihidroksifenilalanin (DOPA) dan dioksidasi menjadi kuinon oleh enzim phenolase (Blackweel, 2012). Berdasarkan reaksi pencoklatannya, terdapat dua jenis reaksi pencoklatan enzimatik yaitu oksidasi polifenol dan reaksi kuinon. Oksidasi senyawa polifenol yang terdapat pada buah dan sayuran mengubah senyawa polifenol menjadi kuinon, kemudian dipolimerisasi menjadi pigmen melanin gelap dari struktur yang tidak diketahui, contohnya pembentukan bintik-bintik coklat atau hitam yang berasal dari klorogenik pada buah pisang, pir, sayur selada apel dan kentang. Reaksi kuinon yang terjadi diturunkan dari polifenol dengan protein dan asam amino bebas untuk membentuk polimer gelap, misalnya reaksi asam klorogenat dengan kasein yang teroksidasi pada makanan campuran yang mengandung kasein (Hibatul, 2018).

b. Pencoklatan non enzimatis

Pencoklatan non enzimatis menghasilkan zat warna coklat melalui reaksi kimia yang melibatkan suatu senyawa atau beberapa unsur di dalam makanan tanpa melibatkan enzim apapun (Moon *et al.*, 2020). Pencoklatan non enzimatis menyebabkan terjadinya pembentukan warna (melanodin) dan flavor yang disebabkan oleh asam amino dan gula pada saat melakukan penyimpanan bahan makanan (Dedin *et al.*, 2006). Hibatul (2018) menyebutkan di dalam penelitiannya contoh reaksi pencoklatan non enzimatis diantaranya yaitu pemberian panas secara sengaja untuk mengkatalisis reaksi protein dan asam amino; protein karbohidrat (*in vivo*); pembentukan amina heterosiklik; dan reaksi asam lemak teroksidasi protein. Contoh reaksi pencoklatan non enzimatis adalah reaksi maillard, oksidasi vitamin C, dan karamelisasi yang biasanya disebabkan oleh reaksi yang disengaja.

Reaksi maillard terjadi ketika makanan yang mengandung asam amino, amin dan protein dengan gula pereduksi, aldehida, dan keton dipanaskan sehingga terjadi pencoklatan. Contoh penerapan reaksi maillard pada industri makanan seperti pemanggangan biji kakao dan biji kopi, proses pengembangan roti dan kue, pemasakan daging dan pembakaran sereal. Sedangkan karamelisasi terjadi ketika bertemunya gula reduksi dan asam amino (penyusun protein) pada suhu tinggi dan waktu yang lama sehingga menyebabkan pencoklatan (Moon *et al.*, 2020). Kedua reaksi tersebut telah memberikan perubahan besar pada industri makanan.

2.7 Pelapis (*Coating*)

Pelapisan atau *coating* merupakan metode penambahan lapisan tipis pada permukaan buah yang terbuat dari bahan yang dapat dimakan. Tujuan memberi

pelapisan ini yakni sebagai penghalang (*barrier*) untuk mengurangi perpindahan massa seperti gas, uap, dan air. Selain itu, pelapis digunakan juga sebagai pelindung agar permukaan buah tidak berhubungan secara langsung dengan oksigen sehingga dapat mengurangi laju pemasakan dan pencoklatan (Rahfani *et al*, 2022). Pelapis bersifat permeabel terhadap gas-gas tertentu sehingga dapat menjaga kelembapan dan dapat mengontrol migrasi komponen-komponen larut air yang menyebabkan perubahan komponen nutrisi pada buah (Rahfany *et al*, 2022). Perubahan komponen nutrisi pada buah disebabkan karena proses metabolisme seperti respirasi dan transpirasi masih berlangsung setelah dipanen, sehingga dapat menyebabkan susut bobot pada buah. Selain itu, kondisi fisik buah menjadi kurang menarik akibat pengerutan dan pelunakan tekstur. Akibatnya, kadar vitamin pada buah menjadi menurun. Laju respirasi dapat ditekan dengan cara memodifikasi konsentrasi O₂ dan CO₂ menggunakan *coating* atau pelapisan (Rahfani *et al*, 2022).

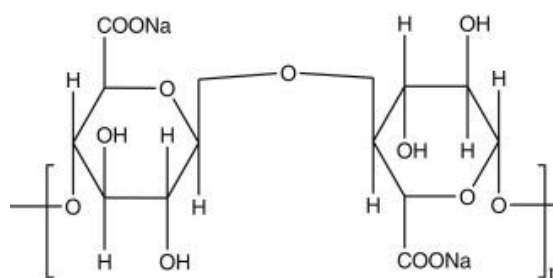
Widaningrum (2015) menyebutkan *coating* merupakan teknologi yang digunakan untuk meningkatkan masa simpan produk seperti buah dan sayuran. Pelapis dapat berasal dari bahan baku seperti polisakarida, campuran lipid, polimer kitin dan protein. *Coating* berfungsi sebagai barrier gas, uap air, dan zat-zat terlarut lain serta berfungsi sebagai *carrier* (pembawa) berbagai macam kandungan seperti emulsifoer, antimikroba, dan antioksidan sehingga memiliki potensi untuk meningkatkan mutu dan memperpanjang masa simpan buah-buahan dan sayuran segar (Widaningrum *et al*, 2015). *Coating* atau pelapisan memiliki beberapa teknik dalam mengaplikasikannya pada buah atau sayuran diantaranya yaitu (Nisa dan Yati, 2019) :

1. Pencelupan (*dipping*). Keunggulan teknik pencelupan adalah pelapis dapat melapisi permukaan buah secara merata dan seragam. Teknik ini biasanya diaplikasikan pada buah-buahan, sayuran, daging, dan ikan.
2. Penyemprotan (*spraying*). Teknik ini menghasilkan produk dengan lapisan tipis dan biasa digunakan untuk produk yang mempunyai dua sisi seperti produk pizza.
3. Pemolesan (*Brushing*). Teknik ini digunakan untuk memoleskan *edible coating* pada produk. Pelapisan ini telah diteliti kemampuannya dalam mengurangi kehilangan akan air, aroma, oksigen, dan bahan terlarut pada beberapa produk.

Ketiga metode ini memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Metode yang biasa digunakan dalam pelapisan buah adalah metode pencelupan (*dipping*). Metode pencelupan memiliki kelebihan dalam memberikan lapisan yang seragam pada produk dan ketebalan lapisan yang dapat disesuaikan dengan mudah (Fina, 2017). Beberapa keuntungan yang diperoleh dari pengaplikasian pelapis yakni memperlambat pertumbuhan bakteri sehingga kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme dapat dihindari ataupun dikurangi. Selain itu, pelapis dapat memperbaiki struktur permukaan produk sehingga permukaan menjadi mengkilap, mengurangi kontak dengan oksigen sehingga oksidasi dapat dicegah (ketengikan dapat dihambat), mengurangi terjadinya dehidrasi sehingga susut bobot dapat dicegah, dan memperbaiki penampilan produk (Santoso, 2011). Bahan yang digunakan sebagai pelapis diharuskan memenuhi standar *food grade*, sehingga dapat melindungi produk hortikultura dari kerusakan mekanis dan kimiawi (Ju *et al.*, 2019).

2.7.1 Sodium Alginat

Sodium alginat atau natrium alginat merupakan polisakarida alami yang tersusun dari dua unit monomer yaitu asam D-mannuronat dan asam L-guluronat alami yang biasanya diperoleh dari alga coklat seperti *Laminaria hyperborean*, *Macrocystis pyrifera*, dan *Aschophyllum nodosum* (Abka-khajouei *et al.*, 2022). Sodium alginat merupakan hidrokoloid yang banyak digunakan dalam industri makanan sebagai pengental, penstabil, dan bahan pembentuk gel (Hecht & Srebnik, 2016). Proses ekstraksi alginat dari alga coklat bertujuan untuk mengubah seluruh garam alginat menjadi garam natrium sehingga dapat menjadi bahan yang dapat digunakan dalam produk makanan. Natrium alginat memiliki sifat fisika dan kimia unik. Natrium alginat dapat memperbaiki sifat dan struktur pangan, tidak beracun, mudah mengembang, memiliki kelenturan yang tinggi dan biodegradable (Khajouei *et al.*, 2018). Sifat fisik dan kimia tersebut yang berfungsi untuk koagulasi, pengental, emulsifikasi, stabilisasi dan pelapis makanan.



Gambar 2.3 Struktur kimia sodium alginat

Peran sodium alginat dalam proses pelapisan makanan terutama buah-buahan diantaranya yaitu untuk memperpanjang umur simpan buah dengan bertindak

sebagai zat penahan air pada lapisan buah sehingga buah tidak cepat kehilangan air dan buah dapat kelihatan tetap segar. Natrium alginat membentuk lapisan pelindung pada permukaan buah sehingga mengurangi resiko kerusakan fisik dan kontaminasi mikroba. Selain itu, natrium alginat mampu melekat dengan baik pada permukaan buah sehingga menciptakan lapisan yang seragam dan meningkatkan efektivitas lapisan (Abka-khajouei *et al.*, 2022).

2.7.2 Kalsium Klorida

Kalsium klorida (CaCl_2) merupakan senyawa ionik yang memiliki sifat higroskopis yang penggunaannya sangat luas dalam sektor industri. Kalsium klorida merupakan senyawa yang terdiri dari dua unsur yang pertama adalah unsur kalsium (logam alkali) dan yang kedua berupa unsur klorin. Kalsium klorida berbentuk padat suhu kamar, tidak memiliki bau, tidak berwarna, dan yang terpenting tidak beracun. Oleh karena itu penggunaannya dapat secara ekstensif diberbagai macam industri dan aplikasi di seluruh dunia (Saputra, 2022). Kalsium klorida (CaCl_2) merupakan salah satu anggota BTP (Bahan Tambahan Pangan) yang mempunyai sifat toksisitas sangat rendah. Selain itu, kalsium klorida juga telah mendapatkan izin dari BPOM RI (Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia) nomor 24 tahun 2013 mengenai batas maksimum penggunaan bahan tambahan pangan. JECFA (*Join FAO/WHO Expert Committee on Food Additivies*) telah melakukan evaluasi BTP kalsium klorida pada buah kalengan ataupun campuran dengan pengeras bahwa penggunaannya dinyatakan aman atau *generally recognize as safe* (GRAS) dengan batas maksimum 350g/kg (Faiqoh, 2014).

Kalsium (Ca) dapat diketahui memiliki peran dalam memperpanjang daya simpan buah melalui proses penghambatan pemasakan buah. Penggunaan garam kalsium akan menekan proses hidrolisis pektin dan pati (Faiqoh, 2014). Dalam penggunaannya sebagai pelapis *edible coating*, kalsium klorida berperan sebagai ion *divalent*. Penambahan kalsium klorida sebagai ion *divalent* memungkinkan terbentuknya garam *divalent* karena adanya pengikatan ion kalsium dua rantai, sehingga akan menghasilkan gel yang elastis dan padat (Senturk Parreidt *et al.*, 2018). Gennadios *et al.*, (1997) di dalam penelitiannya menyatakan bahwa ikatan silang antara sodium alginat dan kalsium klorida dapat menghasilkan gel alginat yang lebih kuat serta memiliki kelarutan tertinggi sebesar 75g/100 mL serta akan cepat menghasilkan kekuatan gel yang stabil dibandingkan dengan ion kalsium yang lain. Pemberian kalsium klorida sebagai pengikat silang memiliki peran dalam pembentukan butiran alginat akibat adanya pertukaran ion natrium dengan kation kalsium. Dengan demikian butiran-butiran yang saling bertautan silang tersebut akan bermanfaat terhadap pelepasan molekul bioaktif yang terkontrol dan akan menambah kekuatan dan fleksibilitas pelapis (Abasalizadeh *et al.*, 2020).

2.8 Agen Anti Browning

2.8.1 Sari Lemon (*Citrus limon*)

Lemon (*Citrus limon*) merupakan tanaman asli Asia Tenggara yang pertama kali tumbuh di Burma Utara, India dan Cina. Jeruk Lemon (*Citrus limon*) merupakan salah satu jenis tumbuhan perdu dengan tinggi maksimal mencapai 10-15 kaki (3-6 m) dan memiliki banyak ranting. Buah lemon berukuran 7-12 cm, berbentuk bulat telur dengan ujung runcing pada salah satu ujungnya. Daging buah lemon berbulu, berwarna kuning pucat, terdapat sekitar 8-10 segmen, memiliki rasa

asam. Kulit lemon berwarna kuning terang, dengan garis berwarna hijau atau putih dan mempunyai tebal sekitar 6-10 mm seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.4**. (Kristanto, 2013). Klasifikasi tanaman jeruk lemon menurut Nurlaely (2016) sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Divisi: Spermatophyta

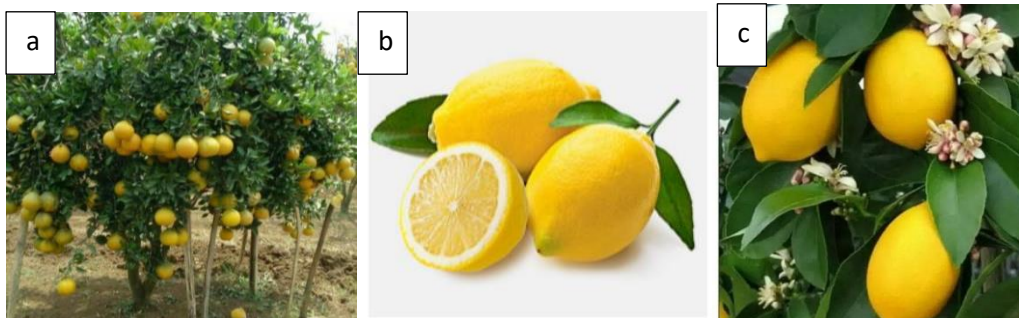
Kelas: Dicotyledonae

Ordo: Rutales

Famili: Rutaceae

Genus: Citrus

Spesies: *Citrus limon*



Gambar 2.4 Buah Lemon (a) Pohon, (b) buah, (c) daun dan bunga (Hibatul, 2018)

Buah lemon mengandung sejumlah asam sitrat yang merupakan rasa khas lemon dengan kandungan pH sekitar 2-3, minyak atsiri, dan limonene pene. Selain itu kandungan vitamin C jeruk lemon termasuk tinggi dibandingkan jeruk

nipis yang dapat dijadikan sumber vitamin A, B1, B2, geranyl asetat, fosfor, kalsium, linalyl asetat, dan serat (Indriani *et al.*, 2015). Kandungan nutrisi yang dikandung oleh sari buah lemon dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Asam sitrat dan asam β -hidroksi trikarboksilat terdapat dalam sari buah jeruk banyak digunakan dalam industri makanan, salah satunya sebagai bahan anti *browning* (Nizhar, 2012). Asam sitrat pada buah lemon merupakan salah satu bahan anti *browning* yang dapat menghambat terjadinya pencoklatan karena dapat mengkompleks ion tembaga yang berperan sebagai katalis dalam reaksi pencoklatan serta menghambat pencoklatan dengan cara menurunkan pH. Asam sitrat mampu menurunkan pH karena pada kebanyakan buah dan sayur, aktivitas enzim PPO optimal bekerja pada pH 6-6,5 dan aktivitasnya akan menurun pada pH dibawah 4,5 sehingga kinerja enzim PPO dapat menjadi inaktif (Hibatul, 2018).

Tabel 2.2 Kandungan Gizi Sari Buah Lemon Per 100 gr

No	Komposisi	Jumlah
1.	Karbohidrat	9,3 gram
4.	Protein	1,1 gram
5.	Vitamin A	22 Mg
6.	Vitamin C	53 Mg
7.	Vitamin E / tokoferol	0,2 mg
8.	Kolin	5,1 mg
9.	Ca	26 mg
10.	Mg	8,0 mg
11.	P	16,0 mg
12.	K	138 mg
13.	Air	89,0 gram

Sumber: Swastihayu (2014)

Asam sitrat merupakan senyawa yang mudah teroksidasi dan dapat digunakan sebagai pengikat oksigen, hal itu yang membuat asam sitrat mampu mencegah apel potong berubah warna menjadi coklat. Lemon juga mengandung antioksidan dan

vitamin C yang dapat mereduksi kembali kuinon berwarna hasil oksidasi (o-kuinon) menjadi senyawa fenolat (o-difenol) tidak berwarna dan mampu mencegah komponen-komponen fenolat menjadi kuinon berwarna gelap (Hibatul, 2018).

2.8.2 Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*)

Lidah buaya merupakan tumbuhan yang tergolong suku Liliaceae. Lidah buaya dapat tumbuh di daerah yang memiliki iklim dingin dan juga kering seperti Asia, Afrika, dan Amerika. Lidah buaya merupakan tanaman xerofit tahunan yang efisien dalam penggunaan air karena hanya memerlukan sedikit air untuk pertumbuhannya. Lidah buaya (*Aloe vera*) merupakan tanaman rendah, memiliki bunga berwarna merah dengan perakaran dangkal. Akar tumbuh kesamping yang menyebabkan tanaman lidah buaya tidak berdiri kokoh karena perakarannya yang kurang dapat menahan beban daun dan pelepah lidah buaya. Batang lidah buaya pendek dikelilingi daun yang tebal dengan ujung runcing mengarah ke atas. Letak daun berhadap-hadapan, berbentuk roset dan berukuran tebal dengan tepi daun berduri, Panjang daun mencapai 40-90 cm, lebar 6-13 cm (Marhaeni, 2022). Klasifikasi lidah buaya (*aloe vera*) menurut Furnawanthi (2002) sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Divisi: Spermatophyta

Kelas: Monocotyledoneae

Ordo: Liliflorae

Famili: Liliaceae

Genus: Aloe

Spesies: *Aloe vera*

Lidah buaya tersusun atas gel (*mucilage*) dan *yellow latex* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.5**. Komponen dari *yellow latex* yakni aloin, aloe emodin dan fenol, sedangkan komponen utama gel lidah buaya adalah polisakarida. Karakteristik gel lidah buaya (*mucilage*) yakni tidak berasa, tidak berwarna dan tidak beraroma (Misir *et al.*, 2014). Kandungan nutrisi pada lidah buaya sangat beragam diantaranya yaitu 90% air, 4% karbohidrat dan sisanya terdiri atas mineral dan 17 asam amino. Gel yang terdapat pada lidah buaya mengandung zat antibakteri dan anti jamur seperti saponin yang mempunyai keefektivan dalam membunuh kuman, antrakuinon dan kuinon sebagai antibiotik. Senyawa bioaktif antifungi yang terkandung di dalam lidah buaya dapat mencegah pertumbuhan jamur seperti *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Aspergillus niger* dan lain-lain. Selain itu, senyawa antrakuinon pada gel lidah buaya berperan sebagai antimikroba yang melawan pertumbuhan bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* melalui penghambatan sintesis protein sehingga bakteri tersebut tidak dapat tumbuh. Penggunaan pelapis berbasis polisakarida yang dapat bertindak sebagai antimikroba dapat berfungsi dalam menghambat pencoklatan enzimatik, mengingat bahwa pertumbuhan mikroba dapat meningkatkan aktivitas pencoklatan enzimatik dengan memperburuk integritas sel jaringan, memicu lisis sel dan menyebabkan adanya kontak antara enzim pencoklatan dan substrat (Nolage., 2021).

Penggunaan lidah buaya sebagai bahan anti *browning* karena lidah buaya mengandung komponen glikomanan yang mampu menghambat kerusakan dengan mengurangi hilangnya kelembapan setelah buah mengalami pengolahan minimal salah satunya pemotongan (Purwanto., 2016). Lidah buaya dapat menghambat aktivitas PPO dan meningkatkan total fenolik pada buah apel potong selama

penyimpanan (Supapvanich, *et al* 2016). Buah dengan pelapisan gel lidah buaya dapat menekan laju respirasi etilen sehingga dapat menghambat proses pematangan, degradasi warna, dan sintesis karotenoid sehingga hal tersebut berdampak pula terhadap penghambatan perubahan warna pada buah (Supapvanich *et al.*, 2016).



Gambar 2.5 Lidah Buaya (Marhaeni, 2020)

2.8.3 Ekstrak Nanas (*Ananas comosus* (L) Merr.)

Nanas merupakan tipe tumbuhan tropis dengan buah yang memiliki perpaduan rasa antara segar, manis dan sedikit asam. Buah nanas memiliki daging buah berwarna kuning keemasan dan tidak memiliki biji, ciri khas buah nanas adalah mempunyai mata yang banyak (Gambar 2.6). Nanas dapat tumbuh di tempat terbuka dan tempat yang ternaungi pohon besar. Nanas tergolong tanaman monokotil dan bersifat merumpun. (Marmaini *et al.*, 2023). Klasifikasi tanaman nanas menurut Rukmana (1996) adalah sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Divisi: Angiospermae

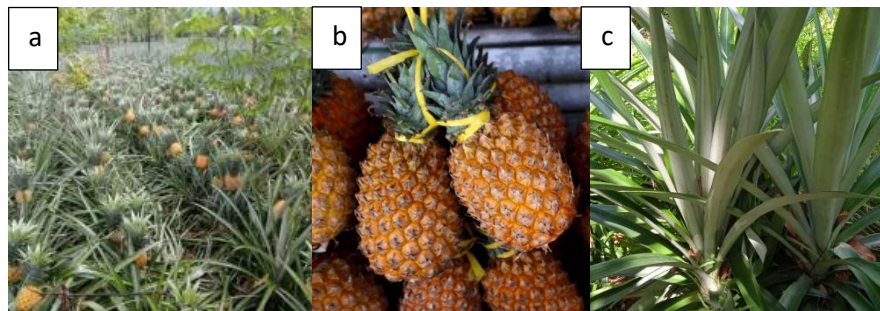
Ordo: Farinosae

Famili: Bromeliaceae

Genus: Ananas

Spesies: *Ananas comosus* (L.) Merr.

Nanas memiliki banyak manfaat bagi kesehatan karena nanas memiliki beberapa kandungan yaitu 90% air, kaya akan kalium, kalsium, iodium dan lain sebagainya. Kandungan nutrisi yang dikandung oleh sari buah lemon dapat dilihat pada **Tabel 2.3**. Kandungan gizi lain yang terdapat pada nanas yaitu kalium, kalsium, iodium, sulfur, dan khlor. Selain itu nanas juga kaya akan Biotin, vitamin B12, vitamin E serta enzim bromelin yang memiliki efek bakteriostatik, asam sitrat, serat dan air (Marmaini *et al.*, 2023). Asam sitrat memiliki kemampuan dalam mengkompleks ion tembaga dan sebagai katalis dalam reaksi pencoklatan. Asam sitrat juga dapat menghambat pencoklatan dengan menurunkan pH sehingga enzim pemicu pencoklatan menjadi tidak aktif. Bahan lain yang terkandung di dalam nanas yang berfungsi sebagai anti pencoklatan adalah asam askorbat. Asam askorbat akan teroksidasi menjadi dehydroascorbic acid setelah waktu tertentu (Effendy *et al.*, 2016). Asam askorbat tidak berperan dalam mengurangi warna coklat yang terbentuk tetapi berperan sebagai penghambat enzim yang mana asam askorbat akan menurunkan peningkatan warna seiring waktu. Asam askorbat dapat langsung mereduksi warna coklat yang terbentuk dan bertindak sebagai peredam kuinon (Hussein *et al.*, 2015).



Gambar 2.6 Buah Nanas (a) pohon, (b) buah, (c) daun (Widilantika, 2018)

Tabel 2.3 Kandungan gizi nanas per 100 g

No	Komposisi	Jumlah
1.	Kadar air	85,3 gram
2.	Asam askorbat	16,9 mg/100 gram
3.	Total asam	16,9 mg
4.	glukosa	1,76 gram
5.	Fruktosa	1,94 gram
6.	Sukrosa	4,59 gram
7.	Total gula	8,29 gram

Sumber: Widilantika (2018)

2.8.4 Asam Askorbat

Asam askorbat merupakan senyawa kimia yang bisa larut dalam air dan mudah rusak karena reaksi oksidasi terlebih lagi jika dipanaskan. Asam askorbat ditemukan pada tahun 1932 oleh Szent-Gyorgyi dan C.Glenn Aking yang pada saat itu mengisolasi zat antiskorbut dari jaringan adrenal, jeruk dan kol dan diberi nama vitamin C. Asam askorbat merupakan senyawa kimia berupa padatan kristal, berwarna putih, tidak berbau, tidak larut dalam etil alkohol (Almatsier, 2011). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM RI) No 13 Tahun 2012 mengenai Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan (BTP) asam askorbat pada produk kemasan *edible* adalah secukupnya.

Peran asam askorbat dalam reaksi pencoklatan enzimatis adalah sebagai antioksidan dengan mengikat oksigen pada permukaan. Peran penting lainnya yaitu mereduksi o-quinon untuk kembali menjadi o-difenol yang bereaksi dengan quinon-quinon pada komponen yang terdapat perubahan warna serta menekan kerja enzim. Sistem kerja asam askorbat tidak dengan menghambat secara langsung seperti senyawa sulfit. Asam askorbat bekerja dengan mereduksi quinon yang terbentuk menjadi substrat polifenol. Pada proses ini juga disertai adanya penurunan aktivitas enzim sehingga dikenal juga sebagai reaksi inaktivasi. Asam askorbat memiliki peran penting sebagai inhibitor proses *browning* enzimatis karena kemampuannya dalam mereduksi quinon kembali menjadi senyawa fenol sebelum mengalami reaksi lebih lanjut menjadi pigmen kecoklatan pada buah (Schuler, 1990).

2.9 Parameter Kualitas Buah

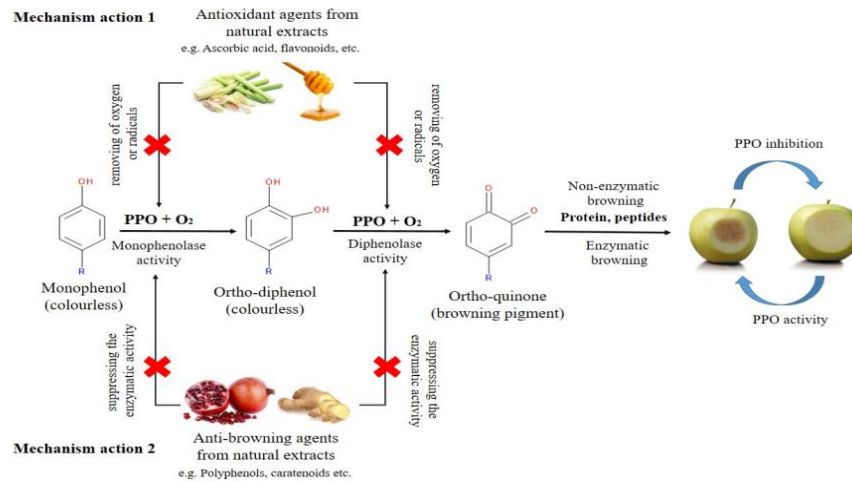
2.9.1 Kadar Air

Kadar air merupakan kandungan air yang terdapat di dalam buah. Berkurangnya kandungan air pada buah dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan nilai gizi. Hal pada umumnya lebih banyak disebabkan oleh faktor respirasi. Respirasi sendiri disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal (Varanita et al, 2016). Faktor internal respirasi diantaranya yaitu tingkat perkembangan buah, susunan kimiawi jaringan, ukuran produk, pelapis alami dan jenis jaringan. Sedangkan faktor eksternal respirasi diantaranya yaitu suhu, pemberian hormon etilen, oksigen yang tersedia, karbon dioksida, zat-zat pengatur pertumbuhan, serta kerusakan buah. Respirasi yang terjadi pada buah merupakan

proses biologis dimana oksigen diserap untuk membakar bahan organik dalam buah agar menghasilkan energi yang diikuti oleh pengeluaran sisa pembakaran berupa gas CO₂ dan air. CO₂ dan air yang dihasilkan akan mengalami penguapan karena energi sehingga buah akan mengalami penyusutan (Alexandra dan Nurlina, 2014). Beberapa faktor yang mempengaruhi transpirasi pada buah diantaranya yaitu volume buah, lapisan alami permukaan buah, kerusakan mekanis pada kulit buah, suhu, zat-zat pengatur tumbuhan dan sebagainya (Gardjito dan Swasti, 2014).

2.9.2 Indeks Browning

Polyphenol oksidase (PPO) merupakan enzim yang secara alami mengandung tembaga yang diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu EC1.14.28.1 (tironase, kresolase, dan monofenol monooksigenase) dan EC1.10.3.1 (difenol oksidoreduktase, difenol oksidase, dan katekol oksidase). Enzim PPO ini merupakan enzim yang mengandung dua atom tembaga yang masing-masing terikat dengan tiga residu histidine (Sae-leaw, 2019). Kedua atom tembaga pada enzim PPO berinteraksi dengan substrat dan molekul oksigen sehingga terjadi proses pencoklatan secara enzimatik. Substrat yang berperan dalam pencoklatan terdapat di plastida, sedangkan enzim PPO terdapat di sitoplasma. Apabila tanaman mengalami pengupasan, pemotongan yang menyebabkan jaringan terluka atau rusak maka akan menyebabkan pecahnya plastida sehingga mengakibatkan enzim PPO yang terletak di sitoplasma masuk ke dalam plastida dan berinteraksi dengan substrat. Di dalam plastida enzim PPO akan mengalami dua aktivitas yaitu monofenolase dan difenolase Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Skema Proses Pencoklatan Enzimatik Dan Mekanisme Penghambatan Ekstrak Alami (Lim *et al.*, 2020).

Aktivitas monofenolase dan aktivitas difenolase akan menjadi ortokuinon yang kemudian selanjutnya terpolimerisasi menghasilkan warna coklat melalui reaksi enzimatik dan non enzimatik. Untuk menghindari hal tersebut beberapa metode dilakukan untuk menonaktifkan enzim dan bisa juga dengan menambahkan agen anti pencoklatan yang dapat menghindari kontak antara enzim dengan substrat (Loannou dan Ghoul, 2013). Enzim POD (*Peroksidase*) merupakan enzim yang juga berperan dalam proses pencoklatan. Enzim POD menggunakan hidrogen peroksida untuk melakukan oksidasi elektron tunggal yang menyebabkan pencoklatan pada buah. Kedua enzim ini (PPO dan POD) merupakan pemicu terjadinya pencoklatan pada buah apabila kedua enzim ini bereaksi dengan substrat dan melibatkan oksigen (Wardhani *et al.*, 2016). Selama masa penyimpanan indeks browning cenderung semakin tinggi dengan diikuti proses pencoklatan yang semakin cepat (Mandel *et al.*, 2021).

Mekanisme kerja penghambatan enzimatis dapat dilakukan dengan menggunakan bahan antioksidan alami untuk menghilangkan oksigen atau radikal yang akan berinteraksi dengan enzim PPO dan POD dalam pembentukan warna coklat misalnya vitamin C ataupun senyawa sulfit. Penggunaan vitamin C dapat mereduksi kembali quinon hasil proses oksidasi (o-quinon) menjadi senyawa fenolat (o-difenol) tidak berwarna. Asam askorbat selanjutnya dioksidasi menjadi asam dehidroaskorbat. Ketika vitamin C habis, komponen berwarna akan terbentuk sebagai hasil reaksi polimerisasi dan menjadi produk antara yang *irreversible*. Jadi produk berwarna hanya akan terjadi jika vitamin C yang ada habis dioksidasi dan quinon terpolimerisasi. Sedangkan senyawa sulfit dalam kerjanya menghambat proses pencoklatan dengan cara menghambat enzim fenolase pada konsentrasi satu ppm secara langsung atau mereduksi hasil oksidasi quinon menjadi bentuk fenolat sebelumnya.

Penghambatan juga dapat menggunakan bahan *anti-browning* dari ekstrak alami untuk menekan aktivitas enzimatis. Misalnya senyawa polifenol yang diperoleh dari ekstrak tumbuhan mampu bersaing dengan enzim PPO dan POD dengan berinteraksi di sisi aktif enzim. Senyawa polifenol juga dapat berinteraksi dengan protein melalui interaksi hidrofobik atau ikatan hidrogen. Akibatnya aktivitas enzim menjadi berkurang ketika turunan fenolik ini membentuk ikatan hidrogen pada sisi aktif enzim PPO dan POD (Hamdan *et al.*, 2022).

