

**PENGARUH PELAPIS SODIUM ALGINAT DAN KALSIMUM KLORIDA
TERHADAP KUALITAS APEL (*Malus sylvestris* Mill.) POTONG SEGAR**

SKRIPSI

**Oleh:
MUHAMMAD KHAIRUL IKHSAN
NIM. 200602110154**



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

**PENGARUH PELAPIS SODIUM ALGINAT DAN KALSIUM KLORIDA
TERHADAP KUALITAS APEL (*Malus sylvestris* Mill.) POTONG SEGAR**

SKRIPSI

**Oleh:
MUHAMMAD KHAIRUL IKHSAN
NIM. 200602110154**

**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
TERHADAP KUALITAS APEL (*Malus sylvestris* Mill.) POTONG SEGAR**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD KHAIRUL IKHSAN
NIM. 200602110154

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
pada tanggal 22 Februari 2024

Pembimbing I



Maharani Retna Duhita, M
19880621 202012 2 003

Pembimbing II



Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si
19870522 202321 1 016

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



**PENGARUH PELAPIS SODIUM ALGINAT DAN KALSIMUM KLORIDA
TERHADAP KUALITAS APEL (*Malus sylvestris* Mill.) POTONG SEGAR**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD KHAIRUL IKHSAN
NIM. 200602110154

Telah dipertahankan

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

Tanggal: 22 Februari 2024

Ketua Penguji	: Ir. Liliek Harianie, M.P. NIP. 19620901 199803 2 001	
Anggota Penguji 1	: Azizatur Rahmah, M.Sc. NIP. 19860930 201903 2 001	(.....)
Anggota Penguji 2	: Maharani Retna Duhita, M.Sc, PhD NIP. 19880621 202012 2 003	(.....)
Anggota Penguji 3	: Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si NIP. 19870522 202321 1 016	(.....)

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil 'alamin, segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT rabb semesta alam yang masih memberikan nikmat kesehatan, kesempatan dan kemudahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada baginda Rasulullah SAW, semoga kita semua mendapatkan syafaat beliau dihari akhir, Aamiin. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta, Bapak Warsito dan Ibu Yenni Hartuty yang siang malam, setiap hari selalu mendokan dan memberikan semangat kepada penulis.
2. Kakak tercinta, Putri Ayu Wardani dan Taufik Hidayat yang selalu menanyakan kabar dan support semangat kepada penulis sehingga penulis memiliki semangat yang kuat untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Pembimbing RKM dan skripsi, Ibu Maharani Retna Duhita, M.Sc, PhD, Med.Sc, yang selalu memberikan pandangan positif dan ilmu yang positif kepada penulis, tidak hanya ilmu sains, juga ilmu kehidupan.
4. Faiz, Irsyad, dan Rafi, teman sekontrakan yang selalu mengingatkan penulis untuk selalu konsisten menulis laporan skripsi.
5. Family until Jannah, keluarga kedua di Malang, teman seperjuangan dan sahabat penulis yang berani untuk berdebat dan mengkritik penulis sehingga penulis memiliki teman berfikir yang baik.
6. Family Ligase, teman-teman satu kelas penulis yang selalu ada dibelakang memberikan dukungan kepada penulis.
7. Teman teman Angkatan 2020 Biogen-C dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan kepada penulis baik secara materil maupun nonmateril.

Malang, 31 Januari 2024



Muhammad Khairul Ikhsan

MOTTO

Hidup sekali-Berarti-lalu Mati

Pantang tolak tugas, Pantang tugas tak tuntas

I believe I can do it because nothing is impossible

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Khairul Ikhsan
NIM : 200602210154
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida terhadap Kualitas Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Potong Segar

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, 12 Januari 2024

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Khairul Ikhsan
NIM. 200602110154

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 Kalsium Klorida terhadap Kualitas Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Potong Segar

Muhammad Khairul Ikhsan, Maharani Retna Duhita, Muhammad Asmuni Hasyim

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

ABSTRAK

Gaya hidup masyarakat yang semakin modern mendorong munculnya inovasi baru dalam mengonsumsi buah-buahan dalam bentuk buah potong. Namun, apel yang telah dipotong dapat dengan mudah mengalami pencoklatan sehingga menurunkan kualitas buah apel itu sendiri. Satu diantara beberapa cara dalam mempertahankan kualitas buah yaitu dengan mengaplikasikan pelapis *edible* berbahan dasar alginat dan kalsium klorida. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida terhadap kualitas apel potong selama penyimpanan. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental deskriptif menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan yaitu sodium alginat dan kalsium klorida (1%, 2%, dan 3%) dengan perbandingan 1:1 sebanyak tiga kali ulangan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Pangan Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim dan Laboratorium Peternakan Universitas Brawijaya. Parameter yang diamati meliputi kualitas fisikokimia buah (kekerasan, susut bobot, warna, kadar air, total padatan terlarut, keasaman metode titrasi, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan DPPH, dan kadar MDA) dan kualitas organoleptik buah (aroma, rasa, dan kenampakan). Data dianalisis menggunakan software *Microsoft Excel* dan *SPSS* dengan uji lanjut menggunakan uji Duncan taraf kepercayaan 95%. Dari hasil penelitian, diketahui perlakuan pelapis terbaik adalah pelapis sodium alginat dan kalsium klorida 2% karena mampu mempertahankan susut bobot 1,91%, nilai L^* 51,15, nilai a^* 3,13, kadar air 85,87%, total padatan terlarut 16,7°brix, total kadar fenolik 176,7 mg GAE 100g⁻¹, aktivitas antioksidan DPPH 30,99%, dan kadar MDA 9,77 nmol g⁻¹. Selain itu, pelapis sodium alginat dan kalsium klorida 2% juga mampu mempertahankan kualitas rasa dengan nilai 3,00 dan kenampakan dengan nilai 3,21.

Kata kunci: Apel potong, Pelapis *edible*, Sodium alginat, Kalsium klorida

Effect of Sodium Alginat and Calcium Chloride Coating on the Quality of Fresh Cut Apples (*Malus sylvestris* Mill.)

Muhammad Khairul Ikhsan, Maharani Retna Duhita, Muhammad Asmuni Hasyim

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

ABSTRACT

The increasingly modern lifestyle of society has encouraged the emergence of new innovations in consuming fruit in the form of cut fruit. However, apples that have been cut can easily brown, thereby reducing the quality of the apple itself. One of several ways to maintain fruit quality is by applying an edible coating made from alginat and calcium chloride. This research aims to determine the effect of sodium alginat and calcium chloride coating on the quality of fresh-cut apples during storage. This research is a descriptive experimental study using a Completely Randomized Design (CRD). The treatments used were sodium alginat and calcium chloride (1%, 2%, and 3%) with a ratio of 1:1 for three repetitions. The research was carried out at the Biochemistry and Food Laboratory of the Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Biology Study Program and the Animal Husbandry Laboratory of Brawijaya University. The parameters observed included the physicochemical quality of the fruit (hardness, weight loss, color, water content, total dissolved solids, titrated acidity, total phenolic content, DPPH antioxidant activity, and MDA content) and organoleptik quality of the fruit (aroma, taste, and appearance). Data were analyzed using Microsoft Excel and SPSS software with further tests using the Duncan test with a confidence level of 95%. From the research results, it is known that the best coating treatment is 2% sodium alginat and calcium chloride coating because it can maintain weight loss of 1.91%, L* value of 51.15, a* value of 3.13, water content of 85.87%, total solids dissolved 16.7°brix, total phenolic content 176.7 mg GAE 100g⁻¹, DPPH antioxidant activity 30.99%, and MDA content 9.77 nmol g⁻¹. Apart from that, 2% sodium alginat and calcium chloride coatings were also able to maintain taste quality with a value of 3.00 and appearance with a value of 3.21.

Keywords: Cut apple, Edible coating, Sodium alginat, Calcium chloride

تأثير طلاء ألجينات الصوديوم و كلوريدا الكالسيوم على جودة التفاح الصلاحية

(*Malus sylvestris* Mill.) قطع طازجة

محمد خير الإحسان، مهاراني ريتنا دوهيتا، محمد أسموني هاشيم

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

مستخلص البحث

يشجع نمط الحياة الحديث بشكل متزايد في المجتمع على ظهور ابتكارات جديدة في استهلاك الفواكه على شكل ثمار مقطوعة. ومع ذلك، يمكن للتفاح الذي تم قطعه أن يتحول إلى اللون البني بسهولة، مما يقلل من جودة التفاح نفسه. واحدة من عدة طرق للحفاظ على جودة الفاكهة هي تطبيق الطلاء الصالح للأكل المصنوع من الجينات وكلوريد الكالسيوم. كان الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير ألجينات الصوديوم و طلاء كلوريد الكالسيوم على جودة قطع التفاح أثناء التخزين. هذه الدراسة هي دراسة تجريبية وصفية باستخدام التصميم العشوائي الكامل (RAL). كان العلاج المستخدم هو ألجينات الصوديوم وكلوريد الكالسيوم (1%) و 2% و 3% بنسبة 1:1 تصل إلى ثلاثة تكرارات. تم إجراء البحث في مختبر الكيمياء الحيوية والأغذية التابع لبرنامج دراسة الأحياء بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية ومختبر تربية بجامعة براويجايا. تشمل المعلمات التي لوحظت الجودة الفيزيائية والكيميائية للفاكهة) الصلابة، والانكماش، واللون، ومحتوى الرطوبة، والمواد الصلبة الذائبة الكلية، والحموضة المعيارية، والمحتوى الفينولي الكلي، ونشاط مضادات الأكسدة DPPH، ومحتوى (MDA والجودة الحسية للفاكهة) الرائحة والطعم والمظهر. تم تحليل البيانات باستخدام برنامج Microsoft Excel و SPSS مع إجراء مزيد من الاختبارات باستخدام اختبار ثقة Duncan بنسبة 95%. من نتائج الدراسة، من المعروف أن أفضل علاج للطلاء هو ألجينات الصوديوم و طلاء كلوريد الكالسيوم 2% لأنه قادر على الحفاظ على فقدان الوزن بنسبة 1.91%، وقيمة $L * 51.15$ ، وقيمة $a * 3.13$ ، ومحتوى الرطوبة 85.87%، وإجمالي المواد الصلبة الذائبة 16.7 درجة brix، وإجمالي المحتوى الفينولي $176.7 \text{ mg}^{-1} \text{ GAE}$ ، ونشاط مضادات الأكسدة DPPH 30.99%، ومحتوى MDA 9.77 نانومول جم⁻¹. بالإضافة إلى ذلك، فإن طلاء ألجينات الصوديوم وكلوريد الكالسيوم 2% قادر أيضا على الحفاظ على جودة الذوق بقيمة 3.00 والمظهر بقيمة 3.21.

الكلمات المفتاحية: قطع التفاح، الطلاءات الصالحة للأكل، ألجينات الصوديوم، كلوريد الكالسيوم

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrohmanirrohiim, segala puji kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida terhadap Kualitas Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Potong Segar”. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Sang Mahkota Alam Nabi Muhammad SAW, semoga kita termasuk ummatnya di hari akhir kelak, aamiin.

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

1. Prof. Dr. Zainuddin, M.A, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. 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. Maharani Retna Duhita, M.Sc, PhD, Med.Sc dan Muhammad Asmuni Hasyim, M. Si selaku dosen 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. Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc selaku dosen wali yang telah memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh bapak ibu dosen beserta staf Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu penulis dalam proses perkuliahan dan penelitian.
7. Bapak Warsito dan Ibu Yenni Hartuty selaku ayah dan ibu yang senantiasa memberikan doa dan semangat kepada penulis.
8. Putri Ayu Wardani dan Taufik Hidayat, selaku kakak dan abang penulis yang senantiasa memberikan support baik materil maupun non materil kepada penulis.
9. Sahabat-sahabat Family Until Jannah, family ligase, biogenC dan keluarga besar biologi yang telah banyak membantu dan memberikan insight selama perkuliahan dan penyelesaian skripsi.
10. Segenap teman-teman Ikatan Mahasiswa Muslim Sumatera Utara (IMAMUSU), Micro Biotechnology Club (MBC), Botanical Garden, dan seluruh teman teman komunitas yang telah berjuang bersama-sama dengan penulis.

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari betul bahwa penyusunan proposal skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik, saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk laporan kepenulisan yang lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 12 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	Error! Bookmark not defined.
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
مستخلص البحث	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Hipotesis	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
1.6 Batasan Masalah	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Deksripsi Apel	11
2.1.1 Apel dalam Islam	11
2.1.2 Apel Manalagi.....	12
2.1.3 Kandungan dan Manfaat Buah Apel.....	12
2.2 Buah Potong Segar.....	14

2.3 Pelapis <i>Edible</i>	15
2.4 Natrium Alginat	18
2.5 Kalsium Klorida.....	20
2.6 Fisiologi Apel Pasca Panen.....	21
2.7 Parameter Kualitas Buah.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Rancangan Percobaan	28
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.3 Alat dan Bahan.....	29
3.3.1 Alat.....	29
3.3.2 Bahan.....	29
3.4 Prosedur Penelitian	29
3.4.1 Persiapan Sampel Buah Apel Potong.....	29
3.4.2 Persiapan Pembuatan Larutan Pelapis	30
3.4.3 Penyiapan Sampel Kontrol.....	31
3.4.4 Pelapisan Sampel	31
3.4.5 Penyimpanan Sampel.....	32
3.4.6 Pengamatan Sampel	32
3.5 Analisis Data	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Kualitas Fisikokimia Buah Apel Potong Segar.....	39
4.1.1 Kualitas Fisik Buah Apel Potong Segar	39
4.1.2 Kualitas Kimia Buah Apel Potong Segar.....	47
4.2 Kualitas Organoleptik Apel Potong	58
4.3 Hubungan Pelapis Natrium Alginat dan Kalsium Klorida dengan Lama Penyimpanan	65
4.4 Integrasi Sains dan Islam	75
BAB V PENUTUP.....	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Kandungan gizi apel manalagi per 100 g	133
3.1 Kombinasi Perlakuan	288
4.1 Nilai kekerasan (N), susut bobot (%), warna (nilai L*, dan nilai a*)	399
4.2 Kadar air, total padatan terlarut, keasaman metode titrasi, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan DPPH, dan kadar MDA	518
4.3 Tingkat kesukaan panelis terhadap organoleptik apel potong	59
4.4 Hasil analisis two-way ANOVA ($\alpha = 0,05$) terhadap parameter fisikokimia dan organoleptik apel potong segar.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Buah apel manalagi.....	12
2.2 Buah apel potong.....	15
2.3 Dampak pelapis <i>edible</i> pada buah-buahan dan sayuran.....	17
2.4 Struktur kimia sodium alginat.....	19
2.5 Struktur kimia kalsium klorida.....	20
3.1 Pola dan ukuran setiap potongan sampel	30
3.2 Pembuatan pelapis Sodium Alginat dan kalsium klorida.....	31
3.3 Diagram alir proses pelapisan, penyimpanan serta pengamatan.....	32
3.4 Posisi pemotongan pada sampel.....	33
4.1 Kekerasan apel potong selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	42
4.2 Susut bobot apel potong selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	43
4.3 Nilai L^* apel potong selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$..	44
4.4 Nilai a^* apel potong selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$.	44
4.5 Kadar air apel potong selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	52
4.6 Total padatan terlarut apel potong selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	52
4.7 Keasaman metode titrasi apel potong selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	53
4.8 Total kadar fenolik apel potong selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	54
4.9 Aktivitas antioksidan DPPH apel potong selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	54
4.10 Kadar MDA apel potong selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	55
4.11 Penilaian kesukaan panelis terhadap rasa apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	60
4.12 Penilaian kesukaan panelis terhadap aroma apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	62
4.13 Penilaian kesukaan panelis terhadap kenampakan apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	63
4.14 Kenampakan apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data dan analisis perhitungan kekerasan apel potong segar	86
2. Data dan analisis perhitungan susut bobot apel potong segar	89
3. Data dan analisis perhitungan warna L* dan a* apel potong segar	92
4. Data dan analisis perhitungan kadar air apel potong segar	98
5. Data dan analisis perhitungan total padatan terlarut apel potong segar	101
6. Data dan analisis perhitungan keasaman metode titrasi apel potong segar.....	104
7. Data dan analisis perhitungan total kadar fenolik apel potong segar.....	107
8. Data dan analisis perhitungan aktivitas antioksidan DPPH apel potong segar	110
9. Data dan analisis perhitungan kadar MDA apel potong segar	113
10. Data organoleptik rasa apel potong segar dan uji lanjut	116
11. Data organoleptik aroma apel potong segar dan uji lanjut.....	118
12. Data organoleptik kenampakan apel potong segar dan uji lanjut	120
13. Dokumentasi penelitian.....	122

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah SWT menciptakan segala macam tumbuh-tumbuhan di muka bumi ini tidak lain dan tidak bukan berguna untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, salah satunya dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan sumber nutrisi. Dalam ajaran Islam, tujuan dari memakan bahan makanan yang bernutrisi adalah untuk memperkuat tubuh agar seseorang tersebut memiliki tenaga untuk mampu melaksanakan ibadah kepada Allah SWT. Di dalam Al Qur'an diperintahkan untuk mengonsumsi makanan-makanan yang baik, sehat, dan bergizi sebagaimana termaktub di dalam al qur'an surah Q.S: Al-Baqarah [2]: 168

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ
عَدُوٌّ مُّبِينٌ

Artinya: “Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan; karena sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu.” (Q.S: Al-Baqarah [2]:168)

Ayat diatas menjelaskan bahwa manusia harus memilih makanan yang halal dan juga baik. Dalam perspektif tafsir Kementerian Agama RI, kriteria makanan yang halal adalah makanan yang diizinkan untuk dikonsumsi menurut aturan hukum Islam, sebab pada hakikatnya semua makanan adalah halal kecuali yang dilarang oleh al-qur'an dan hadits (Kementerian Agama RI, 2011). Menurut tafsir Ibnu Katsir, makanan yang *thayyib* (طيب) adalah makanan yang dihalalkan oleh Allah SWT, berguna bagi tubuh, tidak merusak, tidak menjijikkan, enak, dan bergizi (Cucu, 2022). Adapun sumber gizi dari berbagai kelompok pangan antara lain adalah padi-padian, umbi-umbian, sayur-sayuran, dan buah-buahan (Eko &

Liliek, 2015). Salah satu buah-buahan yang memiliki kandungan dan manfaat yang banyak didalamnya adalah buah apel.

Apel merupakan buah yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia. Buah apel memiliki rasa yang manis dan segar serta memiliki kandungan nutrisi yang tinggi seperti vitamin C, vitamin A, antioksidan dan serat (Asma *et al.*, 2023). Apel memiliki beberapa manfaat bagi tubuh seperti membantu meningkatkan daya tahan tubuh (Boyer & Liu, 2004), menjaga kesehatan pencernaan (Hyun & Jang, 2016), menjaga kesehatan jantung (Hung *et al.*, 2015) dan mampu membantu kesehatan otak (Hyun & Jang, 2016). Diantara beberapa varietas apel yang telah dikembangkan di Indonesia, apel malang atau apel manalagi merupakan salah satu varietas apel yang diminati oleh masyarakat lokal untuk dikonsumsi karena memiliki rasa manis dan teksturnya yang renyah (Hibatul, 2018). Apel manalagi dapat dengan mudah kita jumpai diberbagai swalayan ataupun supermarket. Harganya yang relatif terjangkau dan manfaatnya yang banyak bagi tubuh menjadikan buah tersebut banyak diminati oleh masyarakat Indonesia.

Dewasa ini, gaya hidup masyarakat Indonesia yang semakin modern memicu terjadinya inovasi baru akan cara mengonsumsi makanan. Masyarakat cenderung memilih makanan instan yang dapat langsung dimakan. Gaya hidup seperti ini mendorong terciptanya inovasi dari produsen, penjual, hingga supermarket untuk menjual produk yang terolah minimal. Salah satu bentuk produk buah terolah minimal yang banyak dipasarkan yaitu buah potong segar (*fresh-cut fruit*) (Hibatul, 2018).

Buah potong segar merupakan salah satu inovasi produk buah yang memudahkan masyarakat dalam mengonsumsi buah secara segar. Buah potong

segar memiliki kelebihan yaitu buahnya memiliki khasiat yang hampir sama dengan buah utuh, tampak segar dan sehat karena sudah terlepas dari kulit buah yang umumnya masih menempel bahan pengawet ataupun pestisida kimia (Velickova *et al.*, 2014). Namun, walaupun cenderung segar dan sehat, ternyata buah potong segar memiliki kekurangan dari segi umur simpan. Umur simpan buah potong cenderung lebih pendek daripada buah utuh. Umur simpan apel potong hanya bertahan selama 5 hari didalam lemari pendingin (Kumar *et al.*, 2018). Penelitian Marghmaleki *et al.* (2021) menjelaskan bahwa apel (*Malus domestica*) potong yang diberi pelapis dapat bertahan selama 7 hari di suhu dingin ($4\pm 4^{\circ}\text{C}$) dan setelah itu kualitas apel akan semakin menurun. Hal itu dikarenakan perlakuan pengupasan, pemotongan serta pengirisan pada buah mengakibatkan integritas jaringan dan sel yang ada pada buah menjadi terganggu (Yan *et al.*, 2017). Akibatnya, buah tidak mampu mempertahankan umur simpan yang panjang dan mudah mengalami pencoklatan dan pembusukan (Yan *et al.*, 2017).

Proses pencoklatan terjadi secara enzimatik yang dipicu oleh reaksi oksidasi yang dikatalisis oleh enzim fenol oksidase. Proses pemotongan apel menyebabkan luka pada jaringannya sehingga mengakibatkan hilangnya kompartementalisasi sel. Akibatnya, komponen fenolik terekspos dan interaksinya dengan enzim pengoksidasi (PPO dan POD) menyebabkan reaksi pencoklatan (Singh *et al.*, 2018). Proses pembusukan pada apel terjadi karena adanya kontaminasi mikroorganisme patogen. Kondisi setelah apel di potong menjadi penyebab utama terjadinya kontaminasi mikroorganisme. Temperatur yang rendah dan kelembaban yang tinggi di dalam wadah dapat dengan mudah menjadi tempat tinggal bagi mikroorganisme

terutama jamur. Akibatnya, lambat laun apel mengalami pembusukan dan terjadi penurunan kualitas (Yousuf & Qadri, 2019).

Penurunan kualitas apel dapat dilihat dari segi eksternal dan internal. Mutu luar mengacu pada penampilan fisik buah meliputi warna, kekerasan, dan tampilan permukaan. Apel dengan warna cerah dan seragam serta tekstur yang masih keras, dianggap memiliki kualitas eksternal yang bagus yang dapat menunjukkan tingkat kesegaran buah. Sebaliknya, kualitas internal mengacu pada sifat kimia dan fisik daging buah seperti rasa, aroma, dan nilai gizi (Grabska *et al.*, 2023). Satu dari banyak cara untuk mempertahankan kualitas dan umur simpan buah apel potong adalah dengan menggunakan metode pelapis buah.