2.9.3 Kekerasan Buah

Perubahan kekerasan buah merupakan salah satu aktivitas yang terjadi akibat dari kehilangan air pada produk hortikultura. Perubahan tingkat kekerasan buah

disebabkan oleh adanya perubahan pada komposisi dinding sel pada buah tersebut. Penyusun dinding sel terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan pektin. Selulosa akan dipecah oleh enzim selulose menjadi selobiosa dan hemiselulosa dipecah oleh enzim hemiselulosa yang selanjutnya akan diubah menjadi glukosa. Protopektin merupakan senyawa yang tidak larut sedangkan pektin merupakan senyawa yang dapat larut dalam cairan buah-buahan. Protopektin akan dipecah oleh enzim protopektinase menjadi pektin yang selanjutnya dipecah menjadi asam pektinat, asam pektat dan kemudian asam galakturonat. Terjadinya degradasi hemiselulosa dan perubahan protopektin menjadi pektin yang larut menyebabkan tingkat kekerasan buah menjadi menurun. Hal ini dapat terjadi pada buah apel yang disimpan selama 4 bulan sehingga terjadi perubahan hemiselulosa dan protopektin yang berkaitan langsung dengan terjadinya pelunakan buah (Sudhjata dan Ni Wayan, 2017).

Tingginya penurunan kekerasan juga dipengaruhi oleh tingginya susut bobot dan tingkat kerusakan mekanis yang terjadi pada buah. Ciri kematangan buah dapat diukur dengan tingkat kekerasan buah. Lamanya penyimpanan juga dapat mempengaruhi kekerasan buah, semakin panjang waktu penyimpanan dapat menurunkan kekerasan buah. Kekerasan buah yang menurun ini merupakan salah satu efek dari respirasi buah (Kusumiyati *et al*, 2019).

2.9.4 Total fenolik

Total kadar fenolik merupakan kadar total senyawa fenolik yang terdapat dalam suatu sampel. Senyawa fenolik adalah kelompok beragam metabolit sekunder yang ditemukan pada tumbuhan, dan diketahui memiliki berbagai

aktivitas biologis dan manfaat kesehatan. Senyawa ini antara lain flavonoid, asam fenolik, tanin, dan lignan (Phuyal *et al.*, 2020).

Kadar fenolik sering diukur menggunakan berbagai metode laboratorium, seperti uji folin-ciocalteu, yang bergantung pada reaksi antara senyawa fenolik dan reagen folin-ciocalteu. Reaksi ini menghasilkan warna biru yang intensitasnya sebanding dengan konsentrasi senyawa fenolik yang ada dalam sampel. Total kadar fenolik biasanya dinyatakan dalam setara asam galat (GAE) per satuan berat atau volume sampel (Noreen *et al.*, 2017).

Kandungan total fenolik sampel dapat memberikan indikasi kapasitas antioksidan potensial dan manfaat kesehatannya, karena senyawa fenolik dikenal karena kemampuannya untuk mengais radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif (Noreen *et al.*, 2017). Gugus hidroksil dalam ekstrak tumbuhan bertanggung jawab untuk memfasilitasi perlawanan terhadap radikal bebas. Ketika senyawa fenolik ini berinteraksi dengan radikal bebas, mereka dapat menyumbangkan elektron atau atom hidrogen untuk menstabilkan radikal tersebut dan mencegahnya menyebabkan kerusakan sel dan jaringan (Phuyal *et al.*, 2020). Kemampuan untuk menetralkan radikal bebas inilah yang memberi senyawa fenolik sifat antioksidannya. Kadar fenolik sering digunakan sebagai indikator potensi kapasitas antioksidan pada buah-buahan dan sayur-sayuran. Kadar fenolik yang lebih tinggi menunjukkan konsentrasi senyawa fenolik yang lebih tinggi dengan aktivitas antioksidan, yang menyiratkan bahwa sampel memiliki potensi untuk memberikan perlindungan yang lebih besar terhadap stres oksidatif. Namun, jenis senyawa fenolik tertentu yang ada dan bioavailabilitasnya juga dapat memengaruhi efek antioksidan yang sebenarnya (Phuyal *et al.*, 2020).

2.9.5 Uji Aktivitas Antioksidan (DPPH)

DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) adalah senyawa radikal bebas stabil yang sering digunakan dalam uji antioksidan untuk mengevaluasi kapasitas zat penghilang radikal, terutama antioksidan alami, yang mana zat radikal bebas ini merupakan molekul yang sangat reaktif untuk merusak sel dan berkontribusi terhadap stress oksidatif (Baliyan *et al.*, 2022). Metode ini digunakan secara luas untuk mengukur sifat antioksidan suatu zat seperti ekstrak atau senyawa tumbuhan (Chen *et al.*, 2020). DPPH merupakan senyawa sintetik yang memiliki warna ungu tua dalam bentuk radikalnya. DPPH akan mengalami reaksi reduksi ketika bertemu zat dengan aktivitas antioksidan. Reaksi ini menghasilkan penghilangan elektron ganjil dari molekul DPPH, yang menyebabkan perubahan warna dari ungu menjadi kuning (Foti, 2015).

2.9.6 Total Asam

Salah satu fisiologi buah adalah proses pematangan, yang mana dalam hal tersebut terjadi berbagai perubahan komponen kualitas dan nutrisi buah diantaranya yaitu kadar total asam. Total asam pada buah dapat digunakan sebagai parameter dalam menentukan tingkat kematangan terutama pada buah klimaterik (Novita *et al.*, 2012). Semakin tinggi tingkat kematangan pada buah maka kandungan total asam akan menurun karena digunakan sebagai substrat untuk meningkatkan laju transpirasi (Juliati, 2012).

2.9.7 Organoleptik

Organoleptik merupakan salah satu uji terhadap suatu produk makanan berdasarkan kesukaan dan keinginan. Uji organoleptik biasanya dilakukan dengan mengandalkan indera manusia untuk mengukur daya penerimaan terhadap produk. Dalam hal ini kemampuan indera dalam menilai meliputi kemampuan mendeteksi, mengenali, membandingkan dan kemampuan menilai suka atau tidak suka. Uji organoleptik disini meliputi warna, tekstur dan rasa (Gusnadi., *et al* 2021).

Warna pada buah merupakan bagian kualitas sensoris yang paling utama dari produk buah-buahan. Warna mempunyai korelasi dengan penampilan fisik, kandungan gizi, kimiawi serta sifat-sifat sensoris yang sangat menentukan kualitas produk-produk pertanian dan bahan pangan khususnya produk hortikultura (Pathare *et al*, 2013). Proses perubahan warna yang paling banyak terjadi adalah perubahan warna menjadi cokelat akibat proses pengupasan, pemotongan, ataupun benturan yang mana proses ini disebut dengan reaksi pencoklatan enzimatis (Purwanto dan Effendi, 2016). Pencoklatan disebabkan oleh reaksi oksidasi senyawa fenolik pada buah yang dikatalisis oleh enzim PPO (*Polifenol Oksidase*) ketika buah mengalami kerusakan struktur sel dan kemudian akan menghasilkan senyawa kuinon yang menyebabkan warna menjadi cokelat (Gomes *et al.*, 2014). Pencoklatan pada permukaan buah merupakan permasalahan yang cukup serius karena dapat menurunkan kualitas produk secara visual, rasa, merusak nutrisi makanan dan menurunkan minat konsumen khususnya terhadap komoditas buah apel yang diolah secara minimal (Demasta *et al.*, 2018).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan empat kali ulangan. Kontrol yang digunakan adalah apel potong tanpa pelapis sebagai kontrol negatif dan penambahan bahan agen anti *browning* sintetis berupa asam askrobat sebagai kontrol positif. Penggunaan konsentrasi sodium alginat mengacu pada Cofelice *et al.* (2018) dan Marghmaleki *et al.* (2021) dengan perbandingan antara sodium alginat dan kalsium klorida 1:1. Kombinasi dari seluruh taraf perlakuan dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan

Simbol Perlakuan	Konsentrasi Sodium Alginat	Konsentrasi Kalsium Klorida	Konsentrasi dan Variasi Agen Anti Browning
AS	2% (2 g/100 mL)	2% (2 g/100 mL)	2% (2 g/100 mL) asam askrobat
NA	2% (2 g/100 mL)	2% (2 g/100 mL)	50% (5 g/100mL) nanas
LB	2% (2 g/100 mL)	2% (2 g/100 mL)	75% v/v (75 mL/100mL) lidah buaya
LE	2% (2 g/100 mL)	2% (2 g/100 mL)	15% v/v (15 mL/100mL) lemon
Kontrol negatif	-	-	-

Keterangan kombinasi perlakuan adalah:

- a. AS = Sodium alginat 2%, kalsium klorida 2% dan asam askrobat 2%
- b. NA= Sodium alginat 2%, kalsium klorida 2% dan nanas 50%
- c. LB = Sodium alginat 2%, kalsium klorida 2% dan lidah buaya 75%

- d. LE = Sodium alginat 2%, kalsium klorida 2% dan lemon 15%
- e. Kontrol negatif = normal (tanpa perlakuan pelapis)

3.2 Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian dan pengujian akan dilakukan pada bulan Desember 2023 – Januari 2024. Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Genetika Molekuler Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang dan Laboratorium Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan untuk membuat pelapis adalah gelas ukur, timbangan digital, stirrer, gelas beaker, sendok, aluminium foil, dan stopwatch. Alat-alat yang digunakan untuk proses melapisi dan menyimpan apel potong adalah pisau, talenan, timbangan digital, baskom, mika plastik box, sarung tangan plastik, pemanas, dan lemari es. Alat-alat yang digunakan untuk analisis adalah timbangan digital, pinset, tabung sentrifuge, sentrifuge, gelas ukur, pisau, tabung reaksi, talenan, kain saring, kertas saring, biuret, pipet tetes, mortar, vortex, *colorimeter*, spektrofotometer, *water bath*, dan *texture analyzer*.

3.3.2 Bahan

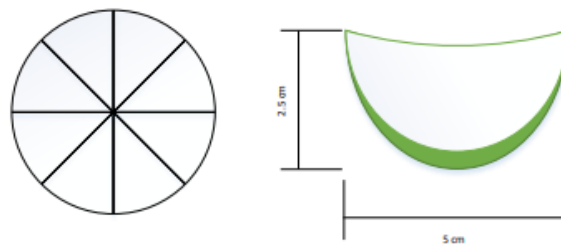
Bahan-bahan yang digunakan antara lain apel manalagi, kalsium klorida, sodium alginat, lidah buaya, ekstrak nanas, lemon, aquades, methanol, asam askorbat, Folin-ciocalteu *reagent*, phenolphthalein, NaOH, Natrium fosfat, 2,2-

diphenyl-1-picrylhydrazyl, alkohol 70%, aquades, sodium karbonat, kertas saring whattman, label, dan air.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Sampel

Persiapan sampel mengikuti metode Hibatul (2018) dengan modifikasi. Sampel buah apel dibeli dari toko apel di Kota Batu sebanyak 80 buah dan dipilih berdasarkan tingkat kematangan yang kurang lebih sama dan disimpan di suhu ruang semalaman sampai digunakan keesokan harinya. Buah apel dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran eksternal, kemudian dikeringkan. Buah apel yang sudah kering, dipotong menjadi 8 bagian berbentuk bulat sabit menggunakan alat pemotong apel dengan berat yang sama. Pola pemotongan serta ukuran dari hasil pemotongan apel dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Pola dan ukuran potongan tiap sampel apel (Hibatul, 2018)

3.4.2 Pembuatan Larutan Pelapis Edible Berbasis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida

Persiapan larutan pelapis mengikuti metode Alharaty & Ramaswary (2020) dengan modifikasi. Aquades digunakan untuk melarutkan bubuk sodium alginat.

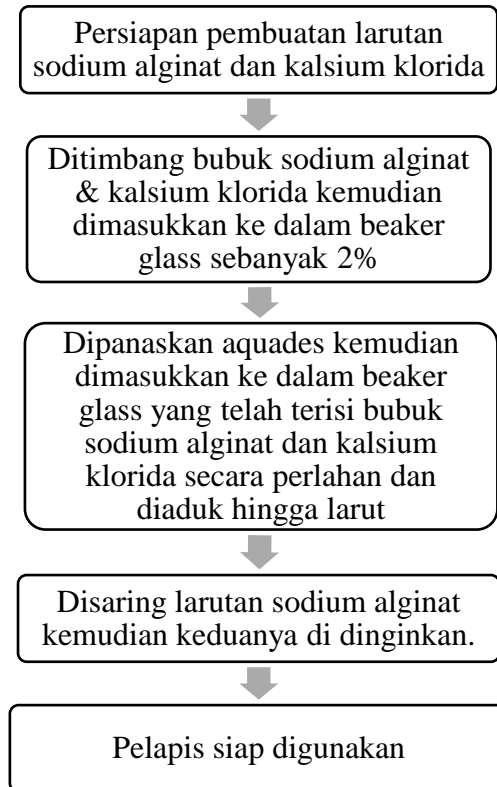
Bubuk sodium alginat dimasukkan kedalam gelas beaker, kemudian dituang aquades yang telah dipanaskan dengan dengan persentase 2% (4 g/ 200) mL secara perlahan dan diaduk hingga benar-benar larut dan kemudian disaring. Untuk menyiapkan larutan kalsium klorida 2%, ditimbang bubuk kalsium klorida, dimasukkan ke dalam gelas beaker, kemudian dituang aquades yang telah dipanaskan dengan dengan persentase 2% (6 g/ 300 mL) secara perlahan dan diaduk hingga benar-benar larut. Alur pembuatan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dapat dilihat pada gambar 3.2.

3.4.3 Pembuatan Bahan Anti Browning Berbasis Asam Askorbat

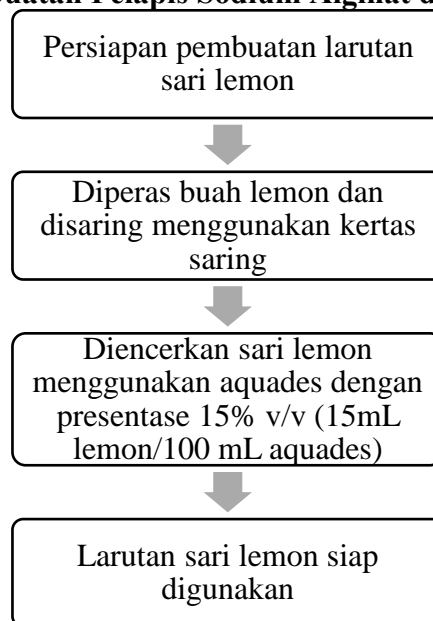
Persiapan larutan pelapis mengikuti metode Alharaty & Ramaswary (2020) dengan modifikasi. Aquades digunakan untuk melarutkan bubuk asam askorbat. Bubuk asam askorbat dimasukkan kedalam gelas beaker, kemudian dituang aquades yang telah dipanaskan dengan dengan persentase 2% (2 g/ 100 mL) secara perlahan dan diaduk hingga benar-benar larut.

3.4.4 Pembuatan Bahan Anti Browning Berbasis Sari Lemon

Persiapan pembuatan larutan sari lemon mengikuti metode Hibatul (2018) dengan modifikasi. Pertama buah lemon di peras terlebih dahulu, kemudian disaring menggunakan kain saring dengan tujuan memisahkan sari lemon dari bulirnya. Selanjutnya sari lemon diencerkan menggunakan aquades sampai mencapai konsentrasi 15% (v/v). yakni dengan 15ml sari lemon murni diencerkan kedalam 100 ml akuades sehingga didapatkan sebanyak 100ml larutan sari lemon. Alur proses pembuatan larutan sari lemon dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.2. Pembuatan Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida



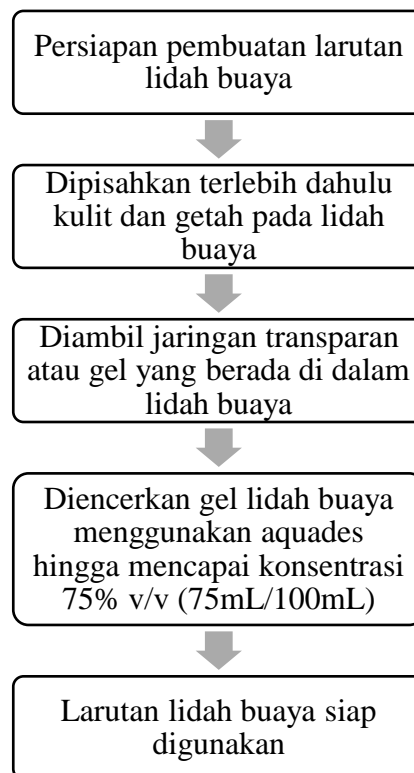
Gambar 3.3. Pembuatan Larutan Sari Lemon

3.4.5 Pembuatan Bahan Anti Browning Berbasis Sari Lidah Buaya

Persiapan pembuatan larutan lidah buaya mengikuti metode Supapvanich *et al* (2016) dengan modifikasi. Pertama, dipisahkan terlebih dahulu kulit dan getah

(lateks) pada lidah buaya. Kedua, Diambil jaringan transparan atau gel yang berada dibagian dalam. Ketiga, Gel lidah buaya disaring menggunakan kain saring. Keempat, homogenate gel lidah buaya murni diencerkan menggunakan aquades sampai mencapai konsentrasi 75% v/v yakni dengan 75ml gel lidah buaya murni diencerkan kedalam 100 mL akuades sehingga didapatkan sebanyak 100 ml larutan ekstrak lidah buaya. Alur proses pembuatan larutan lidah buaya dapat dilihat pada

Gambar 3.4.



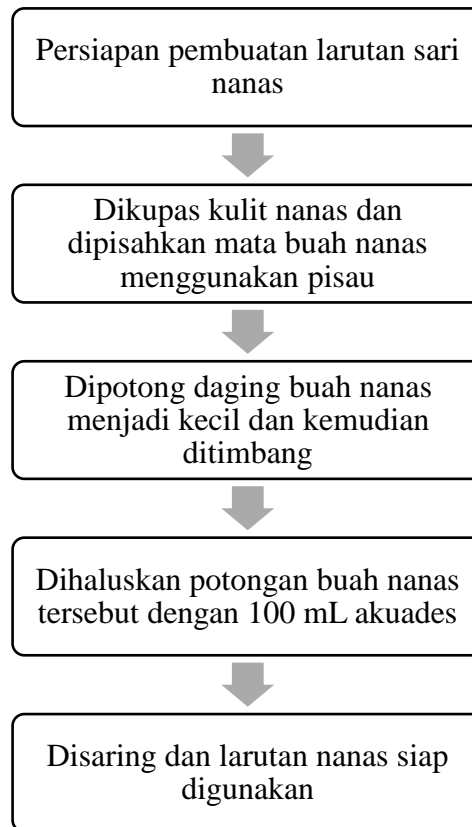
Gambar 3.4. Pembuatan Larutan Lidah Buaya

3.4.6 Pembuatan Bahan Anti Browning Berbasis Sari Nanas

Persiapan pembuatan larutan nanas mengikuti metode Widiantika (2018) dengan modifikasi. Pertama, dikupas dan dibersihkan mata buah nanas menggunakan pisau. Kedua, buah nanas dipotong dan ditimbang dengan berat 50g. Ketiga buah nanas dihaluskan dengan ditambah aquades 100 mL. Alur proses pembuatan larutan ekstrak nanas dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.

3.4.7 Pelapisan Pelapis Sodium Alginat Dengan Bahan Anti Browning

Pelapis sodium alginat dengan konsentrasi 2% dicampurkan ke dalam larutan anti *browning* kemudian kedua larutan tersebut diaduk hingga rata. Selanjutnya apel potong dicelupkan ke dalam larutan pelapis sodium alginat yang telah dicampur dengan bahan anti *browning* kemudian diangkat dan dicelupkan kembali ke dalam larutan kalsium klorida selama 30 detik (Huse, 2011) menggunakan pencapit yang berfungsi dalam proses penirisan. Setelah proses pencelupan, apel potong diletakkan pada wadah jaring hingga tidak menetes yang bertujuan untuk menghilangkan kelebihan pelapis pada permukaan apel potong.



Gambar 3.5. Pembuatan Larutan Sari Nanas

3.4.8 Penyiapan Sampel Kontrol

Penyiapan sampel kontrol diantaranya yakni, satu buah apel dipotong menjadi 8 bagian dengan alat pemotong, kemudian sampel direndam di dalam aquades dan dititiskan pada suhu ruang. Dilakukan 4 kali pengulangan sampel kemudian sampel ditutup rapat dalam wadah kotak plastic *thinwall* dan disimpan pada suhu $4\pm 4^{\circ}\text{C}$.

3.4.9 Penyimpanan Sampel

Sampel yang telah diberi perlakuan maupun kontrol disimpan didalam wadah kotak mika plastic (setiap wadah berisi 8 sampel apel potong) dan. Wadah kotak disimpan dilemari es pada suhu $4\pm 4^{\circ}\text{C}$ selama 12 hari dan pengujian dilakukan setiap empat hari sekali dimulai pada hari ke-0, 4, 8, dan 12.

3.4.10 Pengamatan Sampel

Pengamatan organoleptik mengikuti metode (Soekarto, 2002) yaitu dengan mengamati kenampakan, aroma dan rasa apel potong yang diberi perlakuan. Pengamatan yang dilakukan berupa uji kesukaan atau uji skala hedonic kepada 30 panelis. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen dengan memberikan sampel apel potong yang telah diberi pelapis, kemudian panelis akan mengisi kuisioner yang telah disiapkan. Pemberian nilai berdasarkan kriteria suka dan tidak suka kemudian dikonversikan dalam bentuk angka dengan *hedonic scoring scale*. Skor 1-5, yaitu 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = netral, 4 = suka, 5 = sangat suka untuk indeks aroma dan rasa (Supapvanich *et al*, 2012).

Pengamatan kualitas apel yang dilakukan meliputi, kadar air, kekerasan, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan DPPH, *Browning* indeks dan total asam tertitrasi. Prosedur pengamatan dijelaskan sebagai berikut.

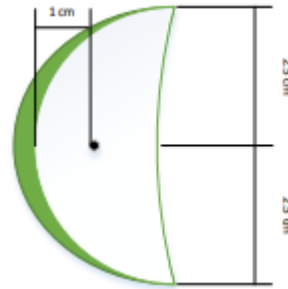
a. Pengukuran kadar air

Pengukuran kadar air mengikuti metode Sudarmadji *et al* (2007) dengan modifikasi. Pengukuran kadar air menggunakan metode pemanasan oven. Ditimbang terlebih dahulu sampel dengan berat masing-masing 5 g di setiap perlakuan menggunakan timbangan digital. Diletakkan sampel di atas pemanggang oven kemudian dipanaskan dengan suhu 105 °C selama 4 jam. Sampel ditimbang ditunggu sampai mencapai berat kosntan. Rumus perhitungan kadar air yaitu:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(\text{berat awal} - \text{berat akhir})}{\text{berat awal}} \times 100$$

b. Pengukuran kekerasan

Pengukuran kekerasan mengikuti metode (Gardjito & Agung, 2003). Nilai kekerasan buah diukur dengan menggunakan alat pengukur kekerasan yaitu *Stable Micro Systems*. Sampel apel potong diletakkan tegak lurus dengan probe, selanjutnya ditusuk hingga mencapai kedalaman 10 nm. Proses penusukan dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap ulangan disalah satu sisi bagian daging buah. Hasil tingkat kekerasan buah akan ditampilkan pada alat pengukur dalam satuan kg/cm^3



Gambar 3.6 Posisi penusukan probe pada sampel (Hibatul, 2018)

c. Pengukuran total kadar fenolik

Pengukuran kadar fenolik mengikuti metode (Li *et al.*, 2023) dengan modifikasi. Pengujian total kadar fenolik dengan cara membuat ekstrak terlebih dahulu dengan cara menimbang 2 g sampel kemudian ditambah dengan 10 ml methanol 80%. Sampel dihaluskan dengan mortar dan alu, kemudian ditimbang agar beratnya seimbang dan di sentrifuge dengan kecepatan 12.000 rpm selama 20 menit dalam suhu 4°C. Diambil supernatant sebanyak 100 μl , kemudian dimasukkan 1.900 μL aquades dan

200 μl *reagent* folin ciocalteu. Setelah itu, sampel di campur dengan baik menggunakan vortex dan didiamkan selama 7 menit 40 detik di ruang yang gelap. Ditambahkan 1000 μl sodium carbonate dan kemudian diinkubasi didalam *water bath* dengan suhu 40°C selama 20 menit. Langkah terakhir yaitu menguji hasil dengan spektrofotometer dengan nilai absorbansi 765 nm menggunakan blank 80% methanol. Rumus menghitung total kadar fenolik adalah sebagai berikut:

$$\text{Total kadar fenolik} = \frac{C \times V}{m}$$

C = kurva standar ($\mu\text{g} \cdot \text{Ml}^{-1}$)

V = total volume ekstrak (Ml)

m = berat sample (g)

d. Aktivitas antioksidan DPPH

Pengukuran aktivitas antioksidan mengikuti metode Gulcin *et al.*, (2023) dengan modifikasi. Pengujian aktivitas antioksidan DPPH dengan cara membuat ekstrak terlebih dahulu dengan cara menimbang 2g sampel kemudian ditambah dengan 10 ml methanol 80%. Sampel dihaluskan dengan mortar dan alu, kemudian ditimbang agar beratnya seimbang dan di sentrifuge dengan kecepatan 12.000 rpm selama 20 menit dalam suhu 4°C. Diambil sebanyak 50 μl supernatan, kemudian dimasukkan 2.5 mL *working solution* DPPH. Setelah itu diinkubasi sampel di ruangan gelap selama 30 menit. Langkah terakhir yaitu menguji hasil dengan spektrofotometer dengan nilai absorbansi 517 nm menggunakan blank 80% methanol.

$$\text{aktivitas antioksidan DPPH} = \left[\frac{(Ac - As)}{Ac} \right] \times 100$$

A_c = Nilai absorbansi control DPPH

A_s = Nilai absorbansi sampel

e. Pengukuran Warna Permukaan Buah

Pengamatan perubahan warna buah diukur dengan menggunakan alat colorimeter. Analisis warna yang dilakukan adalah nilai L^* , a^* , dan b^* yang tampak pada layar kolorimeter. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan sampel, angka 0 menunjukkan warna hitam dan 100 menunjukkan warna putih. Nilai a^* menunjukkan tingkat kehijauan-kemerahan (nilai -120 hingga +120), selanjutnya nilai b^* menunjukkan tingkat kebiruan-kekuningan (nilai -120 hingga +120) (Demasta *et al.*, 2018). Nilai BI diperoleh menggunakan persamaan:

Rumus persamaan nilai BI (*Browning Indeks*):

$$BI = 100 \times \frac{x-0.31}{0.172}$$

$$\text{dimana } x = \frac{a+1.75L}{5.645L+a-3.012b}$$

f. Pengukuran keasaman metode titrasi

Pengukuran menggunakan metode Alharaty dan Ramaswamy (2020) dengan modifikasi. Pengukuran menggunakan alat biuret pada metode titrasi. Sebanyak 1 g sampel daging buah, kemudian ditambahkan dengan 10 mL akuades, dihaluskan menggunakan alu dan mortal. Sampel difiltrasi dengan menggunakan kertas saring whattman. Selanjutnya sampel di teteskan sebanyak 3 tetes reagen phenolphthalein 0,1 % kemudian diaduk perlahan. Selanjutnya dituangkan larutan NaOH 0,1 N ke dalam tabung biuret. Nilai titrasi dilihat dari penurunan larutan NaOH yang terdapat dalam

tabung biuret. Pengukuran dicek sampai warna sampel berubah menjadi merah muda selama 30 detik. Rumus perhitungan keasaman metode titrasi adalah sebagai berikut:

$$\text{keasaman metode titrasi (g MAE L}^{-1}\text{)} = \frac{V(\text{NaOH})(0,1)(0,067)}{m} \times 100$$

V = volume konstan sampel (mL)

NaOH = perubahan volume larutan NaOH pada tabung biuret (mL)

m = berat sampel (g)

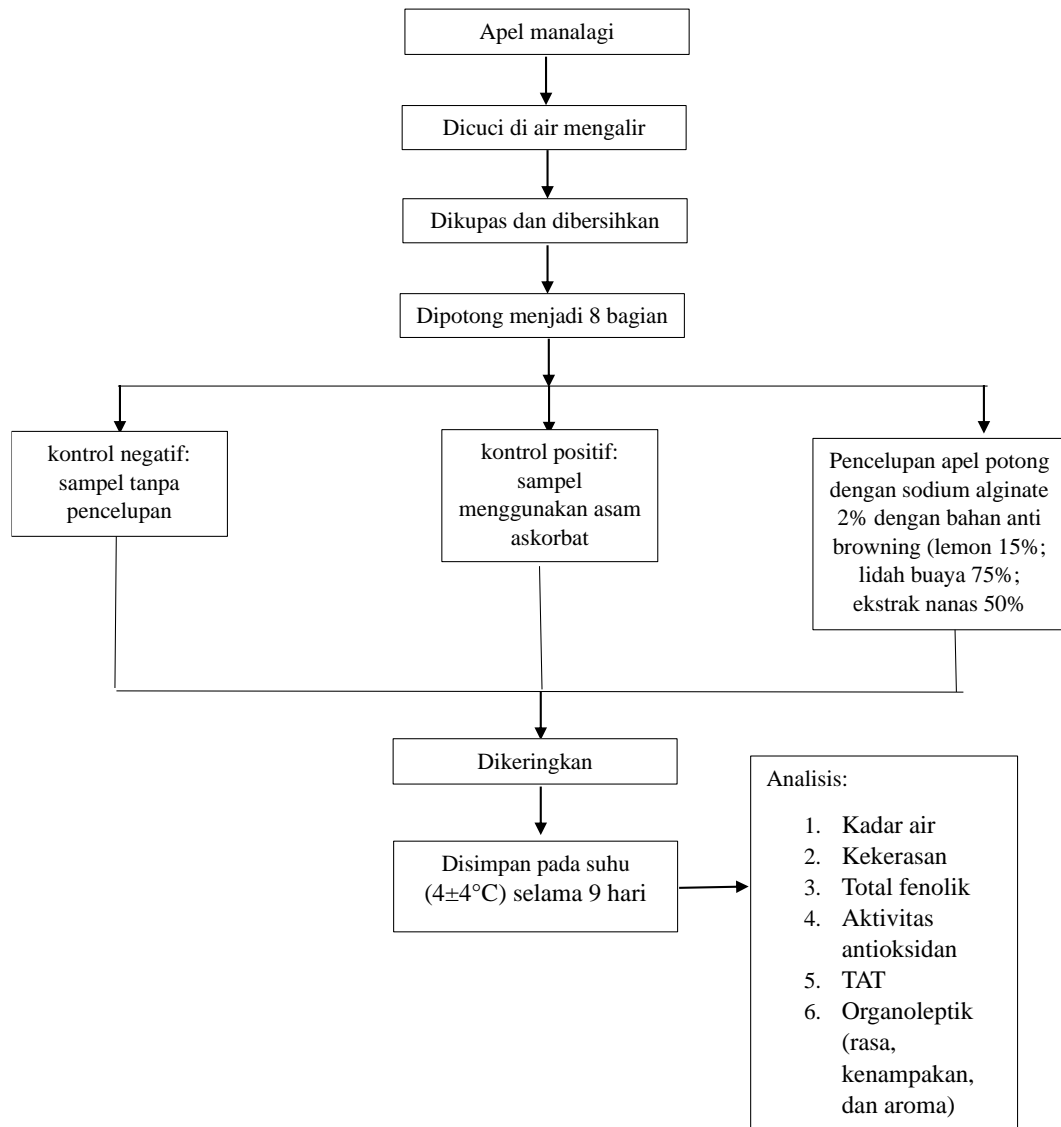
0,1 = molaritas NaOH

0,067 = koefisien konversi asam malik

3.5 Analisis Data

Data kekerasan, kadar air, total kadar fenolik *browning indeks* (BI), aktivitas antioksidan, dan total asam tetitiasi dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila terdapat beda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 5%. Data organoleptik (kenampakan, aroma dan rasa) dianalisis dengan uji non parametrik.

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Fisikokimia Apel (*Mallus sylvestris* Mill.)

a. Kadar Air

Presentase rata-rata kadar air apel potong menunjukkan penurunan seiring dengan lama waktu penyimpanan. Aktivitas penurunan kadar air yang tinggi menunjukkan penurunan kualitas buah yang dalam hal ini sejalan dengan penurunan berat buah sehingga akan berpengaruh terhadap kesegaran serta daya simpan buah (Ifmalinda *et al.*, 2019). Kandungan air yang terdapat pada buah mengindikasikan aktivitas laju transpirasi dan respirasi selama masa penyimpanan (Hesthiati *et al.*, 2023).

Rerata kadar air apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat (AS) pada hari ke-0 memiliki nilai kadar air lebih tinggi sebesar 87,15%. Rerata kadar air apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon masing-masing sebesar 85,92%, 84,26%, 86,32%. Sedangkan rerata kadar air apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 84,03%. Pada hari ke 4 rerata kadar air apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat (AS) sebesar 84,96%. Rerata kadar air apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon masing-masing sebesar 82,99%, 81,68%, dan 82,46%. Sedangkan rerata kadar air apel potong pada perlakuan kontrol sebesar 81,37%.