Pelapis buah merupakan metode yang mudah dan umum digunakan dalam menjaga kualitas makanan. Pelapis buah bertindak sebagai penghalang yang mengurangi migrasi kelembaban dan zat terlarut, pertukaran gas, dan faktor lain yang berkontribusi terhadap pembusukan (Corbo *et al.*, 2015). Pelapis buah dipilih karena mampu menghalangi secara keseluruhan bagian buah yang dipotong. Berbeda halnya dengan hanya menggunakan plastik wrap yang kurang mampu menghalangi secara keseluruhan apel potong. Selain itu, manfaat pelapis adalah untuk mempertahankan kualitas buah dengan mengurangi proses respirasi dan oksidasi (Dhall, 2013), menjaga tekstur buah (Blancas-Benitez *et al.*, 2022), menjaga rasa dan menjaga umur simpan buah apel potong (Pham *et al.*, 2023). Salah satu pelapis buah yang saat ini sedang banyak dikembangkan adalah pelapis buah yang berbahan dasar alami dan dapat langsung dimakan atau disebut dengan pelapis *edible*.

Pelapis *edible* atau yang biasa disebut *edible coating* merupakan lapisan tipis yang dapat dimakan yang diaplikasikan pada permukaan produk sebagai tambahan atau sebagai pelindung alami untuk memberikan penghalang terhadap kelembapan, oksigen dan pergerakan zat terlarut dalam makanan (Dhall, 2013). Pelapis *edible* memiliki manfaat untuk memperpanjang umur simpan suatu produk, menjadi penghalang dan pelindung yang baik terhadap pertukaran gas, kelembapan dan pergerakan zat terlarut, serta bermanfaat untuk menjaga kesegaran produk (Chen *et al.*, 2019). Selain itu, pelapis *edible* memiliki kelebihan yaitu biayanya yang murah dan mudah diurai atau *biodegradable* (Armgham *et al.*, 2022). Berdasarkan jenis bahan penyusunnya, pelapis *edible* terdiri dari hidrokoloid (polisakarida dan protein), lipid dan komposit (Senturk *et al.*, 2018). Salah satu bahan yang mudah didapatkan, tidak beracun serta memiliki permeabilitas selektif terhadap karbondioksida dan oksigen adalah polisakarida.

Polisakarida merupakan biopolimer yang bersifat kuat, sangat larut, tidak berwarna, dan fleksibel (Mohamed *et al.*, 2020). Polisakarida mampu menjadi pelapis *edible* pada berbagai makanan dan buah-buahan untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas. Polisakarida memiliki sifat yang selektif terhadap gas, namun tidak selektif terhadap kelembapan karena sifat hidrofiliknya (Mohamed *et al.*, 2020). Polisakarida yang banyak digunakan dalam pembentukan pelapis *edible* adalah kitosan, alginat, dan pati (Dhall, 2013). Pati dan kitosan memiliki kelebihan untuk mengurangi permeabilitas uap air, biokompatibilitas, kemampuan *cross-linking*, agen antioksidan dan agen antimikroba. Alginat memiliki kelebihan yaitu stabil terhadap panas, transparan, kuat, tidak berasa, fleksibel, agen antioksidan, dan agen antimikroba. Selain memiliki kelebihan, pati

dan kitosan juga memiliki beberapa kelemahan antara yaitu, sensitive terhadap pH, sensitive terhadap cahaya, mudah dicuci, mudah hilang dan dapat menghilangkan kekuatan lapisan apabila digunakan terlalu banyak. Alginat juga memiliki kekurangan apabila digunakan dalam jumlah yang banyak maka akan menurunkan kualitas lapisan (Matloob *et al.*, 2023). Salah satu jenis alginat yang umum digunakan dan memiliki sifat pembentuk gel yang baik adalah sodium alginat.

Sodium alginat merupakan biopolimer polisakarida alami yang berasal dari alga coklat seperti *Laminaria hyperborean* dan *Macrocystis pyrifera* (Malik *et al.*, 2017). Sodium alginat dapat digunakan sebagai bahan pelapis alami yang berfungsi untuk menjaga keamanan dan meningkatkan nilai gizi produk pangan (Liu *et al.*, 2021). Pada pelapisan buah apel potong segar, sodium alginat berperan untuk membantu meningkatkan umur simpan buah dengan mengurangi hilangnya kelembapan dan pertukaran gas sehingga dapat memperlambat laju pembusukan (Senturk *et al.*, 2018). Pelapis berbahan dasar sodium alginat dapat membentuk lapisan seragam pada permukaan buah yang bersifat hidrofilik dan hidrofobik sehingga membantu meningkatkan efektivitas pelapisan (Senturk *et al.*, 2019). Pelapis sodium alginat juga mampu mengurangi respirasi pada buah yang dilapisi dengan cara membuat modifikasi atmosfer didalam buah dengan meningkatkan level karbondioksida dan mengurangi level oksigen yang teroksidasi (Alharaty & Ramaswamy, 2020). Pelapis yang dibuat dengan bahan dasar alginat stabil terhadap panas, transparan, kuat, tidak berasa, fleksibel, dan larut dalam air dengan permeabilitas rendah terhadap oksigen dan minyak. Namun, karena tingginya kelarutan dalam air, maka perlu adanya penambahan ion *divalent* tertentu seperti Ca^{2+} (ion kalsium) (Campos *et al.*, 2011). Penambahan ion *divalent* seperti kalsium

memungkinkan pembentukan garam divalent karena pengikatan ion kalsium dua rantai menghasilkan gel yang elastis dan padat (Senturk *et al.*, 2019). Senyawa kalsium yang paling bagus untuk bertindak sebagai ion *divalent* pada pelapis sodium alginat adalah kalsium klorida (Hassan *et al.*, 2018).

Kalsium klorida merupakan senyawa anorganik, khususnya garam dengan rumus kimia CaCl_2 . Kalsium klorida berbentuk padatan kristal putih, tidak berwarna, dan sangat larut dalam air (Ropp, 2013). Kalsium klorida tergolong ion *divalent* karena mempunyai dua muatan positif yang dapat menarik dan mengikat ion yang bermuatan negatif. Ketika kalsium klorida bersentuhan dengan larutan sodium alginat, maka dua reaksi ikatan silang akan langsung terjadi. Reaksi pertama yaitu difusi ion *divalent* yang memungkinkan hubungan antara ion kalsium dan gugus karboksil alginat (Chan *et al.*, 2021). Reaksi ini memungkinkan pelarutan pelapis alginat, sedangkan reaksi kedua adalah pelarutan alginat dengan larutan membentuk lapisan (Alharaty & Ramaswamy, 2020). Lapisan ini terbentuk karena ion kalsium berikatan dengan molekul alginat membentuk jaringan ikatan silang sehingga memberikan kekuatan dan daya tahan pada lapisan tersebut. Kalsium klorida adalah bahan tambahan makanan yang diakui aman oleh Food and Drug Administration (FDA) karena dapat digunakan untuk mencegah pertumbuhan bakteri, memperbaiki tekstur, rasa dan umur simpan makanan (Öz & Akyol, 2020).

Penelitian telah dilakukan oleh Cofelice *et al.* (2018) terhadap kualitas apel fuji potong dengan menggunakan bahan dasar pelapis alginat 1% dan kalsium klorida 1%. Dari penelitian tersebut dijelaskan bahwa konsentrasi pelapis yang rendah belum mampu memperlambat penyusutan bobot apel potong dan belum efektif untuk mempertahankan pH, keasaman metode titrasi, dan total kandungan fenolik

selama tujuh hari penyimpanan di suhu dingin (4°C). Penelitian selanjutnya oleh Marghmaleki *et al.* (2021) terhadap kualitas apel potong (*Malus domestica*) dengan menggunakan bahan dasar alginat 2% dan kalsium klorida 2%. Pelapis secara efektif berpengaruh memperlambat susut bobot dan kadar air apel potong, menurunkan indeks kecoklatan, menjaga aktivitas antioksidan dan menjaga pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan selama tujuh hari di suhu dingin (4°C).

Saat ini, penelitian pelapis *edible* sodium alginat dan kalsium klorida telah banyak dikembangkan. Namun, pengaplikasian pelapis tersebut pada buah apel potong manalagi belum banyak dilakukan. Di sisi lain, konsentrasi pelapis sodium alginat 1% dan kalsium klorida 1% ternyata masih kurang mampu untuk mempertahankan kualitas apel potong, sementara konsentrasi sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% mampu mempertahankan kualitas apel potong lokal (*Malus domestica*). Oleh karena itu, dilakukan penelitian yang berjudul Pengaruh Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida terhadap Kualitas Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Potong Segar.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida terhadap kualitas fisikokimia buah apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong?
2. Bagaimana pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida terhadap kualitas organoleptik buah apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong?
3. Bagaimana pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida terhadap lama penyimpanan buah apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida terhadap kualitas fisikokimia buah apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong.
2. Untuk mengetahui pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida terhadap kualitas organoleptik buah apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong.
3. Untuk mengetahui pengaruh pelapis sodium alginat dan kalsium klorida terhadap lama penyimpanan buah apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong?

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pelapis sodium alginat dan kalsium klorida berpengaruh terhadap kualitas fisikomia buah apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong.
2. Pelapis sodium alginat dan kalsium klorida berpengaruh terhadap kualitas organoleptik buah apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong.
3. Pelapis sodium alginat dan kalsium klorida berpengaruh terhadap lama penyimpanan buah apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong?

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara teoritis: penelitian ini dapat memberikan pengetahuan terkait pelapis alami pada buah potong segar sehingga dapat dikonsumsi khalayak ramai tanpa mengurangi kandungan yang ada didalamnya.

2. Secara aplikasi: penelitian ini dapat memberikan sebuah alternatif kepada para penjual dan pengusaha apabila ingin melakukan ekspor sehingga umur simpan dan kualitas buah dapat terjaga dengan baik sampai di lokasi tujuan.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apel yang digunakan adalah apel varietas manalagi yang dipesan dari petani apel Kota Batu dengan tingkat kematangan yang kurang lebih sama.
2. Bahan dasar pelapis *edible* yang digunakan adalah sodium alginat *food grade* dan bahan tambahan berupa ion divalent kalsium klorida analisis
3. Perlakuan yang diterapkan meliputi konsentrasi sodium alginat dan kalsium klorida (1%, 2%, dan 3%) dengan perbandingan 1:1 sebanyak 3 kali ulangan.
4. Metode pelapisan yang digunakan adalah metode pencelupan (*dipping*) dengan lama pencelupan selama 2 menit
5. Apel potong disimpan selama sembilan hari pada suhu rendah ($4\pm 4^{\circ}\text{C}$) dengan pengamatan dilakukan setiap tiga hari sekali pada pagi hari.
6. Parameter kualitas fisikokimia yang dianalisis meliputi kekerasan, susut bobot, kadar air, total padatan terlarut, keasaman metode titrasi, warna, aktivitas antioksidan DPPH, dan kadar Malondialdehyde (MDA).
7. Parameter kualitas organoleptik yang dianalisis meliputi rasa, aroma, dan kenampakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Apel

2.1.1 Apel dalam Islam

Apel adalah buah yang banyak memiliki khasiat dan manfaat bagi tubuh. Para dokter semenjak zaman dahulu telah menganjurkan untuk mengonsumsi buah apel karena memiliki khasiat sebagai obat bagi kesehatan. Sehubungan dengan hal tersebut, terdapat beberapa riwayat para ulama mengenai buah apel, salah satunya adalah hadits yang diriwayatkan oleh Ibnu Majah No. 3341.

عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ، قَالَ: قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: "مَنْ
أَكَلَ تَفَاحَةً فِي الصَّبَاحِ، حَفِظَ اللَّهُ بَدَنَهُ مِنَ السُّقْمِ إِلَى الْمَسَاءِ." (رواه ابن
ماجه رقم ٣٣٤١ وأحمد ٢٢١)

Artinya: "Dari Anas bin Malik radhiyallahu 'anhu, ia berkata bahwa Nabi shallallahu 'alaihi wasallam bersabda, "Barangsiapa makan buah apel di pagi hari, maka ia akan dijaga oleh Allah dari berbagai penyakit hingga sore hari." (HR. Ibnu Majah No. 3341 dan HR. Ahmad No 221, Syaikh Al-Albani mengatakan bahwa hadits ini hasan).

Hadits diatas menunjukkan bahwa buah apel memiliki khasiat dan manfaat yang besar bagi kesehatan tubuh. Nabi Muhammad SAW sangat menganjurkan untuk mengonsumsi buah apel karena didalam buah apel banyak memiliki manfaat kesehatan antara lain menjaga kesehatan jantung, meningkatkan daya tahan tubuh, menjaga kesehatan mata, membantu melancarkan pencernaan dan menjaga kesehatan kulit (Boyer & Liu, 2004). Buah apel mengandung berbagai vitamin, mineral dan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan (Hyun & Jang, 2016).

2.1.2 Apel Manalagi

Apel merupakan salah satu produk dari tanaman hortikultura yang mudah dijumpai di pasar ataupun supermarket dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Tanaman apel hidup dengan baik pada iklim kering di dataran tinggi dengan ketinggian 700-1200 mdpl dan curah hujan 1000-2600 mm pertahunnya. Habitat apel yang berada di dataran tinggi membuat tanaman akan lebih mudah untuk berbunga dan menghasilkan buah (Dewi, 2016). Buah apel berbentuk bulat sampai lonjong, bagian pucuk buah berlekuk dangkal, kulit agak kasar dan tebal, pori-pori buah kasar dan renggang, halus dan mengkilat (Safitri, 2013). Buah apel memiliki warna yang beragam yaitu hijau-kekuningan, hijau berbintik, merah tua dan sebagainya sesuai dengan varietasnya.

Apel manalagi memiliki rasa manis dan asam. Apel manalagi berbentuk bulat dengan kulit berwarna putih berpori. Kulit buah berwarna hijau kekuningan saat dibungkus, namun tetap hijau jika dibiarkan terbuka. Diameter apel manalagi berkisar 5 hingga 7 cm dengan berat buah berkisar 75 hingga 100 g/buah (**Gambar 2.1**) (Dohitra *et al.*, 2015).



Gambar 2.1 Buah Apel Manalagi (Prajatama *et al.*, 2019)

2.1.3 Kandungan dan Manfaat Buah Apel

Apel merupakan buah yang memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan. Apel kaya akan nutrisi seperti serat, antioksidan, dan vitamin C serta rendah natrium,

lemak dan kolesterol (Hyun & Jang, 2016). Apel juga mengandung mineral yang baik seperti kalium, kalsium, magnesium dan zat besi (Hyun & Jang, 2016). Apel mengandung beberapa fitokimia seperti quercetin, catechin, phloridzin, dan asam klorogenat yang semuanya adalah antioksidan kuat (Hyson, 2011). Antioksidan dalam apel dapat memperlambat pertumbuhan sel kanker dan melindungi sel sel di pankreas sehingga dapat menurunkan kemungkinan diabetes (Boyer & Liu, 2004).

Apel manalagi merupakan salah satu dari beragam varietas apel yang ditanam di Indonesia dan dikenal luas oleh masyarakat Indonesia. Kandungan dalam apel manalagi diduga dapat menurunkan kadar kolesterol. Kandungan apel manalagi diantaranya adalah pektin, flavonoid, tannin, dan vitamin C (Dalimaratha & Adrian, 2013). Komposisi kandungan zat kimia pada buah apel manalagi dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Apel Manalagi per 100 g

No	Komponen	Jumlah
1	Air	83,6 g
2	Karbohidrat	15,6 g
3	Serat	2,1 g
4	Kalsium	6 mg
5	Kalium	104 mg
6	Magnesium	5 mg
7	Vitamin C	4,6 mg
8	Kadar asam	0,32 g
9	Glukosa	3,72 g
10	Total padatan terlarut	17,10° Brix

Sumber: (Sa'adah & Estiasih, 2015)

Manfaat dari mengonsumsi buah apel sangat beragam. Pertama, serat dalam apel dapat membantu menjaga berat badan yang sehat karena memberikan rasa kenyang lebih lama (Jiang *et al.*, 2016). Selain itu, apel juga dapat membantu mengurangi risiko penyakit jantung dengan mengontrol kadar kolesterol dan

tekanan darah (Schiavano *et al.*, 2015). Konsumsi apel secara teratur juga dapat mendukung kesehatan otak dan menjaga kognisi yang baik seiring bertambahnya usia (Ichwan *et al.*, 2021). Selain itu, kandungan antioksidan dalam apel dapat membantu melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan yang dapat menyebabkan penyakit kronis (Gomes *et al.*, 2015). Terakhir, apel dapat membantu menjaga kesehatan kulit dan mempromosikan penurunan berat badan jika dimasukkan dalam pola makan yang seimbang.

2.2 Buah Potong Segar

Buah potong segar merupakan salah satu teknik pengolahan minimal yang diterapkan pada buah-buahan dengan cara pengupasan, pemotongan, dan pengirisan yang pelaksanaannya sama sekali tidak menggunakan pemanasan (Syamsir, 2010). Buah potong segar dapat menjadi salah satu alternatif untuk mempermudah dan mempercepat proses pengolahan buah. Buah potong segar dipilih menjadi salah satu alternatif dalam mengonsumsi buah-buahan karena bentuknya yang lebih menarik, namun tidak menghilangkan kesegaran dan nilai gizi yang terkandung didalamnya (Hikmatyar, 2017). Dalam penerapannya, buah potong segar masih banyak mengalami permasalahan salah satunya pemotongan atau pengupasan yang dilakukan menyebabkan luka pada jaringan buah sehingga buah akan mudah mengalami perubahan fisik maupun kimia seperti peningkatan respirasi, transpirasi, aktivitas enzim, dan peningkatan produksi etilen. Selain itu, perubahan warna, rasa, pencoklatan, dan pertumbuhan mikroba juga dapat terjadi akibat kerusakan jaringan pada buah yang dipotong (Purwanto & Effendi, 2016). Dampak dari hal tersebut akan berakibat pada kualitas dan umur simpan produk.



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

Buah apel potong memiliki keterbatasan karena karakteristiknya yang sangat mudah mengalami perubahan warna menjadi coklat akibat oksidasi setelah mengalami proses pemotongan (Purwanto & Effendi, 2016). Pencoklatan secara enzimatik dipicu oleh reaksi oksidasi yang dikatalisis oleh enzim fenol oksidase. Enzim tersebut mengkatalisis reaksi oksidasi senyawa fenol sehingga menjadikan warna buah menjadi kecoklatan (Rojas *et al.*, 2007). Pencoklatan yang terjadi pada buah apel potong tentunya akan berdampak pada umur simpan produk. Umur simpan apel potong pada suhu dingin tanpa perlakuan dapat bertahan selama 3-5 hari (Kumar *et al.*, 2018). Penelitian (Hibatul, 2018) menjelaskan bahwa penambahan pelapis *edible* berbasis CMC dan sari lemon pada buah apel potong dapat mempertahankan umur simpan buah hingga 7 hari. Penelitian (Fina, 2017) dengan pelapis CMC dan asam askorbat pada buah apel potong manalagi mampu bertahan sampai hingga hari ke-9. Oleh karena itu, perlu adanya pelapis *edible* untuk dapat mempertahankan kualitas dan umur simpan buah apel potong.

2.3 Pelapis *Edible*

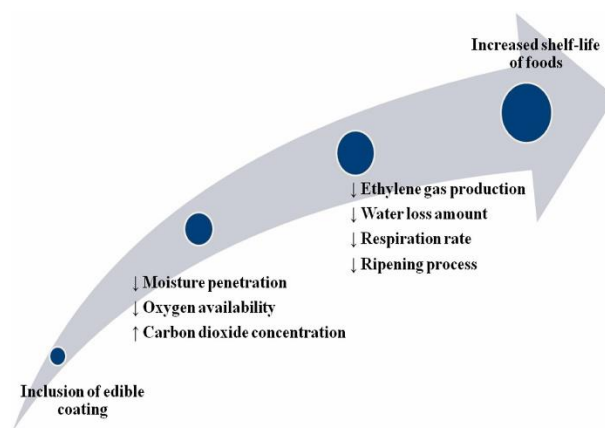
Pelapisan atau *coating* merupakan metode penambahan lapisan tipis pada bahan pangan yang diaplikasikan langsung pada permukaan produk pangan untuk meningkatkan umur simpan dan kualitasnya (Matloob *et al.*, 2023). Pelapisan dapat

melibatkan fenomena seperti adhesi, gesekan, viskositas, tegangan permukaan dan kristalisasi (Priya *et al.*, 2023). Pelapisan dipilih sebagai salah satu cara untuk melindungi bahan pangan karena memiliki sisi positif yaitu mampu menjaga nilai gizi produk tanpa merusak tampilan fisiknya. Salah satu pelapis yang banyak dikembangkan didalam dunia pangan yaitu pelapis berbasis *edible* (dapat dimakan).

Pelapis *edible* merupakan jenis pelapis yang berupa lapisan tipis yang berasal dari bahan-bahan yang dapat dimakan seperti biopolimer yang diaplikasikan langsung pada permukaan produk pangan untuk meningkatkan umur simpan dan kualitasnya (Paidari *et al.*, 2021). Pelapis *edible* digunakan untuk mengontrol perpindahan kelembaban, pertukaran gas, dan mengontrol proses oksidasi yang dapat membantu menjaga kesegaran dan kualitas produk (Beikzadeh *et al.*, 2020). Pelapis *edible* dapat menjadi alternatif terhadap pelapis *non-biodegradable* yang berbahaya. Hal ini dikarenakan pelapis *edible* memiliki banyak manfaat di bidang industri terutama indsutri pangan (Ju *et al.*, 2019).

Pelapis *edible* memiliki beberapa manfaat bagi produk pangan terutama buah-buahan. Pelapis *edible* mampu menjaga kesegaran produk dan kualitas produk dengan mengontrol perpindahan kelembaban, pertukaran gas dan proses oksidasi (Chen *et al.*, 2019). Pelapis *edible* dapat menggabungkan beberapa bahan aktif kedalam matriks polimer yang dapat dikonsumsi bersama makanan sehingga meningkatkan keamanan bahkan menjadi nutrisi tambahan. Selain itu, pelapis *edible* merupakan pelapis yang ramah lingkungan karena sifatnya yang *biodegradable*. Kelebihan lain yang ditawarkan oleh pelapis *edible* adalah memiliki efek yang sama seperti penyimpanan atmosfer yang dimodifikasi dalam memodifikasi komposisi gas internal sehingga biaya yang digunakan juga relatif

lebih murah dengan pelapis *edible* daripada penyimpanan dengan modifikasi atmosfer (Lin & Zhao, 2007). Namun, selain memiliki kelebihan, pelapis *edible* juga memiliki kekurangan seperti masalah keamanan, keterbatasan umur simpan, dan keterbatasan keefektifan (Priya *et al.*, 2023). Oleh karena itu, maka diperlukan metode dalam pelapisan agar dapat meminimalisir kekurangan yang ditimbulkan.