Rerata kadar air apel potong pada hari ke 8 dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat sebesar 79,64%. Rerata kadar air apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan

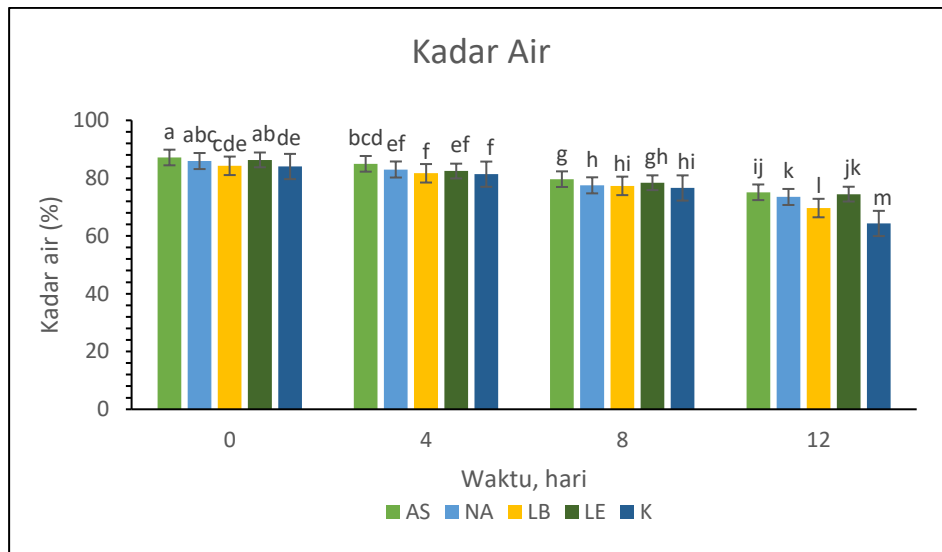
lemon masing-masing sebesar 77,50%, 77,32%, dan 78,41%. Sedangkan rerata kadar air apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 76,59%. Pada hari ke 12 rerata kadar air apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat (AS) sebesar 75,11%. Rerata kadar air apel potonh dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon masing-masing sebesar 73,49%, 69,65%, dan 74,47%. Sedangkan rerata kadar air apel potong pada perlakuan kontrol sebesar 64,32%. **Tabel 4.1.**

Apel potong yang diberi tambahan agen anti *browning* berupa asam askorbat, sari nanas, sari lidah buaya dan sari lemon memberikan pengaruh terhadap kadar air buah, karena meskipun nilai kadar air buah mengalami penurunan seiring dengan lamanya penyimpanan tetapi nilai kadar air buah yang diberi perlakuan *edible coating* dengan penambahan beberapa jenis agen anti *browning* memiliki nilai kadar air lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini membuktikan bahwa pemberian *edible coating* dapat memperlambat penurunan kadar air dengan cara menghambat penguapan yang terjadi pada buah dan memberikan tekanan yang besar dari permukaan buah (Husain *et al.*, 2022)

Tabel 4.1. Kadar air pada apel potong dengan kombinasi perlakuan pelapis sodium alginat dengan penambahan agen anti *browning* alami (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) selama masa penyimpanan

Perlakuan	Konsentrasi kadar air (%)			
	Waktu Penyimpanan (hari)			
	0	4	8	12
AS	87,15 ± 1,28	84,96 ± 1,60	79,64 ± 0,34	75,11 ± 1,01
NA	85,92 ± 1,32	82,99 ± 0,51	77,50 ± 0,34	73,49 ± 0,55
LB	84,26 ± 1,45	81,68 ± 1,65	77,32 ± 0,29	69,65 ± 0,58
LE	86,32 ± 0,70	82,46 ± 0,51	78,41 ± 1,00	74,47 ± 0,86
K	84,03 ± 1,87	81,37 ± 0,83	76,59 ± 1,08	64,32 ± 0,83

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran I**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, karena memiliki nilai signifikansi diatas 0,05. Hasil yang sama juga didapatkan pada uji homogenitas, dimana nilai signifikansi menunjukkan angka $0,632 > 0,05$ yang menunjukkan data tersebut homogen. Selanjutnya dapat dilakukan uji *two way* anova dengan uji lanjut duncan dengan nilai signifikansi dibawah 0,05. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor pelapis dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kadar air pada apel potong. Interaksi antara perlakuan dan lamanya penyimpanan juga berpengaruh nyata dengan nilai signifikansi di bawah 0,05 terhadap kadar air apel potong. Pada hari ke-0 perlakuan yang diberi asam askorbat (AS), sari nanas (NA), dan sari lemon (LE) berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Sedangkan pada perlakuan dengan pemberian lidah buaya (LB) menunjukkan tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Pada hari ke-4 terdapat perbedaan nyata antara perlakuan kontrol (K) dengan asam askorbat (AS), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain begitu juga pada hari ke-8. Kemudian pada penyimpanan hari hari ke-12 terdapat perbedaan nyata antara perlakuan kontrol (K) dengan perlakuan asam askorbat (AS), sari nanas (NA), sari lidah buaya (LB) dan sari lemon (LE). (**Gambar 4.1**).



Gambar 4.1. Kadar air apel potong selama 12 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) *Error bars* menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perhariannya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata $p < 0,05$.

Pemberian agen anti *browning* berupa bahan sintesis asam askorbat sebagai kontrol positif memiliki nilai kadar air lebih tinggi dibandingkan yang lainnya. Hal ini menunjukkan kemampuannya sebagai penghalang uap air pada buah selama penyimpanan. Sulasmi *et al* (2021) menyatakan bahwa asam askorbat memiliki kemampuan dalam menghambat proses oksidasi yang mana asam askorbat akan menjadi asam dehidroaskorbat sehingga akan menghambat penurunan kandungan air pada proses transpirasi dan respirasi.

Pemberian pelapis dengan penambahan berbagai bahan anti *browning* alami (sari lemon, sari lidah buaya dan sari nanas) memiliki rerata nilai kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini dapat disebabkan karena adanya kombinasi antara sodium alginat yang mana alginat memiliki peran sebagai *barier* terhadap lingkungan sehingga efektif dalam menjaga hilangnya kelembaban dan menekan terjadinya dehidrasi pada buah (Meikyo dan Hermawan 2023).

Penambahan bahan anti *browning* alami berupa sari lemon yang di dalamnya terdapat kandungan asam sitrat dapat membantu mengurangi laju transpirasi pada permukaan buah apel. Hal ini dapat membuat kadar air di dalam buah apel lebih tinggi karena membuat kehilangan air lebih sedikit. Ghanbarzadeh *et al* (2011) menyatakan bahwa asam sitrat dapat menyebabkan menurunnya permeabilitas uap air karena gugus hidroksil yang bersifat hidrofilik digantikan dengan gugus ester yang bersifat hidrofobik. Selain itu pemberian perlakuan sodium alginat dengan pemberian ekstrak nanas 50% dan pemberian lidah buaya 75% memiliki nilai kadar air lebih tinggi dibandingkan kontrol sebesar 73,49% dan 69,65% pada penyimpanan hari ke-12. Selain itu penambahan kalsium klorida sebagai bahan dasar pelapis *edible coating* juga menjadi penyebab penurunan besar laju respirasi pada apel potong. Semakin tinggi konsentrasi kalsium klorida semakin kuat juga lapisan yang dihasilkan karena ion kalsium diketahui mampu menghambat laju respirasi dan produksi etilen pada buah (Qi *et al.*, 2011). Hal ini membuktikan bahwa pemberian *edible coating* efektif dalam memberikan batasan (*barrier*) antara permukaan apel potong dengan udara sehingga dapat meminimalisir penurunan kadar air.

Buah nanas memiliki kandungan asam diantaranya asam sitrat dan asam askorbat yang berfungsi dalam menghambat laju transpirasi dan respirasi buah sehingga dapat mengurangi kehilangan air serta dapat mempertahankan struktur integritas buah yang membantu dalam menghambat penyebaran kelembaban (Puspita, 2012). Penambahan sari lidah buaya pada komposisi pelapis *edible coating* dapat membantu dalam menghambat kerusakan setelah pemotongan karena komponen glikomanan yang terkandung di dalamnya. Dapat diketahui bahwa

pemotongan dan pengirisan buah apel dapat membuat kulit luar terpisah dengan lapisan dalam sehingga menyebabkan kelembaban relatif jaringan tanpa kulit ke lingkungan menjadi lebih rendah dan menyebabkan proses transpirasi lebih tinggi (Purwanto, 2016). Selain itu gel lidah buaya memiliki sifat higroskopik sehingga dapat membentuk batasan antara buah dengan lingkungan sehingga dapat menekan kehilangan air tanpa perlu adanya penambahan lipid (Misir *et al.*, 2014).

Pelapis terbaik dalam menghambat penurunan kadar air buah apel potong yaitu pelapis *edible coating* sodium alginat dengan penambahan agen anti *browning* berupa sari lemon. Meskipun nilai kadar air pada pelapis yang diberi agen anti *browning* berupa asam askorbat lebih besar dibandingkan pelapis yang lain, tetapi penggunaan campuran bahan sintesis dalam komposisi bahan pelapis *edible coating* dapat membawa dampak negatif dan efek samping sehingga akan membahayakan kesehatan (Husaini *et al.*, 2017).

b. Kekerasan Buah

Presentase rata-rata kekerasan apel potong menunjukkan penurunan seiring dengan lama waktu penyimpanan. Rerata kekerasan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat pada hari ke-0 memiliki nilai kekerasan sebesar 56,14 N. Rerata kekerasan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan yang lainnya sebesar 55,96 N. Rerata kekerasan pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa lidah buaya dan lemon masing-masing sebesar 55,32 N dan 56,02 N. Sedangkan rerata kekerasan apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 52,67 N. Pada hari ke 4 rerata kadar air apel

potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat (AS) sebesar 49,65 N. Rerata kadar air apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari lemon memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* yang lainnya sebesar 51,31 N. Rerata kekerasan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* sari nanas dan lidah buaya masing-masing sebesar 49,07 N dan 48,52 N. Sedangkan rerata kekerasan apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 41,57 N.

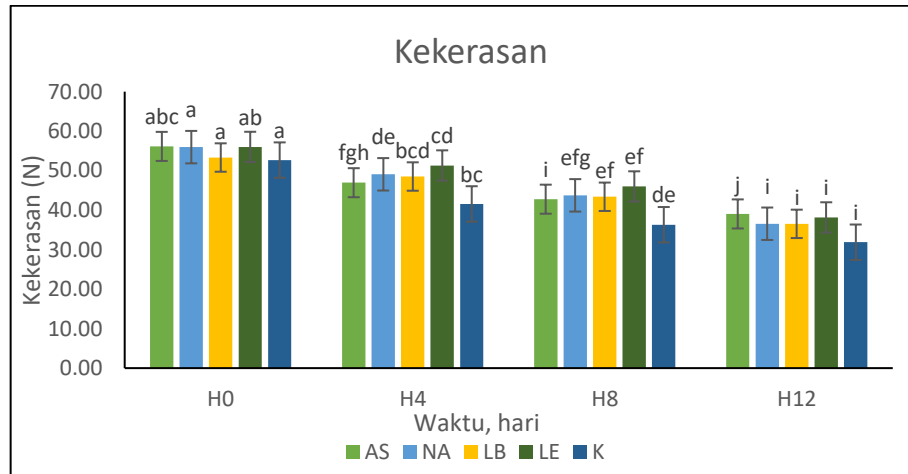
Rerata kekerasan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat pada hari ke-8 memiliki nilai kekerasan sebesar 42,77 N. Rerata kekerasan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari lemon memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan yang lainnya sebesar 46,01 N. Rerata kekerasan pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa sari nanas dan lidah buaya masing-masing sebesar 43,75 N dan 43,39 N. Sedangkan rerata kekerasan apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 36,31 N. Pada hari ke 12 rerata kadar air apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat (AS) memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan pemberian agen anti *browning* yang lainnya sebesar 39,04 N. Rerata kadar air apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai kekerasan masing-masing sebesar 36,56 N, 36,53 N, dan 38,17 N. Sedangkan rerata kekerasan apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 31,87 N. Rata-rata hasil pengukuran aktivitas antioksidan pada apel potong dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2. Rata-rata nilai kekerasan pada apel potong dengan kombinasi perlakuan pelapis sodium alginat dengan penambahan agen anti *browning* alami (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) selama masa penyimpanan.

Perlakuan	Kekerasan (N)			
	Waktu Penyimpanan (hari)			
	0	4	8	12
AS	56,14 ± 2,37	46,95 ± 1,26	42,77 ± 4,09	39,04 ± 3,45
NA	55,96 ± 1,59	49,07 ± 0,97	43,75 ± 2,40	36,56 ± 1,39
LB	53,32 ± 4,96	48,52 ± 6,46	43,39 ± 1,60	36,53 ± 1,40
LE	56,02 ± 2,37	51,31 ± 2,04	46,01 ± 0,62	38,17 ± 1,16
K	52,67 ± 1,75	41,57 ± 1,32	36,31 ± 2,62	31,87 ± 3,89

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 2**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, karena memiliki nilai signifikansi diatas 0,05. Hasil yang sama juga didapatkan pada uji homogenitas, dimana nilai signifikansi menunjukkan angka $0,976 > 0,05$ yang menunjukkan data tersebut homogen. Selanjutnya dapat dilakukan uji *two way* anova dengan uji lanjut duncan dengan nilai signifikansi dibawah 0,05. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor pelapis dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kekerasan apel. Interaksi antara perlakuan dan lamanya penyimpanan juga berpengaruh nyata dengan nilai signifikansi di bawah 0,05 terhadap kekerasan apel. Pada penyimpanan hari ke-0 menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan dengan pelapis dengan perlakuan tanpa pelapis. Pada hari ke-4 terdapat perbedaaan nyata antara perlakuan kontrol (K) dengan perlakuan yang diberi tambahan sari nanas (NA) dan asam askorbat (AS) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada penyimpanan hari ke-8 terdapat perbedaan nyata antara perlakuan kontrol (K) dengan perlakuan pemberian asam askorbat (AS) tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain. Begitu juga dengan penyimpanan hari ke 12. Hasil analisis tersebut

juga menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan dengan pelapis pada penyimpanan ke-0 sampai penyimpanan hari ke-12 (**Gambar 4.2**).



Gambar 4.2. Kekerasan apel potong selama 12 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: Asam askorbat, NA: Nanas, LB: Lidah buaya, LE: Lemon, K: Kontrol). *Error bars* menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata $p = 0,05$

Penurunan nilai kekerasan pada buah dipengaruhi oleh hilangnya kadar air yang terkandung di dalam buah selama masa penyimpanan dalam proses respirasi (Kusumiyati *et al*, 2019). Proses respirasi tersebut membuat senyawa karbohidrat pecah menjadi senyawa yang lebih sederhana karena adanya peristiwa hidrolisis pati yang membuat pecahnya atau terurainya jaringan pada buah sehingga buah menjadi lunak. Peristiwa hidrolisis ini akan menguraikan senyawa karbohidrat menjadi glukosa (Kusumiyati *et al.*, 2018). Berikut merupakan reaksi dari karbohidrat yang terurai menjadi glukosa:



Proses respirasi menyebabkan buah mengalami proses pematangan, yang mana di dalam proses pematangan tersebut terjadi degradasi hemiselulosa dan

pektin dari dinding sel yang pada awalnya berbentuk protopektin kemudian dengan bantuan enzim metilesterase dan poligalakturonase membuat pektin larut dalam air dan melangsungkan proses pemecahan dan degradasi menjadi senyawa-senyawa lain yang mengakibatkan terjadinya penurunan kekerasan pada buah (Anggraini *et al* 2016). Hasil tersebut menunjukkan bahwa apel potong yang diberi pelapis memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan apel potong dengan perlakuan kontrol.

Hal tersebut membuktikan bahwa pemberian *edible coating* dapat menghambat proses respirasi sehingga dapat mempertahankan nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini dapat disebabkan karena pelapis sodium alginat efektif dalam bertindak sebagai zat penahan air pada lapisan permukaan buah sehingga buah tidak cepat kehilangan air (Abka-khajouei *et al.*, 2022) dan kalsium klorida yang mampu menjaga kekerasan buah dengan bertindak sebagai pengencang. Kalsium klorida bertindak sebagai pengencang dengan cara bereaksi dengan asam pektat di dinding sel yang kemudian membentuk kalsium pektat yang dapat memperkuat ikatan molekul antar penyusun dinding sel (Alharaty & Ramaswamy, 2020).

Pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat memiliki nilai kekerasan apel potong yang lebih tinggi dibandingkan pemberian pelapis lainnya pada penyimpanan hari ke 12. Hal ini dapat disebabkan karena asam askorbat merupakan antioksidan yang berperan penting dalam menjaga jaringan sel pada buah dengan menghalangi keluarnya zat-zat mudah larut di dalam buah yang menyebabkan pelunakan sel jaringan buah. Antioksidan sendiri merupakan senyawa yang terbukti dapat menghambat oksidasi, dengan begitu oksigen tidak

dapat masuk ke dalam buah sehingga dapat menghambat proses pelunakan pada buah (Fina, 2017). Hal ini sejalan dengan penelitian Fina (2017) mengenai penggunaan asam askorbat 5% yang mampu mempertahankan kekerasan buah. Semakin besar konsentrasi asam askorbat yang digunakan maka semakin efektif dalam mempertahankan nilai kekerasan pada buah.

Penggunaan pelapis dengan penambahan lidah buaya dapat mempertahankan kekerasan buah, hal ini disebabkan karena efektivitas lidah buaya sebagai penghalang terhadap oksigen sehingga memperlambat aktivitas metabolik (Sogvar *et al.*, 2016). Serta penambahan ekstrak nanas berfungsi dalam mempertahankan struktur integritas buah dengan menghambat laju transpirasi dan respirasi begitu juga dengan penambahan pelapis sari lemon yang mana di dalamnya juga terkandung asam sitrat yang dapat menekan laju transpirasi (Puspita, 2012).

c. Total Kadar Fenolik

Total kadar fenolik merupakan salah satu parameter yang menunjukkan kandungan total fenolik pada apel potong. Kandungan fenolik merupakan salah satu senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan. Semakin tinggi nilai total kandungan fenolik maka potensi antioksidan didalam apel potong juga akan semakin tinggi dan begitu juga sebaliknya (Marghmaleki *et al.*, 2021). Presentase rata-rata total kadar fenolik menunjukkan adanya penurunan seiring lamanya waktu penyimpanan. Rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat pada hari ke-0 memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar 686,8 GAE 100 g⁻¹. Rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa

sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar 408,4 GAE 100 g⁻¹, 352,9 GAE 100 g⁻¹, 454,6 GAE 100 g⁻¹. Sedangkan rerata total kadar fenolik apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 358,1 GAE 100 g⁻¹. Pada hari ke 4 rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar 600,6 GAE 100 g⁻¹. Rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar 370,7 GAE 100 g⁻¹, 323,2 GAE 100 g⁻¹, 405,0 GAE 100 g⁻¹. Sedangkan rerata total kadar fenolik apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 323,2 GAE 100 g⁻¹.

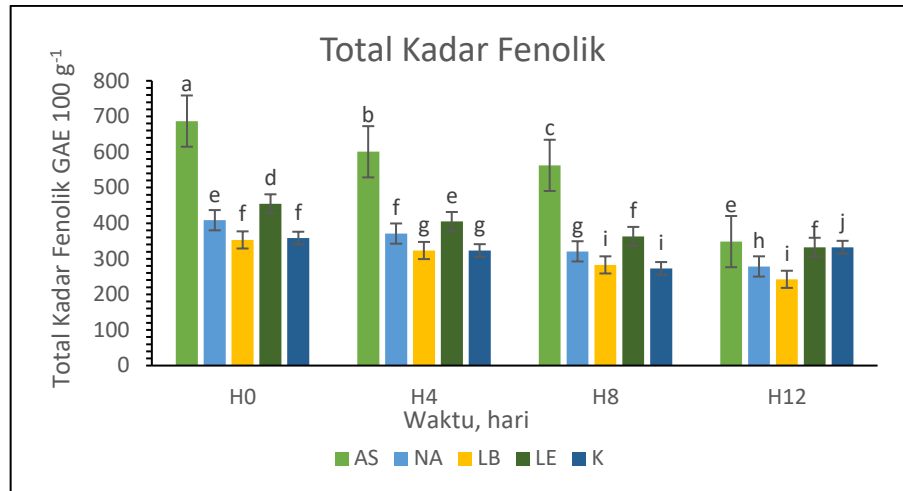
Rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat pada hari ke-8 memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar 562,4 GAE 100 g⁻¹. Rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar 320,8 GAE 100 g⁻¹, 282,8 GAE 100 g⁻¹, 363,0 GAE 100 g⁻¹. Sedangkan rerata total kadar fenolik apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 272,9 GAE 100 g⁻¹. Pada hari ke 12 rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar 348,2 GAE 100 g⁻¹. Rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar 278,4 GAE 100 g⁻¹, 242,3 GAE 100 g⁻¹, 332,5 GAE 100 g⁻¹. Sedangkan rerata total kadar fenolik apel potong

dengan perlakuan kontrol sebesar 237,5 GAE 100 g⁻¹. Rata-rata hasil pengukuran aktivitas antioksidan pada apel potong dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3. Rata-rata nilai total kadar fenolik pada apel potong dengan kombinasi perlakuan pelapis sodium alginat dengan penambahan agen anti *browning* alami (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) selama masa penyimpanan.

Perlakuan	Total Kadar Fenolik GAE 100 g ⁻¹			
	Waktu Penyimpanan (hari)			
	0	4	8	12
AS	686,8 ± 5,27	600,6 ± 4,31	562,4 ± 2,78	348,2 ± 6,11
NA	408,4 ± 6,81	370,7 ± 6,43	320,8 ± 5,91	278,4 ± 7,80
LB	352,9 ± 4,90	323,2 ± 6,34	282,8 ± 6,35	242,3 ± 4,02
LE	454,6 ± 4,55	405,0 ± 3,68	363,0 ± 3,18	332,5 ± 8,45
K	358,1 ± 8,10	323,2 ± 6,86	272,9 ± 7,14	237,5 ± 5,21

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 3**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, karena memiliki nilai signifikansi diatas 0,05. Hasil yang sama juga didapatkan pada uji homogenitas, dimana nilai signifikansi menunjukkan angka 0,344 > 0,05 yang menunjukkan data tersebut homogen. Selanjutnya dapat dilakukan uji *two way* anova dengan uji lanjut duncan dengan nilai signifikansi dibawah 0,05 yang menunjukkan bahwa faktor pelapis dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap penurunan total kadar fenolik buah apel potong. Interaksi antara perlakuan dan lamanya penyimpanan juga berpengaruh nyata dengan nilai signifikansi dibawah 0,05 terhadap terhadap penurunan total kadar fenolik buah apel potong. Pada penyimpanan hari ke 0 sampai pada hari ke 8 terlihat bahwa perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang ditambah sari lidah buaya (LB) namun berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Sedangkan pada penyimpanan hari ke-12 terlihat bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (**Gambar 4.3**).



Gambar 4.3. Total kadar fenolik apel potong selama 12 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: Asam askorbat, NA: Nanas, LB: Lidah buaya, LE: Lemon, K: Kontrol). *Error bars* menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata $p = 0,05$

Hasil di atas menunjukkan bahwa apel potong yang diberi *edible coating* memiliki total kandungan fenolik lebih tinggi dibandingkan apel potong dengan perlakuan kontrol. Hal ini didukung oleh pernyataan Cruz-Monterrosa *et al.*, (2023) di dalam jurnal penelitiannya bahwa efek penting dari penambahan *edible coating* yang diaplikasikan pada buah dan sayur adalah karena memiliki kemampuan dalam mempertahankan senyawa seperti total padatan terlarut, vitamin dan juga berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, antosianin, senyawa fenolik dan sebagainya. Selain itu trend teknologi *edible coating* sekarang tidak hanya diterapkan untuk meningkatkan kualitas dan umur simpan produk tetapi juga sebagai pembawa zat aditif seperti rasa, warna dan juga senyawa oksidatif (misalnya antimikroba dan antikoksidan) sehingga menghasilkan kualitas pangan yang bernilai tinggi (Jafarzadeh *et al.*, 2021).

Kandungan total fenolik yang tinggi di dalam buah mengindikasikan rendahnya aktivitas enzim penyebab pencoklatan. Pencoklatan sendiri sebagian

besar disebabkan oleh oksidasi senyawa fenol secara enzimatik sehingga buah menghasilkan tingkat pencoklatan yang lebih rendah dan tingkat kecerahan yang lebih tinggi (Supapvanich *et al.*, 2012). Peningkatan total fenolik pada pelapis dengan penambahan asam askorbat (AS) dan lemon (LE) dapat disebabkan karena kedua bahan pelapis tersebut memiliki peran sebagai antioksidan yang mampu menekan proses oksidasi dan menurunkan aktivitas enzim PPO dengan cara menurunkan laju kerusakan membran dan mencegah ekspresi gen PPO (Allahveran *et al.*, 2018). Selain itu penggunaan lidah buaya (LB) juga dapat mempertahankan kadar fenolik tetap tinggi karena kandungan glukomanan di dalamnya. Glukomanan merupakan senyawa karbohidrat yang efektif menghambat kerusakan buah sehingga aktivitas metabolisme buah berkurang seperti laju respirasi dan transpirasi sehingga dapat membantu menjaga total kandungan fenolik buah (Medina-Jaramillo *et al.*, 2020).

d. Aktivitas Antioksidan (DPPH)

DPPH merupakan salah satu parameter kualitas kimia yang menunjukkan kapasitas penangkapan radikal bebas oleh senyawa antioksidan alami yang terkandung di dalam buah (Baliyan *et al.*, 2022). Presentase rata-rata aktivitas antioksidan DPPH apel potong menunjukkan penurunan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Rerata aktivitas antioksidan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat pada hari ke-0 memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar 92,59 %. Rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar

70,30%, 61,33%, 75,01%. Sedangkan rerata aktivitas antioksidan apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 58,02%. Pada hari ke 4 rerata aktivitas antioksidan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar 75,86%. Rerata aktivitas antioksidan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar 62,39%, 55,82%, 72,16%. Sedangkan aktivitas antioksidan apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 50,10%.

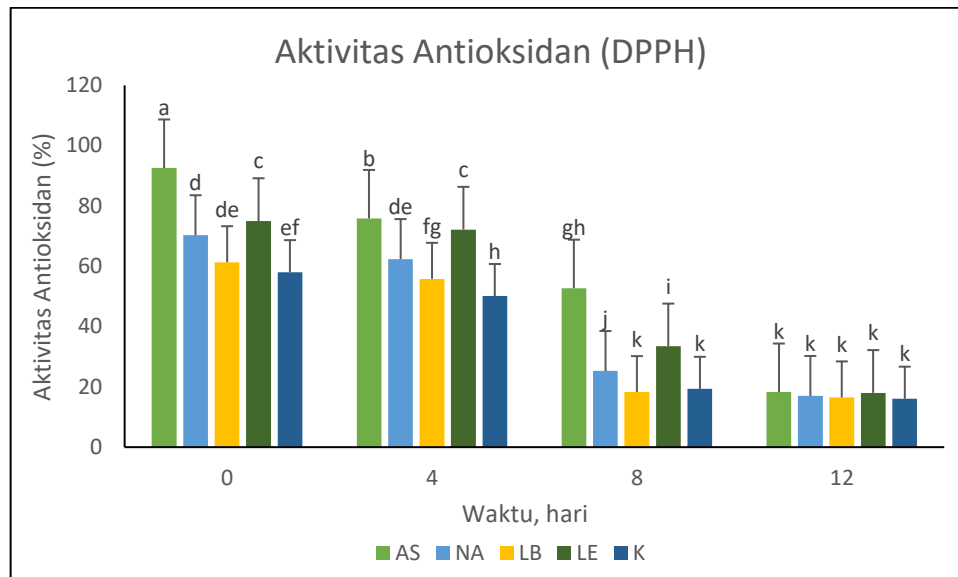
Rerata aktivitas antioksidan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat pada hari ke-8 memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar 52,73%. Rerata aktivitas antioksidan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar 25,26%, 18,25%, 33,44%. Sedangkan rerata total kadar fenolik apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 19,32%. Pada hari ke 12 rerata aktivitas antioksidan apel potong mengalami penurunan yang signifikan sebesar 18,28% pada perlakuan dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat. Rerata aktivitas antioksidan apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon juga mengalami penurunan yang signifikan dengan nilai masing-masing sebesar 18,02%, 16,50%, 16,99%. Sedangkan aktivitas antioksidan apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 16,06%. Rata-rata hasil pengukuran aktivitas antioksidan pada apel potong dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4. Rata-rata nilai aktivitas antioksidan DPPH pada apel potong dengan kombinasi perlakuan pelapis sodium alginat dengan penambahan agen anti *browning* alami (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) selama masa penyimpanan.

Perlakuan	Aktivitas Antioksidan DPPH			
	Waktu Penyimpanan (hari)			
	0	4	8	12
AS	92,59 ± 0,43	75,86 ± 1,07	52,73 ± 3,30	18,28 ± 1,66
NA	70,30 ± 2,08	62,39 ± 3,70	25,26 ± 1,93	18,02 ± 1,58
LB	61,33 ± 6,69	55,82 ± 3,31	18,25 ± 1,66	16,50 ± 1,50
LE	75,01 ± 6,69	72,16 ± 2,54	33,44 ± 2,63	16,99 ± 0,29
K	58,02 ± 5,49	50,10 ± 4,88	19,32 ± 3,59	16,06 ± 1,37

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 4**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, karena memiliki nilai signifikansi diatas 0,05. Hasil yang sama juga didapatkan pada uji homogenitas, dimana nilai signifikansi menunjukkan angka $0,071 > 0,05$ yang menunjukkan data tersebut homogen. Selanjutnya dapat dilakukan uji *two way* anova dengan uji lanjut duncan dengan nilai signifikansi dibawah 0,05 yang menunjukkan bahwa faktor pelapis dan lama penyimpanan berpengaruh nyata dengan nilai signifikansi dibawah 0,05 terhadap aktivitas penurunan antioksidan. Interaksi antara perlakuan dan lamanya penyimpanan juga berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan buah apel potong. Pada hari ke-0 perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan pemberian agen anti *browning* sari lidah buaya (LB) namun berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Pada hari ke-4 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada penyimpanan hari ke-8 menunjukkan antara perlakuan kontrol dan perlakuan lidah buaya (LB) tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan pada penyimpanan hari ke 12

menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata di setiap perlakuan. Pada perlakuan P3 dan P4 juga tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (**Gambar 4.4**).



Gambar 4.4. Aktivitas antioksidan DPPH apel potong selama 12 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: Asam askorbat, NA: Nanas, LB: Lidah buaya, LE: Lemon, K: Kontrol). Error bars menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata $p = 0,05$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan DPPH pada apel potong mengalami penurunan selama waktu penyimpanan. Penurunan tersebut disebabkan karena adanya degradasi jumlah fenolik bioaktif dan senyawa antioksidan lain yang terkandung di dalam apel. Hal ini serupa dengan pernyataan Dewi *et al* (2021) di dalam jurnal penelitiannya menyatakan bahwa tingginya aktivitas antioksidan sejalan dengan nilai total kandungan fenolik pada buah, semakin tinggi total kandungan fenolik maka aktivitas antioksidan juga akan semakin tinggi. Penurunan aktivitas antioksidan juga disebabkan karena adanya peningkatan enzim penyebab pencoklatan pada buah apel yaitu berupa enzim PPO dan POD selama waktu penyimpanan (Cruz-Monterrosa *et al.*, 2023).

Hasil tersebut menunjukkan bahwa buah apel potong yang diberi pelapis memiliki presentase nilai aktivitas antioksidan DPPH lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal tersebut membuktikan bahwa pelapis *edible coating* efektif dalam mempertahankan kualitas seperti senyawa bioaktif seperti antimikroba, antioksidan yang tidak hanya digunakan dalam strategi pengawetan namun juga efektif dan memiliki peran penting dalam keamanan pangan serta kesehatan manusia (Cruz-Monterrosa *et al.*, 2023). Perlakuan dengan pemberian asam askorbat (AS) dengan memiliki nilai aktivitas antioksidan DPPH lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Tingginya nilai aktivitas antioksidan berkaitan erat dengan tingginya senyawa fenolik, flavonoid dan vitamin C yang terkandung di dalam buah. Dengan kandungan fenolik, flavonoid dan vitamin C yang tinggi, maka lebih banyak radikal DPPH yang bereaksi sehingga semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya (Adawiah *et al.*, 2015). Hal tersebut dapat terjadi disebabkan karena asam askorbat merupakan bahan kimia yang dikenal sebagai penangkap radikal bebas melalui senyawa antioksidan yang efektif dalam mencegah degradasi buah dan pencoklatan enzimatis akibat oksidasi selama penyimpanan sehingga dapat mempertahankan kualitas dan nutrisi yang terkandung di dalam buah (Zam, 2019). Penerapan pelapis *edible coating* dengan penambahan asam askorbat dapat efektif juga dapat disebabkan oleh sifat dari alginat yang berfungsi sebagai penghalang gas (Zam, 2019).

Pelapis *edible coating* berbahan dasar sari lemon dan sari nanas juga dapat mempertahankan nilai antioksidan di dalam buah karena kandungan vitamin C di dalamnya yang berfungsi sebagai sumber antioksidan yang mampu menangkap radikal bebas terutama senyawa oksigen reaktif (ROS) (Adawiah *et al.*, 2015).

Pelapis terbaik dalam menghambat penurunan nilai antioksidan DPPH buah apel potong yaitu pelapis *edible coating* sodium alginat dengan penambahan agen anti *browning* berupa sari lemon. Meskipun nilai aktivitas antioksidan DPPH pada pelapis yang diberi agen anti *browning* berupa asam askorbat lebih besar dibandingkan pelapis yang lain, tetapi penggunaan campuran bahan sintesis dalam komposisi bahan pelapis *edible coating* dapat membawa dampak negatif dan efek samping sehingga akan membahayakan kesehatan (Husaini *et al.*, 2017).

e. Browning Indeks

Browning Indeks (BI) merupakan indikator untuk mengukur perubahan warna buah apel potong selama waktu penyimpanan. Presentase rata-rata *browning indeks* menunjukkan peningkatan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingginya perubahan warna coklat pada apel potong (Purwanto *et al.*, 2016). Rerata nilai BI pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat pada hari ke-0 memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar 12,59%. Rerata nilai BI pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar 19,37%, 21,60%, 14,86%. Sedangkan rerata nilai BI pada apel potong dengan perlakuan kontrol memiliki nilai lebih tinggi sebesar 49,46%. Pada hari ke 4 rerata nilai BI pada apel potong mengalami peningkatan sebesar 13,20% pada perlakuan dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat. Rerata nilai BI pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon juga mengalami peningkatan dengan nilai masing-masing

sebesar 29,24%, 30,84%, 21,76%. Sedangkan nilai BI pada apel potong dengan perlakuan kontrol memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan lainnya sebesar 49,89%.

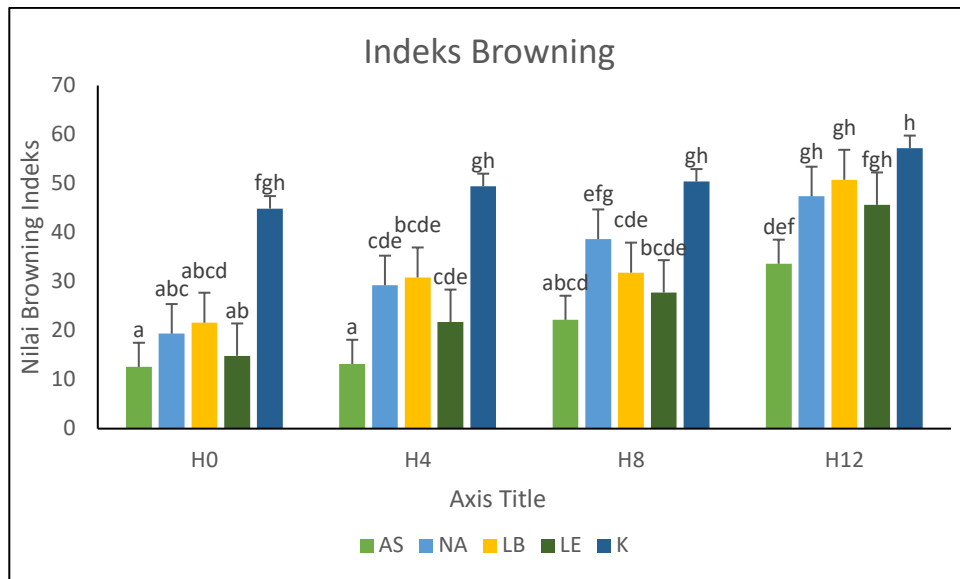
Rerata nilai BI pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat pada hari ke-8 memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar 22,18%. Rerata nilai BI pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar 38,67%, 31,82%, 27,76%. Sedangkan rerata nilai BI pada apel potong dengan perlakuan kontrol memiliki nilai lebih tinggi sebesar 50,40%. Pada hari ke 12 rerata nilai BI pada apel potong mengalami peningkatan sebesar 33,62% pada perlakuan dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat. Rerata nilai BI pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon juga mengalami peningkatan dengan nilai masing-masing sebesar 47,39%, 50,76%, 45,65%. Sedangkan nilai BI pada apel potong dengan perlakuan kontrol memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan lainnya sebesar 57,23%.. Rata-rata presentase nilai BI pada apel potong dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5. Rata-rata nilai presentase nilai BI pada apel potong dengan kombinasi perlakuan pelapis sodium alginat dengan penambahan agen anti *browning* alami (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) selama masa penyimpanan

Perlakuan	Presentase <i>Browning Indeks</i> (BI)			
	Waktu Penyimpanan (hari)			
	0	4	8	12
AS	12,59 ±1,69	13,20±1,21	22,18±12,36	33,62±4,05
NA	19,37±6,23	29,24±12,02	38,67±13,76	47,39±3,94
LB	21,60±3,90	30,84±4,81	31,82 ±7,65	50,76±7,21
LE	14,86±3,50	21,76±7,17	27,76 ±7,53	45,65±2,40
K	49,46 ±10,37	49,89±13,49	50,40 ±9,90	57,23±11,92

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 5**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, karena memiliki nilai signifikansi diatas 0,05. Hasil yang sama juga didapatkan pada uji homogenitas, dimana nilai signifikansi menunjukkan angka $0,173 > 0,05$ yang menunjukkan data tersebut homogen. Selanjutnya dapat dilakukan uji *two way* anova dengan uji lanjut duncan dengan nilai signifikansi dibawah 0,05 yang menunjukkan bahwa faktor pelapis dan lama penyimpanan berpengaruh nyata dengan nilai signifikansi dibawah 0,05 terhadap peningkatan nilai BI pada buah apel potong, serta terdapat interaksi diantara kedua faktor tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dan lamanya waktu penyimpanan berkorelasi dalam meningkatkan nilai BI pada buah apel potong.

Aktivitas peningkatan nilai BI buah apel potong menunjukkan adanya perbedaan nyata antara perlakuan kontrol (K) dengan perlakuan pemberian agen anti *browning* pada hari ke-0 dan pada hari ke-4 terdapat perbedaan nyata antara perlakuan kontrol dengan perlakuan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya. Pada hari ke-8 perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang diberi sari nanas (NA), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada hari ke-12 terlihat perlakuan kontrol (K) tidak berbeda nyata dengan perlakuan dengan tambahan sari nanas (NA), sari lidah buaya (LB) dan sari lemon, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan pemberian agen anti *browning* asam askorbat. (**Gambar 4.5**).



Gambar 4.5. Nilai BI apel potong selama 12 hari penyimpanan dalam suhu dingin 4±4°C. *Error bars* menunjukkan standar eror. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata $p = 0,05$ (*one way*)

Warna merupakan salah satu parameter penentu kualitas buah dan sayuran yang signifikan terhadap penerimaan konsumen. Salah satu contohnya yaitu perubahan warna coklat pada apel potong. Pemotongan dan pengupasan pada apel akan menyebabkan permukaan daging buah apel berubah menjadi kecoklatan (*browning*). *Browning* pada apel dipicu oleh reaksi oksidasi yang dikatalisis oleh enzim fenol oksidase. Enzim tersebut dapat mempercepat reaksi oksidasi senyawa fenol yang menyebabkan perubahan warna menjadi coklat (Purwanto *et al.*, 2016). Tingginya nilai rerata BI pada apel perlakuan kontrol terjadi karena tingginya permeabilitas terhadap oksigen sehingga jaringan mudah mengalami reaksi oksidasi akibatnya pencoklatan pada apel potong menjadi lebih cepat dibandingkan dengan apel potong yang diberi pelapis *edible coating* dengan penambahan agen anti *browning* (Effendi R.N *et al.*, 2016).

Pemberian pelapis berbahan dasar sodium alginat dan kalsium klorida dengan penambahan agen anti *browning* pada apel potong dapat menekan terjadinya pencoklatan dengan menurunkan permeabilitas buah potong terhadap oksigen. Nursaiah *et al* (2014) menyebutkan bahwa alginat dapat menurunkan kecepatan respirasi sehingga reaksi enzimatik yang terjadi dapat berkurang dan warna permukaan buah apel dapat terjaga. Kocira *et al* (2021) di dalam penelitiannya menyebutkan bahwa tinggi nya konsentrasi pelapis alginat yang digunakan akan membuat rapatnya pori-pori yang tertutupi oleh pelapis serta akan meningkatkan daya ikatan silang pelapis pada sampel sehingga dapat mengurangi terjadinya proses respirasi dan reaksi enzimatik.

Pelapis dengan presentase rerata nilai BI paling rendah terdapat pada pelapis dengan penambahan asam askorbat. Asam askorbat merupakan bahan anti-*browning* sintetis yang biasanya digunakan untuk menghindari reaksi pencoklatan. Asam askorbat dengan fungsinya sebagai antioksidan mampu menekan proses oksidasi dengan mengubah asam askorbat menjadi asam dehidroaskorbat yang mana penggunaan antioksidan merupakan metode yang umum untuk mengontrol pencoklatan pada buah dan sayur potong. Selain itu penambahan pelapis berupa lemon juga memberikan hasil yang baik terhadap tingkat *browning indeks* pada apel potong sebesar 45,65% pada penyimpanan hari ke-12. Hal ini dapat disebabkan karena sari lemon memiliki kandungan asam sitrat alami yang berfungsi sebagai *acidulant* (senyawa kimia yang bersifat asam) (Hibatul, 2018).

Salah satu *acidulant* yang umum diaplikasikan pada bahan pangan adalah asam sitrat yang berfungsi dalam menurunkan pH. Aktivitas enzim PPO yang menyebabkan pencoklatan pada buah dan sayuran umumnya bekerja pada pH 6.0-

6.5 dan aktivitas pencoklatan tersebut akan menurun pada Ph 4.5 (Whitaker, 1994). Kandungan asam sitrat pada lemon akan menekan aktivitas enzim PPO dengan cara menurunkan pH apel. Selain itu asam sitrat memiliki sifat mudah teroksidasi dan dapat difungsikan sebagai pengikat oksigen, sehingga pencoklatan pada apel dapat dihambat. Lemon juga mengandung senyawa antioksidan dan vitamin C yang mana vitamin C dapat mereduksi quinon berwarna hasil oksidasi menjadi senyawa fenolat (o-difenol) tidak berwarna, sedangkan antioksidan efektif dalam menghambat oksidasi pada apel (Hibatul, 2018).

Agen anti *browning* berupa sari nanas dan sari lidah buaya juga dapat digunakan untuk mengontrol pencoklatan pada buah apel potong meskipun pada penyimpanan hari ke-12 mendapatkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, namun tetap presentase rerata lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol. Lidah buaya mengandung komponen penting yang mana gel nya mengandung polisakarida berupa glukomanan. Glukomnan sendiri merupakan suatu senyawa karbohidrat yang efektif untuk menghambat kerusakan buah setelah mengalami pemotongan dan pengupasan (Purwanto *et al.*, 2016). Selain itu juga mengandung banyak komponen yang berfungsi sebagai antimikroba (Fina, 2017).

f. Total Asam Titrasi

Presentase rata-rata keasaman apel potong menunjukkan penurunan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Keasaman yang di titrasi merupakan salah satu parameter kualitas kimia buah yang menunjukkan tingkat keasaman pada buah. Semakin tinggi nilainya, maka tingkat keasaman di dalam buah akan semakin tinggi, sebaliknya semakin rendah nilainya, maka tingkat keasaman di dalam buah

semakin rendah (Fina, 2017). Rerata total asam pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat pada hari ke-0 memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan agen anti *browning* lainnya sebesar $4,69 \text{ gMAEL}^{-1}$. Rerata total asam pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar $4,36 \text{ gMAEL}^{-1}$. Sedangkan rerata asam pada apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar juga sebesar $4,36 \text{ gMAEL}^{-1}$. Pada hari ke 4 rerata total asam pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar $3,18 \text{ gMAEL}^{-1}$. Rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar $2,85 \text{ gMAEL}^{-1}$, $2,68 \text{ gMAEL}^{-1}$, $3,02 \text{ gMAEL}^{-1}$. Sedangkan rerata total kadar fenolik apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar $2,68 \text{ gMAEL}^{-1}$.

Rerata total asam pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat pada hari ke-8 memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan agen anti *browning* lainnya sebesar $2,35 \text{ gMAEL}^{-1}$. Rerata total asam pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon memiliki nilai masing-masing sebesar $2,01 \text{ gMAEL}^{-1}$, $1,84 \text{ gMAEL}^{-1}$, $2,01 \text{ gMAEL}^{-1}$. Sedangkan rerata asam pada apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar juga sebesar $1,68 \text{ gMAEL}^{-1}$. Pada hari ke 12 rerata total asam pada apel potong dengan pemberian agen anti *browning* berupa asam askorbat memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian agen anti *browning* lainnya sebesar $1,34 \text{ gMAEL}^{-1}$. Rerata total kadar fenolik apel potong dengan pemberian agen anti *browning* alami berupa sari nanas, lidah buaya dan lemon

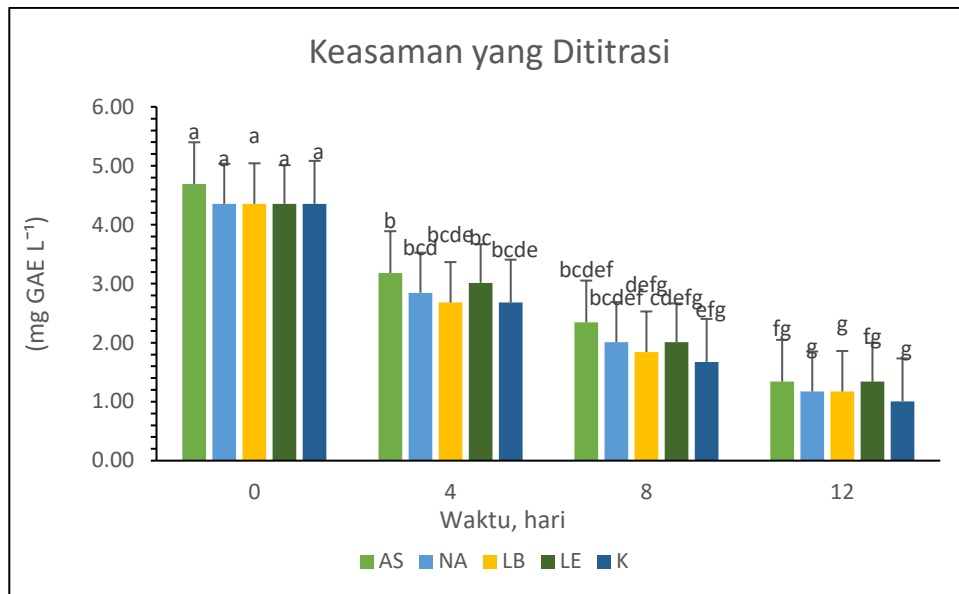
memiliki nilai masing-masing sebesar 1,17 gMAEL⁻¹ , 1,17 gMAEL⁻¹ , 1,34 gMAEL⁻¹. Sedangkan rerata total kadar fenolik apel potong dengan perlakuan kontrol sebesar 1,01 gMAEL⁻¹. Rata-rata hasil pengukuran keasaman yang dititrasi pada apel dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

Hasil analisis statistik uji normalitas dan homogenitas (**Lampiran 6**) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, karena memiliki nilai signifikansi diatas 0,05. Hasil yang sama juga didapatkan pada uji homogenitas, dimana nilai signifikansi menunjukkan angka $0,689 > 0,05$ yang menunjukkan data tersebut homogen. Selanjutnya dapat dilakukan uji *two way* anova dengan uji lanjut duncan dengan nilai signifikansi diatas 0,05 yang menunjukkan bahwa pemberian perlakuan pelapis dengan tambahan agen anti *browning* tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan total asam pada buah apel potong, serta terdapat interaksi diantara faktor perlakuan dan lama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dan lamanya waktu penyimpanan berkorelasi dalam menurunkan total asam pada buah apel potong (**Lampiran**). (**Gambar 4.6**).

Tabel 4.6. Rata-rata nilai keasaman yang dititrasi pada apel potong dengan kombinasi perlakuan pelapis sodium alginat dengan penambahan agen anti *browning* alami (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) selama masa penyimpanan

Perlakuan	Keasaman Yang Dititrasi (gMAEL ⁻¹)			
	Waktu Penyimpanan (hari)			
	0	4	8	12
AS	4,69 ± 0,77	3,18 ± 0,64	2,35 ± 0,38	1,34 ± 0,00
NA	4,36 ± 0,86	2,85 ± 0,33	2,01 ± 0,0	1,17 ± 0,33
LB	4,36 ± 0,86	2,68 ± 0,54	1,84 ± 0,33	1,17 ± 0,33
LE	4,36 ± 1,28	3,02 ± 0,86	2,01 ± 0,77	1,34 ± 0,00
K	4,36 ± 1,28	2,68 ± 0,54	1,68 ± 0,38	1,01 ± 0,38

Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai keasaman yang dititrasi pada apel potong mengalami penurunan selama penyimpanan. Penurunan tersebut disebabkan karena buah apel merupakan buah klimaterik yang mana jumlah asam organik menurun dengan cepat karena digunakan sebagai substrat untuk meningkatkan laju transpirasi (Puspitasari dan Hermawan, 2023). Pelapis sodium alginat 2% dengan penambahan masing-masing agen anti *browning* berupa asam (asam askorbat, sari lemon dan sari nanas) memiliki penurunan nilai keasaman yang lebih kecil dibandingkan kontrol. Hal tersebut salah satunya disebabkan adanya pemberian pelapis berbahan dasar sodium alginat 2%. Chiabrande *et al* (2016) menyebutkan di dalam penelitiannya bahwa penggunaan sodium alginat 2% dapat mempertahankan nilai keasaman yang dititrasi dengan menekan laju proses pematangan dan mempertahankan kandungan asam organik pada buah kiwi potong dan memperpanjang umur simpan. Selain itu penambahan kalsium klorida sebagai bahan dasar *edible coating* juga menjadi penyebab penurunan besar laju respirasi pada apel potong. Semakin tinggi konsentrasi kalsium klorida semakin kuat juga lapisan yang dihasilkan karena ion kalsium diketahui mampu menghambat laju respirasi dan produksi etilen pada buah (Qi *et al.*, 2011).



Gambar 4.6.Keasaman yang dititrasi apel potong selama 12 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) *Error bars* menunjukkan standar eror. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata $p = 0,05$

Penambahan bahan anti browning berupa asam (asam askorbat lemon dan nanas) efektif dalam menurunkan permeabilitas oksigen, sehingga dapat menekan proses oksidasi asam organik di dalam buah (Maharsih *et al.*, 2022). Hasil rata-rata nilai keasaman yang dititrasi dengan penambahan pelapis berbasis sari lidah buaya juga memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan kontrol hal ini disebabkan karena gel lidah buaya dapat mempertahankan kandungan asam organik di dalam buah karena lidah buaya bersifat impermeabel terhadap oksigen (Misir *et al.*, 2014).

Pelapis terbaik dalam menghambat penurunan kadar air buah apel potong yaitu pelapis *edible coating* sodium alginat dan kalsium klorida dengan penambahan agen anti *browning* berupa sari lemon. Meskipun nilai kadar air pada pelapis yang diberi agen anti *browning* berupa asam askorbat lebih besar dibandingkan pelapis yang lain, tetapi penggunaan campuran bahan sintetis dalam

komposisi bahan pelapis *edible coating* dapat membawa dampak negatif dan efek samping sehingga akan membahayakan kesehatan (Husaini *et al.*, 2017).

4.2 Kualitas Organoleptik Apel Potong

Uji organoleptik merupakan salah satu uji terhadap suatu produk makanan berdasarkan kesukaan panelis. Uji organoleptik dapat dilihat melalui kenampakan, aroma dan rasa. Tingkat kesukaan panelis terhadap sampel apel potong menunjukkan seberapa baik kualitas organoleptik dapat diterima konsumen setelah diberi perlakuan pelapis *edible coating* (Gusnadi., *et al* 2021).

a. Kenampakan

Salah satu aspek penting yang menjadi pertimbangan konsumen ketika akan membeli suatu produk terutama makanan adalah kenampakannya (Maligan *et al*, 2018). Hasil rata-rata skor kesukaan panelis terhadap kenampakan buah apel potong menurun selama waktu penyimpanan. Namun jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol, pemberian pelapis *edible* dapat mempertahankan kualitas tampilan buah apel potong. Hal tersebut dapat disebabkan karena buah mengalami proses transpirasi yang menyebabkan berkurangnya kesegaran buah serta adanya reaksi enzimatik yang berefek pada pencokelatan sampel (Fina, 2017).

Perlakuan dengan penambahan asam askorbat (AS) dan sari nanas (NA) pada hari ke-0 memperoleh skor kesukaan paling tinggi dengan skor 5,00 (Sangat suka). Perlakuan dengan penambahan sari nanas (NA) dan sari lidah buaya (LB) masing-masing mendapat skor 4,70 dan 4,30 (suka-sangat suka). Dan perlakuan kontrol (K) memperoleh skor kesukaan paling rendah dengan skor 4,00 (suka). Pada hari ke-4, perlakuan dengan penambahan asam askorbat (AS) memperoleh skor kesukaan

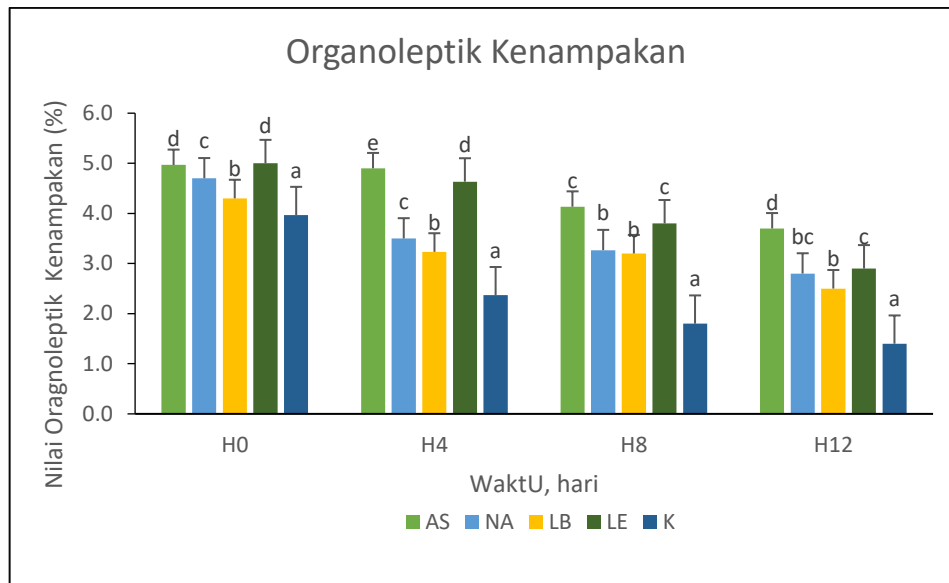
paling tinggi dengan skor 4,90 (suka-sangat suka), kemudian perlakuan dengan penambahan sari lemon (LE) memperoleh skor 4,60 (suka-sangat suka). Perlakuan dengan sari nanas (NA) dan sari lidah buaya (LB) masing-masing mendapat skor 3,50 dan 3,23 (netral-suka), sedangkan perlakuan kontrol (K) memperoleh skor paling rendah dengan skor 2,36 (tidak suka).

Rerata skor kesukaan panelis terhadap kenampakan apel potong segar pada hari ke-8 dengan perlakuan penambahan asam askorbat (AS) memperoleh skor kesukaan paling tinggi dengan skor 4,13 (suka), penambahan sari lemon (LE) memperoleh skor 3,80 (netral-suka), kemudian perlakuan dengan penambahan sari nanas (NA) dan lidah buaya (LB) masing-masing mendapat skor 3,26 dan 3,20 (netral) dan perlakuan kontrol (K) memperoleh skor 1,80 (sangat tidak suka-tidak suka). Pada hari ke-12, perlakuan dengan penambahan asam askorbat (AS) tetap memperoleh skor paling tinggi dengan skor 3,70 (netral-suka), perlakuan dengan sari lemon (LE) mendapat skor 2,90 (tidak suka-netral), perlakuan dengan penambahan sari nanas (NA) dan sari lidah buaya (LB) masing-masing mendapat skor 2,80 dan 2,30 (tidak suka-netral) dan perlakuan kontrol mendapat skor paling rendah dengan skor 1,40 (sangat tidak suka). Hasil rerata skor kesukaan panelis terhadap kenampakan apel potong segar menurun hingga hari ke-9 (**Tabel 4.7**).

Tabel 4.7 Tingkat kesukaan panelis organoleptic terhadap kenampakan apel potong segar selama penyimpanan 12 hari dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) Hasil dilaporkan sebagai rata-rata \pm standar deviasi.

Perlakuan	Rata-rata Skor Kesukaan Kenampakan			
	Waktu Penyimpanan (hari)			
	0	4	8	12
AS	$5,00 \pm 0,18^d$	$3,50 \pm 0,30^e$	$4,13 \pm 0,73^c$	$3,70 \pm 0,65^d$
NA	$4,70 \pm 0,65^c$	$3,50 \pm 0,50^c$	$3,26 \pm 0,69^b$	$2,80 \pm 0,76^{bc}$
LB	$4,30 \pm 0,46^b$	$3,23 \pm 0,43^b$	$3,20 \pm 0,76^b$	$2,50 \pm 0,50^b$
LE	$5,00 \pm 0,00^d$	$4,63 \pm 0,61^d$	$3,86 \pm 1,06^c$	$2,90 \pm 0,71^a$
K	$4,00 \pm 0,18^a$	$2,36 \pm 0,49^a$	$1,80 \pm 0,76^a$	$1,40 \pm 0,56^a$





















Hasil analisis uji non parametrik berdasarkan skor kesukaan panelis terhadap kenampakan menunjukkan bahwa apel potong segar dengan pemberian pelapis *edible coating* berbahan dasar sodium alginat dan kalsium klorida dengan penambahan berbagai agen anti browning berpengaruh nyata dengan nilai signifikansi dibawah 0,05 dengan perlakuan kontrol. Perlakuan pemberian pelapis terbaik diperoleh pada pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan penambahan agen anti *browning* berupa asam askorbat (AS) 2% dengan nilai paling tinggi selama waktu penyimpanan dan pada hari ke-12 rerata kesukaan panelis terhadap kenampakan apel potong yaitu 3,70 (netral-suka). (**Gambar 4.7**).



Gambar 4.7. Penilaian kesukaan panelis terhadap kenampakan apel potong selama 12 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) *Error bars* menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata $p = 0,05$

Perlakuan kontrol (tanpa pelapis) memiliki nilai rerata kesukaan paling rendah terhadap kenampakan apel potong, yang mana pada penyimpanan hari ke-12 memperoleh rerata sebesar 1,40 (sangat tidak suka). Hal tersebut dikarenakan pada apel potong perlakuan kontrol memiliki kenampakan lebih coklat akibat adanya proses pencoklatan enzimatis yang dipicu oleh reaksi oksidasi sehingga membuat para panelis kurang menyukai terhadap kenampakan yang dihasilkan (Purwanto, 2016). Perlakuan dengan pemberian pelapis dapat diterima konsumen sampai pada penyimpanan hari ke-8 dengan rerata kesukaan panelis sebesar 3,20-4,13%. Pada penyimpanan hari ke-12 rerata kesukaan panelis terhadap kenampakan sebesar 1,40-2,80%. Malgian *et al* (2018) menyatakan bahwa kenampakan merupakan faktor yang menjadi daya tarik utama sebelum melihat mutu sensoris produk lainnya seperti aroma, rasa dan tekstur. Sedangkan pemberian pelapis dengan penambahan agen anti *browning* pada apel potong memperlihatkan buah

dengan kenampakan yang lebih mengkilap serta menarik sehingga lebih disukai panelis. Hal tersebut karena pelapis bertindak sebagai *barier* untuk mengurangi kontak dengan oksigen sehingga dapat menghambat proses oksidasi, selain itu pelapis dapat mempertahankan struktur permukaan menjadi mengkilap dan terhindar dari reaksi pencoklatan enzimatis (Santoso, 2011). Kenampakan apel dapat dilihat pada **Gambar 4.8**.

	H0	H4	H8	H12
AS (asam askorbat) (Kontrol Positif)				
NA (Sari Nanas)				
LB (Lidah Buaya)				
P4 (Sari Lemon)				
Kontrol (negatif)				

Gambar 4.8 Kenampakan apel potong selama 12 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif).

b. Rasa

Salah satu aspek penting yang menjadi pertimbangan konsumen ketika akan membeli suatu produk terutama makanan adalah rasa (Maligan *et al*, 2018). Hasil rerata skor kesukaan panelis terhadap rasa buah apel potong menurun selama waktu penyimpanan. Hal tersebut dapat disebabkan karena kandungan air dalam buah cenderung berkurang akibatnya akan mempengaruhi kesegaran buah dan juga tekstur dari buah apel potong (Fina, 2017).

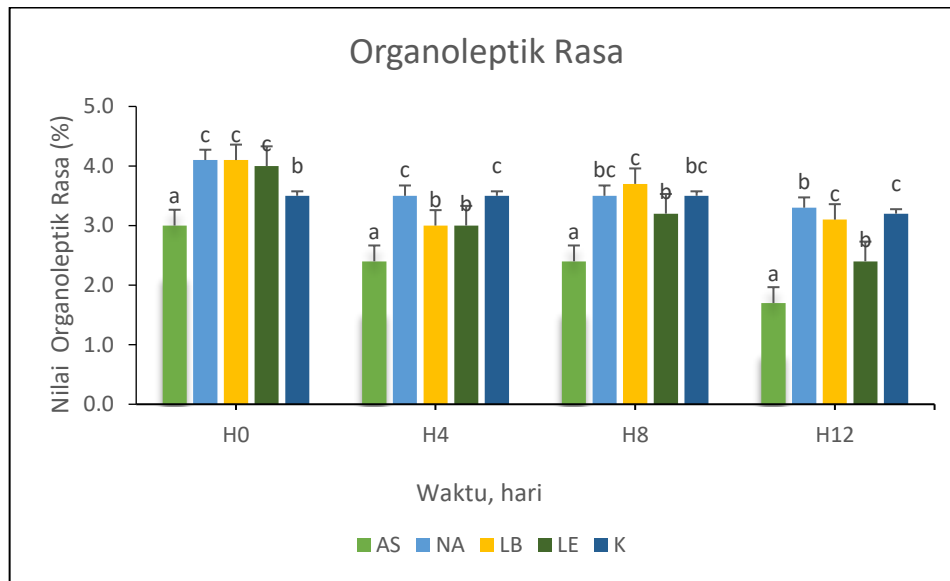
Perlakuan dengan penambahan sari lemon (LE) dan lidah buaya (LB) pada hari ke-0 memiliki rerata skor rasa paling tinggi dengan skor 4,10 (suka). Perlakuan kontrol dan asam askorbat (AS) masing-masing memperoleh rerata skor 3,50 dan 3,00 (netral). Dan perlakuan dengan penambahan sari lemon (LE) memperoleh rerata skor 4,00 (suka). Pada hari ke-4 perlakuan kontrol dan perlakuan dengan penambahan sari nanas (NA) memperoleh rerata skor 3,50 (netral-suka), perlakuan sari lidah buaya (LB) dan sari lemon (LE) juga sama-sama mendapat rerata skor 3,00 (netral), sedangkan perlakuan dengan penambahan asam askorbat (AS) mendapat rerata skor paling rendah sebesar 2,40 (tidak suka). Perlakuan kontrol dan sari nanas (NA) pada hari ke-8 memperoleh rerata skor rasa sebesar 3,50 (netral-suka). Dan rerata skor paling tinggi pada hari ke-8 terdapat pada perlakuan lidah buaya (LB) dengan skor 3,70 (netral-suka) . Pada penyimpanan hari ke-12, perlakuan yang ditambah asam askorbat (AS) mendapat rerata skor paling rendah dibandingkan lainnya sebesar 1,70 (sangat tidak suka-tidak suka). Pada perlakuan dengan penambahan sari lemon (P4) rerata skor rasa memperoleh skor 2,40 (tidak suka), selanjutnya pada perlakuan dengan penambahan sari nanas (NA) dan sari lidah buaya (LB) masing-masing mendapat rerata skor suka sebesar 3,30 dan 3,10

(netral). Hasil rerata skor kesukaan panelis terhadap kenampakan apel potong segar menurun hingga hari ke-9 (**Tabel 4.8**).