Gambar 2.3 Dampak pelapis *edible* pada buah-buahan dan sayuran (Chen *et al.*, 2019)

Metode produksi pelapis *edible* berbeda-beda tergantung pada jenis bahan yang digunakan. Fotovvati *et al.* (2019) menyebutkan bahwa ada tiga metode yang sering digunakan dalam mengaplikasikan pelapis *edible* yaitu metode pencelupan (*dipping*), metode penyemprotan (*spraying*) dan metode pemolesan (*brushing*). Metode pencelupan merupakan metode yang digunakan dengan melibatkan perendaman substrat atau produk kedalam bahan pelapis cair seperti larutan polimer dengan waktu tertentu untuk mencapai ketebalan lapisan yang seragam. Metode penyemprotan merupakan metode yang digunakan dengan melibatkan atomisasi bahan pelapis kemudian menyemprotkannya ke substrat untuk menghasilkan ketebalan lapisan yang seragam. Metode pemolesan merupakan metode manual yang digunakan dalam melapisi produk dengan melibatkan pengaplikasian bahan

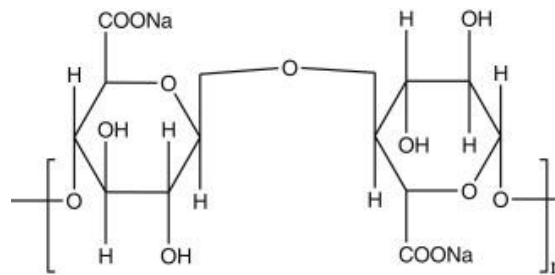
pelapis dengan kuas. Ketiga metode ini memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Metode yang biasa digunakan dalam pelapisan buah adalah metode pencelupan (*dipping*). Metode pencelupan memiliki kelebihan yaitu memberikan lapisan yang seragam pada produk dan ketebalan lapisan dapat disesuaikan dengan mudah (Fina, 2017). Salah satu bahan dasar yang sering digunakan dalam metode pencelupan yaitu polisakarida.

Polisakarida merupakan polimer monosakarida yang dihubungkan satu sama lain melalui glikosidik obligasi dan digunakan dalam produksi pelapis yang dapat dimakan (Salgado *et al.*, 2015). Polisakarida cocok digunakan dalam pelapisan buah-buahan dan sayuran karena penghalang gasnya yang efektif. Polisakarida memiliki permeabilitas yang selektif terhadap gas O₂ dan CO₂ sehingga memungkinkan terciptanya atmosfer yang dimodifikasi (Gutierrez, 2018). Polisakarida dapat dijumpai dengan mudah karena ketersediaannya yang banyak dan biayanya yang relatif murah (Kadokawa & Yoshiro, 2012). Polisakarida yang sering dijumpai dalam pelapis makanan yaitu pati, pektin, kitosan, selulosa dan alginat (Rosida *et al.*, 2018). Salah satu polisakarida yang berasal dari bahan alami yaitu sodium alginat.

2.4 Sodium Alginat

Sodium alginat atau natrium alginat merupakan polisakarida alami yang tersusun dari dua unit monomer yaitu asam D-mannuronat dan asal L-guluronat alami yang biasanya diperoleh dari alga coklat seperti *Laminaria hyperborean*, *Macrocystis pyrifera*, dan *Aschophyllum nodosum* (Abka *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.



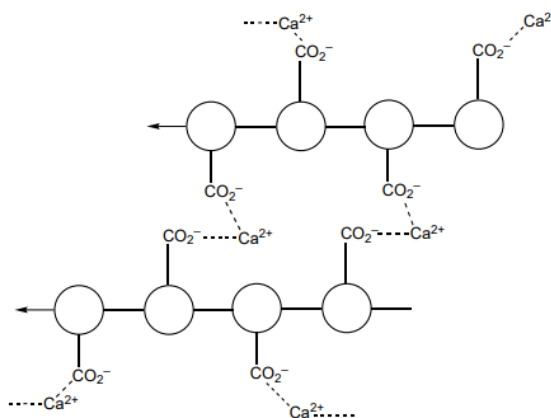
Gambar 2.4 Struktur kimia sodium alginat (Mohamed *et al.*, 2020)

Pada proses pelapisan makanan terutama buah-buahan, natrium alginat berperan 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 *et al.*, 2022). Dalam kinerjanya, natrium alginat dapat membentuk pelapis yang tahan panas melibatkan pembentukan jaringan tiga dimensi rantai alginat yang dihubungkan silang oleh ion kalsium. Ion kalsium yang paling bagus

untuk bertindak sebagai ion *divalent* pada pelapis sodium alginat adalah kalsium klorida (Hassan *et al.*, 2018).

2.5 Kalsium Klorida

Kalsium klorida merupakan senyawa anorganik berupa padatan putih dengan rumus kimia CaCl_2 (Kemp & Keegan, 2000). Kalsium klorida bersifat hidrofilik sehingga dapat dengan mudah larut dalam air (Kemp & Keegan, 2000). Dalam industri makanan, kalsium klorida digunakan sebagai pengawet yang aman dan zat anti kecoklatan pada buah dan sayuran. Kalsium klorida bertindak sebagai ion *divalent* dalam pelapis buah. Kalsium klorida ditambahkan untuk memformulasi gel yang tidak larut dengan menciptakan jaringan tiga dimensi yang membantu mengurangi kelarutan bahan. Kalsium klorida dapat meningkatkan tekstur lapisan, menstabilkannya dan meningkatkan sifat mekaniknya (Pereira & Pintado, 2016).



Gambar 2.5 Struktur *cross-linking* sodium alginat dan kalsium klorida (Mohamed *et al.*, 2020)

Penambahan kalsium klorida sebagai pengikat silang berperan dalam pembentukan butiran alginat karena adanya pertukaran ion natrium dengan kation kalsium (Pertiwi *et al.*, 2023). Butiran-butiran bertautan silang yang dihasilkan

bermanfaat bagi pelepasan molekul bioaktif yang terkontrol (Abasalizadeh *et al.*, 2020). Kalsium klorida dapat meningkatkan daya rekat pelapis alginat dengan membentuk ikatan ion dengan hidroksil selulosa. Lapisan sodium alginat yang berikatan dengan kalsium klorida memiliki kekuatan dan fleksibilitas yang baik sebagai pelapis pada buah-buahan (Alharaty & Ramaswamy, 2020).

2.6 Fisiologi Apel Pasca Panen

Buah-buahan yang baru dipanen masih mengalami proses respirasi untuk mempertahankan protoplasma, membrane protoplasma dan dinding sel agar kualitas masih dapat terjaga setelah buah dipetik dari pohonnya. Pada buah apel sendiri, proses respirasi setelah pemanenan tidak terjadi secara signifikan seperti pada buah strawberry, blueberry dan jenis berry lainnya karena apel termasuk buah klimaterik. Secara fisiologis apel merupakan buah klimakterik yang mana proses metabolisme pada apel tetap berlanjut setelah dipanen dan buah apel akan terus mengalami perubahan sifat fisik dan kimia seperti kandungan gula, asam, tekstur, warna, laju respirasi, kandungan air, total tannin, maupun beta karoten sehingga akan terjadi kerusakan seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Apel manalagi potong lebih rentan mengalami perubahan seperti proses respirasi dan transpirasi serta proses oksidatif yang sangat cepat dikarenakan proses pemotongan telah melukai jaringan pada buah tersebut sehingga menyebabkan hilangnya keutuhan sel (Hibatul, 2018).

Respirasi merupakan suatu proses penyerapan oksigen dan pengeluaran karbondioksida serta energi yang digunakan untuk melangsungkan proses metabolisme dan proses lainnya yang terjadi di dalam jaringan (Gardjito & Agung, 2003). 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 tetap berjalan meskipun produk terpisah dengan tanaman induknya. Produk hortikultura pascapanen pada saat respirasi tidak dapat mengganti karbohidrat atau air yang hilang tetapi dengan terus menggunakan cadangan pati selama waktu pemasakan, penuaan, pembusukan kemudian mati (Matloob *et al.*, 2023).

Berikut merupakan reaksi kimia yang terjadi pada proses respirasi (Gardjito & Agung, 2003):



Terdapat 2 jenis pola respirasi yang terjadi pada buah 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 yaitu semangka, jeruk, nanas, mentimun, 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 fisik dan kimiawi buah hingga mencapai puncak klimakterik pada buah (Syamsir, 2010). 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, pisang, mangga, pepaya, alpukat, tomat, sawo dan sebagainya (Blancas, 2022).

Laju respirasi merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menentukan kecepatan metabolisme pada produk hortikultura seperti buah dan sayur. Laju respirasi dan produksi etilen berhubungan erat karena dapat menjadi indikator petunjuk mengenai daya simpan buah setelah dipanen. Semakin tinggi kecepatan respirasi biasanya diikuti dengan tingkat umur buah yang pendek. Terdapat 2 faktor yang mempengaruhi laju respirasi yaitu: faktor internal seperti umur panen, ukuran buah, pelapis alami serta jenis jaringan yang biasanya jaringan muda yang aktif mengadakan metabolisme akan memperlihatkan aktivitas respirasi yang lebih tinggi dibandingkan organ yang tidak aktif. Respirasi dapat bervariasi menurut sifat jaringan misalnya aktivitas respirasi di dalam kulit, daging, dan biji. Faktor eksternal seperti suhu yang mana antara suhu 32°F dan 95°F laju respirasi buah dan sayuran meningkat 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) (Dalimartha & Adrian, 2013).

2.7 Parameter Kualitas Buah

Kualitas apel dapat dinilai dari segi karakteristik eksternal dan internal (Paulus *et al.*, 1998). Mutu luar mengacu pada penampilan fisik buah meliputi warna, tekstur, kekerasan, dan tampilan permukaan. Apel dengan warna cerah dan warna seragam, bebas noda, dan ukuran sesuai yang diinginkan dianggap tinggi kualitas eksternal yang dapat menunjukkan tingkat kesegaran buah. Sebaliknya,

kualitas internal mengacu pada sifat kimia dan fisik daging buah seperti rasa, aroma, dan nilai gizi. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas internal antara lain adalah kandungan padatan terlarut, gula, keasaman metode titrasi, senyawa fenolik, dan berat buah. Biasanya apel berkualitas tinggi memiliki keseimbangan antara rasa manis dan asam, tekstur yang renyah dan aroma yang sedap (Musacchi & Serra, 2018).

Kualitas fisik yang baik akan menjadi daya tarik terhadap konsumen untuk mengonsumsi apel potong, dimana kualitas fisik buah apel potong segar dapat dilihat dari beberapa parameter pendukung seperti kekerasan, susut bobot, dan warna buah. Nilai kekerasan menunjukkan tingkat kesegaran buah apel potong. Semakin tinggi nilai kekerasan, maka semakin renyah atau segar apel potong tersebut. Sebaliknya, semakin rendah nilai kekerasan, maka semakin lunak dan semakin tidak segar apel potong. Nilai susut bobot merupakan salah satu parameter yang juga menentukan mutu dari apel potong. Semakin rendah nilai persentasenya, maka semakin rendah pula penyusutan bobot apel potong. Sebaliknya, semakin tinggi nilai persentasenya, maka semakin tinggi pula penyusutan bobot apel potong. Parameter lain yang tidak kalah penting untuk menunjukkan tingkat kualitas apel potong adalah warna buah. Warna buah merupakan satu parameter yang paling penting dalam menentukan kualitas apel potong. Penampilan fisik apel potong akan dilihat dari tampilan warnanya. Apabila warna sampel masih putih, bersih dan belum mengalami kecoklatan, maka kualitas apel potong tersebut masih dalam keadaan baik (Gol *et al.*, 2013).

Warna merupakan parameter kualitas penting pada apel yang digunakan untuk menentukan tingkat kematangan buah (Łysiak *et al.*, 2014). Beberapa

penelitian telah menyelidiki perubahan warna selama perkembangan buah, kematangan, dan penyimpanan pascapanen. Warna kulit buah apel berubah dari hijau menjadi kuning atau merah seiring dengan kematangan buah akibat degradasi klorofil dan sintesis antosianin (Kapoor *et al.*, 2022). Pada buah potong, warna menjadi tolak ukur paling utama konsumen memilih produk buah potong. Warna yang masih putih dan segar menjadi incaran para konsumen. Namun, warna buah potong mudah sekali untuk mengalami pencoklatan yang disebabkan oleh reaksi oksidasi yang dikatalisis oleh enzim fenol oksidase (Rojas *et al.*, 2007).

Kualitas kimia merupakan kualitas yang penting selain kualitas fisik untuk mengukur kualitas buah. Kualitas kimia meliputi kandungan yang terdapat didalam buah. Parameter kualitas kimia yang dinilai meliputi kadar air, total padatan terlarut, keasaman metode titrasi, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan dan kadar malondialdehyde (MDA). Kadar air merupakan kandungan air yang terdapat didalam buah dan merupakan salah satu parameter tingkat kesegaran buah apel potong. Semakin tinggi persentasenya, maka kandungan air dalam buah tetap terjaga. Sebaliknya, semakin rendah persentase kadar air, maka kadar air dalam buah akan semakin sedikit dan tingkat kerenyahan buah mengalami penurunan. Total Padatan Terlarut (TPT) merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk melihat total kandungan gula yang ada didalam buah. Semakin tinggi nilainya, maka semakin tinggi pula kadar gula dan semakin cepat proses pematangan buah. Sebaliknya, semakin rendah nilainya, maka semakin rendah pula kadar gula dan semakin lambat proses pematangan buah. Keasaman metode titrasi merupakan salah satu parameter tingkat keasaman yang terdapat didalam buah. Semakin tinggi nilainya, maka tingkat keasaman didalam buah akan semakin tinggi.

Sebaliknya, semakin rendah nilainya maka tingkat keasaman dalam buah semakin rendah (Fina, 2017).

Total kadar fenolik merupakan salah satu parameter untuk mengetahui kandungan total fenolik dalam buah. Kandungan fenolik dipertimbangkan sebagai mekanisme pertahanan yang diaktifkan terhadap luka dan potensinya sebagai antioksidan. Semakin tinggi nilainya, maka potensi antioksidan didalam buah akan semakin tinggi. Sebaliknya, semakin rendah nilainya, maka potensi antioksidan dalam buah akan semakin rendah. Kemampuan antioksidan buah secara keseluruhan dapat dinilai dengan menggunakan serangkaian teknik, salah satunya adalah dengan teknik DPPH. Teknik DPPH merupakan salah satu teknik untuk mengukur antioksidan dalam buah. Dalam pengujian DPPH, semakin tinggi nilainya, maka aktivitas antioksidan didalam buah akan semakin tinggi. Sebaliknya, semakin rendah nilainya, maka aktivitas antioksidan dalam buah akan semakin rendah (Marghmaleki *et al.*, 2021). Kadar Malondialdehyde (MDA) pada buah merupakan salah satu parameter penanda stress oksidatif dan peroksidasi lipid. Semakin tinggi kadar MDA, maka tingkat kerusakan oksidatif didalam buah juga akan semakin tinggi. Sebaliknya, semakin rendah kadar MDA, maka tingkat kerusakan oksidatif dalam buah juga akan semakin rendah (Aghdam, 2014). Kerusakan oksidatif pada buah apel dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk paparan oksigen, cahaya, dan suhu tinggi (Li *et al.*, 2023).

Parameter kualitas internal seperti aroma, rasa, tekstur dan kandungan nutrisi sangat penting dalam menentukan kualitas apel secara keseluruhan (Musacchi & Serra, 2018). Sifat fisikokimia apel dilihat lebih lanjut untuk menentukan kualitas apel yang berkualitas. Sifat fisikokimia yang dapat mempengaruhi kualitas internal

meliputi kandungan padatan terlarut, keasaman metode titrasi, kekerasan, nilai MDA, susut bobot, aktivitas antioksidan, indeks pola pati, dan konsentrasi bahan kering total (Grabska *et al.*, 2023). Total padatan terlarut dikenal juga sebagai kandungan gula, biasanya diukur untuk menentukan kemanisan buah. Total padatan terlarut yang lebih tinggi menghasilkan rasa yang lebih manis, sedangkan total padatan terlarut rendah menghasilkan rasa yang lebih asam (Aprea *et al.*, 2017). Keasaman metode titrasi mempengaruhi keasaman buah. Nilai keasaman yang tinggi menunjukkan buah apel menghasilkan buah yang lebih asam, begitupun sebaliknya (Ma *et al.*, 2018). Kekerasan buah berkontribusi terhadap tekstur dan rasa renyah pada buah. Buah yang memiliki tingkat kekerasan yang tinggi memiliki tekstur lebih renyah (Harker *et al.*, 1997). Aktivitas antioksidan buah dapat diukur dengan melihat aktivitas DPPH atau total fenolik. Senyawa fenolik secara signifikan dapat mempengaruhi rasa, aroma, dan nilai gizi buah tersebut (Francini & Sebastiani, 2013).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan tiga kali ulangan. Kontrol yang digunakan adalah apel potong tanpa pelapis. Konsentrasi sodium alginat yang digunakan mengacu pada Cofelice *et al.* (2018) dan Marghmaleki *et al.* (2021) yaitu dengan perbandingan antara sodium alginat dan kalsium klorida 1:1. Kombinasi dari perlakuan yang akan dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan

Konsentrasi Sodium	Konsentrasi Kalsium	Simbol
Alginat	Klorida	Perlakuan
1% (1 g/100 mL)	1% (1 g/100 mL)	P1
2% (2 g/100 mL)	2% (2 g/100 mL)	P2
3% (3 g/100 mL)	3% (3 g/100 mL)	P3
-	-	C

Keterangan kombinasi perlakuan adalah:

- a. P1 = Sodium alginat 1% dan kalsium klorida 1%
- b. P2 = Sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2%
- c. P3 = Sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3%
- d. C = Kontrol (Tanpa perlakuan pelapis)

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan pengujian telah dilaksanakan pada bulan November hingga Desember 2023. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Pangan Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim 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. Alat-alat yang digunakan untuk proses melapisi dan menyimpan apel potong adalah alat pengupas apel, pisau, timbangan digital, baskom, *stopwatch*, *box thinwall*, dan lemari pendingin. Alat-alat yang digunakan untuk analisis adalah timbangan digital, pinset, tabung sentrifuge, sentrifuge, gelas ukur, pisau, tabung reaksi, talenan, kain saring, kertas saring, mortar, vortex, colorimeter, refractometer, Uv-vis spektrofotometer, *water bath*, dan *warner braztler shear force*.

3.3.2 Bahan

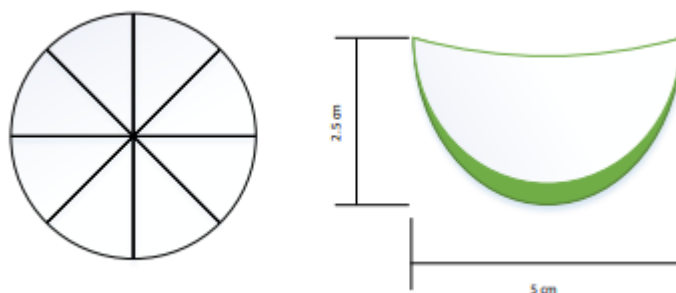
Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat pelapis adalah sodium alginat, kalsium klorida, aquades, dan bahan yang digunakan untuk proses melapisi apel potong adalah larutan sodium alginat dan kalsium klorida. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis adalah apel potong yaitu asam trikloroasetat (TCA), asam tiobarbiturat (TBA), methanol, Folin-ciocalteu *reagent*, DPPH *reagent*, phenolphthalein, sodium karbonat, NaOH, *ethanol* 70%, aquades, kertas saring whattman, kertas label, dan aquades.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Sampel Buah Apel Potong

Persiapan sampel mengikuti metode Hibatul (2018) dengan modifikasi. Sampel buah apel dibeli dari toko apel di Kota Batu sebanyak 48 buah dan dipilih berdasarkan tingkat kematangan yang kurang lebih sama (ditunjukkan dari umur

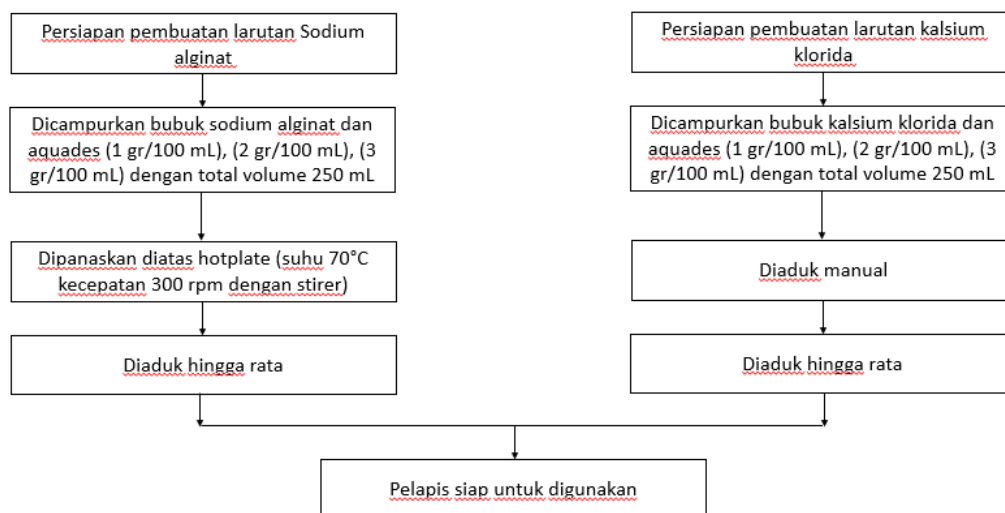
apel 4 bulan setelah bunga mekar) dan disimpan di suhu ruang semalaman sampai digunakan keesokan harinya. Buah apel dipotong menjadi 8 bagian berbentuk bulat sabit menggunakan alat pemotong apel dan dibersihkan dengan pisau *stainless steel* tajam dengan berat yang sama. Pola pemotongan serta ukuran 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 Persiapan Pembuatan Larutan Pelapis