Tabel 4.8 Tingkat kesukaan panelis organoleptic terhadap rasa apel potong segar selama penyimpanan 12 hari dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) Hasil dilaporkan sebagai rata-rata \pm standar deviasi.

Perlakuan	Rata-rata Skor Kesukaan Rasa			
	Waktu Penyimpanan (hari)			
	0	4	8	12
AS	$3,00 \pm 0,00$	$2,40 \pm 0,49$	$2,40 \pm 0,89$	$1,70 \pm 1,02$
NA	$4,10 \pm 0,30$	$3,50 \pm 0,73$	$3,50 \pm 0,50$	$3,30 \pm 0,65$
LB	$4,10 \pm 0,30$	$3,00 \pm 0,74$	$3,70 \pm 0,58$	$3,10 \pm 0,54$
LE	$4,00 \pm 0,00$	$3,00 \pm 0,52$	$3,20 \pm 0,78$	$2,40 \pm 0,49$
K	$3,50 \pm 0,50$	$2,50 \pm 0,50$	$3,50 \pm 0,62$	$3,20 \pm 0,76$

Hasil analisis uji non parametrik skor kesukaan panelis terhadap rasa menunjukkan adanya perbedaan nyata dengan nilai signifikansi dibawah 0,05 antara perlakuan kontrol dengan perlakuan yang diberi pelapis pada hari ke-0. Pada hari ke-3 menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan nyata antara perlakuan kontrol dengan perlakuan dengan tambahan sari lemon (LE), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan dengan penambahan asam askorbat (AS) menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan lainnya. Pada hari ke-8 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan dengan pemberian sari nanas (NA), sari lidah buaya (LB), dan sari lemon (LE) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan yang ditambah dengan asam askorbat (AS). Pada hari ke-12 perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan penambahan sari lidah buaya (LB) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan dengan penambahan sari nanas (NA) dan sari lemon (LE) dan perlakuan dengan asam askorbat (AS) berbeda nyata dengan perlakuan yang lain (**Gambar 4.9**).



Gambar 4.9. Penilaian kesukaan panelis terhadap rasa apel potong selama 12 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) *Error bars* menunjukkan standar eror. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata $p = 0,05$.

Hasil analisis tersebut secara keseluruhan menunjukkan bahwa perlakuan pelapis berbahan dasar sodium alginat dan kalsium klorida dengan penambahan agen anti *browning* berupa asam askorbat (AS) memiliki perbedaan nyata dengan perlakuan yang lain terhadap rasa apel potong. Perlakuan dengan penambahan asam askorbat (AS) memiliki rerata skor kesukaan terhadap rasa paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini disebabkan karena penggunaan pelapis kimia yang kurang disukai oleh panelis. Menurut panelis perlakuan pelapis dengan penambahan bahan kimia membuat rasa apel potong menjadi pahit. Pada perlakuan dengan penambahan sari lemon (LE), lidah buaya (LB) dan kontrol tidak merubah kualitas rasa apel potong secara signifikan disetiap lamanya penyimpanan. Pada perlakuan pemberian pelapis dengan penambahan lemon sebagai bahan anti

browning memiliki skor kesukaan terhadap rasa lebih rendah dibandingkan apel potong dengan penambahan bahan anti *browning* berupa nanas dan lidah buaya. Hal tersebut disebabkan karena beberapa panelis kurang menyukai *after taste* pada apel yang diberi penambahan pelapis lemon. Tetapi pada apel potong yang diberi perlakuan nanas dan lidah buaya panelis masih dapat menerima dengan rerata skor kesukaan rasa sebesar 3,10-3,30%. Panelis menyebutkan bahwa apel potong yang diberi tambahan pelapis nanas dan lidah buaya tidak memiliki *after taste* dari bahan pelapis dan masih segar, selain itu panelis juga menyebutkan bahwa rasa apel potong masih manis. Fina (2017) menyebutkan di dalam penelitiannya bahwa gel lidah buaya tidak berwarna, tidak berbau serta tidak memberikan efek pada rasa atau kenampakan dari buah dan aman untuk diterapkan dalam teknologi pelapis *edible* dan tentunya juga aman bagi lingkungan. Rerata skor kesukaan panelis terhadap rasa apel potong tanpa perlakuan sampai pada penyimpanan hari ke-12 memiliki skor 3,20 (netral). Hal ini dapat disebabkan karena meskipun kesegaran rasa buah apel potong telah hilang dan tekstur sudah lunak, tetapi tetap dapat diterima oleh panelis karena terdapat rasa manis pada apel potong tersebut.

c. Aroma

Salah satu aspek penting untuk menilai cita rasa suatu produk termasuk buah adalah aroma (Hibatul., 2018). Selama waktu penyimpanan terjadi penurunan rerata skor kesukaan panelis terhadap aroma apel potong segar. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa buah akan mengalami proses pematangan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan sehingga akan berefek pada aroma yang ada pada buah (Fina, 2017). Pangestika (2016) menyatakan bahwa nilai aroma secara keseluruhan

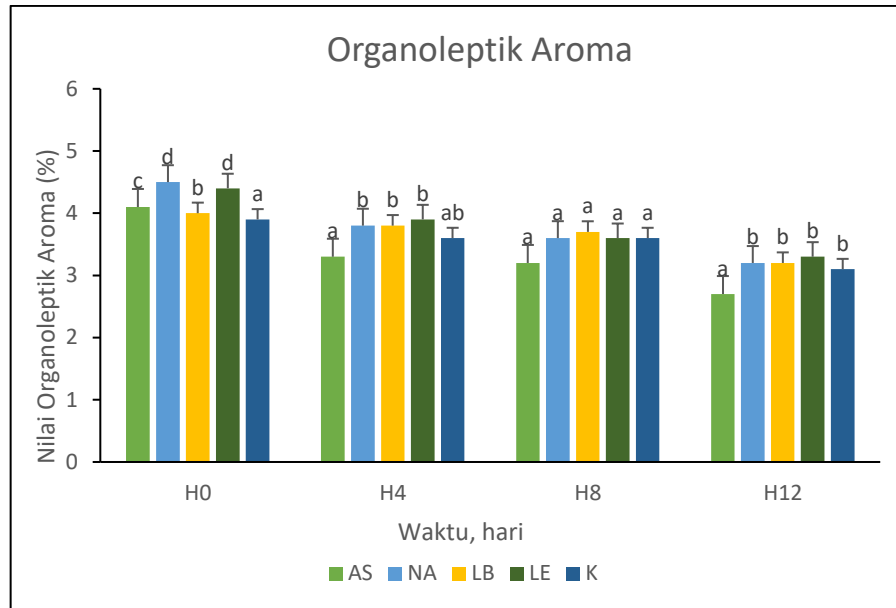
menurun selama masa penyimpanan karena semakin hilangnya aroma asli dari buah.

Pada hari ke-0 perlakuan dengan penambahan sari nanas (NA) dan sari lemon (LE) memiliki rerata skor paling tinggi dengan skor 4,50 dan 4,40 (suka). Perlakuan dengan penambahan asam askorbat (AS) dan sari lidah buaya (LB) masing-masing memperoleh rerata skor 4,10 dan 4,00 (suka). Dan perlakuan kontrol memiliki rerata skor terendah yakni 3,90 (netral-suka). Pada hari ke-4 perlakuan dengan penambahan sari lemon (LE) memperoleh rerata skor paling tinggi dengan skor 3,90 (netral-suka). Perlakuan dengan penambahan sari nanas (NA) dan sari lidah buaya (LB) memperoleh rerata skor 3,80 (netral-suka). Dan perlakuan dengan penambahan asam askorbat (AS) memperoleh rerata skor kesukaan terhadap aroma paling rendah sebesar 3,30 (netral). Pada hari ke-8 perlakuan dengan penambahan lidah buaya (LB) memperoleh rerata skor paling tinggi sebesar 3,70 (netral-suka) dan perlakuan dengan penambahan asam askorbat (AS) memperoleh rerata skor paling rendah sebesar 3,20 (netral). Pada hari ke-12 perlakuan dengan penambahan sari lemon (LE) memperoleh rerata skor paling tinggi sebesar 3,30 (netral) dan perlakuan dengan asam askorbat (AS) tetap memperoleh rerata skor paling rendah sebesar 2,70 (tidak suka-netral). Hasil rerata skor kesukaan panelis terhadap kenampakan apel potong segar menurun hingga hari ke-9 (**Tabel 4.9**).

Tabel 4.9 Tingkat kesukaan panelis organoleptic terhadap aroma apel potong segar selama penyimpanan 12 hari dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif). Hasil dilaporkan sebagai rata-rata \pm standar deviasi.

Perlakuan	Rata-rata Skor Kesukaan Rasa			
	Waktu Penyimpanan (hari)			
	0	4	8	12
AS	$4,10 \pm 0,46$	$3,30 \pm 0,71$	$3,20 \pm 1,08$	$2,70 \pm 0,46$
NA	$4,50 \pm 0,50$	$3,80 \pm 0,40$	$3,60 \pm 0,56$	$3,20 \pm 0,55$
LB	$4,00 \pm 0,00$	$3,80 \pm 0,55$	$3,70 \pm 0,46$	$3,20 \pm 0,58$
LE	$4,40 \pm 0,50$	$3,90 \pm 0,58$	$3,60 \pm 0,47$	$3,30 \pm 0,46$
K	$3,90 \pm 0,30$	$3,60 \pm 0,54$	$3,60 \pm 0,49$	$3,10 \pm 0,73$

Hasil analisis uji non parametrik skor kesukaan panelis terhadap rasa menunjukkan adanya perbedaan nyata dengan nilai signifikan di bawah 0,05 antara perlakuan kontrol dengan perlakuan yang diberi pelapis pada hari ke-0. Kemudian pada penyimpanan selanjutnya menunjukkan tidak adanya perbedaan yang berarti antara perlakuan kontrol dengan perlakuan yang diberi pelapis. Pemberian perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan dengan penambahan sari lemon (LE) pada hari ke-9 rerata kesukaan panelis terhadap aroma sampel yaitu 3,90 (netral-suka) (**Gambar 4.10**). Pemberian perlakuan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan penambahan agen anti *browning* berupa asam askorbat memiliki rerata skor paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat diasumsikan bahwa penambahan asam askorbat membuat hilangnya aroma khas apel dan panelis lebih menyukai apel potong dengan perlakuan lemon (LE) karena aroma khas apel masih tetap ada ditambah dengan aroma segar lemon.



Gambar 4.10. Penilaian kesukaan panelis terhadap aroma apel potong selama 12 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. (AS: asam askorbat, NA: sari nanas, LB: sari lidah buaya, LE: sari lemon, K: Kontrol negatif) *Error bars* menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata $p = 0,05$

Penelitian di atas menunjukkan hasil positif terhadap kualitas fisikokimia dan organoleptik buah apel manalagi potong setelah diberikan pelapis *edible coating* dengan tambahan agen anti *browning*. Hal ini membuktikan bahwa pemberian pelapis *edible coating* efektif dalam menjaga kualitas makanan dengan cara memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kesegaran serta kualitas gizi makanan sehingga sangat baik dan aman dikonsumsi oleh tubuh.

Hasil tersebut menunjukkan kualitas fisikokimia apel manalagi potong yang diberikan pelapis dengan agen anti *browning* alami memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan buah dengan perlakuan kontrol (tanpa pelapis). Meskipun terdapat kontrol positif dengan penggunaan agen anti *browning* sintetis memiliki nilai fisikokimia lebih tinggi dibandingkan dengan buah apel potong yang diberi pelapis dengan tambahan bahan anti *browning* alami. Dalam hal ini Allah SWT

telah memberikan perintah pada Q.S An-Nahl ayat 114 untuk mengonsumsi makanan yang baik dan sehat sebagai berikut:

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنْ كُنْتُمْ عَلَيْهِ تَعْبُدُونَ

Artinya: “Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezki yang telah diberikan Allah kepadamu; dan syukurilah nikmat Allah, jika kamu hanya kepada-Nya saja menyembah”. (Q.S: An-Nahl [16]:114)

Ayat tersebut menyandingkan kata *halal* dengan *thayyib* sebagai syarat makanan yang boleh dikonsumsi oleh umat Islam (Usman dan Suhardi, 2020). Kata *thayyib* bukan hanya sekedar berarti baik tetapi juga merepresentasikan bahwa makanan tersebut memberikan kebaikan dan kebermanfaatan bagi yang mengonsumsi sehingga terhindar dari dampak negatif yang ditimbulkan. Meskipun apel potong yang diberi pelapis dengan tambahan anti *browning* sintetis memberikan nilai kualitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan apel potong yang diberi perlakuan pelapis *edible coating* dengan agen anti *browning* alami tetapi tetap perlakuan baik ada pada penggunaan bahan alami tersebut. Hal ini disebabkan karena penggunaan bahan sintetis dapat membawa dampak negatif dan efek samping orang yang mengonsumsi.

Kata *وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ* memiliki arti bersyukur atas segala nikmat yang

Allah SWT berikan. Didalam kata tersebut dapat diartikan bersyukur dengan memanfaatkan nikmat yang Allah SWT berikan secara maksimal diantaranya dengan berupaya mempertahankan kualitas buah pasca panen contohnya buah apel dengan pengelolaan yang baik karena buah memiliki sifat mudah rusak (Rukhana, 2017). Buya Hamka dalam kitab Tafsir Al-Azhar menjelaskan bahwa makanan yang baik yaitu yang dapat diterima selera dan tidak menjijikkan. Oleh karena itu

dilakukan uji untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap sampel yang diberi pelapis *edible coating* (Hamka, 1983).

Hal tersebut merupakan sebuah bentuk tadabbur menggunakan akal pikiran untuk mengamati dan memikirkan ciptaan Allah SWT hingga sampai pada bukti yang sangat nyata mengenai keesaan dan kekuasaan Allah SWT. Allah SWT telah berfirman di dalam al-qur'an surat Al-imran ayat 190-191 sebagai berikut:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ
وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka."* (Q.S: Ali Imran [4]:190-191)

Ayat tersebut menjelaskan agar kita sebagai manusia memikirkan apa-apa yang terjadi di langit dan di bumi, fenomena- fenomena alam yang terjadi, serta mengenai sesuatu hal seperti hewan, bulan, matahari dan peredarannya, laut, pohon, buah-buahan dan sebagainya (Departemen Agama RI). Syekh Imam al-Qurthubi di dalam kitab Tafsir Al-Qurtubi menjelaskan bahwa sesungguhnya di dalam konstelasi langit dan bumi serta hal-hal yang menakjubkan dan fenomenanya yang sangat indah merupakan bentuk tanda dan bukti nyata yang menunjukkan keesaan Allah SWT atas kesempurnaan dan kekuasaannya bagi *ulul albab* yakni orang-orang yang memiliki akal murni.

Salah satu bentuk rasa syukur dan usaha kita terhadap apa-apa yang telah Allah berikan kepada manusia yakni dapat dengan melakukan suatu inovasi

teknologi pasca panen untuk memperpanjang umur simpan buah. Hal ini sejalan dengan pendapat Buya Hamka dalam kitab Tafsir *Al-azhar* yaitu orang yang melihat dan mempergunakan pikiran dalam menganalisanya dapat sesuai bakat pikirannya masing-masing seperti seorang ahli ilmu alam, ilmu hewan, tumbuhan, filsuf dan seniman (Hamka, 1983). Hal tersebut merupakan suatu bentuk amal sholeh yang dapat memberikan nilai kebermanfaatn.

Allah swt berfirman dalam Q.S surat an-nahl ayat 97 sebagai berikut :

مَنْ عَمِلَ صَالِحًا مِّن ذَكَرٍ أَوْ أُنْثَىٰ وَهُوَ مُؤْمِنٌ فَلَنُحْيِيَنَّهٗ حَيَاةً طَيِّبَةً وَلَنَجْزِيَنَّهُمْ أَجْرَهُمْ بِأَحْسَنِ مَا كَانُوا يَعْمَلُونَ

Artinya : “Barang siapa yang mengerjakan amal shaleh, baik laki-laki maupun perempuan, sedang dia adalah mukmin, maka sesungguhnya pasti akan Kami berikan kepadanya kehidupan yang baik, dan sesungguhnya akan Kami beri balasan kepada mereka dengan pahala yang lebih baik dari apa yang telah mereka kerjakan. (Q.S: An-Nahl [16] :97).

Ayat tersebut menjelaskan seseorang dapat dikatakan beramal shaleh, apabila seorang itu dapat memelihara nilai-nilai sesuatu sehingga kondisinya tidak berubah sebagaimana adanya, dan dengan melakukan demikian sesuatu itu tetap berfungsi dengan baik dan bermanfaat. Kata (صَالِح) diartikan sebagai baik, serasi atau bermanfaat dan tidak rusak. Menurut az-Zamakhsyari seorang ahli tafsir yang beraliran rasional berpendapat bahwa “amal shaleh merupakan segala bentuk perbuatan yang berguna bagi pribadi, keluarga, kelompok dan manusia secara keseluruhan” (Shihab, 2002).

Kata “beramal shaleh” merupakan usaha seseorang menemukan sesuatu yang berkurang nilainya atau kurang berfungsi dan bermanfaat lalu seseorang tersebut melakukan aktivitas (perbaikan) yang suatu menjadi solusi sehingga sesuatu yang

kurang tersebut dapat bermanfaat dan berfungsi dengan baik terlebih lagi dapat melahirkan nilai tambah, sehingga kualitas dan manfaatnya lebih tinggi dari semula (Shihab, 2002). Salah satunya dengan mengusulkan sebuah inovasi mengenai teknologi pasca panen untuk memperpanjang umur simpan buah potong dan mempertahankan kualitas dan kandungan nutrisi buah, salah satunya buah apel yang mana buah tersebut ketika dipotong atau dikupas memiliki kelemahan dalam hal warna yang cepat menjadi coklat dan busuk. Oleh karena itu inovasi ini dapat menjadi suatu jalan atau inovasi dalam mengatasi permasalahan tersebut.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu terdapat pengaruh pemberian pelapis sodium alginat dengan penambahan agen anti browning terhadap kualitas apel potong (*Malus sylvestris* Mill.) potong segar sebagai berikut:

1. Pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan perbedaan jenis agen anti *browning* alami pada apel potong mempengaruhi kualitas fisikokimia buah. Hasil yang optimal dalam mempertahankan nilai kadar air, kekerasan, keasaman metode titrasi, *browning* indeks, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan terdapat pada penggunaan agen anti *browning* sari lemon (LE) dibandingkan dengan penggunaan agen anti *browning* alami lainnya
2. Pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan perbedaan jenis agen anti *browning* alami pada apel potong mempengaruhi kualitas organoleptik buah. Berdasarkan 30 panelis yang tidak terlatih terhadap uji organoleptik terhadap kenampakan dan aroma menunjukkan bahwa pelapis terbaik terdapat pada perlakuan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan penambahan sari lemon. Sedangkan pelapis terbaik dari 30 panelis terhadap rasa diperoleh pada perlakuan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan penambahan ekstrak nanas.

5.2 Saran

Penggunaan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan penambahan agen anti *browning* sari lemon merupakan hasil terbaik dalam mempertahankan kualitas apel potong dan perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai analisis pH dan aktivitas enzim PPO dan POD selama waktu penyimpanan. Serta perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan mengurangi konsentrasi bahan pelapis anti *browning* yang digunakan untuk melihat kualitas fisikokimia dan kualitas organoleptik pada buah apel potong.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, W. Yeoh, C. Forney, and M. Siddiqui. 2018 “Advances in postharvest technologies to extend the storage life of minimally processed fruits and vegetables.,” *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 58, no. 15, pp. 2632–2649.
- Al-Qurthubi, Imam. 2009. Tafsir Al-Qur’an (13). Diterjemahkan oleh Muhyiddin Mas Rida dan M. Rana Mengala. Ed. Mukhlis B Mukti. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Abasalizadeh, F., Moghaddam, S. V., Alizadeh, E., Akbari, E., Kashani, E., Fazljou, S. M. B., Torbati, M., & Akbarzadeh, A. (2020). Alginat-based hydrogels as drug delivery vehicles in cancer treatment and applications in wound dressing and 3D bioprinting. *Journal of Biological Engineering*. 14: 8.
- Abka-khajouei, R., Tounsi, L., Shahabi, N., Patel, A. K., Abdelkafi, S., & Michaud, P. 2022. Structures, Properties and Applications of Alginats. *Marine Drugs*, 20(6), 364. <https://doi.org/10.3390/md20060364>
- Alexandra, Y. dan Nurlina. 2014. Aplikasi *edible coating* dari Pektin Jeruk Songhi Pontianak (*Citrus nobilis* var *microcarpa*) pada Penyimpanan Buah Nanas. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 3 (4): 11-20.
- Alharaty, G., & Ramaswamy, H. S. (2020). The effect of sodium alginat-calcium chloride coating on the quality parameters and shelf life of strawberry cut fruits. *Journal of Composite Science*. 4(3). <https://doi.org/10.3390/jcs4030123>
- Anggara, Dewi, Shinta, Tia., Agus, Suryanto., dan Ainurrasjid. 2017. Kendala Produksi Apel (*Malus sylvestris* Mill) Var. Manalagi Di Desa Poncokusumo Kabupaten Malang. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(2): 198-207.
- Anggraini, Destry., Nur, Hidayat., dan Arie, Febrianto, Mulyadi. 2018. Pemanfaatan Pati Ganyong Sebagai Bahan Baku *Edible Coating* dan Aplikasinya Pada Penyimpanan Buah Apel Anna (*Malus sylvestris*) (Kajian Konsentrasi Pato Ganyong *Concentrate*). *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 5(1):1-8.
- AOAC. 2016. *Official Methods of Analysis of AOAC International* (20th edition). AOAC
- Arifah, Fina, A’yuni., dan Ivana, Riqoh, Aprilia. 2019. Potensi Buah Apel (*Malus domestica* Dalam Mengatai Penyakit Asma. *Proceeding of Biology Education*. 3(1): 208-2012.
- Badan Pusat Statistik Kota Batu. 2016. Statistik Daerah Kota Batu Tahun 2016. Kantor BPS Kota Batu, Batu.
- Balliyani S., Mukherjee R., Priyadarshini A. 2022. Determination of Antioxidants by DPPH Radical Scavenging Activity and Quantitative Phytochemical Analysis of *Ficus religiosa*. *Molecules*. 27(4): 1326.
- Blackweel, W. 2012. *Food Biochemistry and Food Processing*, 2nd (ed). John Wiley & Sons. New York.
- Boyer, J., & Liu, R. H. 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 3(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-5>.
- Budiana, N. S (2013). Buah Ajaib Tumpas Penyakit. Jakarta: Penebar Swadaya Grup.

- Chaisakdanugull, C., Theerakulkait, C., Wrolstad, R.D., 2007. Pineapple juice and its fractions in enzymatic browning inhibition of banana [Musa (AAA group) Gros Michel]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 4252–4257.
- Chen, Y., Younghung G., Jirong, Z., Meilin W., Canying L., Jiaboo H., Yuan, C., dan Jingxin C. 2011. Postharvest Sodium Nitropusside Treatment Maintains Storage Quality of Apple Fruit By Regulating Sucrose Metabolism. *Scientia Horticulture*. 288(15): 115-120.
- Cofelice, Martina., Fransesco, Lopez., Francesca, Cuomo. 2019. Quality Control of Fresh-Cut Apples After Coating Application. *Foods*.
- Dedin F.R., D. Fardiaz, A. Apriyanto, dan N. Andarwulan. 2006. Isolasi dan Karakterisasi Melanoidin Kecap Manis dan Peranannya Sebagai Antioksidan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 17(3):204-213.
- Demasta, Kaka, Evan., Ahmad, Ni'matullah, Al-Baarri., dan Anang, Mohammad, Legowo. 2018. Studi Perubahan Warna Pada Buah Apel (*Malus domestica* Borkh.) Dengan Perlakuan Asam Hipoidous (HIO). *Jurnal Teknologi Pangan*. 4(2): 145-152.
- Dewi, L. M. 2012. Aplikasi Coating Kitosan untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw.). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dewi, Theresia, Oktavia, Triprastika., Yohana, Sutiknyawati, Kusuma, Dewi., Sholahuddin, Sholahuddin. 2021. Kajian Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Pada The Herbal Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.). 10(3): 1-10.
- Dhall, R. K. 2013. Advances in *Edible Coatings* for Fresh Fruits and Vegetables: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 435–450. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.541568>
- Effendi.R.N., dan Purwanto,Y.A., 2016. Penggunaan Asam Askorbat dan Lidah Buaya untuk Menghambat Pencoklatan pada Buah Potong Apel Malang. *Jurnal Keteknikan Pertanian* .4(2): 203-210. Institut Pertanian Bogor
- Ergun, M., dan Satici, F. 2012. Use of *Aloe vera* Gel as Biopreservative for Granny Smith and Red Chief Apples. *Journal Animal & Plant Sciences* 22(2) : 363-368.
- Faiqoh, Nur, Elamulida. 2014. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Dalam CaCl_2 (Kalsium Klorida) Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Buah Naga Super Merah. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*. 1-10.
- Farida, Tazkia., Dwi, Susilowati., Lia, Rohmatul, Maula. 2023. Fenomena Peralihan Usaha Tani Apel ke Komoditas Lain di Kecamatan Bumiaji Kota Batu. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*. 1(5): 1-10.
- Falguera, V., Quintero, J.P., Jimenez, A., Munoz, J.A. dan Ibarz, A. (2011). *Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use*. *Trends in Food Science and Technology* 22: 292–303.
- Fina, P. P. 2017. *Edible Coating Lidah Buaya (Aloe vera L.) terhadap Buah Apel Manalagi potong Pada Penyimpanan Suhu Rendah* . Universitas Brawijaya
- Foti M.C. 2015. Use & Abuse of The DPPH Radical. *Journal Agriculture.Food Chem*. 63:87658776.
- Gardjito, M., & Agung, S. W. 2003. *Hortikultura Teknik Analisis Pasca Panen*. Trans Media Mitra Printika

- Gardjito, M., & Swasti, Y. R. 2014. *Fisiologi Pascapanen Buah dan Sayur*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta. 274.
- Gennadios, A.; Hanna, M.A.; Kurth, L.B. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review. *LWT Food Sci. Technol.* 1997, 30, 337–350.
- Gomes, M. H., T. Vieira, J. F. Fundo, and D. P. F. Almeida. 2014. Polyphenoloxidase activity and browning in fresh-cut ‘Rocha’ pear as affected by pH, phenolic substrates, and antibrowning additives. *Postharvest Biology and Technology*. 91: 32 - 38. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2013.12.013
- Gulcin, Ilhami., Saleh, H. Alwasei. 2023. DPPH Radical Scavenging Assay. *Processes*. 11(8): 3-20.
- Gusnadi, Dendi., Riza, Taufik., dan Edwin, Baharta. 2021. Uji Organoleptik dan Daya Terima Pada Produk Mousse Berbasis Tapai Singkong Sebagai Komoditi UMKM Di Kabupaten Bandung. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 1(12): 2883-2887.
- Haji Abdul Malik Abdul Karim (HAMKA). 1992. *Tafsir Al-Azhar*. Jakarta: Pustaka Panjimas.
- Hamdan, Norfadillah., Chia, Hau, Lee., Syi, Luing, Wong., Che, Ellysa, Nurshafika., Che, Ahmad, Fauzi., Nur, Mirza, Aqilah, Zamri., dan Ting, Hun, Lee. 2022. Prevention of Enzymatic Browning by Natural Extracts and Genome-Editing: A Review on Recent Progress. *Molecules*. 27(1101): 2-37.
- Hamka. 1983. *Tafsir Al-Azhar, Juz VII*. Jakarta: Pustaka Panjimas.
- Hapsari, M.D.Y dan Estiasih, T. 2015. Variasi Proses dan Grade Apel (*Malus sylvestris* Mill) Pada Pengolahan Minuman Sari Buah Apel: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(3): 939-949.
- Hasbullah, Rokhani. 2007. Teknik Pengukuran Laju Respirasi Produk Hortikultura Pada Kondisi Atmosfir Terkendali Bagian I: Metode Sistem Tertutup. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 21(4): 419-428.
- Harnanik, Sro. 2021. Perbaikan Mutu Pengolahan Nanas Dengan Teknologi Olah Minimal dan Peluang Aplikasinya Di Indonesia. *Jurnal Litbang*. 32(2): 67-75.
- Hasbullah, R dan Rubbi, R.T. 2014. Pengemasan Buah Pepaya (*Carica Papaya* L) Terolah Minimal Secara Atmosfir Termodifikasi. Sumedang: Unpad Press
- Hassan, B., Chatha, S. A. S., Hussain, A. I., Zia, K. M., & Akhtar, N. 2018. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 1095–1107. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097>.
- Hecht, H., & Srebnik, S. 2016. Structural Characterization of Sodium Alginate and Calcium Alginate. *Biomacromolecules*, 17(6), 2160–2167. <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.6b00378>.
- Hesthiati, ETTY., Anggie, Retno, Kumalasari., Wayan, Rawiniyati., dan Inkorena, G.S, Sukartono. Penggunaan Beberapa Jenis Pati sebagai Edible Coating Untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Belimbing (*Averrhoa carambola* L.). Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-47 UNS Tahun 2023: 7(1): 997-1008.
- Hibatul, A. U. N. H. 2018. *Perubahan kualitas buah apel manalagi potong dengan pelapis edible berbasis CMC dan sari lemon (Citrus limon)*. Universitas Brawijaya.
- Hikmatyar, E.P. 2017. Kajian Berbagai Minyak Atsiri Dalam Edible Coating Berbasis CMC Sebagai Antibakteri Fresh-Cut Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill). Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.

- Ho Iderbaum, D.F., T, Kon, T. Kudo, and M.P Guerra. 2010. Enzymatic Browning, Polyphenol Oxidase Activity, and Polyphenols in Four Apple Cultivars: Dynamics during Fruit Development. *J. HortScience*. 45(8):1150-1154
- Husaii, Oktarina., Zulkifli., Martha L. Lande., dan E. Nurcahyani. 2017. Karakterisasi Bahan Anti *Browning* dari Ekstrak Air Buah Jambu Batu (*Psidium guajava* Linn) pada Buah Apel Malang (*Malus sylvestris* (L.) Mill). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 17(2): 85-92.
- Husaini, Oktarina., Zulkifli, Martha L. Lande., dan E. Nurcahyani. 2017. Karakterisasi Bahan Anti *Browning* dari Ekstrak Air Buah Jambu Batu (*Psidium guajava* Linn) pada Buah Apel Malang (*Malus sylvestris* (L.) Mill). 17(2): 85-92.
- Huse, M.A., Wignyanto., dan Dewi, I.A. 2011. Aplikasi Edibel Coating dari Karagenan dan Gliserol untuk Mengurangi Penurunan Kerusakan Apel Romebeuaty. *Jurnal Jurusan Teknologi Industro Pertanian*. 2-10. Universitas Brawijaya.
- Hussein., M. Ali., Ahmed M., El Gizawy. 2015. Browning Inhibition Mechanisms By Cysteine, Ascorbic Acid, and Citric Acid, and Identifying PPO- Catechol-Cysteine Reaction Products. *Journal Food Sci Techmol*. 52(6): 3651-3659.
- Hussain, Sahrul., Siti, Aisa, Liputo., dan Purnaman, Ningsih, S. Maspeke. 2022. Pengaruh Penggunaan Edible Coating Berbahan Dasar Pati Pisang Goroho (*Musaacuminafe*, Sp) Terhadap Kualitas Buah Jambu Kristal (*Psidium Guajava* L) Selama Penyimpanan. *Jambura Journal Of Food Technology (JJFT)*. 4(2): 172-184.
- Hyun, T. K., & Jang, K.-I. 2016a. Apple as a source of dietary phytonutrients: an update on the potential health benefits of apple. *EXCLI Journal*, 15, 565–569. <https://doi.org/10.17179/excli2016-483>
- Ioannou, I. and Ghoul, M. 2013 Prevention of enzymatic browning in fruit and vegetables, *European Scientific Journal*, 9 (30), 310-341.
- Jafarzadeh, S., Nafchi, A., Salehabdi, A., Oladzad, Abbasabadi, N., Jafari, S.M. 2021. Application of Bio-Nanocomposite Films and Edible Coating For Extending The Shelf Life Of Fresh Fruits and Vegetables. *Colloid Interface Sci.* , 291, 102405.
- Julianti, E. 2012. Pengaruh Tingkat Kematangan dan Suhu Penyimpanan Terhadap Mutu Buah Terong Belanda (*Cyphomandra betacea*), *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 2(1), 14
- Khajouei, R. A., Keramat, J., Hamdami, N., Ursu, A.-V., Delattre, C., Laroche, C., Gardarin, C., Lecerf, D., Desbrières, J., Djelveh, G., & Michaud, P. 2018. Extraction and characterization of an alginat from the Iranian brown seaweed *Nizimuddinia zanardini*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118, 1073–1081. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.154>
- Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Szpunar-Krok, E., & Hortyńska, P. (2021). Polysaccharides as Edible Films and Coatings: Characteristics and Influence on Fruit and Vegetable Quality—A Review. *Agronomy*. 11(5): 813. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050813>
- Kumar, P., Sethi, S., Sharma, R. R., Singh, S., & Varghese, E. 2018. Improving the shelf life of fresh-cut ‘Royal Delicious’ apple with *edible coatings* and anti-browning agents. *Journal of Food Science and Technology*, 55(9), 3767–3778. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3308-6>.