Persiapan larutan pelapis mengikuti metode Alharaty & Ramaswamy (2020) dengan modifikasi. Bubuk sodium alginat dimasukkan kedalam gelas beaker dan kemudian dituang aquades yang telah dipanaskan secara perlahan dengan persentase bubuk dan aquades yaitu 1 g/ 100 mL, 2 g/ 100 mL, dan 3 g/ 100 mL. Diaduk bubuk sodium alginat sampai benar-benar larut dan kemudian disaring. Untuk menyiapkan larutan kalsium klorida, bubuk kalsium klorida dituang kedalam gelas beaker dan kemudian ditambahkan aquades. Diaduk larutan hingga homogen. Persentase penambahan bubuk kalsium klorida dan aquades yaitu 1 g/ 100 mL, 2 g/ 100 mL, dan 3 g/ 100 mL. Langkah pembuatan pelapis dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.2. Pembuatan pelapis Sodium Alginat dan kalsium klorida

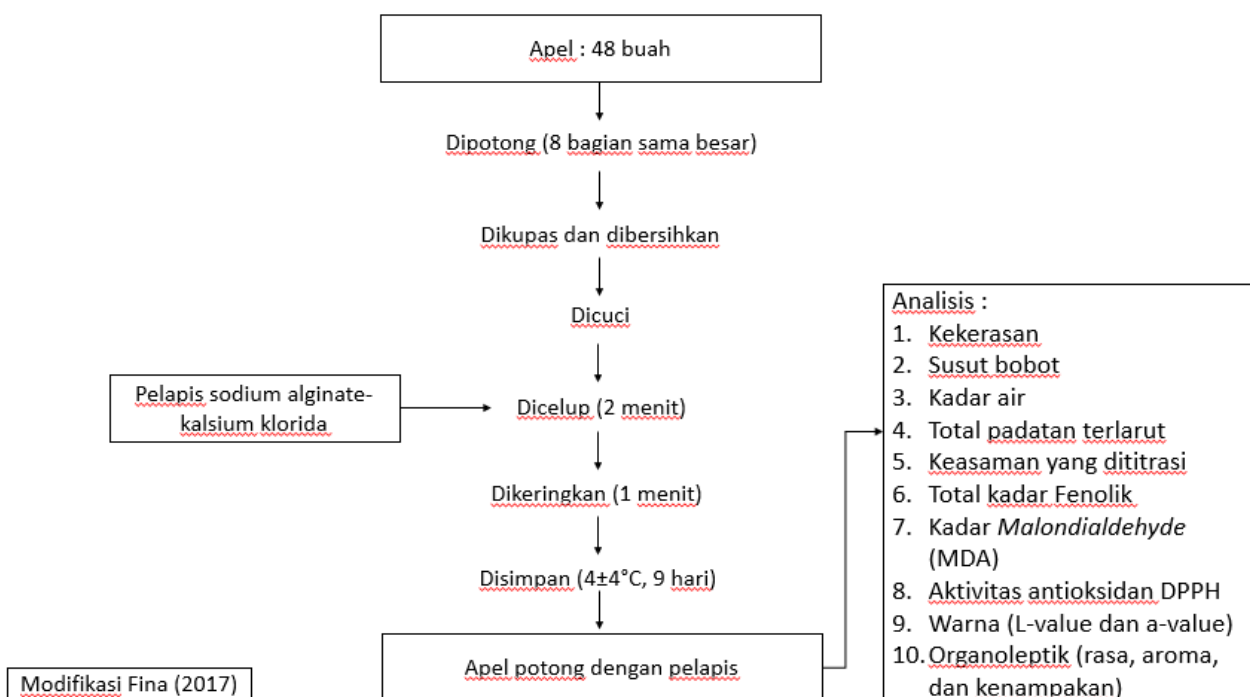
3.4.3 Penyiapan Sampel Kontrol

Untuk penyiapan sampel kontrol, satu buah apel dipotong menjadi 8 bagian sama besar dengan alat pemotong apel, kemudian hanya direndam dalam aquades selama satu menit dan ditiriskan selama satu menit pada suhu ruang. Pengulangan dilakukan sebanyak tiga kali. Kemudian, sampel ditutup rapat dalam wadah kotak *thinwall* dan disimpan pada suhu $4\pm 4^{\circ}\text{C}$.

3.4.4 Pelapisan Sampel

Larutan sodium alginat dan kalsium klorida dituangkan kedalam gelas beaker yang berbeda dengan perbandingan 1:1. Volume total masing-masing larutan sebanyak 250 mL. Potongan buah apel dicelupkan sepenuhnya kedalam larutan selama 1 menit. Diangkat sampel kemudian dicelupkan kembali selama 1 menit dalam larutan kalsium klorida. Sampel kemudian diangkat dan diletakkan diatas wadah jaring hingga tidak menetes selama 60 detik pada suhu ruang (25°C) untuk

menghilangkan kelebihan permukaan larutan pelapis. Alur pelapisan sampel dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3. Diagram alir proses pelapisan, penyimpanan serta pengamatan

3.4.5 Penyimpanan Sampel

Sampel yang telah diberi perlakuan maupun kontrol disimpan didalam wadah kotak *thinwall* (setiap wadah berisi 8 sampel apel potong) dan ditutup rapat. Wadah kotak disimpan dilemari pendingin pada suhu $4\pm 4^{\circ}\text{C}$ selama 9 hari dan pengujian dilakukan setiap tiga hari sekali dimulai pada hari ke-0, 3, 6, dan 9.

3.4.6 Pengamatan Sampel

Pengamatan organoleptik mengikuti metode Soekarto (2002) yaitu dengan mengamati aroma, rasa, dan kenampakan apel potong yang diberi perlakuan dan kontrol. Pengamatan yang dilakukan berupa uji kesukaan atau uji skala hedonik kepada 30 panelis tidak terlatih. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui tingkat

kesukaan konsumen dengan memberikan sampel apel potong, 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.

Pengamatan fisikokimia dilakukan untuk mengamati kekerasan, susut bobot, kadar air, total padatan terlarut, keasaman metode titrasi, warna, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan DPPH, dan kadar malondialdehyde (MDA). Prosedur pengamatan dijelaskan sebagai berikut.

a. Pengukuran kekerasan

Pengukuran kekerasan mengikuti metode Gardjito & Agung (2003) dengan modifikasi. Nilai kekerasan buah diukur dengan menggunakan alat pengukur kekerasan yaitu *warner braztler shear force*. Sampel apel potong diletakkan tegak lurus pada bagian yang kosong, selanjutnya dipotong sampel hingga terbagi dua. Proses pemotongan dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap ulangan. Hasil tingkat kekerasan buah akan ditampilkan pada alat pengukur dalam satuan N.



Gambar 3.4 Posisi pemotongan pada sampel (Dokumentasi pribadi, 2023)

b. Pengukuran susut bobot

Pengukuran susut bobot mengikuti metode AOAC (2016). Nilai susut bobot diukur dengan cara menimbang sampel dengan menggunakan timbangan digital setiap tiga hari sekali. Bobot awal dihitung pada hari ke-0 dan seterusnya dihitung susut bobot setiap 3 hari sekali. Rumus perhitungan susut bobot yaitu:

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

c. Pengukuran kadar air

Pengukuran kadar air mengikuti metode Sudarmadji *et al.* (2007) dengan modifikasi. Nilai kadar air diukur dengan metode pemanasan menggunakan oven. Sampel ditimbang terlebih dahulu sebanyak 5 g menggunakan timbangan digital, kemudian diletakkan diatas pemanggang oven, kemudian sampel dipanaskan didalam oven dengan suhu 105°C selama 4 jam hingga mendapatkan berat konstan. Sampel diukur dengan menghitung pengurangan berat sebelum dan sesudah dioven. Rumus perhitungan kadar air adalah sebagai berikut:

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

d. Pengukuran total padatan terlarut

Pengukuran total padatan terlarut mengikuti metode Gol *et al.* (2013) dengan modifikasi. Nilai total padatan terlarut diukur dengan menggunakan alat refraktometer. Sebanyak 1 g sampel daging ditambahkan dengan 10 mL aquades, kemudian di haluskan dengan menggunakan alu dan mortar. Selanjutnya sampel difiltrasi dengan menggunakan kertas saring whattman.

Diambil $\pm 40 \mu\text{L}$ sampel dan ditetaskan ke refraktometer. Selanjutnya dilihat nilai total padatan terlarut buah dan dinyatakan dengan satuan $^{\circ}\text{brix}$.

e. Pengukuran keasaman metode titrasi

Pengukuran keasaman metode titrasi menggunakan metode Alharaty & Ramaswamy (2020) dengan modifikasi. Nilai keasaman metode titrasi diukur dengan menggunakan alat biuret pada metode titrasi. Sebanyak 1 g sampel daging buah ditambahkan dengan 10 mL aquades, kemudian dihaluskan dengan alu dan mortar. Selanjutnya, sampel difiltrasi dengan menggunakan kertas filtrasi whattman. Sampel yang telah difiltrasi ditetaskan dengan phenolphthalein *reagent* 0,1% sebanyak 3 tetes dan kemudian diaduk dengan menggoyangkan labu enlemeyer sampai rata. Setelah itu, ditetaskan larutan NaOH 0,1 N secara perlahan dari 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

f. Pengukuran warna

Warna irisan apel diukur dengan colorimeter megikuti metode Alharaty & Ramaswamy (2020). Derajat kecoklatan dinyatakan sebagai nilai-L dan

nilai-a. Parameter 'L' adalah ukuran kecerahan/putih yang berkisar dari 0 hingga 100 (putih jika L= 100, hitam jika L= 0). Parameter 'a' merupakan indikator kemerahan yang bervariasi dari $-a^*$ ke $+a^*$ ($-a^*$ = hijau, a^* = merah). Hasilnya dinyatakan sebagai nilai rata-rata dari tiga ulangan dari 48 sampel yang diukur.

Apabila nilai L^* semakin mendekati 100, maka sampel memiliki tingkat kecerahan yang tinggi. Sebaliknya, apabila nilai L^* semakin rendah, maka tingkat kecerahan sampel semakin menurun dan kualitas sampel apel potong mengalami penurunan. Nilai a^* merupakan indikator atas tingkat kemerahan suatu sampel. Apabila sampel bernilai negatif (-), maka sampel memiliki warna kehijauan atau cerah. Sebaliknya, apabila nilai a^* value positif (+) maka sampel memiliki warna yang semakin mendekati kemerahan atau gelap (Yusuf *et al.*, 2018).

g. 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 di haluskan 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 panjang nilai absorbansi 765 nm menggunakan blank 80% methanol. Rumus menghitung total kadar fenolik adalah sebagai berikut:

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

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

V = total volume ekstrak (mL)

m = berat sample (g)

h. Pengukuran aktivitas antioksidan DPPH

Pengukuran aktivitas antioksidan DPPH mengikuti metode Gulcin *et al.* (2023) dengan modifikasi. Pengujian aktivitas antioksidan DPPH dengan cara membuat ekstrak terlebih dahulu dengan cara menimbang 2 g sampel kemudian ditambah dengan 10 ml methanol 80%. Sampel di haluskan 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 supernatan sebanyak 50 μl , 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 panjang nilai absorbansi 515 nm menggunakan blank 80% methanol.

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

Ac = Nilai absorbansi kontrol DPPH

As = Nilai absorbansi sampel

i. Pengukuran kadar *Malondialdehyde* (MDA)

Pengukuran kadar MDA mengikuti metode Li *et al.* (2023) dengan modifikasi. Kandungan malondialdehide (MDA) diukur dengan menggunakan alat spektrofotometer. Sebanyak 2 g sampel daging buah ditambahkan dengan 5 mL larutan trikloroasetat (TCA) 0,1% kemudian dihaluskan dengan mortar dan alu. Selanjutnya sampel difiltrasi dengan kertas saring whattman dan diambil 2 mL supernatan hasil filtrasi dan ditambahkan 2 mL larutan trikloroasetat (TCA) 15% + larutan triklobuterat (TBA) 0,5%. Sampel diaduk rata tanpa vortex dan kemudian diinkubasi didalam waterbath dengan suhu 95°C selama 20 menit. Setelah itu, didiamkan sampel selama 5 menit hingga dingin, kemudian sampel disentrifugasi selama 15 menit dengan suhu 4°C dan kecepatan 12.000 rpm. Rumus menghitung kadar MDA adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar MDA (nmol g}^{-1}\text{)} = \frac{C \times V}{V_s \times m}$$

$$C = 6.45 \times (OD532 - OD600) - 0.56 \times OD450$$

C = konsentrasi reaksi *malondialdehyde* ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)

V = total volume ekstrak sampel (mL)

V_s = volume cairan ekstrak sampel (mL)

m = berat sampel (g)

3.5 Analisis Data

Data kekerasan, susut bobot, kadar air, total padatan terlarut, warna, keasaman metode titrasi, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan DPPH dan kadar MDA, dianalisis dengan menggunakan analisis statistik sidik ragam (ANOVA). Apabila terdapat beda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf

kepercayaan 95%. Data organoleptik (warna, aroma, rasa dan kenampakan) dianalisis dengan uji non parametrik.

**BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Kualitas Fisikokimia Buah Apel Potong Segar

4.1.1 Kualitas Fisik Buah Apel Potong Segar

Nilai rata-rata kekerasan, susut bobot dan warna buah apel potong segar dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Nilai kekerasan (N), susut bobot (%), warna (nilai L*, dan nilai a*) apel potong selama penyimpanan 9 hari dalam suhu dingin 4±4°C. Hasil dilaporkan sebagai rata-rata ± standar deviasi. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perhari, tidak berbeda nyata pada $p \leq 0,05$ (uji Duncan).

Kualitas Fisik Buah Apel Potong Segar					
Parameter	Perlakuan	Hari ke-			
		0	3	6	9
Kekerasan (N)	P1	9,5±0,75 ^a	8,4±0,77 ^b	6,6±0,50 ^{bc}	5,4±0,50 ^a
	P2	9,3±0,80 ^a	8,5±0,50 ^b	6,0±0,20 ^{ab}	4,9±0,45 ^a
	P3	9,9±0,81 ^a	8,5±0,40 ^b	7,3±0,52 ^c	5,7±0,60 ^a
	C	9,1±0,85 ^a	7,2±0,52 ^a	5,2±0,66 ^a	4,6±0,78 ^a
Susut bobot (%)	P1	0±0,00 ^a	0,73±0,05 ^a	1,47±0,11 ^a	2,31±0,11 ^b
	P2	0±0,00 ^a	0,67±0,03 ^a	1,24±0,23 ^a	1,91±0,17 ^a
	P3	0±0,00 ^a	0,74±0,05 ^a	1,35±0,0,25 ^a	2,13±0,10 ^{ab}
	K	0±0,00 ^a	1,36±0,15 ^b	2,18±0,13 ^b	3,09±0,25 ^c
Warna (Nilai L*)	P1	65,17±3,53 ^a	64,09±8,29 ^a	57,46±5,03 ^{ab}	46,34±4,64 ^a
	P2	70,94±2,81 ^b	66,03±1,17 ^a	62,35±2,88 ^b	51,15±8,46 ^a
	P3	73,78±3,76 ^b	64,19±4,72 ^a	63,61±2,67 ^b	48,52±2,56 ^a
	C	71,26±1,19 ^b	61,30±7,14 ^a	54,16±3,22 ^a	42,33±1,77 ^a
Warna (Nilai a*)	P1	-2,97±0,85 ^a	-2,39±0,89 ^b	-1,59±0,78 ^b	5,44±0,91 ^b
	P2	-3,51±0,39 ^a	-3,33±0,40 ^{ab}	-2,87±0,17 ^a	3,11±0,78 ^a
	P3	-4,00±0,69 ^a	-3,84±0,38 ^a	-2,35±0,91 ^{ab}	3,67±0,40 ^a
	C	-0,39±0,37 ^b	1,12±0,74 ^c	3,17±0,43 ^c	7,70±0,431 ^c

Nilai rata-rata kekerasan apel potong menurun seiring berjalannya waktu. Nilai kekerasan perlakuan kontrol yang tidak diberikan pelapis menunjukkan penurunan nilai yang paling tinggi dari waktu ke waktu. Nilai kekerasan perlakuan kontrol pada hari ke-0 dan hari ke-9 menunjukkan nilai 9,1 N dan 4,6 N. Perlakuan penambahan pelapis sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% (P3) menunjukkan bahwa pelapis mampu mempertahankan nilai kekerasan buah dari waktu ke waktu dibandingkan dengan P1 dan P2. Nilai kekerasan P3 pada hari ke-0 dan hari ke-9 yaitu 9,9 N dan 5,7 N. Perlakuan P3 merupakan perlakuan terbaik karena mampu mempertahankan nilai kekerasan tetap tinggi hingga hari ke-9 sebesar 5,7 N.

Sementara untuk nilai rata-rata susut bobot apel potong meningkat seiring berjalannya waktu. Persentase susut bobot perlakuan kontrol yang tidak diberikan pelapis menunjukkan peningkatan persentase yang paling tinggi dari waktu ke waktu. Persentase susut bobot perlakuan kontrol tanpa pelapis pada hari ke-0 dan hari ke-9 menunjukkan nilai persentase 0 % dan 3,09 %. Perlakuan penambahan pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) menunjukkan bahwa pelapis mampu mempertahankan persentase susut bobot buah lebih rendah dari waktu ke waktu dibandingkan dengan P1 dan P3. Persentase susut bobot P2 pada hari ke-0 dan hari ke-9 yaitu 0% dan 1,91%. Perlakuan P2 merupakan perlakuan terbaik karena mampu mempertahankan nilai susut bobot apel potong tetap rendah hingga hari ke-9 sebesar 1,91%.

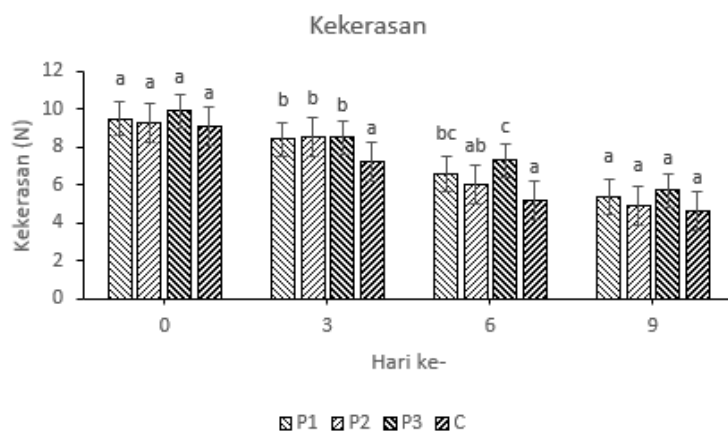
Rata-rata nilai L* apel potong menurun seiring berjalannya waktu. Nilai L* perlakuan kontrol yang tidak diberikan pelapis menunjukkan penurunan nilai yang paling tinggi dari waktu ke waktu. Nilai L* perlakuan kontrol pada hari ke-0 dan hari ke-9 menunjukkan nilai 71,26 dan 42,33. Perlakuan penambahan pelapis

sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% (P3) menunjukkan bahwa pelapis mampu mempertahankan nilai L^* lebih tinggi daripada P1 dan P2 pada hari ke-0 dan hari ke-6 dengan nilai 73,78 dan 63,61, sedangkan perlakuan pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) mampu mempertahankan nilai L^* lebih tinggi daripada P1 dan P3 pada hari ke-3 dan hari ke-9 dengan nilai 66,03 dan 51,15. Perlakuan P2 merupakan perlakuan terbaik karena mampu mempertahankan nilai L^* tetap tinggi hingga hari ke-9 sebesar 51,15.

Rata-rata nilai a^* apel potong meningkat seiring berjalannya waktu. Nilai a^* perlakuan kontrol yang tidak diberikan pelapis menunjukkan penurunan nilai yang paling tinggi dari waktu ke waktu. Nilai a^* perlakuan kontrol pada hari ke-0 dan hari ke-9 menunjukkan nilai -0,39 dan 7,70. Perlakuan penambahan pelapis sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% (P3) menunjukkan bahwa pelapis mampu mempertahankan nilai a^* lebih rendah daripada P1 dan P2 pada hari ke 0 dan hari ke-3 dengan nilai -4,00 dan -3,84, sedangkan perlakuan pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) mampu mempertahankan nilai a^* lebih rendah daripada P1 dan P3 pada hari ke-6 dan hari ke-9 dengan nilai -2,87 dan 3,11. Perlakuan P2 merupakan perlakuan terbaik karena mampu menjaga nilai a^* tetap rendah hingga hari ke-9 sebesar 3,11.

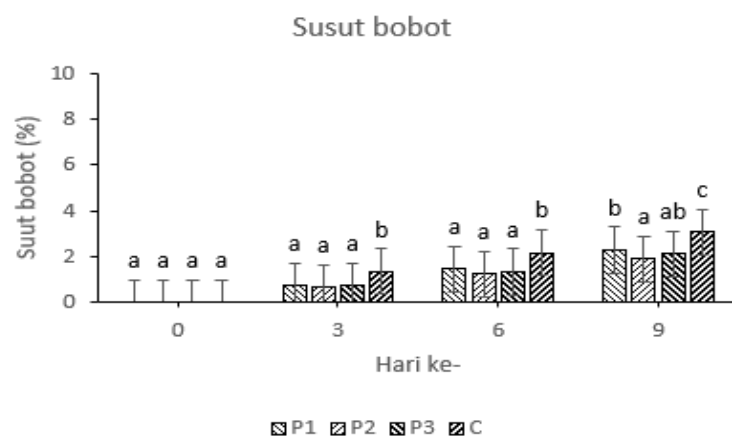
Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) terhadap kekerasan menunjukkan perbedaan yang nyata diantara perlakuan pada hari ke-3 hingga hari ke-6 (**Gambar 4.1**). Pada hari ke-3, perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, dan P3. Pada hari ke-6, perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan C dan perlakuan P1, namun berbeda nyata dengan perlakuan P3. Pada hari ke-0 dan hari ke-9 nilai kekerasan semua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Sampel yang

diberikan perlakuan pelapis P1, P2 dan P3 mampu mempertahankan nilai kekerasan hingga hari ke-9 lebih tinggi daripada kontrol tanpa pelapis, namun pada hari ke-9 nilai kekerasan antara semua perlakuan dan kontrol tidak berbeda nyata.



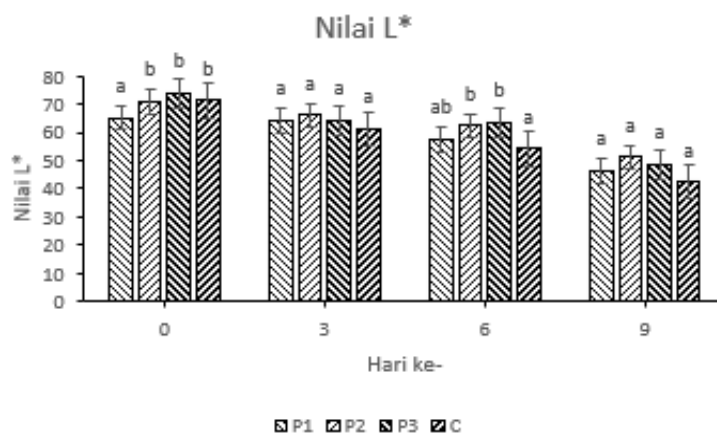
Gambar 4.1 Kekerasan apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. Error bars menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada $p \leq 0,05$ (Uji Duncan).

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) terhadap susut bobot menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan dengan pelapis dan kontrol tanpa pelapis. Pada hari ke-0, nilai susut bobot semua perlakuan dianggap sama. Pada hari ke-3 hingga hari ke-6, susut bobot perlakuan P1, P2 dan P3 berbeda nyata dengan perlakuan C. Pada hari ke-9, perlakuan P3 tidak berbeda nyata terhadap P2 dan P1 namun berbeda nyata dengan perlakuan C (**Gambar 4.2**).



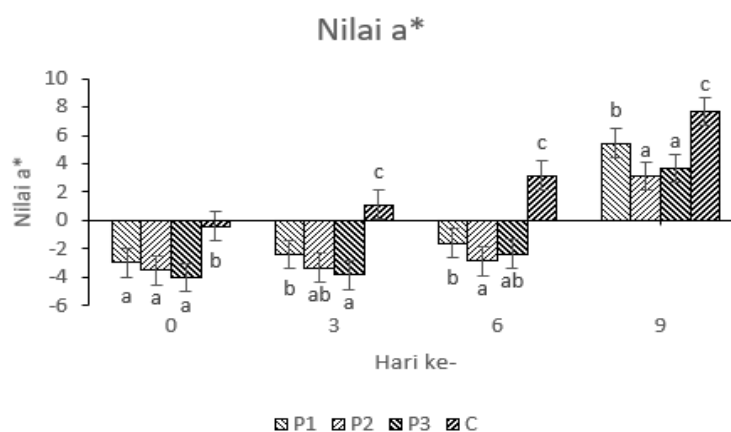
Gambar 4.2 Susut bobot apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. *Error bars* menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada $p \leq 0,05$ (Uji Duncan).

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) terhadap nilai L^* menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan P1, P2, P3 dan dengan perlakuan C pada hari ke-0. Pada hari ke-3, tidak terdapat perbedaan yang nyata antar semua perlakuan, namun pemberian pelapis P2 mampu mempertahankan nilai L^* value lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Pada hari ke-6, perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan C, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan P2 dan P3. Pada hari ke-9, tidak terdapat perbedaan yang nyata antar semua perlakuan P1, P2, P3, maupu perlakuan C, namun pemberian pelapis P2 mampu mempertahankan nilai L^* value lebih tinggi daripada semua perlakuan (**Gambar 4.3**).



Gambar 4.3 Nilai L* apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. Error bars menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada $p \leq 0,05$ (Uji Duncan).

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) terhadap nilai a^* menunjukkan perbedaan yang nyata antara P1, P2 dan P3 terhadap C pada hari ke-0. Pada hari ke-3, P2 berbeda nyata dengan C, tetapi tidak berbeda nyata dengan P1 dan P3. Pada hari ke-6, P3 tidak berbeda nyata dengan P1 dan P2, tetapi berbeda nyata dengan C. Pada hari ke-9, P2 dan P3 tidak berbeda nyata, namun keduanya berbeda nyata dengan P1 dan berbeda sangat nyata dengan C (**Gambar 4.4**).



Gambar 4.4 Nilai a^* apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. Error bars menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada $p \leq 0,05$ (Uji Duncan).

Dampak dari pemotongan pada buah apel adalah terjadinya pelunakan yang diakibatkan oleh stress jaringan sehingga terjadinya hidrolisis enzimatis zat pektat dinding sel dan kerja enzim pektinolitik, penurunan kristalinitas selulosa dan penipisan dinding sel (Qi *et al.*, 2011). Pelapisan sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% merupakan pelapis yang optimal dan efektif dalam memperlambat pelunakan jaringan dalam sampel. Hal ini sesuai dengan penelitian Qi *et al.*, (2011) yang melaporkan bahwa penambahan kalsium klorida pada apel dapat memperkuat dinding sel dan lamela tengah jaringan buah apel. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% (P3) memiliki nilai kekerasan tertinggi karena konsentrasi sodium alginat yang tinggi menyebabkan lapisan yang terbentuk semakin tebal dan kalsium klorida merupakan zat pengencang yang dapat mengikat bagian hidrofobik alginat sehingga terbentuk lapisan yang tebal dan kuat yang dapat membantu mempertahankan kekerasan buah. Kalsium klorida menjaga kekencangan jaringan buah dengan bereaksi dengan asam pektat di dinding sel membentuk kalsium pektat yang memperkuat ikatan molekul antar penyusun dinding sel (Alharaty & Ramaswamy, 2020).

Pelunakan buah selama pematangan disebabkan oleh perubahan biokimia pada turgiditas sel dan komposisi dinding sel. Perubahan tersebut ditunjukkan dengan degradasi lamella tengah sel parenkim kortikal dan penurunan kandungan pektin karena hidrolisis asam pektat (Velickova *et al.*, 2014). Penambahan garam kalsium klorida dilaporkan dapat berperan efektif dalam menjaga kekencangan sampel yang terlapsi selama penyimpanan dan bertindak sebagai bahan pengencang (Senturk *et al.*, 2018). Dampak dari pemotongan pada buah apel selain terjadinya pelunakan adalah terjadinya kehilangan air. Terjadinya pelunakan

biasanya dikaitkan dengan hilangnya kelembaban yang menyebabkan penurunan turgor dan kerenyahan produk buah potong segar. Akibatnya, bobot pada buah potong segar mengalami penyusutan yang meningkat dari waktu ke waktu

Besar peningkatan susut bobot pada apel potong kontrol yang tidak dilapisi sangat signifikan daripada yang menggunakan pelapis. Pelapis terbaik untuk mencegah peningkatan susut bobot apel potong yaitu pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) dengan penurunan susut bobot hanya mencapai 1,91%. Hal ini dapat disebabkan oleh kemampuan sodium alginat dan kalsium klorida untuk berikatan silang sehingga membentuk lapisan yang lebih kuat untuk menahan terjadinya transpirasi yang berlebihan. Sesuai dengan penelitian Zactiti & Kieckbusch (2009) bahwa ikatan silang yang dihasilkan oleh sodium alginat dan kalsium klorida mengalami peningkatan sehingga kekuatan tarik menarik antar larutan dapat mencegah transpirasi yang berlebihan. Pelapis sodium alginat dan kalsium klorida 2% menjadi yang terbaik sesuai dengan penelitian Cofelice *et al.*, (2019) bahwa konsentrasi 2% sodium alginat dan kalsium klorida merupakan konsentrasi yang efektif dalam meningkatkan efek penghalang terhadap uap air dari polisakarida yang digunakan dalam formulasi.

Nilai L^* pada sampel yang diberi pelapis lebih tinggi daripada sampel kontrol tanpa pelapis pada hari ke-3 hingga hari ke-9. Pada hari ke-0, nilai L^* perlakuan P1 lebih rendah daripada perlakuan lainnya disebabkan karena jarak pengupasan dan proses pelapisan yang cukup lama sehingga proses pencoklatan segera terjadi yang mengakibatkan menurunnya tingkat kecerahan dan nilai L^* . Perlakuan pelapis terbaik hingga hari ke-9 adalah perlakuan pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) karena mampu mempertahankan nilai L^* dari waktu ke waktu

dengan stabil. Pelapis mampu memperlambat laju respirasi sehingga reaksi enzimatik yang terjadi dapat berkurang dan warna sampel dapat terjaga. Kocira *et al.*, (2021) menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pelapis polisakarida yang digunakan, maka semakin tebal pelapis tersebut dalam melindungi sampel dan semakin tinggi konsentrasi ion divalent yang digunakan, maka akan semakin kuat daya ikatan silang pelapis pada sampel sehingga perubahan warna pada sampel dapat diminimalisir.

Nilai a^* pada sampel yang diberi pelapis lebih rendah daripada sampel kontrol tanpa pelapis disetiap waktu. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida mampu mencegah proses pencoklatan yang terjadi secara enzimatik. Pemberian pelapis dapat mempertahankan warna sampel agar tetap berwarna cerah kehijauan. Perlakuan pelapis terbaik hingga hari ke-9 adalah perlakuan pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P3) karena mampu mempertahankan nilai a^* value dari waktu ke waktu lebih rendah daripada perlakuan lain. Malektaj *et al.*, (2023) menyebutkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi pelapis alginat yang digunakan, maka jumlah titik ikatan silang meningkat dan pori pori yang tertutupi oleh pelapis semakin rapat dalam melindungi sampel dan semakin tinggi konsentrasi ion divalent yang digunakan, maka akan semakin kuat daya ikatan silang pelapis pada sampel sehingga dapat mengurangi terjadinya proses respirasi dan reaksi enzimatik.

4.1.2 Kualitas Kimia Buah Apel Potong Segar

Nilai rata-rata kadar air, total padatan terlarut, keasaman metode titrasi, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan DPPH dan kadar MDA apel potong segar dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Kadar air, total padatan terlarut, keasaman metode titrasi, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan DPPH, dan kadar MDA apel potong segar selama penyimpanan 9 hari dalam suhu dingin 4±4°C. Hasil dilaporkan sebagai rata-rata ± standar deviasi. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perhari, tidak berbeda nyata pada $p \leq 0,05$ (uji Duncan).

Kualitas Kimia Buah Apel Potong Segar					
Parameter	Perlakuan	Hari ke-			
		0	3	6	9
Kadar air (%)	P1	87,85±1,60 ^{ab}	87,80±0,62 ^a	86,84±0,57 ^a	84,87±0,68 ^{ab}
	P2	89,88±1,22 ^b	88,35±1,25 ^a	87,02±0,37 ^a	85,87±0,80 ^b
	P3	88,97±0,73 ^{ab}	88,02±1,60 ^a	87,27±1,26 ^a	84,88±0,40 ^{ab}
	C	87,33±0,88 ^a	86,83±1,29 ^a	85,73±1,11 ^a	83,77±0,32 ^a
Total padatan terlarut (°brix)	P1	14,0±1,15 ^a	15,7±0,58 ^a	15,7±1,53 ^a	16,7±0,58 ^a
	P2	13,7±0,00 ^a	15,0±1,00 ^a	16,0±0,00 ^a	16,7±1,15 ^a
	P3	14,0±1,15 ^a	15,3±0,58 ^a	16,3±1,53 ^a	17,0±0,58 ^a
	K	14,3±1,53 ^a	16,0±0,00 ^a	16,3±1,53 ^a	17,7±1,53 ^a
Keasaman metode titrasi (gMAEL ⁻¹)	P1	4,8±0,81 ^{ab}	4,3±0,00 ^a	2,9±0,00 ^b	2,5±0,28 ^b
	P2	4,3±0,00 ^a	4,0±0,29 ^a	2,7±0,00 ^b	2,3±0,64 ^b
	P3	5,2±0,35 ^b	5,0±0,64 ^b	4,5±0,29 ^c	3,0±0,29 ^b
	C	4,1±0,00 ^a	3,8±0,00 ^a	2,1±0,29 ^a	1,6±0,29 ^a
Total kadar fenolik (mg GAE 100 g ⁻¹)	P1	296,8±6,83 ^b	266,7±0,95 ^b	212,0±1,00 ^c	135,9±1,90 ^b
	P2	352,6±4,83 ^c	274,1±1,47 ^b	225,7±6,22 ^d	176,7±7,77 ^d
	P3	399,0±3,10 ^d	317,4±6,72 ^c	199,7±4,83 ^b	149,8±3,62 ^c
	C	285,3±4,73 ^a	212,9±6,77 ^a	161,9±2,55 ^a	118,7±3,45 ^a
Aktivitas antioksidan DPPH (%)	P1	82,12±0,84 ^{ab}	74,05±0,98 ^c	59,38±0,52 ^b	26,82±0,69 ^b
	P2	82,73±0,80 ^b	74,22±0,52 ^c	58,85±0,26 ^{ab}	30,99±0,69 ^d
	P3	94,10±0,80 ^c	70,40±0,66 ^b	59,64±0,78 ^b	28,47±0,80 ^c
	C	81,08±0,66 ^a	66,67±0,78 ^a	57,99±0,80 ^a	17,27±0,54 ^a
Kadar MDA (nmol g ⁻¹)	P1	2,27±0,25 ^{ab}	4,05±0,19 ^a	9,06±0,69 ^b	10,84±0,32 ^b
	P2	2,59±0,34 ^b	4,15±0,31 ^a	8,01±0,43 ^a	9,77±0,10 ^a
	P3	1,76±0,20 ^a	4,36±0,38 ^a	8,83±0,24 ^b	10,63±0,27 ^b
	C	4,46±0,31 ^c	7,39±0,11 ^b	14,30±0,02 ^c	19,90±0,17 ^c

Persentase rata-rata kadar air apel potong menurun seiring lama penyimpanan. Perlakuan kontrol yang tidak diberikan pelapis menunjukkan penurunan nilai yang paling tinggi dari waktu ke waktu. Persentase kadar air perlakuan kontrol pada hari ke-0 yaitu 87,33% menurun hingga hari ke-9

menjadi 83,77%. Perlakuan penambahan pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) menunjukkan bahwa pelapis mampu mempertahankan persentase kadar air buah dari waktu ke waktu tetap lebih tinggi dibandingkan dengan P1 dan P3. Persentase kadar air P2 pada hari ke-0 dan hari ke-9 yaitu 89,88% dan 85,87%. Perlakuan P2 merupakan perlakuan terbaik karena mampu mempertahankan persentase kadar air tetap tinggi hingga hari ke-9 sebesar 85,87%.

Berbeda halnya dengan kadar air, nilai TPT apel potong meningkat seiring lama penyimpanan. Hal ini menunjukkan kadar gula dan proses pematangan juga ikut meningkat. Perlakuan kontrol yang tidak diberikan pelapis menunjukkan peningkatan nilai yang paling tinggi dari waktu ke waktu. TPT perlakuan kontrol pada hari ke-0 yaitu 14,3°brix meningkat hingga hari ke-9 menjadi 17,7°brix. Perlakuan penambahan pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% menunjukkan bahwa pelapis mampu mempertahankan nilai TPT buah dari waktu ke waktu tetap lebih rendah dibandingkan dengan P1 dan P3 dengan nilai TPT pada hari ke-0 yaitu 13,7°brix dan pada hari ke-9 menjadi 16,7°brix. Perlakuan P2 merupakan perlakuan terbaik karena mampu mempertahankan TPT buah tetap rendah hingga hari ke-9 sebesar 16,7°brix.

Nilai keasaman metode titrasi apel potong menurun selama penyimpanan. Perlakuan kontrol yang tidak diberikan pelapis menunjukkan penurunan nilai yang paling tinggi dari waktu ke waktu. Nilai keasaman metode titrasi perlakuan kontrol pada hari ke-0 yaitu 4,1 gMAE L⁻¹ menurun hingga hari ke-9 yaitu 1,6 gMAE L⁻¹. Perlakuan penambahan pelapis sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% (P3) menunjukkan bahwa pelapis mampu mempertahankan kandungan asam yang dititrasi dalam buah dari waktu ke waktu lebih tinggi dibandingkan dengan P1 dan

P2. Nilai keasaman metode titrasi P3 pada hari ke-0 dan hari ke-9 yaitu $5,2 \text{ gMAEL}^{-1}$ dan $3,0 \text{ gMAEL}^{-1}$. Perlakuan P3 merupakan perlakuan terbaik karena mampu mempertahankan nilai keasaman metode titrasi tetap tinggi hingga hari ke-9 sebesar $3,0 \text{ gMAEL}^{-1}$.

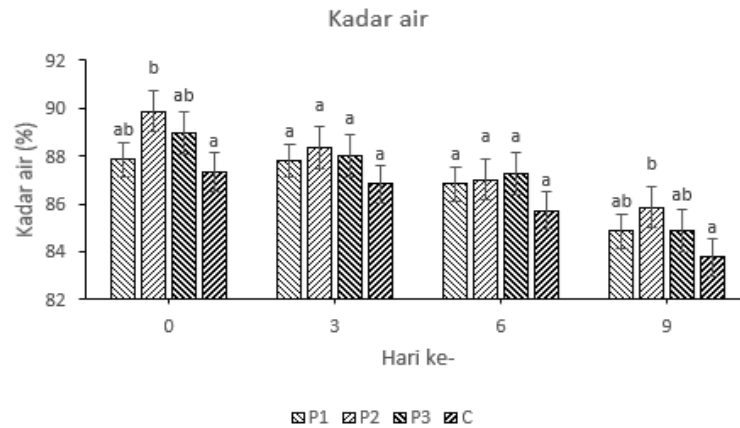
Total kadar fenolik apel potong juga menurun seiring lama penyimpanan. Perlakuan kontrol yang tidak diberikan pelapis menunjukkan nilai yang paling rendah dari waktu ke waktu. Total kadar fenolik perlakuan kontrol pada hari ke-0 yaitu $285,3 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ menurun hingga hari ke-9 menjadi $118,7 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$. Perlakuan penambahan pelapis sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% (P3) menunjukkan bahwa pelapis mampu mempertahankan total kandungan fenolik dalam buah dari hari ke-0 hingga hari ke-3 dengan total kadar fenolik sebesar $399,0 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ dan $317,4 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$. Pada hari ke-6 hingga hari ke-9 pelapis terbaik dalam mempertahankan total kadar fenolik sampel adalah pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) dengan total kadar fenolik $225,7$ dan $176,7 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$. Perlakuan P2 merupakan perlakuan terbaik karena mampu menjaga total kadar fenolik tetap tinggi hingga hari ke-9 sebesar $176,7 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$.

Aktivitas antioksidan DPPH apel potong menurun seiring lama penyimpanan. Perlakuan kontrol yang tidak diberikan pelapis menunjukkan nilai yang paling rendah dari waktu ke waktu. Aktivitas antioksidan perlakuan kontrol pada hari ke-0 yaitu $81,08\%$ menurun hingga hari ke-9 menjadi $17,27\%$. Perlakuan penambahan pelapis sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% (P3) menunjukkan bahwa pelapis mampu mempertahankan aktivitas antioksidan dalam buah pada hari ke-0 dan hari ke-6 dengan persentase $94,10\%$ dan $59,64\%$. Pada hari ke-3 dan hari

ke-9 pelapis terbaik dalam mempertahankan aktivitas antioksidan sampel adalah pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) dengan persentase 74,22% dan 30,99%. Perlakuan P2 merupakan perlakuan terbaik karena mampu mempertahankan aktivitas antioksidan tetap tinggi hingga hari ke-9 sebesar 30,99%.

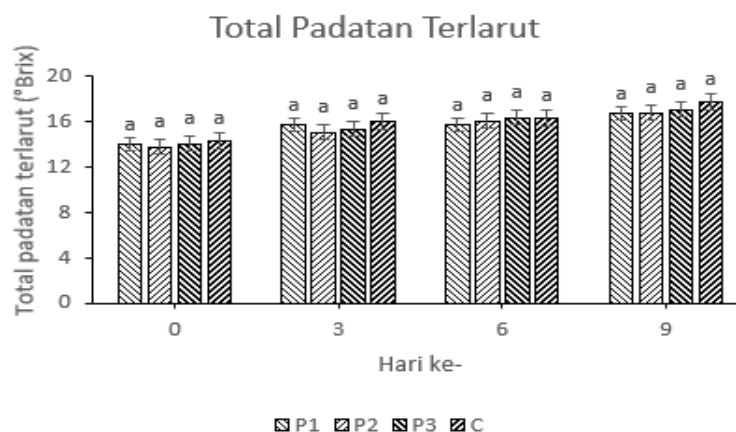
Berbeda halnya dengan aktivitas antioksidan DPPH, Kadar MDA apel potong meningkat seiring lama penyimpanan. Hal tersebut menunjukkan ada peningkatan stress oksidatif pada apel potong. Perlakuan kontrol yang tidak diberikan pelapis menunjukkan nilai yang paling tinggi dari waktu ke waktu. Kadar MDA perlakuan kontrol pada hari ke-0 yaitu $4,46 \text{ nmol g}^{-1}$ meningkat hingga hari ke-9 menjadi $19,90 \text{ nmol g}^{-1}$. Pada hari ke-3, pelapis sodium alginat 1% dan kalsium klorida 1% (P1) mampu mempertahankan kadar MDA lebih rendah dibandingkan dengan P2 dan P3 dengan nilai $4,05 \text{ nmol g}^{-1}$. Pada hari ke-6 hingga hari ke-9, perlakuan penambahan pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) menunjukkan bahwa pelapis mampu mempertahankan kadar MDA lebih rendah dibandingkan dengan P1 dan P3 dengan nilai $8,01 \text{ nmol g}^{-1}$, dan $9,77 \text{ nmol g}^{-1}$. Perlakuan P2 merupakan perlakuan terbaik karena mampu mempertahankan kadar MDA tetap rendah hingga hari ke-9 sebesar $9,77 \text{ nmol g}^{-1}$.

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) terhadap kadar air menunjukkan perbedaan yang nyata pada hari ke-0 antara P2 dan C, tetapi tidak berbeda nyata dengan P1 dan P3. Pada hari ke-3 hingga hari ke-6, P1, P2, P3 dan C tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada hari ke-9, Perlakuan dengan pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) berbeda nyata dengan kontrol namun tidak berbeda nyata dengan P1 dan P3 (**Gambar 4.5**).



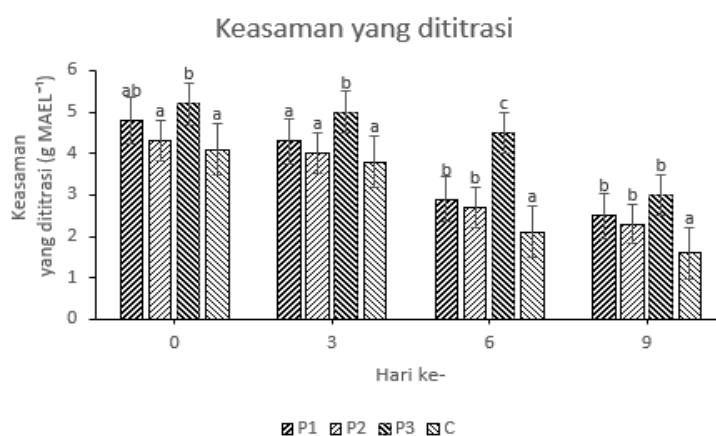
Gambar 4.5 Kadar air apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. *Error bars* menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada $p \leq 0,05$ (Uji Duncan).

Analisis statistik ANOVA satu arah terhadap total padatan terlarut menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan P1, P2, P3, dan C pada hari ke-0 hingga hari ke-9, namun perlakuan pelapis P2 mampu mempertahankan nilai TPT tetap rendah pada hari ke-9 dibandingkan perlakuan lainnya (**Gambar 4.6**).