- Kusumiyati., I.E. Putri., Y. Hadiwijaya dan S. Mubarak. 2019. Respon Nilai Kekerasan, Kadar Air Dan Total Padatan Terlarut Buah Jambu Kristal Pada Berbagai Jenis Kemasan dan Masa Simpan. *Jurnal Agro*. 6(1): 49-56.
- Laga, Suriana., Saiman, Sutanto, Fatmawati., Abd Khalik., Aylee, Christine, Alamsyah., Sheyoputri. 2021. Penggunaan *Edible Coating* Dalam Pengawetan Buah Kelengkeng *Dimocarpus longan* Lour. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*. 21(2): 374-382.
- Latifah. 2009. Pengaruh Edible Coating Ubi Jalar Putih (*Ipomea batatas* L.) terhadap Perubahan Warna Apel Potong Segar (Apple Fresh-Cut). Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. 1-74.
- Li, Z., Yang, H., Fang, W., Huang, X., Shi, J., & Zou, X. 2023. Effects of Variety and Pulsed Electric Field on the Quality of Fresh-Cut Apples. *Agriculture*, 13(5), 929. <https://doi.org/10.3390/agriculture13050929>.
- Lim, W.Y.; Cheng, Y.W.; Lian, L.B.; Chan, E.W.C.; Wong, C.W. 2020. Inhibitory Effect of Malaysian Coastal Plants on Banana (*Musa acuminata* colla “Lakatan”), Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Polyphenol Oxidase. *J. Food Sci. Technol.*, 58, 4178–4184.
- Lunadei, Loredana, Belen, Diezma., Loudes Leo, Pamela, Galleguillos. 2011. Enzymatic Browning in Fresh-Cut Apple Slices Measured by Different Kinds of Image Algorithms. *Vi Congreso Iberico de AgroIngenieria*.
- Maharsih, Inggit, Kresna, Memik, Dian, Pusfitasari, Lusi, Ernawati, Cotra, Ayu, Saraswati, Putri, Muhammad, Taufiq, Hidayat. 2022. Formulasi Edible Coating Berbasis Limbah Pertanian untuk Menjaga Kualitas Nanas. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 10(2): 145-161.
- Maligan, Jaya, Mahar., Bayu, Mas, Amana., Widya, Dwi, Rukmi, Putri. 2018. Analisis Preferensi Konsumen Terhadap Karakteristik Organoleptik Produk Roti Manis Di Kota Malang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 6(2): 86-93.
- Mandel, Henny, Judith., Sjamsiwarni, Reny, Sjarif., Nicolas Tumbel. 2021. Pengaruh Jenis Asam dan pH Terhadap Aktivitas Buah Salak Pangu. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 13(1): 11-18.
- Mardiana, K. 2008. Pemanfaatan Gel Lidah Buaya sebagai *Edible Coating* Buah Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Marhaeni, Luluk, Sutji. 2020. Potensi Lidah Buaya (*Aloe vera*) Sebagai Obat dan Sumber Pangan. *Agrisa Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 13(1): 32-39.
- Marmaini., Syamsul, Rizal., dan Ratri Rahmatika. 2023. Jenis-Jenis Nanas (*Ananas comosus* L) Yang Ditanam Di Kabupaten/Kota Prabumulih Sumatera Selatan. *Jurnal Indobiosains*. 5(1): 43-46.
- Matloob, A., Ayub, H., Mohsin, M., Ambreen, S., Khan, F. A., Oranab, S., Rahim, M. A., Khalid, W., Nayik, G. A., Ramniwas, S., & Ercisli, S. 2023a. A Review on *Edible Coatings* and Films: Advances, Composition, Production Methods, and Safety Concerns. *ACS Omega*, 8(32), 28932–28944. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c03459>
- Medina-Jaramillo, C., Quintero-Pimiento, C., Gómez-Hoyos, C., Zuluaga-Gallego, R., & López-Córdoba, A. (2020). Alginat-Edible Coatings for Application on Wild Andean Blueberries (*Vaccinium meridionale* Swartz): Effect of the Addition of Nanofibrils Isolated from Cocoa By-Products. *Polymers*. 12(4): 824. <https://doi.org/10.3390/polym12040824>

- Moline, H.E., Buta, J.G., Newman, I.M., 1999. Prevention of browning of banana slices using natural products and their derivatives. *Journal of Food Quality* 22, 499–511.
- Moon, Mi, Kyoung., Eun, Bi, Kwon., Bonggi, Lee., and Choon, Young, Kim. 2020. Recent Trends in Controlling The Enzymatic Browning of Fruit and Vegetable Products. *Molecules*. 25(2754): 1-15.
- Monterrosa-Cruz G, Rosy., Adolfo, A, Rayas, Amor., Ricardo, M, Gonzalez-Reza., Maria L, Zambrab-O-Zaragosa., Jose, E, Aguilar, Toala., dan Andrea, M. Liceaga. 2023. Application of Polysaccharide-Based Edible Coatings on Fruits and Vegetables: Improvement of Food Quality and Bioactivities. *Pollysaccharides*. 4. 99-115
- Murniati, A., Buchari., S. Gandasasmita., Z. Nurachman, dan O.M. Ikbal. 2014. Aktivitas Polifenol Oksidase Yang Terkandung Dalam Terong (*Solanum melongena*). *Jurnal Kartika Wijaya Kusuma* 22(2):56 – 60.
- Misir, J., H. Brishti, F. dan M. Hoque, M., 2014. Aloe vera; gel as a Novel Edible Coating for Fresh Fruits: A Review. *American Journal of Food Science and Technology*, 2(3). <https://doi.org/10.12691/ajfst-2-3-3>.
- Nisah. Khairun., dan Yati, Mardianti, Barat. 2019. Efek *Edible* Coating Pada Kualitas Alpukat (*Persea America Mill*) Selama Penyimpanan. *Amina*. 1(1): 11-17.
- Novioella, Anna, Maeda. 2019. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol dan Fraksi Etil Asetat Kulit Apel Manalagi (*Mallus sylvestris* Mill.). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Novita, D., Sugianti, C. and Wulandari, K. 2016. Pengaruh konsentrasi karagenan dan gliserol terhadap perubahan fisik dan kandungan kimia buah jambu biji varietas “Kristal” selama penyimpanan, *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 5(1), 49–56.
- Nogales-Delgado, S. 2021. Polyphenoloxidase (PPO): Effect, current determination and inhibition treatments in fresh-cut produce. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11, 7813.
- Nurlaely, E. 2016. Uji Efektifitas Air Perasan Jeruk Lemon (*Citrus limon* (L.) Burm . f .) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*. Skripsi. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Muhammadiyah Ciamis.
- Pangestika, H. 2016. Pengaruh Konsentrasi CMC dan Jumlah Pencelupan Pada Edible Coating Lidah Buaya (*Aloe vera*) Terhadap Karakteristik Fisik Jambu Biji Merah (*Psidium guajava*). Skripsi. UB. Malang
- Pathare, P.B., U.L. Opara., dan F.A. Al-Said. 2013. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*. 6(1): 36-60.
- Purwanto, Yohanes, Aris. 2016. Penggunaan Asam Askorbat dan Lidah Buaya untuk Menghambat Pencoklatan pada Buah Potong Apel Malang. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 4(2): 203-210.
- Puspita,C.P. 2012. Kualitas Fruitghurt Hasil Fermentasi Limbah Nanas (*Ananas comosus*) dengan Penambahan *Lactobacilus bulgaricus* pada 83 Konsentrasi yang Berbeda. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Puspitasari, Armina, Meikyo., dan Hermawan Seftiono. 2023. Pengaruh Alginat Sebagai Edible Coating Terhadap Kualitas Buah Potong Klimaterik: Kajian Pustaka. *Jurnal Teknologi*. 15(2): 305-314.

- Rahayu, Dwi., Nursigit, Bintoro., dan Arifim, Dwi, Saputro. 2021. Pemodelan Laju Respirasi Buah Klimakterik Selama Penyimpanan Pada Suhu Yang Bervariasi. *Agrointek*. 15(1): 80-91.
- Rahfani, Wike., Vonny, Setiaries, Johan, Noviar, Harun., dan Yossie, Kharisma Dewi. 2021. Aplikasi Kitosan Sebagai *Edible Coating* Pada Jeruk Lemon Lokal (Montaji agrihorti). *Jurnal Litbang Industri*. 12(2): 157-161.
- Rozana dan Sunardi. 2021. Minimally Process Pada Buah Rambutan Dan Perubahan Kandungan Vitamin C Selama Penyimpanan Beku. *Journal of Food Technology and Agroinduatry*. 3(1): 36-44.
- Rukhana, Ilham, Siti. 2017. Pengaruh Lama Pencelupan dan Penambahan Bahan Pengawet Alami Dalam Pembuatan *EdibleCoatng* Berbahan dasar Pati Kulit Singkong Terhadap Kualitas Pasca Panen Apel (*Malus sylvestris* Mill). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Qi, H., Hu, W., Jiang, A., Tian, M., dan Li, Y. (2011). Extending Shelf Life of Fresh Cut “Fuji” Apples With Chitosan-Coatings. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 12(1): 62-66.
- Saputra, Hari, Apriyan., 2022. Prarancangan Pabrik Kalsium Klorida Dari Batu Kapur dan Asam klorida Dengan Metode Netralisasi Kapasitas Produksi 10.000/Tahun.
- S.O.N. Yudiastuti, R. Wijaya, and T, Budiati, 2021. The Effect of Ozonation Time and Contac Time of edamame washing on color changes using the continuous type ozone washing method,” IOP Conf. Ser. Earth Enviromental Sci., doi: 10.1088/1755-1315/672/1/012066
- S. O. N. Yudiastuti, R. Wijaya, dan Marcello, Syahputra. 2022. Efektivitas Reduksi Total Bakteri Pada Edamame (Glycin Max (L) Merrill) Hasil Pengolahan Minimal Dengan Ozon. *Juremi: Jurnal Riset Ekonomi*. 2(3) : 321-330.
- Sae-leaw, T.; Benjakul, S. 2019. Prevention of Melanosis in Crustaceans by Plant Polyphenols: A Review. *TrendsFoodSci. Technol*, 85, 1–9.
- Santoso, B., D, Saputra, dan R. Pambayun. 2011. Kajian Teknologi *Edible Coating* Dari Pati dan Aplikasinya Untuk Pengemas Primer Lempok Durian. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 17(3).
- Saputra, Made, Nanda., I, Made, Supartha, Utama., dan Ni, Luh, Yulianti. 2019. Efektifitas Emulsi Lilin Lebah Sebagai Bahan Pelapis Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour var. *Microcarpa*) Terhadap Mutu Selama Penyimpanan. *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*. 7(2) : 263- 270.
- Senturk Parreidt, T., Schott, M., Schmid, M., & Müller, K. (2018). Effect of Presence and Concentration of Plastikizers, Vegetable Oils, and Surfactants on the Properties of Sodium-Alginat-Based *Edible* Coatings. *International Journal of Molecular Sciences*. 19(3). 742.
- Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. 2020. Fresh-cut fruits: Apples and pears. In *Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce* (pp. 487–494). Elsevier.
- Sogvar, O., Mahmoud K., and Aryou E. 2016. Aloe vera and Ascorbic Acid Coatings Maintain Postharvest Quality and Reduce Microbial Load of Strawberry Fruit. *Postharvest Biology and Technology* 114: 29-35
- Sidjatha, W., Ni, Wayan, Wisaniyasa. 2017. *Fisiologi dan Teknologi Pascapanen (Buah dan Sayuran)*. Udayana University Press: Bulit Jimbaran.

- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sulasmi, Ni, Wayan., I, Made, Supartha, Utama., dan I, Gusti Ketut, Arya, Arthawan. 2021. Pengaruh Pelapisan Gel Lidah Buaya dengan Campuran Asam Askorbat dan Kalium Sorbat terhadap Susut Bobot, pH dan Organoleptik Buah Melon Potong Segar. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)*. 9(2): 159-166.
- Supapvanich, S., P. Mitsrang., O, Srinorkham., P. Boobyaritthongchai dan C. Wongs-Aree. Effect of Fresh *Aloe vera* Gel Coating On Browning Alleviation of Fresh Cut Wax Apples (*Syzygium samarangense*) Fruit cv Taaptimjaan. 53(6): 2844-2850.
- Supapvanich, S., Pimsaga, J., Srisujan, P. 2011. Physicochemical changes in fresh-cut wax apple (*Syzygium samarangense* [Blume] Merrill & L.M. Perry) during storage. *Food Chemistry* Vol. 127, Issue 3: 912–917 (DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.01.058).
- Supapvanich, Suriyan., Pattama, Prathaan., dan Racha, Tepsorn. 2012. Browning inhibition in fresh-cut rose apple fruit cv. Taaptimjaan using konjac glucomannan coating incorporated with pineapple fruit extract. *Postharvest Biology and Technology*. 73, 1-4.
- Syamsir, E., Taqi, F.M., Kusnandar, F., Adawiyah, D.R., Suyatma, N.E., Herawati, D., Hunaefi, D., Budi, F.S., Muhandri, T. 2011. Penuntun Praktikum Teknologi Pengolahan Pangan. Bogor (ID): Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Usman dan Suhardi. 2020. Halal dan Thayyib Dalam Q.S An-Nahl/16:114 (Tinjauan Ekonomi dan Kesehatan). *Jurnal Al-Wajid*. 1(2): 237-259.
- V. Bansal, M. W. Siddiqui, and M. S. Rahman, “Minimally processed foods: Overview,” in *Food Engineering Series*, no. October, 2015, pp. 1–15.
- Varanita, Z.A., Tamrin., dan A. Haryanto. 2016. Pengaruh Getaran Terhadap Kerusakan Mekanis Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 5(2): 117-124
- Wardani, Dyah, Hesti., Ardha, Eri, Yuliana., dan Atiqoh, Sabrina, Dewi. 2016. Natrium Metabisulfit Sebagai Anti-Browning Agent Pada Pencoklatan Enzimatis Rebung Ori (*Bambusa arundinacea*). 5(4): 140-145.
- Widilantika, Nelly, Istina. 2018. Pengaruh Konsentrasi Pelapis Edible Berbasis Karagenan dan Pelarut Filtrat Nanas Terhadap Kualitas Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill). Universitas Brawijaya.
- Winarti, C, M., dan Widyaningrum. 2012. Teknologi Prodeksi dan Aplikasi Pengemas *Edible Antimikrobbba* Berbasis Pati. *Jurnal Litbang Pertanian*. 31(3): 1-10
- Wirdaningrum, Miskiyah, dan Christina winarti. 2015. *Edible* Coating Berbasis Pati Sagu Dengan Penambahan Antimikroba Minyak Sereh Pada Paprika: Preferensi Konsumen dan Mutu Vitamin C. *Agritech*. 35 (1): 53-60
- Yan, S., Luo, Y., Zhou, B., & Ingram, D. T. 2017. Dual effectiveness of ascorbic acid and ethanol combined treatment to inhibit browning and inactivate pathogens on fresh-cut apples. *LWT*, 80, 311–320.
- Yousuf, B., & Qadri, O. S. 2020. Preservation of fresh-cut fruits and vegetables by edible coatings. In *Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Technologies and*

Mechanisms for Safety Control (pp. 225–242). Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816184-5.00011-2>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data dan analisis perhitungan kadar air apel potong segar

Keterangan	Kadar Air H0				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	85,89	86,53	86,30	85,40	84,52
Ulangan 2	88,80	87,48	84,14	86,26	83,85
Ulangan 3	87,49	84,59	83,75	86,53	86,13
Ulangan 4	86,41	85,08	82,86	87,08	81,61
Rata-Rata	87,15	85,92	84,26	86,32	84,03

Keterangan	Kadar Air H4				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	84,25	83,19	79,25	82,29	81,04
Ulangan 2	84,39	83,58	82,97	83,20	80,35
Ulangan 3	87,34	82,36	82,15	82,32	82,15
Ulangan 4	83,84	82,84	82,34	82,03	81,94
Rata-Rata	84,95	82,99	81,68	82,46	81,37

Keterangan	Kadar Air H8				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	79,93	78,84	77,04	76,98	76,31
Ulangan 2	79,93	74,49	76,64	78,88	75,19
Ulangan 3	79,48	80,57	76,50	79,25	77,24
Ulangan 4	79,24	76,12	77,10	78,53	77,62
Rata-Rata	79,64	77,50	76,82	78,41	76,59

Keterangan	Kadar Air H12				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	75,92	73,06	69,84	74,22	64,98
Ulangan 2	74,40	73,10	70,16	74,68	65,10
Ulangan 3	75,30	73,54	69,80	73,46	63,50
Ulangan 4	76,82	74,26	68,80	75,52	63,70
Rata-Rata	75,61	73,49	69,65	74,47	64,32

Rumus kadar air:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(\text{berat awal} - \text{berat akhir})}{\text{berat awal}} \times 100$$

a. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Kadarair_H0

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.656	4	15	.632

b. Uji Normalitas

Tests of Normality

Interaksi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadarair KH0	.212	4	.	.983	4	.918
ASH0	.217	4	.	.955	4	.744
NAH0	.238	4	.	.938	4	.643
LBH0	.283	4	.	.923	4	.553
LEH0	.218	4	.	.978	4	.887
KH4	.253	4	.	.924	4	.559
ASH4	.387	4	.	.761	4	.049
NAH4	.152	4	.	.995	4	.980
LBH4	.363	4	.	.814	4	.130
LEH4	.358	4	.	.840	4	.196
KH8	.225	4	.	.946	4	.690
ASH8	.296	4	.	.854	4	.240
NAH8	.194	4	.	.967	4	.823
LBH8	.272	4	.	.877	4	.325
LEH8	.298	4	.	.878	4	.331
KH12	.285	4	.	.820	4	.143
ASH12	.132	4	.	1.000	4	1.000
NAH12	.258	4	.	.865	4	.277
LBH12	.350	4	.	.851	4	.230
LEH12	.154	4	.	.999	4	.997

a. Lilliefors Significance Correction

c. Uji anova dengan uji lanjut duncan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadarair

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2692.771 ^a	19	141.725	97.714	.000
Intercept	504150.637	1	504150.637	347592.657	.000
Perlakuan	.000	0	.	.	.
Lama_penyimpanan	.000	0	.	.	.
Interaksi	153.456	12	12.788	8.817	.000
Error	87.024	60	1.450		
Total	506930.432	80			
Corrected Total	2779.795	79			

a. R Squared = .969 (Adjusted R Squared = .959)

Kadarair

Duncan^{a,b}

Interaksi	N	Subset																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
KH12	4	64.3200																
LBH12	4		69.6500															
NAH12	4			73.4900														
LEH12	4			74.4700	74.4700													
ASH12	4				75.6100	75.6100												
KH8	4					76.5940	76.5940											
LBH8	4					76.8200	76.8200											
NAH8	4						77.5075	77.5075										
LEH8	4						78.4130	78.4130										
ASH8	4							79.8495	79.8495									
KH4	4								81.3720	81.3720								
LBH4	4								81.6805	81.6805								
LEH4	4								82.4640	82.4640	82.4640							
NAH4	4								82.9945	82.9945	82.9945							
KH0	4									84.0300	84.0300	84.0300						
LBH0	4									84.2665	84.2665	84.2665	84.2665					
ASH4	4										84.9585	84.9585	84.9585	84.9585				
NAH0	4										85.9245	85.9245	85.9245	85.9245	85.9245			85.9245
LEH0	4											86.3220	86.3220	86.3220	86.3220			86.3220
ASH0	4												87.1515	87.1515	87.1515			87.1515
Sig.		1.000	1.000	.254	.186	.186	.054	.152	.086	.056	.310	.070	.136	.179				

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 1,450.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.
b. Alpha = .05.

Lampiran 2. Data dan analisis perhitungan kekerasan apel potong segar

Keterangan	Kekerasan H0				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	53,35	57,11	50,91	56,60	54,20
Ulangan 2	57,19	54,26	56,62	56,52	53,38
Ulangan 3	58,82	57,51	58,21	58,10	50,16
Ulangan 4	55,20	54,94	47,54	56,84	52,94
Rata-Rata	56,14	55,96	53,32	56,02	52,67

Keterangan	Kekerasan H4				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	47,70	48,18	51,25	52,01	40,55
Ulangan 2	47,27	48,32	52,66	50,35	41,39
Ulangan 3	45,07	49,60	51,29	49,09	43,49
Ulangan 4	47,74	50,17	38,86	53,80	40,86
Rata-Rata	46,95	49,07	48,52	51,31	41,57

Keterangan	Kekerasan H8				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	39,96	45,21	42,63	46,91	35,09
Ulangan 2	45,85	46,32	45,14	45,52	39,12
Ulangan 3	46,69	42,18	44,23	45,95	33,28
Ulangan 4	38,58	41,28	41,54	45,65	37,74
Rata-Rata	42,77	43,75	43,39	46,01	36,31

--	--	--	--	--	--

Keterangan	Kekerasan H12				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	43,58	35,43	35,19	36,99	26,28
Ulangan 2	35,32	38,15	35,48	38,74	33,46
Ulangan 3	39,33	35,35	37,39	39,51	32,50
Ulangan 4	37,93	37,30	38,05	37,42	35,25
Rata-Rata	39,04	36,56	36,53	38,17	31,87

Satuan : N

a. Uji homogenitas kekerasan

Test of Homogeneity of Variances

Kekerasan_H0_median

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.117	4	75	.976

b. Uji normalitas

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kekerasan_H0 AS	.150	16	.200*	.932	16	.266
NA	.166	16	.200*	.949	16	.477
LB	.112	16	.200*	.941	16	.360
LE	.144	16	.200*	.944	16	.397
K	.133	16	.200*	.936	16	.301

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

c. Uji anova dengan uji lanjut duncan

		Kekerasan_H0									
Interaksi	N	Subset									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ASH12	4	31,873									
ASH8	4		36,308								
LEH12	4		36,527								
LBH12	4		36,558								
KH12	4		38,165	38,165							
NAH12	4		39,040	39,040	39,040						
ASH4	4			41,573	41,573						
NAH8	4			42,770	42,770	42,770					
LEH8	4			43,385	43,385	43,385					
LBH8	4			43,748	43,748	43,748					
KH8	4			46,008	46,008	46,008	46,008				
NAH4	4			46,945	46,945	46,945	46,945				
LEH4	4			48,515	48,515	48,515	48,515	48,515			
LBH4	4			49,068	49,068	49,068	49,068	49,068	49,068		
KH4	4			51,313	51,313	51,313	51,313	51,313	51,313		
ASH0	4			52,670	52,670	52,670	52,670	52,670	52,670	52,670	
LEH0	4			53,320	53,320	53,320	53,320	53,320	53,320	53,320	53,320
LBH0	4			55,955	55,955	55,955	55,955	55,955	55,955	55,955	55,955
KH0	4			56,015	56,015	56,015	56,015	56,015	56,015	56,015	56,015
NAH0	4			56,140	56,140	56,140	56,140	56,140	56,140	56,140	56,140
Sig.		1,000	.227	.109	.079	.324	.063	.165	.058	.053	.124

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 Based on observed means.
 The error term is Mean Squares(Error) = 7,837.
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.
 b. Alpha = .05.

Lampiran 3. Data dan analisis perhitungan total kadar fenolik apel potong segar

Keterangan	Total Kadar Fenolik H0				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	686,6	380	346,8	450,9	355,1
Ulangan 2	693,6	368,7	358,4	458,4	348,0
Ulangan 3	686,6	365,0	354,6	458,8	363,8
Ulangan 4	680,8	369,2	351,7	450,5	365,4
Rata-Rata	686,8	408,4	352,9	454,6	358,1

Keterangan	Total Kadar Fenolik H4				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	606,5	380,0	317,7	401,5	332,6
Ulangan 2	597,4	368,7	326,4	406,5	320,6
Ulangan 3	601,6	365,0	318,1	402,4	323,1
Ulangan 4	597,4	369,2	330,6	409,4	316,5
Rata-Rata	600,6	370,7	323,2	405	323,2

Keterangan	Total Kadar Fenolik H8				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	563,8	313,1	282,4	367,1	275,4
Ulangan 2	562,9	326,4	291,6	363,8	263,8
Ulangan 3	558,4	319,4	280,4	359,6	271,7
Ulangan 4	564,6	324,3	276,6	361,7	280,8
Rata-Rata	562,4	320,8	282,8	363,0	272,9

Keterangan	Total Kadar Fenolik H12				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	354,6	269,6	245,1	338,9	231,4
Ulangan 2	352,1	284,1	245,9	333,9	243,9
Ulangan 3	343,9	274,1	237,2	337,2	238,9
Ulangan 4	342,2	285,8	240,9	320,2	236,0
Rata-Rata	348,2	278,4	242,3	332,5	237,5

$$\text{Total kadar fenolik (mg GAE } 100\text{g}^{-1}) = \frac{C \times V}{m}$$

a. Uji normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Interaksi		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Fenolik	CH0	.259	4	..	.915	4	.508
	P1H0	.266	4	..	.950	4	.719
	P2H0	.404	4	..	.725	4	.022
	P3H0	.158	4	..	.995	4	.980
	P4H0	.294	4	..	.774	4	.063
	CH4	.256	4	..	.942	4	.665
	P1H4	.272	4	..	.850	4	.227
	P2H4	.346	4	..	.861	4	.263
	P3H4	.288	4	..	.866	4	.282
	P4H4	.259	4	..	.915	4	.512
	CH8	.181	4	..	.989	4	.954
	P1H8	.324	4	..	.841	4	.197
	P2H8	.224	4	..	.945	4	.686
	P3H8	.270	4	..	.930	4	.597
	P4H8	.164	4	..	.986	4	.938
	CH12	.215	4	..	.975	4	.875
	P1H12	.319	4	..	.905	4	.454
	P2H12	.242	4	..	.937	4	.637
	P3H12	.228	4	..	.936	4	.628
	P4H12	.256	4	..	.920	4	.537

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Fenolik_median

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.125	3	76	.344

c. Uji anova dengan uji lanjut duncan

Univariate Tests

Dependent Variable: Fenolik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	204985.799	3	68328.600	508.127	.000
Error	8068.287	60	134.471		

The F tests the effect of Lama_penyimpanan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Univariate Tests

Dependent Variable: Fenolik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	1027020.415	19	54053.706	401.972	.000
Error	8068.287	60	134.471		

The F tests the effect of Interaksi. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Univariate Tests

Dependent Variable: Fenolik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	770459.725	4	192614.931	1432.385	.000
Error	8068.287	60	134.471		

The F tests the effect of Perlakuan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Fenolik

Duncan^{a,b}

Interaksi	N	Subset										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CH12	4	232.3859										
CH8	4		272.9400									
P3H12	4		273.7759									
P3H8	4		282.7950									
P2H12	4			301.7842								
P2H8	4				320.8650							
CH4	4				323.2525							
P3H4	4				323.2525							
P3H0	4					352.9200						
P4H12	4					353.3402						
CH0	4					358.1050						
P4H8	4					363.0850						
P2H4	4					370.7650						
P4H4	4						404.9950					
P2H0	4						408.4200					
P1H12	4						418.7967					
P4H0	4							454.6825				
P1H8	4								562.4625			
P1H4	4									600.6375		
P1H0	4										686.8400	
Sig.		1.000	.263	1.000	.786	.055	.117	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 134,471.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 4. Data dan analisis perhitungan aktivitas antioksidan apel potong segar

Keterangan	Aktivitas Antioksidan H0				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	92,76	67,51	69,23	80,59	55,37
Ulangan 2	92,23	62,76	62,76	70,01	64,55
Ulangan 3	93,12	63,58	60,31	79,01	57,84
Ulangan 4	92,23	65,13	53,02	70,72	54,32
Rata-Rata	92,59	70,30	61,33	75,01	58,02

Keterangan	Aktivitas Antioksidan H4				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	83,87	65,07	52,73	69,31	57,28
Ulangan 2	84,45	58,37	55,37	73,48	48,11
Ulangan 3	84,12	65,96	60,49	70,86	46,39
Ulangan 4	86,25	60,14	54,67	74,95	48,60
Rata-Rata	75,85	62,38	55,82	72,15	50,10

Keterangan	Aktivitas Antioksidan H8				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	53,26	25,51	19,26	20,28	18,42
Ulangan 2	54,33	22,76	19,82	17,88	24,44
Ulangan 3	55,36	27,47	16,09	17,20	15,99
Ulangan 4	47,94	25,27	17,81	16,71	18,42
Rata-Rata	52,72	25,25	18,24	18,02	19,32

Keterangan	Aktivitas Antioksidan H12				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	83,87	65,07	52,73	69,31	57,28
Ulangan 2	84,45	58,37	55,37	73,48	48,11
Ulangan 3	84,12	65,96	60,49	70,86	46,39
Ulangan 4	86,25	60,14	54,67	74,95	48,60
Rata-Rata	75,85	62,38	55,82	72,15	50,10

$$\text{Aktivitas antioksidan DPPH(\%)} = \left[\frac{(Ac - As)}{Ac} \right] \times 100$$

a. Uji normalitas

Tests of Normality

Interaksi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
DPPH CH0	.265	4	.999	.874	4	.315
P1H0	.293	4	.999	.860	4	.262
P2H0	.212	4	.999	.948	4	.703
P3H0	.189	4	.999	.991	4	.964
P4H0	.287	4	.999	.827	4	.159
CH4	.370	4	.999	.800	4	.103
P1H4	.333	4	.999	.818	4	.138
P2H4	.266	4	.999	.885	4	.359
P3H4	.303	4	.999	.904	4	.449
P4H4	.200	4	.999	.962	4	.790
CH8	.349	4	.999	.866	4	.283
P1H8	.315	4	.999	.852	4	.231
P2H8	.254	4	.999	.959	4	.773
P3H8	.228	4	.999	.943	4	.670
P4H8	.271	4	.999	.947	4	.700
CH12	.194	4	.999	.974	4	.866
P1H12	.166	4	.999	.991	4	.962
P2H12	.189	4	.999	.978	4	.891
P3H12	.289	4	.999	.859	4	.258
P4H12	.285	4	.999	.877	4	.324

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: log10

F	df1	df2	Sig.
1.657	19	60	.071

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Perlakuan + Lama_penyimpanan + Interaksi + Perlakuan * Lama_penyimpanan + Perlakuan * Interaksi + Lama_penyimpanan * Interaksi + Perlakuan * Lama_penyimpanan * Interaksi

c. Uji anova dengan uji lanjut duncan

Univariate Tests

Dependent Variable: DPPH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	7218.317	4	1804.579	179.368	.000
Error	603.647	60	10.061		

The F tests the effect of Perlakuan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Univariate Tests

Dependent Variable: DPPH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	40970.559	3	13656.853	1357.434	.000
Error	603.647	60	10.061		

The F tests the effect of Lama_penyimpanan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Univariate Tests

Dependent Variable: DPPH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	50329.339	19	2648.913	263.291	.000
Error	603.647	60	10.061		

The F tests the effect of Interaksi. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

DPPH

Duncan^{a,b}

Interaksi	N	Subset												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
CH12	4	16.0569												
P3H12	4	16.4973												
P2H12	4	16.9875												
P4H12	4	18.0175												
P3H8	4	18.2486												
P1H12	4	18.2814												
CH8	4	19.3214												
P2H8	4		25.2525											
P4H8	4			33.4375										
CH4	4				50.1023									
P1H8	4				52.7285									
P3H4	4					55.8201								
CH0	4						55.8201							
P3H0	4							58.0247						
P2H4	4								58.0247					
P2H0	4									61.3339				
P4H4	4										61.3339			
P4H0	4											62.3898		
P1H4	4												62.3898	
P1H0	4													64.7504
Sig.		.217	1.000	1.000	.246	.173	.330	.070	.156	.196	1.000	1.000	92.5926	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 10,061.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b. Alpha = .05.