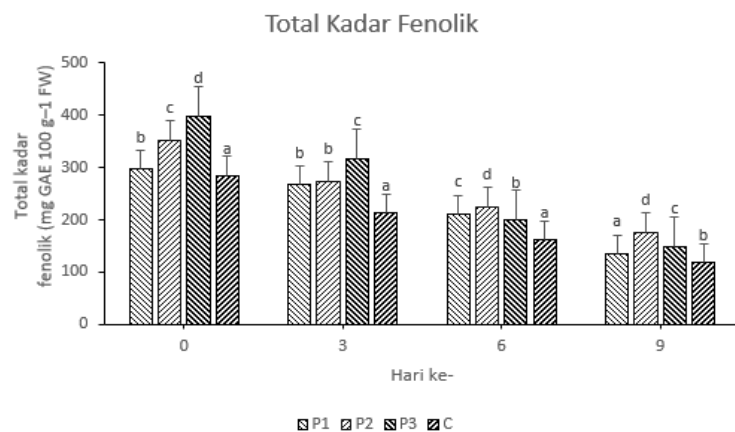
Gambar 4.6 Total padatan terlarut apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. *Error bars* menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada $p \leq 0,05$ (Uji Duncan).

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) terhadap keasaman metode titrasi menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan pelapis P3 dan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dengan P1 pada hari ke-0. Pada hari ke-3, perlakuan sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada hari ke-6, perlakuan pelapis P3 berbeda nyata dengan P1 dan P2, dan berbeda sangat nyata dengan kontrol. Pada hari ke-9, perlakuan P1 dan P2 tidak berbeda nyata dengan P3 namun berbeda nyata dengan C (**Gambar 4.7**).



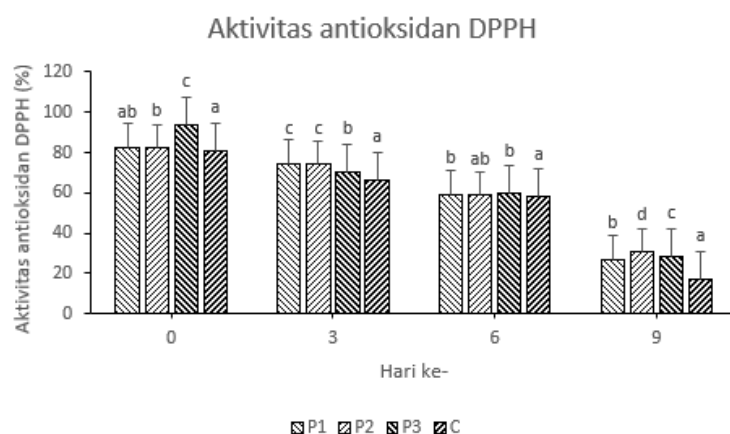
Gambar 4.7 Keasaman metode titrasi apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. Error bars menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada $p \leq 0,05$ (Uji Duncan).

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) terhadap total kadar fenolik menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan P3 dengan perlakuan lainnya. pada hari ke-0. Pada hari ke-3, perlakuan P3 berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P2 dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan C. Pada hari ke-6 hingga hari ke-9, perlakuan P2 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (**Gambar 4.8**).



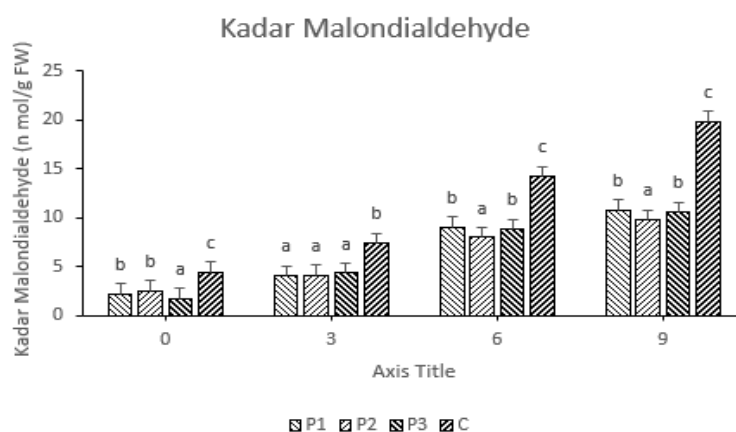
Gambar 4.8 Total kadar fenolik apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. Error bars menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada $p \leq 0,05$ (Uji Duncan).

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) terhadap aktivitas antioksidan DPPH menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan P3 dengan perlakuan lainnya pada hari ke-0. Pada hari ke-3, perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan P1, tetapi berbeda nyata dengan P3 dan kontrol. Pada hari ke-6, perlakuan P3 tidak berbeda nyata dengan P1 dan P2 tetapi berbeda nyata dengan kontrol. Pada hari ke-9, pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (**Gambar 4.7**).



Gambar 4.9 Aktivitas antioksidan DPPH apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. Error bars menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada $p \leq 0,05$ (Uji Duncan).

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) terhadap kadar MDA pada hari ke-0 menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan P3 dengan perlakuan lainnya, tetapi perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan P2. Pada hari ke-3, perlakuan P1, P2, dan P3 berbeda nyata dengan perlakuan C. Pada hari ke-6 hingga hari ke-9, perlakuan P2 berbeda nyata dengan P1 dan P3 dan sangat berbeda nyata dengan perlakuan C, tetapi P1 tidak berbeda nyata dengan P3 (**Gambar 4.10**).



Gambar 4.10 Kadar MDA apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. *Error bars* menunjukkan standar error. Rata-rata yang diikuti huruf yang sama perharinya, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada $p \leq 0,05$ (Uji Duncan).

Pemotongan dan pengirisan buah apel yang dilakukan pada hari ke-0 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. Tingginya proses transpirasi berbanding lurus dengan tingginya kehilangan kadar air pada buah. Hal tersebut berpengaruh terhadap kerusakan oksidatif menjadi tinggi dan aktivitas antioksidan menjadi rendah (Dias *et al.*, 2020). Kerusakan oksidatif yang tinggi berpengaruh terhadap kadar MDA buah. Buah yang tidak diberi pelapis akan mengalami

kerusakan oksidatif yang lebih tinggi daripada buah yang diberi pelapis. MDA merupakan produk sampingan dari peroksidasi lipid membran dan digunakan sebagai indeks penting untuk mengevaluasi dekomposisi produk segar. Peningkatan kadar MDA mengindikasikan peningkatan kerusakan oksidatif yang tinggi pula. Peningkatan kadar MDA ini terjadi karena adanya reaksi peroksidasi lipid yang melibatkan asam lemak tak jenuh ganda dalam membrane sel dan kemudian menghasilkan produk akhir berupa MDA (Tang *et al.*, 2020). Melalui penerapan pelapisan diharapkan mampu mengurangi proses transpirasi yang terjadi dan kualitas kimia dapat dipertahankan.

Besar penurunan kadar air pada apel potong kontrol yang tidak dilapisi sangat signifikan daripada yang menggunakan pelapis. Pelapis terbaik untuk mencegah penurunan kadar air, total kadar fenolik, dan aktivitas antioksidan secara signifikan pada apel potong yaitu pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2%. Pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% mampu mempertahankan kadar air dengan persentase kadar air pada hari ke-9 bertahan pada nilai 85,87%. Selain itu, Pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% mampu mempertahankan total kadar fenolik dengan nilai kadar fenolik pada hari ke-9 bertahan pada nilai 176,7 mg GAE 100 g⁻¹. Pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% juga mampu mempertahankan persentase aktivitas antioksidan DPPH dengan persentase pada hari ke-9 bertahan pada nilai 30,99%. Penurunan aktivitas antioksidan ini disebabkan oleh degradasi total fenolik bioaktif dan antioksidan lain yang ada dalam apel selama penyimpanan, serta peningkatan laju reaksi enzim POD dan PPO. Adapun pemberian perlakuan pelapis berfungsi untuk memperlambat atau menghambat laju reaksi enzim tersebut. Pemberian pelapis dapat

mempertahankan kadar fenolik dan antioksidan lainnya dalam sampel agar tetap tinggi karena lapisan yang dihasilkan dapat berperan sebagai penghalang gas dan aktivitas enzimatik sehingga laju respirasi, transpirasi dan reaksi enzimatik dapat ditekan. Akibatnya, aktivitas metabolisme buah berkurang sehingga dapat membantu menjaga total kandungan fenolik buah (Medina-Jaramillo *et al.*, 2020).

Derajat ikatan silang mempengaruhi kemampuan struktur alginat dalam pelarut sehingga permeabilitas terhadap zat terlarut akan mengalami penurunan dan proses transpirasi juga akan mengalami penurunan (Souza *et al.*, 2023). Pelapis sodium alginat dan kalsium klorida 2% menjadi yang terbaik sesuai dengan penelitian Alharaty & Ramaswamy (2020) bahwa konsentrasi 2% sodium alginat dan kalsium klorida merupakan konsentrasi yang efektif dalam meningkatkan efek penghalang terhadap uap air pada buah strawberry potong sehingga dapat mempertahankan nilai kadar air, total kadar fenolik dan aktivitas antioksidan DPPH buah.

Total padatan terlarut buah tidak meningkat signifikan selama penyimpanan. Pemberian perlakuan pelapis dan kontrol tidak memengaruhi nilai total padatan terlarut buah. Peningkatan total padatan terlarut buah selama penyimpanan diakibatkan pengkonversian pati menjadi gula dan degradasi polisakarida dinding sel menjadi glukosa. Selain itu, akibat proses transpirasi meningkatkan konsentrasi sisa padatan terlarut dalam jaringan menjadi lebih tinggi. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi nilai TPT buah baik dari dalam buah maupun dari lingkungan sekitar (Magri *et al.*, 2023). Pemberian pelapis mampu memperlambat hilangnya kelembapan dan proses pengkonversian pati menjadi gula (Manzoor *et al.*, 2021).

Selama penyimpanan, perubahan keasaman apel mempengaruhi rasio gula/asam yang bertanggung jawab terhadap rasa apel. Penurunan kandungan keasaman metode titrasi yang diamati pada sampel kontrol disebabkan oleh respirasi yang lebih tinggi yang menyebabkan oksidasi asam organik dan penurunan terjadi seiring waktu berjalan (Naqash *et al.*, 2022). Selain itu, penyebab terjadinya penurunan kadar keasaman metode titrasi dikarenakan terjadinya intensifikasi laju respirasi akibat proses pemotongan, pengupasan dan pengolahan minimal lainnya (Rocha & Morais, 2003). Asam organik dapat digunakan sebagai substrat pernapasan alternatif selama penyimpanan, yang menyebabkan penurunan kadar keasaman metode titrasi (Song *et al.*, 2013). Pelapis sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% merupakan pelapis yang terbaik dalam mempertahankan nilai keasaman metode titrasi pada buah. Penggunaan sodium alginat yang memiliki sifat tidak larut dalam air dan penghalang oksigen yang baik membuatnya cocok sebagai pelapis untuk mencapai kondisi atmosfer yang termodifikasi dalam sistem internal buah. Selain itu, penambahan ion divalent kalsium klorida juga menjadi penyebab penurunan besar laju respirasi pada apel potong. Semakin tinggi konsentrasi kalsium klorida semakin kuat pula lapisan yang dihasilkan karena ion kalsium diketahui mampu menghambat laju respirasi dan produksi etilen pada buah (Qi *et al.*, 2011).

4.2 Kualitas Organoleptik Apel Potong

Kualitas organoleptik apel potong dapat dilihat dari penilaian terhadap rasa, aroma dan kenampakan. Tingkat kesukaan panelis terhadap sampel menunjukkan seberapa baik kualitas organoleptik dapat diterima oleh konsumen. Hasil rerata skor

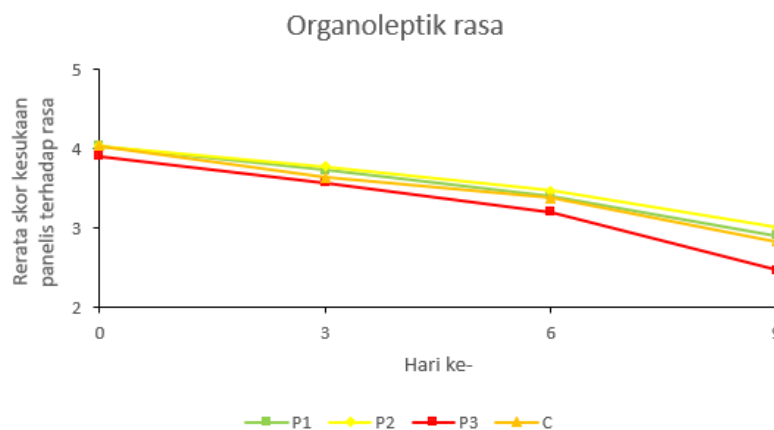
kesukaan panelis terhadap rasa, aroma, dan kenampakan apel potong segar menurun hingga hari ke-9 (**Tabel 4.3**).

Tabel 4.3 Tingkat kesukaan panelis organoleptik apel potong segar selama penyimpanan 9 hari dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$. Hasil dilaporkan sebagai rata-rata \pm standar deviasi.

Organoleptik	Rerata skor kesukaan				
	Penyimpanan Hari ke-				
	Perlakuan	0	3	6	9
Rasa	P1	4,03 \pm 0,61 ^a	3,73 \pm 0,52 ^a	3,40 \pm 0,62 ^a	2,90 \pm 0,61 ^{bc}
	P2	4,03 \pm 0,61 ^a	3,77 \pm 0,50 ^a	3,47 \pm 0,57 ^a	3,00 \pm 0,64 ^{bc}
	P3	3,90 \pm 0,55 ^a	3,57 \pm 0,57 ^a	3,20 \pm 0,66 ^a	2,47 \pm 0,51 ^a
	C	4,03 \pm 0,56 ^a	3,63 \pm 0,49 ^a	3,37 \pm 0,72 ^a	2,83 \pm 0,53 ^b
Aroma	P1	3,97 \pm 0,72 ^a	3,62 \pm 0,62 ^a	3,33 \pm 0,55 ^a	3,00 \pm 0,59 ^a
	P2	4,07 \pm 0,69 ^a	3,69 \pm 0,69 ^a	3,47 \pm 0,57 ^a	3,10 \pm 0,60 ^a
	P3	4,00 \pm 0,69 ^a	3,66 \pm 0,61 ^a	3,43 \pm 0,57 ^a	3,00 \pm 0,59 ^a
	C	4,07 \pm 0,58 ^a	3,72 \pm 0,45 ^a	3,53 \pm 0,63 ^a	3,27 \pm 0,58 ^a
Kenampakan	P1	4,48 \pm 0,50 ^b	3,88 \pm 0,45 ^c	3,22 \pm 0,52 ^a	2,85 \pm 0,68 ^b
	P2	4,61 \pm 0,49 ^b	4,15 \pm 0,51 ^b	3,68 \pm 0,50 ^b	3,21 \pm 0,57 ^c
	P3	4,55 \pm 0,50 ^b	3,90 \pm 0,40 ^{bc}	3,60 \pm 0,50 ^b	3,10 \pm 0,61 ^{bc}
	C	4,03 \pm 0,41 ^a	3,30 \pm 0,60 ^a	2,90 \pm 0,66 ^a	2,30 \pm 0,80 ^a

Pemberian perlakuan pelapis ternyata tidak merubah kualitas rasa dari sampel tersebut secara signifikan. Bahkan, pemberian pelapis mampu menjaga kualitas rasa sampel tetap disukai oleh para panelis. Pada hari ke-0, skor kesukaan panelis terhadap apel potong terhadap perlakuan P1, P2 dan C memperoleh skor yang sama yaitu 4,03 (suka) dan P3 memperoleh skor 3,90 (netral-suka). Pada hari ke-3, skor kesukaan panelis terhadap perlakuan P2 adalah yang paling tinggi dengan skor 3,77 dan paling rendah adalah perlakuan C dengan skor 3,63. Pada hari ke-3, skor kesukaan panelis terhadap perlakuan P2 tertinggi dengan skor 3,47 dan paling rendah adalah perlakuan P3 dengan skor 3,20. Pada hari ke-9, skor kesukaan panelis terhadap perlakuan P2 merupakan kesukaan paling tinggi dengan skor 3,00 (suka) dan perlakuan P3 merupakan kesukaan paling rendah dengan skor 2,47 (tidak suka-

netral). Pemberian perlakuan pelapis terbaik diperoleh pada pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) dengan nilai paling tinggi setiap waktunya dan pada hari ke-9 rerata kesukaan panelis terhadap rasa yaitu 3,00 (netral/biasa) (Gambar 4.11).

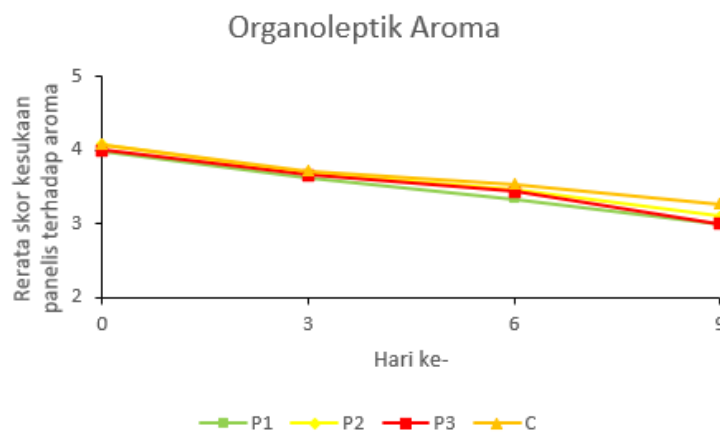


Gambar 4.11 Penilaian kesukaan panelis terhadap rasa apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$

Pemberian perlakuan pelapis sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% (P3) memiliki nilai rerata kesukaan terhadap rasa yang lebih rendah daripada sampel kontrol. Rerata kesukaan panelis terhadap perlakuan P3 pada hari ke-9 yaitu 2,47 (tidak suka-netral). Hal itu dikarenakan perlakuan P3 dengan konsentrasi sodium alginat 3% mempengaruhi ketebalan pelapis dalam melapisi sampel, sehingga para konsumen kurang suka terhadap rasa yang dihasilkan. Sesuai dengan penelitian (Magri *et al.*, 2023) yang menjelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi pelapis yang digunakan maka akan semakin tebal pelapis melapisi buah sehingga kemungkinan akan memberikan efek negatif terhadap rasa yang dihasilkan oleh sampel. Penurunan kualitas rasa dari waktu ke waktu dapat disebabkan oleh lama penyimpanan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fina (2017)

bahwa kualitas rasa pada apel potong segar terus mengalami penurunan seiring dengan lama penyimpanan dikarenakan kadar air buah cenderung berkurang sehingga mempengaruhi rasa segar yang dihasilkan. Selain itu, tingkat kekerasan dan kerenyahan apel semakin lama juga semakin menurun sehingga juga mempengaruhi rasa pada sampel.

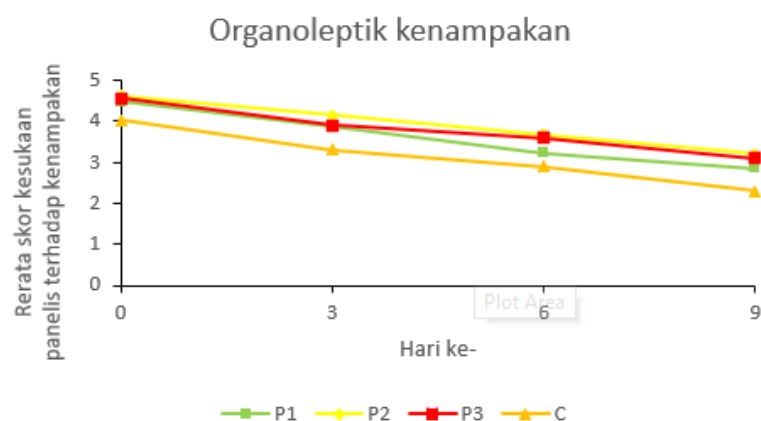
Hasil rerata skor kesukaan panelis terhadap aroma apel potong segar menurun hingga hari ke-9. Pemberian perlakuan kontrol dapat mengeluarkan aroma yang segar dari sampel karena tidak terhalang oleh pemberian pelapis. Namun, pemberian pelapis tetap dapat menjaga kualitas aroma disukai oleh para panelis, namun tidak lebih baik daripada kontrol. Pada hari ke-0, perlakuan P2 dan C memperoleh skor kesukaan paling tinggi dengan skor 4,07 dan perlakuan P1 memperoleh skor kesukaan paling rendah dengan skor 3,97. Pada hari ke-3, perlakuan C memperoleh skor kesukaan paling tinggi dengan skor 3,72 dan perlakuan P1 dengan skor 3,62. Pada hari ke-6, perlakuan C memperoleh skor kesukaan paling tinggi dengan skor 3,53 dan perlakuan P1 memperoleh skor kesukaan paling rendah dengan skor 3,33. Pada hari ke-9, perlakuan C memperoleh skor kesukaan paling tinggi dengan skor 3,27 sedangkan perlakuan P1 dan P3 memperoleh skor kesukaan paling rendah dengan skor 3,00. Pemberian perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan kontrol tanpa pelapis dengan nilai paling tinggi setiap waktunya dan pada hari ke-9 rerata kesukaan panelis terhadap aroma sampel yaitu 3,27 (netral-suka) (**Gambar 4.12**).