Lampiran 5. Data dan analisis perhitungan *Browning Indeks* (BI) apel potong segar

Keterangan	Browning Indeks H0				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	12,28	10,02	23,41	20,06	33,80
Ulangan 2	15,07	22,33	23,30	13,22	57,43
Ulangan 3	11,71	22,88	23,95	12,44	48,71
Ulangan 4	11,31	22,25	15,76	13,71	39,61
Rata-Rata	12,59	19,37	21,60	14,86	44,89

Keterangan	Browning Indeks H4				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	14,86	11,93	36,81	15,54	65,54
Ulangan 2	13,32	37,95	26,59	24,60	51,55
Ulangan 3	12,43	36,79	32,66	30,58	48,08
Ulangan 4	12,18	30,31	27,29	16,31	32,68
Rata-Rata	13,20	29,24	30,84	21,76	49,46

Keterangan	Browning Indeks H8				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	15,04	30,03	31,11	37,70	62,41
Ulangan 2	18,67	28,51	21,30	28,94	51,91
Ulangan 3	14,51	37,75	36,53	20,14	48,94
Ulangan 4	40,52	58,41	38,34	24,28	38,32
Rata-Rata	22,18	38,67	31,82	27,76	50,40

Keterangan	Browning Indeks H12				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	36,09	48,07	47,94	46,14	55,60
Ulangan 2	35,20	41,62	42,84	48,30	45,10
Ulangan 3	35,64	49,80	52,38	42,47	73,66
Ulangan 4	27,56	50,07	59,87	45,71	54,54
Rata-Rata	33,62	47,39	50,76	45,65	57,23

$$BI = 100 \times \frac{x-0.31}{0.172}$$

$$\text{dimana } x = \frac{a+1.75L}{5.645L+a-3.012b}$$

a. Uji normalitas

Tests of Normality^a

Interaksi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
BI	CH0	.195	4	.977	4	.882
	P1H0	.322	4	.829	4	.166
	P2H0	.428	4	.671	4	.005
	P3H0	.418	4	.696	4	.010
	P4H0	.378	4	.767	4	.055
	CH4	.209	4	.982	4	.912
	P1H4	.237	4	.899	4	.427
	P2H4	.285	4	.829	4	.165
	P3H4	.269	4	.900	4	.433
	P4H4	.276	4	.890	4	.383
	CH8	.191	4	.987	4	.941
	P1H8	.362	4	.745	4	.034
	P2H8	.277	4	.839	4	.191
	P3H8	.231	4	.905	4	.455
	P4H8	.188	4	.968	4	.831
	CH12	.304	4	.919	4	.529
	P1H12	.401	4	.713	4	.016
	P2H12	.318	4	.795	4	.094
	P3H12	.161	4	.990	4	.960
	P4H12	.259	4	.957	4	.759

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

BI

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.845	4	15	.173

c. Uji anova dengan uji lanjut duncan

Univariate Tests

Dependent Variable: BI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	7176.425	4	1794.106	25.817	.000
Error	4100.172	59	69.494		

The F tests the effect of Perlakuan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Univariate Tests

Dependent Variable: BI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	6494.863	3	2164.954	31.153	.000
Error	4100.172	59	69.494		

The F tests the effect of Lama_penyimpanan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Univariate Tests

Dependent Variable: BI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	14378.927	19	756.786	10.890	.000
Error	4100.172	59	69.494		

The F tests the effect of Interaksi. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

BI

Duncan^{a,b}

Interaksi	N	Subset							
		1	2	3	4	5	6	7	8
P1H0	4	12.5960							
P1H4	4	13.2023							
P4H0	4	14.8626	14.8626						
P2H0	4	19.3752	19.3752	19.3752					
P3H0	4	21.6086	21.6086	21.6086	21.6086				
P4H4	4	21.7639	21.7639	21.7639	21.7639				
P1H8	4	22.1876	22.1876	22.1876	22.1876				
P4H8	4		27.7689	27.7689	27.7689	27.7689			
P2H4	4			29.2489	29.2489	29.2489			
P3H4	4			30.8425	30.8425	30.8425			
P3H8	4			31.8228	31.8228	31.8228			
P1H12	4				33.6293	33.6293	33.6293		
P2H8	4					38.6790	38.6790	38.6790	
CH0	4						44.8911	44.8911	44.8911
P4H12	4						45.6597	45.6597	45.6597
P2H12	4							47.3956	47.3956
CH4	4							49.4678	49.4678
CH8	4							50.4010	50.4010
P3H12	4							50.7630	50.7630
CH12	4								57.2310
Sig.		.167	.058	.075	.086	.110	.066	.080	.074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 69,494.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 6. Data dan analisis perhitungan Total asam apel potong segar

Keterangan	Total Asam H0				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	5,36	4,02	4,69	5,36	5,36
Ulangan 2	4,02	3,35	3,35	2,68	2,68
Ulangan 3	5,36	5,36	5,36	4,02	4,02
Ulangan 4	4,02	4,69	4,02	5,36	5,36
Rata-Rata	4,69	4,35	4,35	4,35	4,35

Keterangan	Total Asam H4				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	3,35	3,35	2,68	2,68	2,68
Ulangan 2	4,02	2,68	2,01	4,02	3,35
Ulangan 3	2,68	2,68	2,68	2,01	2,68
Ulangan 4	2,68	2,68	3,35	3,35	2,01
Rata-Rata	3,18	2,84	2,68	3,01	2,68

Keterangan	Total Asam H8				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	2,01	2,01	2,01	1,34	2,01
Ulangan 2	2,68	2,01	1,34	2,68	2,01
Ulangan 3	2,01	2,01	2,01	1,34	1,34
Ulangan 4	2,68	2,01	2,01	2,68	1,34
Rata-Rata	2,34	2,01	1,84	2,01	1,67

Keterangan	Total Asam H12				
	P1	P2	P3	P4	K
Ulangan 1	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
Ulangan 2	1,34	1,34	0,67	1,34	1,34
Ulangan 3	1,34	1,34	1,34	1,34	0,67
Ulangan 4	1,34	0,67	1,34	1,34	0,67
Rata-Rata	1,34	1,17	1,17	1,34	1,00

$$\text{keasaman metode titrasi (g MAE L}^{-1}\text{)} = \frac{V(\text{NaOH})(0,1)(0,067)}{m} \times 100$$

a. Uji normalitas

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TAT Kontrol	.182	16	.163	.888	16	.052
Perlakuan 1	.186	16	.140	.898	16	.074
Perlakuan 2	.188	16	.136	.950	16	.497
Perlakuan 3	.210	16	.058	.920	16	.170
Perlakuan 4	.205	16	.071	.849	16	.013

a. Lilliefors Significance Correction

b. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

TAT_median

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.565	4	75	.689

c. Uji anova dengan uji lanjut duncan

Univariate Tests

Dependent Variable: TAT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	2.020	4	.505	1.149	.342
Error	26.373	60	.440		

The F tests the effect of Perlakuan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Univariate Tests

Dependent Variable: TAT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	112.915	3	37.638	85.630	.000
Error	26.373	60	.440		

The F tests the effect of Lama_penyimpanan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Univariate Tests

Dependent Variable: TAT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	115.788	19	6.094	13.865	.000
Error	26.373	60	.440		

The F tests the effect of Interaksi. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

TAT

Duncan^{a,b}

Interaksi	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
CH12	4	1.0050						
P2H12	4	1.1725						
P3H12	4	1.1725						
P1H12	4	1.3400	1.3400					
P4H12	4	1.3400	1.3400					
CH8	4	1.6750	1.6750	1.6750				
P3H8	4	1.8425	1.8425	1.8425	1.8425			
P4H8	4	2.0100	2.0100	2.0100	2.0100	2.0100		
P1H8	4		2.3450	2.3450	2.3450	2.3450	2.3450	
P2H8	4		2.3450	2.3450	2.3450	2.3450	2.3450	
CH4	4			2.6800	2.6800	2.6800	2.6800	
P3H4	4			2.6800	2.6800	2.6800	2.6800	
P2H4	4				2.8475	2.8475	2.8475	
P4H4	4					3.0150	3.0150	
P1H4	4						3.1825	
C1H0	4							4.3550
P2H0	4							4.3550
P3H0	4							4.3550
P4H0	4							4.3550
P1H0	4							4.6900
Sig.		.070	.067	.067	.067	.067	.129	.533

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,440.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 7. Data dan analisis perhitungan oragnoleptik kenampakan apel potong segar

H0					H4				
P1	P2	P3	P4	C	P1	P2	P3	P4	C
5	5	5	5	4	5	4	3	4	3
5	5	5	5	4	5	3	3	4	3
5	3	5	5	4	4	3	3	4	3
5	4	5	5	3	5	4	3	3	2
5	5	5	5	4	5	3	3	5	2
5	5	4	5	4	5	3	3	5	2
5	5	4	5	4	5	3	4	5	2
4	5	4	5	4	5	4	3	5	2
5	5	4	5	4	5	4	3	5	2
5	5	4	5	4	5	4	3	3	3
5	5	4	5	4	5	4	3	5	2
5	4	4	5	4	5	3	4	5	3
5	3	4	5	4	5	3	4	5	2
5	5	4	5	4	5	3	4	5	2
5	5	4	5	4	4	4	3	5	2
5	5	5	5	4	5	3	3	5	2
5	5	4	5	4	5	4	3	4	2
5	5	4	5	4	5	4	3	4	3
5	5	4	5	4	5	4	4	5	3
5	5	4	5	4	5	3	3	5	2
5	5	5	5	4	5	3	3	5	2
5	5	4	5	4	5	4	4	5	2
5	5	4	5	4	4	4	4	5	3
5	5	4	5	4	5	3	3	5	2
5	5	5	5	4	5	3	3	5	3
5	5	4	5	4	5	3	3	5	2
5	5	4	5	4	5	4	3	5	3
5	5	4	5	4	5	4	3	5	2
5	3	4	5	4	5	4	3	4	2
5	4	5	5	4	5	3	3	4	2
5,0	4,7	4,3	5,0	4,0	4,9	3,5	3,2	4,6	2,3

H8					H12				
P1	P2	P3	P4	C	P1	P2	P3	P4	C
3	5	3	5	3	2	2	2	2	2
3	5	5	2	2	2	2	2	2	1
3	3	3	5	1	2	2	2	2	1
4	3	4	2	1	3	2	2	2	1
4	3	3	5	1	3	2	2	2	2
4	3	3	4	1	3	2	2	2	2
4	3	2	5	2	4	2	2	2	2
4	3	3	3	2	4	2	2	2	1
5	3	3	3	3	4	2	2	2	1
5	3	3	3	2	4	2	2	3	1
5	3	3	4	3	4	3	2	3	1
3	3	5	3	2	4	3	2	3	1
5	3	3	5	3	4	3	2	3	2
3	5	4	4	2	4	3	2	3	1
3	3	3	4	1	4	3	2	3	1
4	3	3	4	1	4	3	3	3	3
4	3	2	5	1	4	3	3	3	2
4	3	3	2	1	4	3	3	3	1
4	3	3	5	2	4	3	3	3	1
5	3	3	2	2	4	3	3	3	1
5	3	3	5	3	4	3	3	3	2
5	3	5	4	2	4	3	3	3	2
4	3	3	5	3	4	3	3	3	2
4	3	4	3	2	4	3	3	3	1
5	3	3	3	1	4	3	3	4	1
4	3	3	3	1	4	3	3	4	1
5	3	2	4	1	4	3	3	4	1
4	3	3	3	1	4	3	3	4	1
4	3	3	5	2	4	5	3	4	2
5	5	3	4	3	4	5	3	4	1
4,1	3,2	3,2	3,8	1,8	3,7	2,8	2,5	2,9	1,4

Tests of Normality^{a,c,d}

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Kenam_H0	P2	.477	30	.000	.510	30	.000
	P3	.440	30	.000	.577	30	.000
	K	.311	30	.000	.758	30	.000
Kenam_H4	P1	.528	30	.000	.347	30	.000
	P2	.337	30	.000	.638	30	.000
	P3	.473	30	.000	.526	30	.000
	P4	.424	30	.000	.628	30	.000
Kenam_H8	P1	.239	30	.000	.806	30	.000
	P2	.517	30	.000	.404	30	.000
	P3	.404	30	.000	.718	30	.000
	P4	.204	30	.003	.856	30	.001
	K	.253	30	.000	.796	30	.000
Kenam_H12	P1	.477	30	.000	.510	30	.000
	P2	.330	30	.000	.700	30	.000
	P3	.337	30	.000	.638	30	.000
	P4	.256	30	.000	.807	30	.000
	K	.395	30	.000	.669	30	.000

a. Kenam_H0 is constant when Perlakuan = P1. It has been omitted.

b. Lilliefors Significance Correction

c. Kenam_H0 is constant when Perlakuan = P4. It has been omitted.

d. Kenam_H4 is constant when Perlakuan = K. It has been omitted.

Test of Homogeneity of Variance^{a,b,c}

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kenam_H0	Based on Mean	5.675	2	87	.005
	Based on Median	5.949	2	87	.004
	Based on Median and with adjusted df	5.949	2	74.195	.004
	Based on trimmed mean	5.752	2	87	.005
Kenam_H4	Based on Mean	13.303	3	116	.000
	Based on Median	5.417	3	116	.002
	Based on Median and with adjusted df	5.417	3	67.190	.002
	Based on trimmed mean	11.758	3	116	.000
Kenam_H8	Based on Mean	3.787	4	145	.006
	Based on Median	4.179	4	145	.003
	Based on Median and with adjusted df	4.179	4	135.530	.003
	Based on trimmed mean	4.180	4	145	.003
Kenam_H12	Based on Mean	.125	4	145	.973
	Based on Median	.776	4	145	.542
	Based on Median and with adjusted df	.776	4	112.091	.543
	Based on trimmed mean	.479	4	145	.751

- a. Kenam_H0 is constant when Perlakuan = P1. It has been omitted.
- b. Kenam_H0 is constant when Perlakuan = P4. It has been omitted.
- c. Kenam_H4 is constant when Perlakuan = K. It has been omitted.

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>360.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>825.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-2.557</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.011</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P2 (H0)</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H0	Mann-Whitney U		360.000	Wilcoxon W		825.000	Z		-2.557	Asymp. Sig. (2-tailed)		.011	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>135.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>600.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-5.636</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P3 (H0)</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H0	Mann-Whitney U		135.000	Wilcoxon W		600.000	Z		-5.636	Asymp. Sig. (2-tailed)		.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>450.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>915.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>1.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P3 (H0)</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H0	Mann-Whitney U		450.000	Wilcoxon W		915.000	Z		.000	Asymp. Sig. (2-tailed)		1.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>465.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-7.194</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << C (H0)</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H0	Mann-Whitney U		.000	Wilcoxon W		465.000	Z		-7.194	Asymp. Sig. (2-tailed)		.000
Test Statistics ^a		Kenam_H0																																																													
Mann-Whitney U		360.000																																																													
Wilcoxon W		825.000																																																													
Z		-2.557																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.011																																																													
Test Statistics ^a		Kenam_H0																																																													
Mann-Whitney U		135.000																																																													
Wilcoxon W		600.000																																																													
Z		-5.636																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000																																																													
Test Statistics ^a		Kenam_H0																																																													
Mann-Whitney U		450.000																																																													
Wilcoxon W		915.000																																																													
Z		.000																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		1.000																																																													
Test Statistics ^a		Kenam_H0																																																													
Mann-Whitney U		.000																																																													
Wilcoxon W		465.000																																																													
Z		-7.194																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>256.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>721.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-3.261</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.001</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 << P3 (H0)</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H0	Mann-Whitney U		256.500	Wilcoxon W		721.500	Z		-3.261	Asymp. Sig. (2-tailed)		.001	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>360.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>825.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-2.557</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.011</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 << P4 (H0)</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H0	Mann-Whitney U		360.000	Wilcoxon W		825.000	Z		-2.557	Asymp. Sig. (2-tailed)		.011	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>40.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>505.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-6.349</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 << C (H0)</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H0	Mann-Whitney U		40.500	Wilcoxon W		505.500	Z		-6.349	Asymp. Sig. (2-tailed)		.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>135.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>600.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-5.636</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 << P4 (H0)</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H0	Mann-Whitney U		135.000	Wilcoxon W		600.000	Z		-5.636	Asymp. Sig. (2-tailed)		.000
Test Statistics ^a		Kenam_H0																																																													
Mann-Whitney U		256.500																																																													
Wilcoxon W		721.500																																																													
Z		-3.261																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.001																																																													
Test Statistics ^a		Kenam_H0																																																													
Mann-Whitney U		360.000																																																													
Wilcoxon W		825.000																																																													
Z		-2.557																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.011																																																													
Test Statistics ^a		Kenam_H0																																																													
Mann-Whitney U		40.500																																																													
Wilcoxon W		505.500																																																													
Z		-6.349																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000																																																													
Test Statistics ^a		Kenam_H0																																																													
Mann-Whitney U		135.000																																																													
Wilcoxon W		600.000																																																													
Z		-5.636																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>63.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>528.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-6.076</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H0	Mann-Whitney U		63.000	Wilcoxon W		528.000	Z		-6.076	Asymp. Sig. (2-tailed)		.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>465.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-7.194</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H0	Mann-Whitney U		.000	Wilcoxon W		465.000	Z		-7.194	Asymp. Sig. (2-tailed)		.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>22.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>487.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-6.790</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H4	Mann-Whitney U		22.500	Wilcoxon W		487.500	Z		-6.790	Asymp. Sig. (2-tailed)		.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Kenam_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>10.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>475.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-7.055</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p>	Test Statistics ^a		Kenam_H4	Mann-Whitney U		10.500	Wilcoxon W		475.500	Z		-7.055	Asymp. Sig. (2-tailed)		.000
Test Statistics ^a		Kenam_H0																																																													
Mann-Whitney U		63.000																																																													
Wilcoxon W		528.000																																																													
Z		-6.076																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000																																																													
Test Statistics ^a		Kenam_H0																																																													
Mann-Whitney U		.000																																																													
Wilcoxon W		465.000																																																													
Z		-7.194																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000																																																													
Test Statistics ^a		Kenam_H4																																																													
Mann-Whitney U		22.500																																																													
Wilcoxon W		487.500																																																													
Z		-6.790																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000																																																													
Test Statistics ^a		Kenam_H4																																																													
Mann-Whitney U		10.500																																																													
Wilcoxon W		475.500																																																													
Z		-7.055																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000																																																													

<p>Uji lanjut P3><C (H0)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>357.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>822.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1.977</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.048</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P4 (H4)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H4	Mann-Whitney U	357.000	Wilcoxon W	822.000	Z	-1.977	Asymp. Sig. (2-tailed)	.048	<p>Uji lanjut P4><C (H0)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>465.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-7.514</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><C (H4)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H4	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	465.000	Z	-7.514	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<p>Uji lanjut P1><P2 (H4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>330.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>795.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.125</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.034</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><P3 (H4)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H4	Mann-Whitney U	330.000	Wilcoxon W	795.000	Z	-2.125	Asymp. Sig. (2-tailed)	.034	<p>Uji lanjut P1><P3 (H4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>97.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>562.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5.539</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><P4 (H4)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H4	Mann-Whitney U	97.500	Wilcoxon W	562.500	Z	-5.539	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H4																																																		
Mann-Whitney U	357.000																																																		
Wilcoxon W	822.000																																																		
Z	-1.977																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.048																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H4																																																		
Mann-Whitney U	.000																																																		
Wilcoxon W	465.000																																																		
Z	-7.514																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H4																																																		
Mann-Whitney U	330.000																																																		
Wilcoxon W	795.000																																																		
Z	-2.125																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.034																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H4																																																		
Mann-Whitney U	97.500																																																		
Wilcoxon W	562.500																																																		
Z	-5.539																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>465.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-7.242</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><C (H4)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H4	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	465.000	Z	-7.242	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>61.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>526.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-6.150</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3><P4 (H4)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H4	Mann-Whitney U	61.500	Wilcoxon W	526.500	Z	-6.150	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>465.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-7.359</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3><C (H4)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H4	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	465.000	Z	-7.359	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>465.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-7.299</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4><C (H4)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H4	Mann-Whitney U	.000	Wilcoxon W	465.000	Z	-7.299	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H4																																																		
Mann-Whitney U	.000																																																		
Wilcoxon W	465.000																																																		
Z	-7.242																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H4																																																		
Mann-Whitney U	61.500																																																		
Wilcoxon W	526.500																																																		
Z	-6.150																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H4																																																		
Mann-Whitney U	.000																																																		
Wilcoxon W	465.000																																																		
Z	-7.359																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H4																																																		
Mann-Whitney U	.000																																																		
Wilcoxon W	465.000																																																		
Z	-7.299																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>178.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>643.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4.432</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P2 (H8)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H8	Mann-Whitney U	178.000	Wilcoxon W	643.000	Z	-4.432	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>177.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>642.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4.312</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P3 (H8)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H8	Mann-Whitney U	177.000	Wilcoxon W	642.000	Z	-4.312	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>378.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>843.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1.121</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.262</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P4 (H8)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H8	Mann-Whitney U	378.000	Wilcoxon W	843.000	Z	-1.121	Asymp. Sig. (2-tailed)	.262	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>18.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>483.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-6.522</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><C (H8)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H8	Mann-Whitney U	18.000	Wilcoxon W	483.000	Z	-6.522	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H8																																																		
Mann-Whitney U	178.000																																																		
Wilcoxon W	643.000																																																		
Z	-4.432																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H8																																																		
Mann-Whitney U	177.000																																																		
Wilcoxon W	642.000																																																		
Z	-4.312																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H8																																																		
Mann-Whitney U	378.000																																																		
Wilcoxon W	843.000																																																		
Z	-1.121																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.262																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H8																																																		
Mann-Whitney U	18.000																																																		
Wilcoxon W	483.000																																																		
Z	-6.522																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>435.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>900.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.308</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.758</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><P3 (H8)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H8	Mann-Whitney U	435.000	Wilcoxon W	900.000	Z	-.308	Asymp. Sig. (2-tailed)	.758	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>308.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>773.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.343</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.019</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><P4 (H8)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H8	Mann-Whitney U	308.000	Wilcoxon W	773.000	Z	-2.343	Asymp. Sig. (2-tailed)	.019	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>78.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>543.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-6.029</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><C (H8)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H8	Mann-Whitney U	78.000	Wilcoxon W	543.000	Z	-6.029	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>297.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>762.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.426</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.015</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3><P4 (H8)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H8	Mann-Whitney U	297.000	Wilcoxon W	762.000	Z	-2.426	Asymp. Sig. (2-tailed)	.015
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H8																																																		
Mann-Whitney U	435.000																																																		
Wilcoxon W	900.000																																																		
Z	-.308																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.758																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H8																																																		
Mann-Whitney U	308.000																																																		
Wilcoxon W	773.000																																																		
Z	-2.343																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.019																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H8																																																		
Mann-Whitney U	78.000																																																		
Wilcoxon W	543.000																																																		
Z	-6.029																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H8																																																		
Mann-Whitney U	297.000																																																		
Wilcoxon W	762.000																																																		
Z	-2.426																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.015																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>99.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>564.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5.515</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3><C (H8)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H8	Mann-Whitney U	99.000	Wilcoxon W	564.000	Z	-5.515	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>72.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>537.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5.723</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4><C (H8)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H8	Mann-Whitney U	72.000	Wilcoxon W	537.000	Z	-5.723	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>156.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>621.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4.625</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P2 (H12)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H12	Mann-Whitney U	156.000	Wilcoxon W	621.000	Z	-4.625	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>90.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>555.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5.666</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P3 (H12)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H12	Mann-Whitney U	90.000	Wilcoxon W	555.000	Z	-5.666	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H8																																																		
Mann-Whitney U	99.000																																																		
Wilcoxon W	564.000																																																		
Z	-5.515																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H8																																																		
Mann-Whitney U	72.000																																																		
Wilcoxon W	537.000																																																		
Z	-5.723																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H12																																																		
Mann-Whitney U	156.000																																																		
Wilcoxon W	621.000																																																		
Z	-4.625																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H12																																																		
Mann-Whitney U	90.000																																																		
Wilcoxon W	555.000																																																		
Z	-5.666																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>189.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>654.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4.210</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P4 (H12)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H12	Mann-Whitney U	189.000	Wilcoxon W	654.000	Z	-4.210	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>19.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>484.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-6.731</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><C (H12)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H12	Mann-Whitney U	19.500	Wilcoxon W	484.500	Z	-6.731	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>360.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>825.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1.525</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.127</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><P3 (H12)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H12	Mann-Whitney U	360.000	Wilcoxon W	825.000	Z	-1.525	Asymp. Sig. (2-tailed)	.127	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>402.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>867.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.793</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.428</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><P4 (H12)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H12	Mann-Whitney U	402.000	Wilcoxon W	867.000	Z	-.793	Asymp. Sig. (2-tailed)	.428
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H12																																																		
Mann-Whitney U	189.000																																																		
Wilcoxon W	654.000																																																		
Z	-4.210																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H12																																																		
Mann-Whitney U	19.500																																																		
Wilcoxon W	484.500																																																		
Z	-6.731																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H12																																																		
Mann-Whitney U	360.000																																																		
Wilcoxon W	825.000																																																		
Z	-1.525																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.127																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H12																																																		
Mann-Whitney U	402.000																																																		
Wilcoxon W	867.000																																																		
Z	-.793																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.428																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>69.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>534.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5.939</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><C (H12)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H12	Mann-Whitney U	69.000	Wilcoxon W	534.000	Z	-5.939	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>315.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>780.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.217</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.027</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3><P4 (H12)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H12	Mann-Whitney U	315.000	Wilcoxon W	780.000	Z	-2.217	Asymp. Sig. (2-tailed)	.027	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>97.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>562.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5.564</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3><C (H12)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H12	Mann-Whitney U	97.500	Wilcoxon W	562.500	Z	-5.564	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Kenam_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>61.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>526.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5.999</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4><C (H12)</p>	Test Statistics ^a			Kenam_H12	Mann-Whitney U	61.500	Wilcoxon W	526.500	Z	-5.999	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H12																																																		
Mann-Whitney U	69.000																																																		
Wilcoxon W	534.000																																																		
Z	-5.939																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H12																																																		
Mann-Whitney U	315.000																																																		
Wilcoxon W	780.000																																																		
Z	-2.217																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.027																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H12																																																		
Mann-Whitney U	97.500																																																		
Wilcoxon W	562.500																																																		
Z	-5.564																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		
Test Statistics ^a																																																			
	Kenam_H12																																																		
Mann-Whitney U	61.500																																																		
Wilcoxon W	526.500																																																		
Z	-5.999																																																		
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																																		

Lampiran 8. Data dan analisis perhitungan oragnoleptik aroma apel potong segar

H0					H4				
P1	P2	P3	P4	C	P1	P2	P3	P4	C
4	5	4	4	3	4	4	4	4	4
4	5	4	4	4	4	3	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	5	4	5	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
4	4	4	5	4	3	4	4	3	3
5	5	4	5	4	3	4	4	4	4
5	5	4	5	4	4	4	4	3	3
4	4	4	4	4	3	3	3	4	4
4	5	4	4	3	3	4	3	5	3
4	5	4	4	4	3	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	3	5	5	3
4	5	4	5	4	2	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
4	4	4	5	4	4	4	3	3	3
5	5	4	5	4	2	4	4	4	4
5	5	4	5	4	4	4	4	4	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	5	4	4	3	4	3	4	4	4
4	5	4	4	4	3	4	4	4	4
4	4	4	4	4	3	4	4	3	3
4	5	4	5	4	3	3	4	4	3
4	4	4	4	4	3	4	4	3	3
4	4	4	5	4	3	4	3	4	4
5	5	4	5	4	2	4	3	5	5

5	5	4	5	4	2	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	5	5	3
4	5	4	5	4	4	4	4	4	4
3	5	4	5	4	4	3	3	4	4
4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
4,2	4,6	4	4	4	3,4	3,8	3,8	3,9	3,7

Test of Homogeneity of Variance^a

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Aroma_H0	Based on Mean	16.770	3	116	.000
	Based on Median	4.545	3	116	.005
	Based on Median and with adjusted df	4.545	3	104.085	.005
	Based on trimmed mean	18.594	3	116	.000
Aroma_H4	Based on Mean	4.186	4	145	.003
	Based on Median	3.826	4	145	.005
	Based on Median and with adjusted df	3.826	4	136.835	.006
	Based on trimmed mean	4.551	4	145	.002
Aroma_H8	Based on Mean	11.024	4	145	.000
	Based on Median	2.064	4	145	.089
	Based on Median and with adjusted df	2.064	4	84.789	.093
	Based on trimmed mean	9.205	4	145	.000
Aroma_H12	Based on Mean	1.514	4	145	.201
	Based on Median	1.239	4	145	.297
	Based on Median and with adjusted df	1.239	4	144.297	.297
	Based on trimmed mean	1.762	4	145	.140

a. Aroma_H0 is constant when Perlakuan = P3. It has been omitted.

Tests of Normality^b

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Aroma_H0	P1	.441	30	.000	.619	30	.000
	P2	.372	30	.000	.632	30	.000
	P4	.354	30	.000	.637	30	.000
	K	.528	30	.000	.347	30	.000
Aroma_H4	P1	.311	30	.000	.760	30	.000
	P2	.488	30	.000	.492	30	.000
	P3	.375	30	.000	.721	30	.000
	P4	.345	30	.000	.750	30	.000
	K	.362	30	.000	.710	30	.000
Aroma_H8	P1	.351	30	.000	.692	30	.000
	P2	.395	30	.000	.669	30	.000
	P3	.440	30	.000	.577	30	.000
	P4	.423	30	.000	.597	30	.000
	K	.389	30	.000	.624	30	.000
Aroma_H12	P1	.440	30	.000	.577	30	.000
	P2	.375	30	.000	.721	30	.000
	P3	.343	30	.000	.745	30	.000
	P4	.440	30	.000	.577	30	.000
	K	.239	30	.000	.806	30	.000

a. Lilliefors Significance Correction

b. Aroma_H0 is constant when Perlakuan = P3. It has been omitted.

H8					H12				
P1	P2	P3	P4	C	P1	P2	P3	P4	C
3	4	4	3	3	3	3	3	3	2
4	4	3	4	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	3	3	3	3	2
4	3	4	3	4	3	4	3	3	4
4	3	3	4	3	2	4	4	3	4
4	3	3	4	4	3	3	3	3	4
4	4	4	4	4	2	4	4	3	3
3	4	4	4	3	3	3	4	4	3
3	4	4	4	4	2	3	4	4	3
4	2	4	4	4	3	3	4	4	4
4	4	4	4	3	3	4	3	3	4
4	4	3	3	3	3	3	3	3	2
1	4	4	4	4	3	3	3	3	3
2	4	4	3	4	3	3	3	3	3
1	3	3	3	3	2	2	2	3	3
3	4	3	3	4	3	3	3	3	2
4	4	4	4	4	2	3	3	3	3
4	4	4	4	3	3	3	3	4	2
4	4	4	3	4	2	4	3	4	4
4	3	4	4	4	3	4	4	4	4
4	3	4	4	3	3	3	3	3	4
4	3	3	4	3	3	4	4	3	3
3	4	4	4	4	3	3	4	3	3
3	4	4	4	4	3	3	4	3	3
4	4	3	4	3	2	3	4	3	4
4	4	3	4	4	3	4	3	3	4

4	3	4	3	4	2	3	3	3	2
1	3	4	4	3	3	3	3	4	3
2	3	4	3	4	2	3	3	4	3
1	4	4	3	4	3	2	2	4	3
3,3	3,6	3,7	3,7	3,6	2,7	3,2	3	3	3

Tests of Normality^{a,c}

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Rasa_H0	P2	.528	30	.000	.347	30	.000
	P3	.528	30	.000	.347	30	.000
	K	.354	30	.000	.637	30	.000
Rasa_H4	P1	.389	30	.000	.624	30	.000
	P2	.272	30	.000	.845	30	.000
	P3	.233	30	.000	.813	30	.000
	P4	.367	30	.000	.701	30	.000
	K	.354	30	.000	.637	30	.000
Rasa_H8	P1	.282	30	.000	.848	30	.001
	P2	.354	30	.000	.637	30	.000
	P3	.343	30	.000	.745	30	.000
	P4	.292	30	.000	.773	30	.000
	K	.335	30	.000	.732	30	.000
Rasa_H12	P1	.353	30	.000	.705	30	.000
	P2	.277	30	.000	.774	30	.000
	P3	.372	30	.000	.721	30	.000
	P4	.389	30	.000	.624	30	.000
	K	.253	30	.000	.796	30	.000

a. Rasa_H0 is constant when Perlakuan = P1. It has been omitted.

b. Lilliefors Significance Correction

c. Rasa_H0 is constant when Perlakuan = P4. It has been omitted.