Gambar 4.12 Penilaian kesukaan panelis terhadap aroma apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$

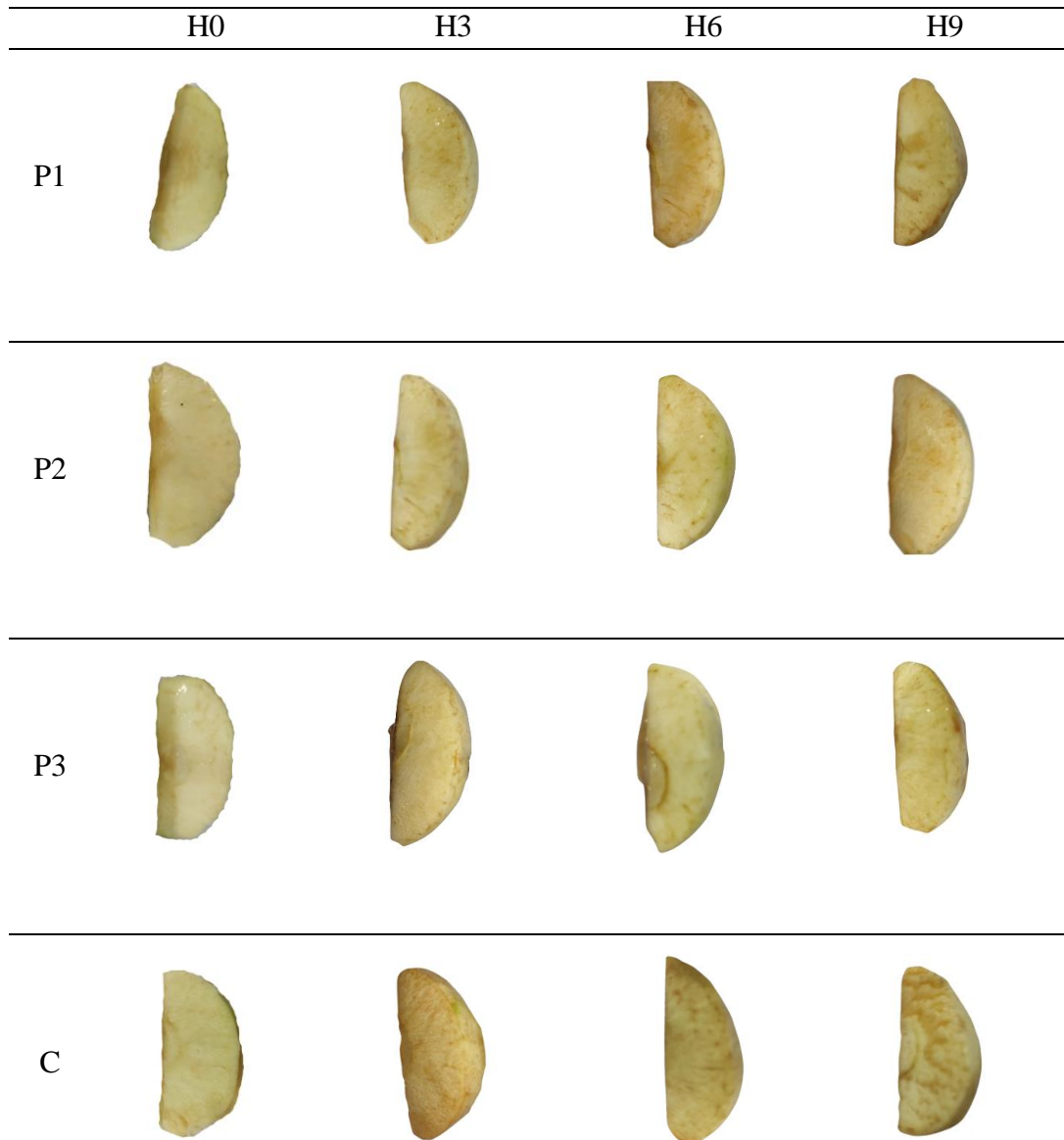
Pemberian perlakuan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan konsentrasi berapapun ternyata memiliki nilai rerata kesukaan terhadap aroma yang lebih rendah daripada sampel kontrol. Namun begitu, pemberian perlakuan pelapis dianggap mampu mempertahankan kualitas aroma khas buah sehingga tidak mengalami penurunan kualitas aroma secara signifikan. Pemberian perlakuan pelapis secara tidak langsung menahan aroma yang dihasilkan oleh sampel sehingga aroma tidak keluar secara maksimal. Berbeda halnya dengan sampel kontrol tanpa pelapis yang memberikan aroma yang segar dan harum sehingga konsumen dapat merasakan aroma yang wangi. Sesuai dengan penelitian Fina (2017) yang menjelaskan bahwa pemberian perlakuan pelapis membuat aroma khas apel menjadi menurun sehingga panelis lebih menyukai apel potong kontrol karena tetap memiliki aroma khas apel. Penurunan kualitas aroma dari waktu ke waktu dapat disebabkan oleh lama penyimpanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Pangestika (2016) bahwa penurunan kualitas aroma terjadi dikarenakan lama penyimpanan sehingga semakin lama aroma asli pada buah dari hari ke hari semakin hilang.

Hasil rerata skor kesukaan panelis terhadap kenampakan apel potong segar menurun hingga hari ke-9. Pemberian perlakuan pelapis ternyata tidak merubah kualitas kenampakan dari sampel tersebut secara signifikan. Bahkan, pemberian pelapis mampu menjaga kualitas kenampakan sampel tetap disukai oleh para panelis. Pada hari ke-0, P2 memperoleh skor kesukaan paling tinggi dengan skor 4,61 (suka-sangat suka) dan C memperoleh skor kesukaan paling rendah dengan skor 4,03 (suka). Pada hari ke-3, P2 memperoleh skor kesukaan paling tinggi dengan skor 4,15 dan C memperoleh skor kesukaan paling rendah dengan skor 3,30 (netral-suka). Pada hari ke-6, P2 memperoleh skor kesukaan paling tinggi dengan skor 3,68 dan C memperoleh skor kesukaan paling rendah dengan skor 2,90 (netral). Pada hari ke-9, P2 memperoleh skor kesukaan paling tinggi dengan skor 3,21 dan C memperoleh skor kesukaan paling rendah dengan skor 2,30 (tidak suka-netral). Pemberian perlakuan pelapis terbaik diperoleh pada pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2% (P2) dengan nilai paling tinggi setiap waktunya dan pada hari ke-9 rerata kesukaan panelis terhadap rasa yaitu 3,21 (netral) (**Gambar 4.13**).



Gambar 4.13 Penilaian kesukaan panelis terhadap kenampakan apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$

Pemberian perlakuan kontrol tanpa pelapis memiliki nilai rerata kesukaan yang paling rendah terhadap kenampakan sampel. Rerata kesukaan panelis terhadap perlakuan kontrol pada hari ke-9 yaitu 2,30 (tidak suka). Hal itu dikarenakan perlakuan kontrol tanpa pelapis tidak memiliki pelindung sehingga menghasilkan warna yang lebih kecoklatan dan membuat para konsumen kurang suka terhadap kenampakan yang dihasilkan. Sesuai dengan penelitian Fina (2017) yang menjelaskan bahwa tingkat kesukaan panelis mengalami penurunan dan buah kontrol memiliki skor yang terendah jika dibandingkan dengan yang diberi perlakuan pelapis. Selain itu, ia menyatakan bahwa pemberian pelapis pada sampel memperlihatkan penampilan buah yang tampak mengkilap dan menarik sehingga lebih disukai oleh panelis. Hibatul (2018) menambahkan bahwa penurunan kualitas kenampakan perlakuan kontrol menurun secara signifikan dikarenakan permeabilitas pada sampel kontrol lebih tinggi terhadap oksigen karena tidak adanya penghalang sehingga jaringan buah pada sampel kontrol lebih mudah mengalami reaksi oksidasi dan terjadi reaksi enzimatik yang berefek pada pencoklatan sampel. Kenampakan apel dapat dilihat lebih jelas pada **Gambar 4.14**.



Gambar 4.14 Kenampakan apel potong segar selama 9 hari penyimpanan dalam suhu dingin $4\pm 4^{\circ}\text{C}$

4.3 Hubungan Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida dengan Lama Penyimpanan

Pengaruh faktor perlakuan, lama penyimpanan dan hubungan perlakuan dan lama penyimpanan dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4. Hasil analisis two-way ANOVA ($\alpha = 0,05$) terhadap parameter fisikokimia dan organoleptik apel potong segar

Parameter	Perlakuan		Lama penyimpanan		Perlakuan*Lama penyimpanan	
	<i>F-ratio</i>	<i>P-value</i>	<i>F-ratio</i>	<i>P-value</i>	<i>F-ratio</i>	<i>P-value</i>
Kekerasan	11,75	<0,01	100,29	<0,01	0,65	>0,74
Susut bobot	75,11	<0,01	638,60	<0,01	8,16	<0,01
Nilai L*	2,14	<0,03	64,92	<0,01	0,42	<0,04
Nilai a*	67,56	<0,01	541,09	<0,01	4,14	<0,01
Kadar air	8,91	<0,01	28,00	<0,01	0,39	>0,92
TPT	1,63	>0,25	20,87	<0,01	0,13	>0,99
Keasaman	37,45	<0,01	104,47	<0,01	1,91	>0,09
Total kadar fenolik	918,94	<0,01	3207,6	<0,01	70,52	<0,01
Aktivitas antioksidan DPPH	224,46	<0,01	15150,6	<0,01	91,59	<0,01
Kadar malondialdehid	1212,4	<0,01	2284,46	<0,01	71,60	<0,01
Rasa	3,72	<0,02	108,26	<0,01	0,64	>0,75
Aroma	1,25	>0,23	60,23	<0,01	0,18	>0,99
Kenampakan	39,90	<0,01	189,56	<0,01	0,89	>0,53

Pengamatan terhadap kekerasan apel manalagi potong selama penyimpanan 9 hari, didapatkan bahwa faktor pelapis dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kualitas kekerasan apel potong. Namun, faktor interaksi perlakuan dan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) selama proses penyimpanan 9 hari. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pelapis tidak berkorelasi dengan lama penyimpanan. Penurunan kekerasan apel potong diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu metabolisme, proses transpirasi, dan respirasi yang merusak struktur dinding sel apel potong (Fina, 2018).

Perbedaan kandungan air dalam buah dan atmosfer penyimpanan menyebabkan proses transpirasi terjadi secara signifikan. Akibatnya, sampel mengalami kehilangan air dan sel-sel mengalami kerusakan yang mengakibatkan

rusaknya dinding sel. Dengan pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida, kekerasan apel potong memiliki nilai yang lebih tinggi daripada perlakuan kontrol tanpa pelapis. Hal tersebut dikarenakan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida mampu membentuk gel yang padat sehingga mampu menghalangi laju transpirasi dan menghalangi penyerapan gas O₂ dan CO₂. Pangestika (2016) menyebutkan bahwa pengaruh ketebalan lapisan dapat menyebabkan proses transpirasi dan respirasi berkurang. Pada penelitian ini, perlakuan 3% sodium alginat dan kalsium klorida merupakan perlakuan terbaik karena memiliki kekerasan yang tinggi daripada perlakuan lain selama penyimpanan 9 hari.

Pengamatan terhadap susut bobot apel manalagi potong selama penyimpanan 9 hari, didapatkan bahwa faktor pelapis, lama penyimpanan serta perlapis dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap susut bobot apel potong. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pelapis dan lama penyimpanan berkorelasi dengan susut bobot buah. Peningkatan susut bobot apel potong diakibatkan oleh faktor utama berupa respirasi yang mana hasil dari proses respirasi berupa gas CO₂, H₂O dan energi yang mengakibatkan bobot dan kadar air apel potong mengalami penurunan. Pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan konsentrasi yang tinggi mengakibatkan pembentukan lapisan yang tebal pada buah. Akibatnya, lapisan tersebut mampu menghambat proses respirasi dan transpirasi lebih besar daripada pelapis dengan konsentrasi rendah dan tanpa pelapis (Hassan *et al.*, 2018). Pada penelitian ini, pelapis 2% sodium alginat dan kalsium klorida merupakan perlakuan terbaik karena mampu memperlambat peningkatan susut bobot apel potong selama penyimpanan 9 hari.

Susut bobot berhubungan dengan kekerasan apel potong, dimana susut bobot akan selalu meningkat selama penyimpanan karena kehilangan air dan kekerasan akan selalu menurun. Dengan pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida, susut bobot apel potong menjadi lebih rendah daripada perlakuan kontrol tanpa pelapis. Hal tersebut dikarenakan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida mampu membentuk *barrier* semi-permeabel yang menghambat pertukaran gas O₂ dan CO₂. Konsentrasi 2% adalah konsentrasi yang optimal dalam membentuk *barrier* semi-permeabel sehingga optimal dalam menghambat laju respirasi. Hibatul (2018) menjelaskan bahwa semakin besar konsentrasi pelapis ada buah, maka lapisan edible yang dihasilkan semakin tebal dan mengandung air yang lebih tinggi, sehingga proses transpirasi juga akan semakin tinggi dan menyebabkan penyusutan bobot juga akan semakin besar.

Pengamatan terhadap warna (nilai L* dan nilai a*) apel manalagi potong selama penyimpanan 9 hari, didapatkan bahwa faktor pelapis, lama penyimpanan, serta interaksi perlakuan dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kualitas warna apel potong. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pelapis berkorelasi dengan lama penyimpanan. Penurunan nilai L* dan peningkatan nilai a* apel potong diakibatkan oleh dua faktor utama, yaitu respirasi dan aktivitas enzim polifenol oksidase (PPO) (Ju *et al.*, 2019).

Laju respirasi berbanding lurus dengan aktivitas enzimatik. Semakin laju respirasi yang terjadi pada apel potong manalagi, maka aktivitas enzim PPO juga semakin tinggi. Tingginya aktivitas enzim PPO memecah glukosa menjadi senyawa melanin dengan adanya O₂. Akibatnya, nilai L* apel potong semakin menurun dan nilai a* semakin meningkat. Dengan pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium

klorida, nilai L dan nilai a^* dapat dipertahankan dengan baik daripada perlakuan kontrol tanpa pelapis. Hal tersebut dikarenakan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida mampu membentuk gel yang padat sehingga menghalangi masuknya gas O_2 . Gas O_2 yang terhalang mengakibatkan aktivitas enzim PPO menjadi lemah dan reaksi pencoklatan dapat ditekan sehingga warna apel potong dapat dipertahankan. Marghmaleki *et al.*, (2021) menyebutkan bahwa konsentrasi 2% sodium alginat dan kalsium klorida menghasilkan luas permukaan yang optimal dalam melapisi apel potong sehingga laju respirasi dapat ditekan secara maksimal dan aktivitas enzim PPO juga dihambat secara maksimal.

Pengamatan terhadap kadar air apel manalagi potong selama penyimpanan 9 hari, didapatkan bahwa faktor pelapis dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar air apel potong. Namun, faktor interaksi perlakuan dan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) selama proses penyimpanan 9 hari. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pelapis tidak berkorelasi dengan lama penyimpanan. Penurunan kadar air apel potong diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu metabolisme, proses transpirasi, dan respirasi yang merusak struktur dinding sel apel potong (Fina, 2018).

Perbedaan kandungan air dalam buah dan atmosfer penyimpanan menyebabkan proses transpirasi terjadi secara signifikan. Akibatnya, sampel mengalami kehilangan air dan sel-sel mengalami kerusakan yang mengakibatkan rusaknya dinding sel. Dengan pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida, kadar air apel potong lebih tinggi daripada perlakuan kontrol tanpa pelapis. Hal tersebut dikarenakan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida mampu membentuk gel yang padat sehingga mampu menghalangi laju transpirasi dan

menghalangi penyerapan gas O₂ dan CO₂. Alharaty & Ramaswamy (2020) menjelaskan bahwa konsentrasi 2% sodium alginat dan kalsium klorida merupakan konsentrasi terbaik untuk mempertahankan kadar air pada buah strawberry potong. Hal tersebut juga bisa dikaitkan dengan apel potong dimana lapisan edible konsentrasi 2% mampu menghambat proses transpirasi yang berlebih sehingga kadar air dapat dipertahankan.

Pengamatan terhadap TPT apel manalagi potong selama penyimpanan 9 hari, didapatkan bahwa faktor lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) sedangkan faktor perlakuan serta interaksi perlakuan dan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) selama proses penyimpanan 9 hari. Hal ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan meningkatkan TPT buah. Seiring berjalannya waktu, pati yang terdapat pada apel dikonversi menjadi glukosa sehingga TPT meningkat (Fina, 2018).

Nilai TPT apel potong berbanding terbalik dengan kekerasan. TPT akan meningkat seiring proses pematangan sedangkan kekerasan akan menurun seiring pematangan. Semakin lama penyimpanan maka apel potong akan mengalami proses pematangan yang mana akibat dari proses pematangan tersebut maka buah akan semakin manis dan mulai melunak. Secara keseluruhan, apel potong yang diberikan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida memiliki TPT yang lebih rendah. Hal tersebut dikarenakan pelapis mampu menahan proses pemecahan gula sederhana sehingga dapat mempertahankan TPT dan mencegah proses pematangan buah menjadi lebih cepat. Pelapis sodium alginat dan kalsium klorida 2% dapat menurunkan permeabilitas gas dipermukaan buah potong yang

mengakibatkan penurunan laju respirasi dan menurunkan proses pemecahan pati menjadi glukosa sehingga nilai TPT dapat dipertahankan (Senturk *et al.*, 2019).

Pengamatan terhadap keasaman apel manalagi potong selama penyimpanan 9 hari, didapatkan bahwa faktor pelapis dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kualitas kekerasan apel potong. Namun, faktor interaksi perlakuan dan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) selama proses penyimpanan 9 hari. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pelapis tidak berkorelasi dengan lama penyimpanan. Penurunan keasaman apel potong diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu respirasi, transpirasi dan aktivitas enzim (Pham *et al.*, 2023).

Proses respirasi yang terjadi menghasilkan CO₂ sebagai produk dari respirasi. CO₂ kemudian bereaksi dengan H₂O untuk membentuk asam karbonat yang dapat menurunkan pH dan keasaman apel. Selain itu, enzim polifenol oksidase dan enzim pectin metil esterase dapat menyebabkan perubahan tekstur dan penurunan keasaman apel. Enzim polifenol oksidase mengoksidasi senyawa fenolik menghasilkan melanin yang berwarna coklat dan menurunkan rasa asam. Enzim pectin metil esterase memecah pectin sehingga tekstur menjadi lunak dan rasa asam berkurang. Abasalizadeh *et al.*, (2020) menyatakan bahwa pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan konsentrasi tinggi dapat membentuk lapisan tebal yang dapat melindungi apel dari proses respirasi dan reaksi enzim yang mengakibatkan penurunan keasaman apel. Terbukti bahwa konsentrasi 3% sodium alginat dan kalsium klorida mampu mempertahankan keasaman dan kekerasan apel potong karena mampu menghambat aktivitas enzim PPO dan PME.

Pengamatan terhadap aktivitas antioksidan (total kadar fenolik dan aktivitas antioksidan DPPH) apel manalagi potong selama penyimpanan 9 hari, didapatkan bahwa faktor pelapis, lama penyimpanan, serta interaksi perlakuan dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan apel potong. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pelapis berkorelasi dengan lama penyimpanan. Penurunan total kadar fenolik dan persentase aktivitas antioksidan DPPH apel potong diakibatkan oleh beberapa faktor utama, yaitu respirasi, transpirasi dan aktivitas enzim polifenol oksidase (PPO) (Asma *et al.*, 2023).

Laju respirasi berbanding lurus dengan aktivitas enzimatis. Semakin laju respirasi yang terjadi pada apel potong manalagi, maka aktivitas enzim PPO juga semakin tinggi. Tingginya aktivitas enzim PPO memecah glukosa menjadi senyawa melanin dengan adanya O_2 . Akibatnya, kandungan senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan mengalami penurunan dikarenakan enzim tersebut mengikat substratnya (senyawa fenolik) untuk berinteraksi dengan O_2 (Francini & Sebastiani, 2013). Dengan pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida, total kadar fenolik dan aktivitas antioksidan apel potong lebih tinggi daripada perlakuan kontrol tanpa pelapis. Hal tersebut dikarenakan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida mampu membentuk ikatan tiga dimensi yang kuat dan elastis sehingga menghalangi pertukaran gas. Gas O_2 yang terhalang mengakibatkan aktivitas enzim PPO menjadi terganggu sehingga aktivitas antioksidan apel potong dapat dipertahankan. Marghmaleki *et al.*, (2021) menyebutkan bahwa konsentrasi 2% sodium alginat dan kalsium klorida menghasilkan ikatan silang yang optimal dalam melapisi apel potong sehingga laju respirasi dapat ditekan secara maksimal dan aktivitas enzim PPO juga dihambat secara maksimal.

Pengamatan terhadap kadar malondialdehyde apel manalagi potong selama penyimpanan 9 hari, didapatkan bahwa faktor pelapis, lama penyimpanan, serta interaksi perlakuan dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar malondialdehyde apel potong. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pelapis berkorelasi dengan lama penyimpanan. Peningkatan kadar malondialdehyde apel potong diakibatkan oleh dua faktor utama, yaitu respirasi dan aktivitas enzim lipoxygenase (LOX) (Kapoor *et al.*, 2022).

Proses respirasi yang terjadi setelah apel dipotong menghasilkan radikal bebas, seperti superoksida dan hydrogen peroksida. Radikal bebas tersebut dapat menyerang membran sel dan menyebabkan proksidasi lipid menghasilkan MDA. Selain itu, peran enzim lipoxygenase juga mempercepat peroksidasi lipid yang mana enzim LOX tersebut mengoksidasi asam lemak tak jenuh ganda menghasilkan hidroperoksida dan kemudian mengubah hidroperoksida menjadi malondialdehyde. Dengan pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida, kadar malondialdehyde lebih rendah daripada perlakuan kontrol tanpa pelapis. Hal tersebut dikarenakan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida mampu membentuk ikatan silang yang kuat dan elastis sehingga menghalangi pertukaran gas dan menghalangi substrat yang berasal dari membran sel. Liu *et al.*, (2021) menyebutkan bahwa konsentrasi 2% sodium alginat dan kalsium klorida menghasilkan ikatan silang yang optimal dalam melapisi membran sel apel potong sehingga proses pertukaran gas dapat diminimalisir dan kinerja enzim dapat ditekan secara maksimal.

Pengamatan terhadap organoleptik rasa dan kenampakan apel manalagi potong selama penyimpanan 9 hari, didapatkan bahwa faktor pelapis dan lama

penyimpanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap rasa dan kenampakan apel potong segar. Namun, interaksi perlakuan dan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) terhadap organoleptik rasa dan aroma apel potong. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pelapis tidak berkorelasi dengan lama penyimpanan. Secara keseluruhan, perlakuan dan lama penyimpanan memengaruhi rasa dan kenampakan apel potong. Apel potong yang diberi pelapis mampu mempertahankan kualitas rasa dan kenampakan, dan lamanya waktu penyimpanan juga berpengaruh terhadap kualitas rasa dan kenampakan yang dihasilkan. Rasa dan kenampakan apel potong yang diberikan pelapis lebih disukai oleh mayoritas konsumen dan pelapis P2 mampu mempertahankan kualitas rasa dan kenampakan dari hari ke-0 hingga hari ke-9. Cofelice *et al.*, (2019) menyebutkan bahwa buah apel potong yang diberikan pelapis sodium alginat dan kalsium klorida dengan konsentrasi 2% mampu mempertahankan kualitas rasa dan kenampakan apel potong lebih baik daripada perlakuan lain.

Pengamatan terhadap organoleptik kenampakan apel manalagi potong selama penyimpanan 9 hari, didapatkan bahwa faktor pelapis, lama penyimpanan, serta interaksi perlakuan dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p \geq 0,05$) terhadap organoleptik kenampakan apel potong. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pelapis, lama penyimpanan, serta interaksi pelapis dan lama penyimpanan tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap organoleptik aroma. Perlakuan kontrol lebih baik daripada perlakuan yang diberikan pelapis karena aroma apel yang dihasilkan terhalang oleh adanya pelapis. Prajatama *et al.*, (2019) menyebutkan bahwa aroma apel potong tanpa pelapis disukai oleh banyak panelis dikarenakan aromanya masih dapat tercium dengan segar dan wangi.