Test of Homogeneity of Variance^{a,b}

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Rasa_H0	Based on Mean	25.179	2	87	.000
	Based on Median	9.091	2	87	.000
	Based on Median and with adjusted df	9.091	2	68.263	.000
	Based on trimmed mean	25.179	2	87	.000
Rasa_H4	Based on Mean	4.527	4	145	.002
	Based on Median	1.825	4	145	.127
	Based on Median and with adjusted df	1.825	4	137.879	.127
	Based on trimmed mean	4.501	4	145	.002
Rasa_H8	Based on Mean	4.885	4	145	.001
	Based on Median	1.641	4	145	.167
	Based on Median and with adjusted df	1.641	4	123.513	.168
	Based on trimmed mean	4.834	4	145	.001
Rasa_H12	Based on Mean	6.530	4	145	.000
	Based on Median	1.859	4	145	.121
	Based on Median and with adjusted df	1.859	4	88.793	.125
	Based on trimmed mean	5.787	4	145	.000

a. Rasa_H0 is constant when Perlakuan = P1. It has been omitted.

b. Rasa_H0 is constant when Perlakuan = P4. It has been omitted.

<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>278.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>743.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.972</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.003</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P2 (H0)</p>		Aroma_H0	Mann-Whitney U	278.500	Wilcoxon W	743.500	Z	-2.972	Asymp. Sig. (2-tailed)	.003	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>375.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>840.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1.992</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.046</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P3 (H0)</p>		Aroma_H0	Mann-Whitney U	375.000	Wilcoxon W	840.000	Z	-1.992	Asymp. Sig. (2-tailed)	.046	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>322.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>787.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.281</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.023</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P4 (H0)</p>		Aroma_H0	Mann-Whitney U	322.000	Wilcoxon W	787.000	Z	-2.281	Asymp. Sig. (2-tailed)	.023	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>339.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>804.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.532</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.011</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << C (H0)</p>		Aroma_H0	Mann-Whitney U	339.000	Wilcoxon W	804.000	Z	-2.532	Asymp. Sig. (2-tailed)	.011
	Aroma_H0																																										
Mann-Whitney U	278.500																																										
Wilcoxon W	743.500																																										
Z	-2.972																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003																																										
	Aroma_H0																																										
Mann-Whitney U	375.000																																										
Wilcoxon W	840.000																																										
Z	-1.992																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.046																																										
	Aroma_H0																																										
Mann-Whitney U	322.000																																										
Wilcoxon W	787.000																																										
Z	-2.281																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.023																																										
	Aroma_H0																																										
Mann-Whitney U	339.000																																										
Wilcoxon W	804.000																																										
Z	-2.532																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>195.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>660.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4.830</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> P3 (H0)</p>		Aroma_H0	Mann-Whitney U	195.000	Wilcoxon W	660.000	Z	-4.830	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>405.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>870.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.769</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.442</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> P4 (H0)</p>		Aroma_H0	Mann-Whitney U	405.000	Wilcoxon W	870.000	Z	-.769	Asymp. Sig. (2-tailed)	.442	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>175.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>640.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4.918</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> C (H0)</p>		Aroma_H0	Mann-Whitney U	175.500	Wilcoxon W	640.500	Z	-4.918	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>240.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>705.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4.238</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >> P4 (H0)</p>		Aroma_H0	Mann-Whitney U	240.000	Wilcoxon W	705.000	Z	-4.238	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
	Aroma_H0																																										
Mann-Whitney U	195.000																																										
Wilcoxon W	660.000																																										
Z	-4.830																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																										
	Aroma_H0																																										
Mann-Whitney U	405.000																																										
Wilcoxon W	870.000																																										
Z	-.769																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.442																																										
	Aroma_H0																																										
Mann-Whitney U	175.500																																										
Wilcoxon W	640.500																																										
Z	-4.918																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																										
	Aroma_H0																																										
Mann-Whitney U	240.000																																										
Wilcoxon W	705.000																																										
Z	-4.238																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>405.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>870.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1.762</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.078</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 << C (H0)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	405.000	Wilcoxon W	870.000	Z	-1.762	Asymp. Sig. (2-tailed)	.078	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>216.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>681.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4.396</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4 << C (H0)</p>		Aroma_H0	Mann-Whitney U	216.000	Wilcoxon W	681.000	Z	-4.396	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>303.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>768.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.593</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.010</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P2 (H4)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	303.000	Wilcoxon W	768.000	Z	-2.593	Asymp. Sig. (2-tailed)	.010	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>314.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>779.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.292</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.022</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P3 (H4)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	314.000	Wilcoxon W	779.000	Z	-2.292	Asymp. Sig. (2-tailed)	.022
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	405.000																																										
Wilcoxon W	870.000																																										
Z	-1.762																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.078																																										
	Aroma_H0																																										
Mann-Whitney U	216.000																																										
Wilcoxon W	681.000																																										
Z	-4.396																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																										
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	303.000																																										
Wilcoxon W	768.000																																										
Z	-2.593																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.010																																										
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	314.000																																										
Wilcoxon W	779.000																																										
Z	-2.292																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.022																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>273.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>738.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.966</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.003</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P4 (H4)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	273.000	Wilcoxon W	738.000	Z	-2.966	Asymp. Sig. (2-tailed)	.003	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>360.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>825.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1.494</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.135</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << C (H4)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	360.500	Wilcoxon W	825.500	Z	-1.494	Asymp. Sig. (2-tailed)	.135	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>444.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>909.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.115</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.908</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> P3 (H4)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	444.000	Wilcoxon W	909.000	Z	-.115	Asymp. Sig. (2-tailed)	.908	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>402.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>867.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.918</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.359</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> P4 (H4)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	402.000	Wilcoxon W	867.000	Z	-.918	Asymp. Sig. (2-tailed)	.359
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	273.000																																										
Wilcoxon W	738.000																																										
Z	-2.966																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.003																																										
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	360.500																																										
Wilcoxon W	825.500																																										
Z	-1.494																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.135																																										
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	444.000																																										
Wilcoxon W	909.000																																										
Z	-.115																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.908																																										
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	402.000																																										
Wilcoxon W	867.000																																										
Z	-.918																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.359																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>387.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>852.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1.169</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.242</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> C (H4)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	387.000	Wilcoxon W	852.000	Z	-1.169	Asymp. Sig. (2-tailed)	.242	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>400.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>865.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.890</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.374</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >> P4 (H4)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	400.000	Wilcoxon W	865.000	Z	-.890	Asymp. Sig. (2-tailed)	.374	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>397.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>862.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.927</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.354</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >> C (H4)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	397.000	Wilcoxon W	862.000	Z	-.927	Asymp. Sig. (2-tailed)	.354	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>349.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>814.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1.756</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.079</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4 >> C (H4)</p>		Aroma_H4	Mann-Whitney U	349.000	Wilcoxon W	814.000	Z	-1.756	Asymp. Sig. (2-tailed)	.079
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	387.000																																										
Wilcoxon W	852.000																																										
Z	-1.169																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.242																																										
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	400.000																																										
Wilcoxon W	865.000																																										
Z	-.890																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.374																																										
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	397.000																																										
Wilcoxon W	862.000																																										
Z	-.927																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.354																																										
	Aroma_H4																																										
Mann-Whitney U	349.000																																										
Wilcoxon W	814.000																																										
Z	-1.756																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.079																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>406.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>871.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.753</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.451</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P2 (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	406.000	Wilcoxon W	871.000	Z	-.753	Asymp. Sig. (2-tailed)	.451	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>378.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>843.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1.264</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.206</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P3 (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	378.000	Wilcoxon W	843.000	Z	-1.264	Asymp. Sig. (2-tailed)	.206	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>390.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>855.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1.040</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.298</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P4 (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	390.000	Wilcoxon W	855.000	Z	-1.040	Asymp. Sig. (2-tailed)	.298	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>414.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>879.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.612</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.541</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << C (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	414.000	Wilcoxon W	879.000	Z	-.612	Asymp. Sig. (2-tailed)	.541
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	406.000																																										
Wilcoxon W	871.000																																										
Z	-.753																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.451																																										
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	378.000																																										
Wilcoxon W	843.000																																										
Z	-1.264																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.206																																										
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	390.000																																										
Wilcoxon W	855.000																																										
Z	-1.040																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.298																																										
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	414.000																																										
Wilcoxon W	879.000																																										
Z	-.612																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.541																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>415.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>880.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.622</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.534</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> P3 (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	415.500	Wilcoxon W	880.500	Z	-.622	Asymp. Sig. (2-tailed)	.534	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>430.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>895.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.356</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.722</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> P4 (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	430.000	Wilcoxon W	895.000	Z	-.356	Asymp. Sig. (2-tailed)	.722	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>441.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>906.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.157</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.875</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> C (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	441.000	Wilcoxon W	906.000	Z	-.157	Asymp. Sig. (2-tailed)	.875	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>435.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>900.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.275</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.783</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >> P4 (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	435.000	Wilcoxon W	900.000	Z	-.275	Asymp. Sig. (2-tailed)	.783
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	415.500																																										
Wilcoxon W	880.500																																										
Z	-.622																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.534																																										
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	430.000																																										
Wilcoxon W	895.000																																										
Z	-.356																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.722																																										
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	441.000																																										
Wilcoxon W	906.000																																										
Z	-.157																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.875																																										
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	435.000																																										
Wilcoxon W	900.000																																										
Z	-.275																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.783																																										

<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>405.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>870.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.805</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.421</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3<<C (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	405.000	Wilcoxon W	870.000	Z	-.805	Asymp. Sig. (2-tailed)	.421	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>420.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>885.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.531</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.595</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4<<C (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	420.000	Wilcoxon W	885.000	Z	-.531	Asymp. Sig. (2-tailed)	.595	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>261.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>726.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3.407</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.001</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1<<P2 (H12)</p>		Aroma_H12	Mann-Whitney U	261.000	Wilcoxon W	726.000	Z	-3.407	Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>240.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>705.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3.672</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1<<P3 (H12)</p>		Aroma_H12	Mann-Whitney U	240.000	Wilcoxon W	705.000	Z	-3.672	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	405.000																																										
Wilcoxon W	870.000																																										
Z	-.805																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.421																																										
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	420.000																																										
Wilcoxon W	885.000																																										
Z	-.531																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.595																																										
	Aroma_H12																																										
Mann-Whitney U	261.000																																										
Wilcoxon W	726.000																																										
Z	-3.407																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001																																										
	Aroma_H12																																										
Mann-Whitney U	240.000																																										
Wilcoxon W	705.000																																										
Z	-3.672																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>220.500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>685.500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4.207</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1<<P4 (H12)</p>		Aroma_H12	Mann-Whitney U	220.500	Wilcoxon W	685.500	Z	-4.207	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>300.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>765.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2.509</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.012</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1<<C (H12)</p>		Aroma_H12	Mann-Whitney U	300.000	Wilcoxon W	765.000	Z	-2.509	Asymp. Sig. (2-tailed)	.012	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>422.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>887.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.488</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.625</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2<<P3 (H12)</p>		Aroma_H12	Mann-Whitney U	422.000	Wilcoxon W	887.000	Z	-.488	Asymp. Sig. (2-tailed)	.625	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>414.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>879.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.656</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.512</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2<<P4 (H12)</p>		Aroma_H12	Mann-Whitney U	414.000	Wilcoxon W	879.000	Z	-.656	Asymp. Sig. (2-tailed)	.512
	Aroma_H12																																										
Mann-Whitney U	220.500																																										
Wilcoxon W	685.500																																										
Z	-4.207																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000																																										
	Aroma_H12																																										
Mann-Whitney U	300.000																																										
Wilcoxon W	765.000																																										
Z	-2.509																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.012																																										
	Aroma_H12																																										
Mann-Whitney U	422.000																																										
Wilcoxon W	887.000																																										
Z	-.488																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.625																																										
	Aroma_H12																																										
Mann-Whitney U	414.000																																										
Wilcoxon W	879.000																																										
Z	-.656																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.512																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>434.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>899.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.266</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.790</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2<<C (H12)</p>		Aroma_H12	Mann-Whitney U	434.000	Wilcoxon W	899.000	Z	-.266	Asymp. Sig. (2-tailed)	.790	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>444.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>909.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.106</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.915</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3<<P4 (H12)</p>		Aroma_H12	Mann-Whitney U	444.000	Wilcoxon W	909.000	Z	-.106	Asymp. Sig. (2-tailed)	.915	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>410.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>875.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.657</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.511</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3<<C (H12)</p>		Aroma_H12	Mann-Whitney U	410.000	Wilcoxon W	875.000	Z	-.657	Asymp. Sig. (2-tailed)	.511	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>402.000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>867.000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.809</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.418</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4<<C (H12)</p>		Aroma_H12	Mann-Whitney U	402.000	Wilcoxon W	867.000	Z	-.809	Asymp. Sig. (2-tailed)	.418
	Aroma_H12																																										
Mann-Whitney U	434.000																																										
Wilcoxon W	899.000																																										
Z	-.266																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.790																																										
	Aroma_H12																																										
Mann-Whitney U	444.000																																										
Wilcoxon W	909.000																																										
Z	-.106																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.915																																										
	Aroma_H12																																										
Mann-Whitney U	410.000																																										
Wilcoxon W	875.000																																										
Z	-.657																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.511																																										
	Aroma_H12																																										
Mann-Whitney U	402.000																																										
Wilcoxon W	867.000																																										
Z	-.809																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.418																																										

Lampiran 9. Data dan analisis perhitungan oragnoleptik rasa apel potong segar

H0					H4				
P1	P2	P3	P4	C	P1	P2	P3	P4	C
3	4	4	4	4	3	4	2	4	3
3	4	4	4	4	3	3	3	2	3
3	4	4	4	3	3	3	2	4	4
3	5	4	4	3	3	3	3	3	4
3	4	5	4	4	3	4	3	3	3
3	4	4	4	4	3	3	2	3	3
3	4	4	4	3	2	4	2	2	3
3	4	4	4	3	2	4	3	3	3
3	4	4	4	4	2	3	3	3	4
3	4	4	4	4	2	3	4	3	3
3	4	4	4	4	2	4	3	3	4
3	4	4	4	3	2	4	3	3	4
3	5	4	4	3	2	2	4	3	4
3	4	5	4	4	2	4	4	3	4
3	4	4	4	4	2	5	4	3	4
3	4	4	4	3	3	4	2	4	3
3	4	4	4	3	3	3	3	2	3
3	4	4	4	4	3	3	2	4	4
3	4	4	4	4	3	3	3	3	4
3	4	4	4	4	3	4	3	3	3
3	4	4	4	3	3	3	2	3	3
3	5	4	4	3	2	4	2	2	3
3	4	5	4	4	2	4	3	3	3
3	4	4	4	4	2	3	3	3	4
3	4	4	4	3	2	3	4	3	3
3	4	4	4	3	2	4	3	3	4






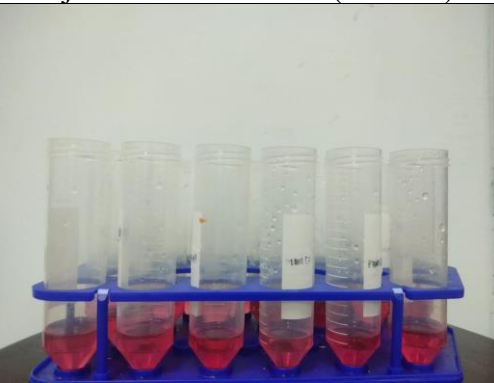
H8					H12				
P1	P2	P3	P4	C	P1	P2	P3	P4	C
3	4	3	4	3	1	3	4	3	2
3	3	4	3	3	2	2	2	2	3
3	3	4	3	3	1	4	3	2	4
3	4	3	2	3	1	4	3	3	4
3	4	4	2	3	1	4	3	3	3
3	4	4	4	3	2	3	3	2	2
3	3	4	4	3	1	4	3	2	3
2	4	3	4	4	3	3	3	3	3
2	3	4	3	4	4	3	3	2	4
2	3	3	2	4	1	3	4	2	4
2	4	4	4	4	1	3	4	3	2
4	4	5	4	5	2	2	2	2	3
1	3	4	4	4	1	4	3	2	4
1	3	3	3	3	1	4	3	3	4
1	4	4	3	4	1	4	3	3	3
3	4	3	4	3	2	3	3	2	2
3	3	4	3	3	1	4	3	2	3
3	3	4	3	3	3	3	3	3	3
3	4	3	2	3	4	3	3	2	4
3	4	4	2	3	1	3	4	2	4
3	4	4	4	3	1	3	4	3	2
3	3	4	4	3	2	2	2	2	3
2	4	3	4	4	1	4	3	2	4
2	3	4	3	4	1	4	3	3	4
2	3	3	2	4	1	4	3	3	3
2	4	4	4	4	2	3	3	2	2
4	4	5	4	5	1	4	3	2	3

1	3	4	4	4	3	3	3	3	3
1	3	3	3	3	4	3	3	2	4
1	4	4	3	4	1	3	4	2	4
2,4	3,5	3,7	3,3	3,5	1,7	3,3	3,1	2,4	3,2

<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>465,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-7,514</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P2 (H0)</p>		Rasa_H0	Mann-Whitney U	,000	Wilcoxon W	465,000	Z	-7,514	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>465,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-7,514</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P3 (H0)</p>		Rasa_H0	Mann-Whitney U	,000	Wilcoxon W	465,000	Z	-7,514	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>465,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-7,681</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P4 (H0)</p>		Rasa_H0	Mann-Whitney U	,000	Wilcoxon W	465,000	Z	-7,681	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>210,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>675,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,632</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< C (H0)</p>		Rasa_H0	Mann-Whitney U	210,000	Wilcoxon W	675,000	Z	-4,632	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
	Rasa_H0																																										
Mann-Whitney U	,000																																										
Wilcoxon W	465,000																																										
Z	-7,514																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H0																																										
Mann-Whitney U	,000																																										
Wilcoxon W	465,000																																										
Z	-7,514																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H0																																										
Mann-Whitney U	,000																																										
Wilcoxon W	465,000																																										
Z	-7,681																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H0																																										
Mann-Whitney U	210,000																																										
Wilcoxon W	675,000																																										
Z	-4,632																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>450,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>915,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>,000</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>1,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P3 (H0)</p>		Rasa_H0	Mann-Whitney U	450,000	Wilcoxon W	915,000	Z	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>405,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>870,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,762</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,078</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P4 (H0)</p>		Rasa_H0	Mann-Whitney U	405,000	Wilcoxon W	870,000	Z	-1,762	Asymp. Sig. (2-tailed)	,078	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>216,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>681,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,396</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H0)</p>		Rasa_H0	Mann-Whitney U	216,000	Wilcoxon W	681,000	Z	-4,396	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>405,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>870,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,762</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,078</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< P4 (H0)</p>		Rasa_H0	Mann-Whitney U	405,000	Wilcoxon W	870,000	Z	-1,762	Asymp. Sig. (2-tailed)	,078
	Rasa_H0																																										
Mann-Whitney U	450,000																																										
Wilcoxon W	915,000																																										
Z	,000																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000																																										
	Rasa_H0																																										
Mann-Whitney U	405,000																																										
Wilcoxon W	870,000																																										
Z	-1,762																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,078																																										
	Rasa_H0																																										
Mann-Whitney U	216,000																																										
Wilcoxon W	681,000																																										
Z	-4,396																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H0																																										
Mann-Whitney U	405,000																																										
Wilcoxon W	870,000																																										
Z	-1,762																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,078																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>216,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>681,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,396</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< C (H0)</p>		Rasa_H0	Mann-Whitney U	216,000	Wilcoxon W	681,000	Z	-4,396	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>240,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>705,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,238</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4 >< C (H0)</p>		Rasa_H0	Mann-Whitney U	240,000	Wilcoxon W	705,000	Z	-4,238	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>114,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>579,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5,276</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P2 (H4)</p>		Rasa_H4	Mann-Whitney U	114,000	Wilcoxon W	579,000	Z	-5,276	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>252,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>717,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,203</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,001</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P3 (H4)</p>		Rasa_H4	Mann-Whitney U	252,000	Wilcoxon W	717,000	Z	-3,203	Asymp. Sig. (2-tailed)	,001
	Rasa_H0																																										
Mann-Whitney U	216,000																																										
Wilcoxon W	681,000																																										
Z	-4,396																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H0																																										
Mann-Whitney U	240,000																																										
Wilcoxon W	705,000																																										
Z	-4,238																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H4																																										
Mann-Whitney U	114,000																																										
Wilcoxon W	579,000																																										
Z	-5,276																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H4																																										
Mann-Whitney U	252,000																																										
Wilcoxon W	717,000																																										
Z	-3,203																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>216,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>681,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,946</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P4 (H4)</p>		Rasa_H4	Mann-Whitney U	216,000	Wilcoxon W	681,000	Z	-3,946	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>84,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>549,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5,792</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< C (H4)</p>		Rasa_H4	Mann-Whitney U	84,000	Wilcoxon W	549,000	Z	-5,792	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>288,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>753,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2,575</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,010</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P3 (H4)</p>		Rasa_H4	Mann-Whitney U	288,000	Wilcoxon W	753,000	Z	-2,575	Asymp. Sig. (2-tailed)	,010	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>264,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>729,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,093</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,002</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P4 (H4)</p>		Rasa_H4	Mann-Whitney U	264,000	Wilcoxon W	729,000	Z	-3,093	Asymp. Sig. (2-tailed)	,002
	Rasa_H4																																										
Mann-Whitney U	216,000																																										
Wilcoxon W	681,000																																										
Z	-3,946																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H4																																										
Mann-Whitney U	84,000																																										
Wilcoxon W	549,000																																										
Z	-5,792																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H4																																										
Mann-Whitney U	288,000																																										
Wilcoxon W	753,000																																										
Z	-2,575																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,010																																										
	Rasa_H4																																										
Mann-Whitney U	264,000																																										
Wilcoxon W	729,000																																										
Z	-3,093																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>448,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>913,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,033</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,974</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H4)</p>		Rasa_H4	Mann-Whitney U	448,000	Wilcoxon W	913,000	Z	-,033	Asymp. Sig. (2-tailed)	,974	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>450,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>915,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>,000</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>1,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< P4 (H4)</p>		Rasa_H4	Mann-Whitney U	450,000	Wilcoxon W	915,000	Z	,000	Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>274,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>739,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2,852</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,004</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< C (H4)</p>		Rasa_H4	Mann-Whitney U	274,000	Wilcoxon W	739,000	Z	-2,852	Asymp. Sig. (2-tailed)	,004	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>242,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>707,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,558</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4 >< C (H4)</p>		Rasa_H4	Mann-Whitney U	242,000	Wilcoxon W	707,000	Z	-3,558	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
	Rasa_H4																																										
Mann-Whitney U	448,000																																										
Wilcoxon W	913,000																																										
Z	-,033																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,974																																										
	Rasa_H4																																										
Mann-Whitney U	450,000																																										
Wilcoxon W	915,000																																										
Z	,000																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000																																										
	Rasa_H4																																										
Mann-Whitney U	274,000																																										
Wilcoxon W	739,000																																										
Z	-2,852																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004																																										
	Rasa_H4																																										
Mann-Whitney U	242,000																																										
Wilcoxon W	707,000																																										
Z	-3,558																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>142,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>607,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,887</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P2 (H8)</p>		Rasa_H8	Mann-Whitney U	142,000	Wilcoxon W	607,000	Z	-4,887	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>108,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>573,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-5,342</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P3 (H8)</p>		Rasa_H8	Mann-Whitney U	108,000	Wilcoxon W	573,000	Z	-5,342	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>224,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>689,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,515</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P4 (H8)</p>		Rasa_H8	Mann-Whitney U	224,000	Wilcoxon W	689,000	Z	-3,515	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>156,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>621,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,689</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< C (H8)</p>		Rasa_H8	Mann-Whitney U	156,000	Wilcoxon W	621,000	Z	-4,689	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
	Rasa_H8																																										
Mann-Whitney U	142,000																																										
Wilcoxon W	607,000																																										
Z	-4,887																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H8																																										
Mann-Whitney U	108,000																																										
Wilcoxon W	573,000																																										
Z	-5,342																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H8																																										
Mann-Whitney U	224,000																																										
Wilcoxon W	689,000																																										
Z	-3,515																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Rasa_H8																																										
Mann-Whitney U	156,000																																										
Wilcoxon W	621,000																																										
Z	-4,689																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>374,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>839,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,294</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,196</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P3 (H8)</p>		Rasa_H8	Mann-Whitney U	374,000	Wilcoxon W	839,000	Z	-1,294	Asymp. Sig. (2-tailed)	,196	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>430,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>895,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,356</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,722</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P4 (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	430,000	Wilcoxon W	895,000	Z	-,356	Asymp. Sig. (2-tailed)	,722	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rasa_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>436,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>901,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,235</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,814</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H8)</p>		Rasa_H8	Mann-Whitney U	436,000	Wilcoxon W	901,000	Z	-,235	Asymp. Sig. (2-tailed)	,814	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Aroma_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>435,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>900,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,275</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,783</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< P4 (H8)</p>		Aroma_H8	Mann-Whitney U	435,000	Wilcoxon W	900,000	Z	-,275	Asymp. Sig. (2-tailed)	,783
	Rasa_H8																																										
Mann-Whitney U	374,000																																										
Wilcoxon W	839,000																																										
Z	-1,294																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,196																																										
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	430,000																																										
Wilcoxon W	895,000																																										
Z	-,356																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,722																																										
	Rasa_H8																																										
Mann-Whitney U	436,000																																										
Wilcoxon W	901,000																																										
Z	-,235																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,814																																										
	Aroma_H8																																										
Mann-Whitney U	435,000																																										
Wilcoxon W	900,000																																										
Z	-,275																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,783																																										

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>366,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>831,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-1,394</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,163</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 << C (H8)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H8	Mann-Whitney U		366,000	Wilcoxon W		831,000	Z		-1,394	Asymp. Sig. (2-tailed)		,163	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>388,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>853,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-1,002</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,316</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4 >> C (H8)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H8	Mann-Whitney U		388,000	Wilcoxon W		853,000	Z		-1,002	Asymp. Sig. (2-tailed)		,316	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>112,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>577,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-5,182</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P2 (H12)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H12	Mann-Whitney U		112,500	Wilcoxon W		577,500	Z		-5,182	Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>130,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>595,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-4,972</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >> P3 (H12)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H12	Mann-Whitney U		130,500	Wilcoxon W		595,500	Z		-4,972	Asymp. Sig. (2-tailed)		,000
Test Statistics ^a		Rasa_H8																																																													
Mann-Whitney U		366,000																																																													
Wilcoxon W		831,000																																																													
Z		-1,394																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,163																																																													
Test Statistics ^a		Rasa_H8																																																													
Mann-Whitney U		388,000																																																													
Wilcoxon W		853,000																																																													
Z		-1,002																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,316																																																													
Test Statistics ^a		Rasa_H12																																																													
Mann-Whitney U		112,500																																																													
Wilcoxon W		577,500																																																													
Z		-5,182																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000																																																													
Test Statistics ^a		Rasa_H12																																																													
Mann-Whitney U		130,500																																																													
Wilcoxon W		595,500																																																													
Z		-4,972																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>216,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>681,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-3,660</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 << P4 (H12)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H12	Mann-Whitney U		216,000	Wilcoxon W		681,000	Z		-3,660	Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>126,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>591,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-4,956</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >> C (H12)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H12	Mann-Whitney U		126,000	Wilcoxon W		591,000	Z		-4,956	Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>369,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>834,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-1,377</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,168</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> P3 (H12)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H12	Mann-Whitney U		369,000	Wilcoxon W		834,000	Z		-1,377	Asymp. Sig. (2-tailed)		,168	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>153,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>618,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-4,740</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >> P4 (H12)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H12	Mann-Whitney U		153,000	Wilcoxon W		618,000	Z		-4,740	Asymp. Sig. (2-tailed)		,000
Test Statistics ^a		Rasa_H12																																																													
Mann-Whitney U		216,000																																																													
Wilcoxon W		681,000																																																													
Z		-3,660																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000																																																													
Test Statistics ^a		Rasa_H12																																																													
Mann-Whitney U		126,000																																																													
Wilcoxon W		591,000																																																													
Z		-4,956																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000																																																													
Test Statistics ^a		Rasa_H12																																																													
Mann-Whitney U		369,000																																																													
Wilcoxon W		834,000																																																													
Z		-1,377																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,168																																																													
Test Statistics ^a		Rasa_H12																																																													
Mann-Whitney U		153,000																																																													
Wilcoxon W		618,000																																																													
Z		-4,740																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>423,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>888,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-,435</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,663</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 << C (H12)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H12	Mann-Whitney U		423,000	Wilcoxon W		888,000	Z		-,435	Asymp. Sig. (2-tailed)		,663	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>189,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>654,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-4,342</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >> P4 (H12)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H12	Mann-Whitney U		189,000	Wilcoxon W		654,000	Z		-4,342	Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>405,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>870,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-,742</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,458</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 << C (H12)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H12	Mann-Whitney U		405,000	Wilcoxon W		870,000	Z		-,742	Asymp. Sig. (2-tailed)		,458	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Test Statistics^a</th> <th>Rasa_H12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td></td> <td>198,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td></td> <td>663,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td></td> <td>-4,008</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td></td> <td>,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P4 >> C (H12)</p>	Test Statistics ^a		Rasa_H12	Mann-Whitney U		198,000	Wilcoxon W		663,000	Z		-4,008	Asymp. Sig. (2-tailed)		,000
Test Statistics ^a		Rasa_H12																																																													
Mann-Whitney U		423,000																																																													
Wilcoxon W		888,000																																																													
Z		-,435																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,663																																																													
Test Statistics ^a		Rasa_H12																																																													
Mann-Whitney U		189,000																																																													
Wilcoxon W		654,000																																																													
Z		-4,342																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000																																																													
Test Statistics ^a		Rasa_H12																																																													
Mann-Whitney U		405,000																																																													
Wilcoxon W		870,000																																																													
Z		-,742																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,458																																																													
Test Statistics ^a		Rasa_H12																																																													
Mann-Whitney U		198,000																																																													
Wilcoxon W		663,000																																																													
Z		-4,008																																																													
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000																																																													

Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian

	
<p>Uji aktivitas antioksidan DPPH (Sebelum)</p>	<p>Uji aktivitas antioksidan DPPH (sesudah)</p>
	
<p>Uji total kadar fenolik (sebelum)</p>	<p>Uji total kadar fenolik (sesudah)</p>
	
<p>Uji keasaman metode titrasi (sebelum)</p>	<p>Uji Keasaman metode titrasi (sesudah)</p>

	
	
	
<p>Menguji panjang absorbansi dengan UV-vis</p>	<p>Memasukkan larutan methanol untuk uji kimia</p>



JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200602110046
Nama : FITTRIYAH ROUDHOTUL JANNAH
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : Ir.Hj. LILIEK HARIANIE A.R.,M.P.
Dosen Pembimbing 2 : OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Pengaruh kombinasi pelapisan emulsi minyak wijen dan minyak sereh terhadap karakteristik fisiko-kimia jeruk siam ((Citrus nobilis Lour.) pada berbagai tingkat kematangan

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	12 Oktober 2023	Ir.Hj. LILIEK HARIANIE A.R.,M.P.	Konsultasi terkait judul	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	20 Oktober 2023	Ir.Hj. LILIEK HARIANIE A.R.,M.P.	Konsultasi terkait judul, parameter, bahan dasar edible coating, dan agen anti browning.	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	26 Oktober 2023	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	Konsultasi terkait integrasi dan tafsir ayat di Bab 1	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	08 November 2023	Ir.Hj. LILIEK HARIANIE A.R.,M.P.	Konsultasi Bab 1, Bab 2, dan Bab 3	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	13 November 2023	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	Konsultasi terkait integrasi bab 1, bab 2 dan bab 3	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	14 November 2023	Ir.Hj. LILIEK HARIANIE A.R.,M.P.	Konsultasi terkait revisi bab 1 sampai 3	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	15 November 2023	Ir.Hj. LILIEK HARIANIE A.R.,M.P.	Bimbingan revisi bab 1-3	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	13 Maret 2024	Ir.Hj. LILIEK HARIANIE A.R.,M.P.	Konsultasi Bab 3-5	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	22 Maret 2024	Ir.Hj. LILIEK HARIANIE A.R.,M.P.	Konsultasi revisi bab 3-5	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	26 Maret 2024	Ir.Hj. LILIEK HARIANIE A.R.,M.P.	ACC	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	28 Maret 2024	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	Konsultasi integrasi bab 4	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	01 April 2024	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	Konsultasi integrasi bab 4	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI



Dr. EVIKA SANDI SAVITRI, M.P

Malang, _____

Dosen Pembimbing 1

Ir.Hj. LILIEK HARIANIE A.R.,M.P.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Fittriyah Roudhotul Jannah
NIM : 200602110046
Judul : Pengaruh Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida Dengan Penambahan Agen Anti Browning Terhadap Kualitas Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Potong Segar

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	25 %	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Dr. Enka Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