4.4 Integrasi Sains dan Islam

Hasil penelitian diatas menunjukkan hasil yang positif terhadap kualitas fisikokimia dan organoleptik buah apel manalagi potong. Kualitas fisikokimia apel manalagi potong yang diberikan pelapis dapat memberikan hasil yang lebih baik daripada tanpa menggunakan pelapis. Hal ini merepresentasikan bahwa fungsi pelapis dapat mempertahankan kualitas apel potong agar tetap dapat memberikan nutrisi yang baik bagi tubuh. Perintah untuk mengonsumsi makanan-makanan yang baik, sehat, dan bergizi telah termaktub di dalam Q.S An Nahl ayat 114 sebagai berikut.

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

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

Ayat diatas menjelaskan bahwa kata halal (حلال) bermaksud makanan yang diizinkan untuk dikonsumsi menurut aturan islam (Usman & Suhardi, 2020). Menurut tafsir Ibnu Katsir, makanan yang *thayyib* (طيب) adalah makanan yang baik bagi tubuh, bermanfaat bagi tubuh dan memiliki kualitas yang baik (Cucu, 2022). Buah apel manalagi potong yang diberikan pelapis mampu menjaga kualitas apel baik secara fisik maupun kimia. Selain itu, para panelis yang ikut merasakan dan menguji kualitas organoleptik dari apel potong tersebut menjelaskan bahwa kualitas apel potong yang diberi pelapis lebih disukai daripada kontrol tanpa pelapis.

Tingkat kesukaan panelis terhadap sampel menunjukkan seberapa baik kualitas organoleptik dapat diterima oleh konsumen Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT dalam Q.S Al Mursalat ayat 42:

وَفَوْكِهِ مِمَّا يَشْتَهُونَ

Artinya: “Dan buah-buahan yang mereka sukai” (Q.S: Al Mursalat [77]:42)

Ayat diatas menjelaskan bahwa kualitas buah-buahan yang bagus adalah buah-buahan yang disukai oleh banyak orang. Tarfsir Kemenag RI (2011) menjelaskan bahwa kata yasytahun (يَشْتَهُونَ) berarti nikmat, lezat dan menyenangkan tanpa kekhawatiran akan dampak negatifnya. Tingkat kesukaan panelis atau konsumen terhadap organoleptik apel potong merupakan salah satu indikator buah-buahan yang dimaksudkan oleh ayat tersebut yaitu nikmat, lezat dan menyenangkan tanpa kekhawatiran akan dampak negatifnya. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penambahan pelapis ternyata tidak membawa dampak negatif terhadap kualitas rasa, aroma dan kenampakan. Sebaliknya, adanya penambahan pelapis ternyata membawa dampak yang positif terhadap kualitas rasa, aroma dan kenampakan apel potong. Kualitas fisik, kimia dan organoleptik apel potong dapat dijaga karena adanya pelapis sehingga dapat dikonsumsi secara langsung dan tidak menimbulkan efek negatif pada tubuh.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu terdapat pengaruh pemberian pelapis sodium alginat dan kalsium klorida terhadap kualitas apel (*Malus sylvestris* Mill.) potong segar sebagai berikut:

1. Pemberian perlakuan pelapis pada apel potong segar memengaruhi kualitas fisikokimia buah. Hasil yang paling optimal dalam mempertahankan nilai kekerasan dan keasaman metode titrasi buah terdapat pada perlakuan dengan pelapis sodium alginat 3% dan kalsium klorida 3% sedangkan perlakuan yang paling optimal dalam mempertahankan nilai susut bobot, total padatan terlarut, kadar air, warna, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan dan kadar MDA terdapat pada pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2%
2. Pemberian perlakuan pelapis pada apel potong segar memengaruhi kualitas organoleptik buah. Hasil yang paling optimal yang diungkapkan oleh 30 panelis tidak terlatih terhadap parameter rasa, aroma dan kenampakan buah diperoleh pada perlakuan pelapis sodium alginat 2% dan kalsium klorida 2%. Perlakuan ini merupakan perlakuan yang optimal untuk tetap mempertahankan kualitas fisikokimia maupun kualitas organoleptik buah.
3. Pelapis dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap parameter susut bobot, warna, total kadar fenolik, aktivitas antioksidan DPPH, kadar MDA, organoleptik rasa dan kenampakan.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang laju respirasi dan hubungan kinerja enzimatis yang menyebabkan proses pencoklatan/*browning* pada apel dan juga aktivitas enzimatis (PPO, POD, CAT) yang dapat mengubah kadar fenolik dan antioksidan pada apel potong segar. Selain itu, perlu adanya inovasi tambahan terkait penggunaan *antibrowning* alami sehingga kualitas apel potong dapat dipertahankan dalam jangka waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- 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 their 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>
- 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>
- AOAC. (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (20th edition). AOAC.
- Apra, E., Charles, M., Endrizzi, I., Laura Corollaro, M., Betta, E., Biasioli, F., & Gasperi, F. (2017). Sweet taste in apple: the role of sorbitol, individual sugars, organic acids and volatile compounds. *Scientific Reports*. 7(1): 44950. <https://doi.org/10.1038/srep44950>
- Armghan Khalid, M., Niaz, B., Saeed, F., Afzaal, M., Islam, F., Hussain, M., Mahwish, Muhammad Salman Khalid, H., Siddeeg, A., & Al-Farga, A. (2022). Edible coatings for enhancing safety and quality attributes of fresh produce: A comprehensive review. *International Journal of Food Properties*. 25(1): 1817–1847. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2107005>
- Asma, U., Morozova, K., Ferrentino, G., & Scampicchio, M. (2023). Apples and Apple by-Products: Antioxidant Properties and Food Applications. *Antioxidants*. 12(7): 1456. <https://doi.org/10.3390/antiox12071456>
- Beikzadeh, S., Khezerlou, A., Jafari, S. M., Pilevar, Z., & Mortazavian, A. M. (2020). Seed mucilages as the functional ingredients for biodegradable films and edible coatings in the food industry. *Advances in Colloid and Interface Science*. 280: 102164. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2020.102164>
- Blancas-Benitez, F. J., Montaña-Leyva, B., Aguirre-Güitrón, L., Moreno-Hernández, C. L., Fonseca-Cantabrana, Á., Romero-Islas, L. del C., & González-Estrada, R. R. (2022). Impact of edible coatings on quality of fruits: A review. *Food Control*. 139: 109063. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109063>
- 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>
- Campos, C. A., Gerschenson, L. N., & Flores, S. K. (2011). Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. *Food and Bioprocess Technology*. 4(6): 849–875. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0434-1>
- Chan, M., Sy, H., Finley, J., Robertson, J., & Brown, P. N. (2021). Determination of Ethanol Content in Kombucha Using Headspace Gas Chromatography with Mass Spectrometry Detection: Single-Laboratory Validation. *Journal of AOAC International*. 104(1): 122–128. <https://doi.org/10.1093/jaoacint/qsaa094>

- Chen, H., Wang, J., Cheng, Y., Wang, C., Liu, H., Bian, H., Pan, Y., Sun, J., & Han, W. (2019). Application of Protein-Based Films and Coatings for Food Packaging: A Review. *Polymers*. 11(12): 2039. <https://doi.org/10.3390/polym11122039>
- Codrea, M. C., Nevaileinen, O. S., Tyystjarvi, E., Vandeven, M., & Valcke, R. (2004). Classifying Apples by The Means of Fluorescence Imaging. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*. 18(02): 157–174. <https://doi.org/10.1142/S0218001404003150>
- Cofelice, M., Lopez, F., & Cuomo, F. (2019). Quality control of fresh-cut apples after coating application. *Foods*. 8(6). <https://doi.org/10.3390/foods8060189>
- Corbo, M., Campaniello, D., Speranza, B., Bevilacqua, A., & Sinigaglia, M. (2015). Non-Conventional Tools to Preserve and Prolong the Quality of Minimally-Processed Fruits and Vegetables. *Coatings*. 5(4): 931–961. <https://doi.org/10.3390/coatings5040931>
- Cucu, Z. S. (2022). *Integrasi Sains-Islam Dalam Pembelajaran Kimia*. Bandung: Bimedia Pustaka Utama.
- Cuomo, F., Cofelice, M., & Lopez, F. (2019). Rheological Characterization of Hydrogels from Alginat-Based Nanodispersion. *Polymers*. 11(2): 259. <https://doi.org/10.3390/polym11020259>
- Dalimartha, S & Adrian, F. (2013). *Fakta Ilmiah Buah dan Sayur*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup
- 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>
- Dias, C., Fonseca, A. M. A., Amaro, A. L., Vilas-Boas, A. A., Oliveira, A., Santos, S. A. O., Silvestre, A. J. D., Rocha, S. M., Isidoro, N., & Pintado, M. (2020). Natural-based antioxidant extracts as potential mitigators of fruit browning. *Antioxidants*. 9(8): 1–20. <https://doi.org/10.3390/antiox9080715>
- Eko, B. M., & Liliek, H. (2015). *Gizi dan Kesehatan Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Malang: UIN Malang Press.
- Fina, P. P. (2017). *Edible Coating Lidah Buaya (Aloe vera L.) terhadap Buah Apel Manalagi potong Pada Penyimpanan Suhu Rendah*. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Fotovvati, B., Namdari, N., & Dehghanghadikolaei, A. (2019). On Coating Techniques for Surface Protection: A Review. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*. 3(1): 28. <https://doi.org/10.3390/jmmp3010028>
- Francini, A., & Sebastiani, L. (2013). Phenolic Compounds in Apple (*Malus x domestica* Borkh.): Compounds Characterization and Stability during Postharvest and after Processing. *Antioxidants*. 2(3): 181–193. <https://doi.org/10.3390/antiox2030181>
- Gardjito, M., & Agung, S. W. (2003). *Hortikultura Teknik Analisis Pasca Panen*. Yogyakarta: Trans Media Mitra Printika.
- Gol, N. B., Patel, P. R., & Rao, T. V. R. (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*. 85: 185–195. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.008>
- Gomes de Moura, C. F., Pidone Ribeiro, F. A., Lucke, G., Boiogo Gollucke, A. P., Fujiyama Oshima, C. T., & Ribeiro, D. A. (2015). Apple juice attenuates

- genotoxicity and oxidative stress induced by cadmium exposure in multiple organs of rats. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology: Organ of the Society for Minerals and Trace Elements (GMS)*. 32: 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2015.04.006>
- Grabska, J., Beć, K. B., Ueno, N., & Huck, C. W. (2023). Analyzing the Quality Parameters of Apples by Spectroscopy from Vis/NIR to NIR Region: A Comprehensive Review. *Foods* 12(10). <https://doi.org/10.3390/foods12101946>
- Guanghong, Z. (2012). Optimization of Alginat-Based Coating Formulation for Chicken Breast during Storage at 4 °C. *Food Science*.
- Gutierrez, T. J. (2018). *Polymers for Food Applications*. Berlin: Springer.
- Harker, F. R., Redgwell, R. J., Hallett, I. C., Murray, S. H., & Carter, G. (1997). Texture of Fresh Fruit. *Horticultural Reviews*. 121–224. <https://doi.org/10.1002/9780470650646.ch2>
- 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 Alginat and Calcium Alginat. *Biomacromolecules*. 17(6): 2160–2167. <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.6b00378>
- Hibatul, A. U. N. H. (2018). Perubahan kualitas buah apel manalagi potong dengan pelapis edibel berbasis CMC dan sari lemon (Citrus limon). *Skripsi*. Fakultas Pertanian 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.
- Hung, C.-H., Huang, C.-C., Hsu, L.-S., Kao, S.-H., & Wang, C.-J. (2015). Apple polyphenol inhibits colon carcinoma metastasis via disrupting Snail binding to focal adhesion kinase. *Journal of Functional Foods*. 12. 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.10.031>
- Hyson, D. A. (2011). A Comprehensive Review of Apples and Apple Components and Their Relationship to Human Health. *Advances in Nutrition*. 2(5): 408–420. <https://doi.org/10.3945/an.111.000513>
- Hyun, T. K., & Jang, K.-I. (2016). 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>
- Ichwan, M., Walker, T. L., Nicola, Z., Ludwig-Müller, J., Böttcher, C., Overall, R. W., Adusumilli, V. S., Bulut, M., Sykes, A. M., Hübner, N., Ramirez-Rodriguez, G., Ortiz-López, L., Lugo-Hernández, E. A., & Kempermann, G. (2021). Apple Peel and Flesh Contain Pro-neurogenic Compounds. *Stem Cell Reports*. 16(3): 548–565. <https://doi.org/10.1016/j.stemcr.2021.01.005>
- Isnaini, R., Nurminah, M., & Lubis, Z. (2020). The effect of *edible* coating application based on cassava starch and calcium chloride concentration on the quality of orange sweet potatoes french fries. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 454(1): 012110. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/454/1/012110>

- Jiang, T., Gao, X., Wu, C., Tian, F., Lei, Q., Bi, J., Xie, B., Wang, H. Y., Chen, S., & Wang, X. (2016). Apple-Derived Pectin Modulates Gut Microbiota, Improves Gut Barrier Function, and Attenuates Metabolic Endotoxemia in Rats with Diet-Induced Obesity. *Nutrients*. 8(3): 126.
<https://doi.org/10.3390/nu8030126>
- Ju, J., Xie, Y., Guo, Y., Cheng, Y., Qian, H., & Yao, W. (2019). Application of *edible* coating with essential oil in food preservation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 59(15): 2467–2480.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1456402>
- Kadokawa, J., & Yoshiro, K. (2012). *Engineering of Polysaccharide Materials*. Stanford: Stanford Publishing
- Kapoor, L., Simkin, A. J., George Priya Doss, C., & Siva, R. (2022). Fruit ripening: dynamics and integrated analysis of carotenoids and anthocyanins. *BMC Plant Biology*, 22(1): 27. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03411-w>
- Kays, S. J. (1999). Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology*. 15(3): 233–247.
[https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00088-X](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00088-X)
- Kementerian Agama RI. (2011). *Tafsir Ilmi Makanan dan Minuman dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains*. Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Quran.
- Kemp, R., & Keegan, S. E. (2000). Calcium Chloride. In *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley. https://doi.org/10.1002/14356007.a04_547
- 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 *Nizimuddinina 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., & Horthyńska, 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>
- 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>
- Lin, D., & Zhao, Y. (2007). Innovations in the Development and Application of *Edible* Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 6(3): 60–75.
<https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2007.00018.x>
- Liu, C., Jin, T., Liu, W., Hao, W., Yan, L., & Zheng, L. (2021). Effects of hydroxyethyl cellulose and sodium alginat *edible* coating containing asparagus waste extract on postharvest quality of strawberry fruit. *LWT*. 148: 111770. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111770>

- Ma, B., Yuan, Y., Gao, M., Li, C., Ogutu, C., Li, M., & Ma, F. (2018). Determination of Predominant Organic Acid Components in Malus Species: Correlation with Apple Domestication. *Metabolites*, 8(4): 74. <https://doi.org/10.3390/metabo8040074>
- Malik, D. J., Sokolov, I. J., Vinner, G. K., Mancuso, F., Cinquerrui, S., Vladislavljevic, G. T., Clokie, M. R. J., Garton, N. J., Stapley, A. G. F., & Kirpichnikova, A. (2017). Formulation, stabilisation and encapsulation of bacteriophage for phage therapy. *Advances in Colloid and Interface Science*, 249: 100–133. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2017.05.014>
- Magri, A., Rega, P., Capriolo, G., & Petriccione, M. (2023). Impact of Novel Active Layer-by-Layer Edible Coating on the Qualitative and Biochemical Traits of Minimally Processed ‘Annurca Rossa del Sud’ Apple Fruit. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9). <https://doi.org/10.3390/ijms24098315>
- Malektaj, H., Drozdov, A. D., & deClaville Christiansen, J. (2023). Mechanical Properties of Alginat Hydrogels Cross-Linked with Multivalent Cations. *Polymers*, 15(14). <https://doi.org/10.3390/polym15143012>
- Manzoor, S., Gull, A., Wani, S. M., Ganaie, T. A., Masoodi, F. A., Bashir, K., Malik, A. R., & Dar, B. N. (2021). Improving the shelf life of fresh cut kiwi using nanoemulsion coatings with antioxidant and antimicrobial agents. *Food Bioscience*, 41, 101015. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101015>
- Marghmaleki, S., Mortazavi, S. M. H., Saei, H., & Mostaan, A. (2021). The Effect of Alginat-Based Edible Coating Enriched with Citric Acid and Ascorbic Acid on Texture, Appearance and Eating Quality of Apple Fresh-Cut. *International Journal of Fruit Science*, 21(1): 40–51. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1856018>
- Marini, R. P., Schupp, J. R., Baugher, T. A., & Crassweller, R. (2019). Sampling Apple Trees to Accurately Estimate Mean Fruit Weight and Fruit Size Distribution. *HortScience*, 54(6): 1017–1022.
- 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>
- Mohamed, S. A. A., El-Sakhawy, M., & El-Sakhawy, M. A.-M. (2020). Polysaccharides, Protein and Lipid -Based Natural Edible Films in Food Packaging: A Review. *Carbohydrate Polymers*, 238: 116178. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116178>
- Musacchi, S., & Serra, S. (2018). Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae*, 234: 409–430. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.057>
- Naqash, F., Masoodi, F. A., Ayob, O., & Parvez, S. (2022). Effect of active pectin edible coatings on the safety and quality of fresh-cut apple. *International*

- Journal of Food Science & Technology*. 57(1): 57–66.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.15059>
- Öz, A. T., & Akyol, B. (2020). Effects of calcium chloride plus coating in modified-atmosphere packaging storage on whole-radish postharvest quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 100(10): 3942–3949.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.10437>
- Paidari, S., Zamindar, N., Tahergorabi, R., Kargar, M., Ezzati, S., Shirani, N., & Musavi, S. H. (2021). Edible coating and films as promising packaging: a mini review. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 15(5): 4205–4214. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00979-7>
- Pangestika. (2016). *Pengaruh Konsentrasi CMC dan Jumlah Pencelupan pada Edible Coating Lidah Buaya (Aloe vera) Terhadap Karakteristik Fisik Jambu Merah (Psidium guajava)*. Universitas Brawijaya.
- Paulus, I., De Busscher, R., & Schrevens, E. (1998). Linking Internal and External Quality-Factors of Apples, Measured With Non-Destructive and Destructive Methods. *Acta Horticulturae*. 464: 79–84.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.464.8>
- Pereira, J. O., & Pintado, M. M. (2016). *Edible Packaging A Vehicle for Functional Compounds* (1st edition). New York: CRC Press.
- Pertiwi, A. K., Annisa, C., Ningsih, Z., & Safitri, A. (2023). Microencapsulation of <i>Ruellia tuberosa</i> L. Extracts Using Alginat: Preparation, Biological Activities, and Release. *Indonesian Journal of Chemistry*. 23(2): 321. <https://doi.org/10.22146/ijc.76821>
- Pham, T. T., Nguyen, L. L. P., Dam, M. S., & Baranyai, L. (2023). Application of Edible Coating in Extension of Fruit Shelf Life: Review. *AgriEngineering*. 5(1): 520–536.
- Prajatama, K., Nugroho, F., & Sentosa, A. (2019). Deteksi Kualitas Buah Apel Malang Manalagi Menggunakan Algoritma Naïve Bayes. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*. 8(1). 32-38
- Priya, K., Thirunavookarasu, N., & Chidanand, D. V. (2023). Recent advances in edible coating of food products and its legislations: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*. 12: 100623.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100623>
- Purwanto, Y., & Effendi, R. (2016). The Use of Ascorbic Acid and Aloevera to Inhibit Browning in Fresh-Cut ‘Malang’ Apple. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 04(2): 1–8. <https://doi.org/10.19028/jtep.04.2.203-210>
- Qi, H., Hu, W., Jiang, A., Tian, M., & Li, Y. (2011). Extending shelf-life of Fresh-cut “Fuji” apples with chitosan-coatings. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 12(1): 62–66.
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2010.11.001>
- Rocha, A. M. C. N., & Morais, A. M. M. B. (2003). Shelf life of minimally processed apple (cv. Jonagored) determined by colour changes. *Food Control*. 14(1): 13–20. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(02\)00046-4](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(02)00046-4)
- Rojas-Graü, M. A., Raybaudi-Massilia, R. M., Soliva-Fortuny, R. C., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H., & Martín-Belloso, O. (2007). Apple puree-alginat edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*. 45(2). 254–264.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.017>

- Ropp, R. C. (2013). Group 17 (H, F, Cl, Br, I) Alkaline Earth Compounds. In *Encyclopedia of the Alkaline Earth Compounds* (pp. 25–104). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59550-8.00002-8>
- Rosida, D. F., Nur, H., & Retno, D. (2018). *Edible Coating dan Film dari Biopolimer Bahan Alami Terbarukan*. Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Salgado, P. R., Ortiz, C. M., Musso, Y. S., Di Giorgio, L., & Mauri, A. N. (2015). Edible films and coatings containing bioactives. *Current Opinion in Food Science*. 5: 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.09.004>
- Savitri, I. M. (2019). *Studi Variasi Penambahan Kitosan pada Edible Coating Berbasis Pati Sorgum terhadap Kualitas Buah Apel Potong Manalagi (Malus sylvestris M.)*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Sa'adah, N & Estiasih, T. (2015). Karakterisasi Minuman Sari Apel Produksi Skalam Mikro dan Kecil di Kota Batu: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 374-380
- Schiavano, G. F., De Santi, M., Brandi, G., Fanelli, M., Bucchini, A., Giamperi, L., & Giomaro, G. (2015). Inhibition of Breast Cancer Cell Proliferation and In Vitro Tumorigenesis by a New Red Apple Cultivar. *PloS One*. 10(8): 0135840. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135840>
- Senturk Parreidt, T., Lindner, M., Rothkopf, I., Schmid, M., & Müller, K. (2019). The Development of a Uniform Alginat-Based Coating for Cantaloupe and Strawberries and the Characterization of Water Barrier Properties. *Foods (Basel, Switzerland)*. 8(6). <https://doi.org/10.3390/foods8060203>
- Senturk Parreidt, T., Müller, K., & Schmid, M. (2018). Alginat-Based Edible Films and Coatings for Food Packaging Applications. *Foods (Basel, Switzerland)*. 7(10). <https://doi.org/10.3390/foods7100170>
- 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. <https://doi.org/10.3390/ijms19030742>
- Singh, B., Suri, K., Shevkani, K., Kaur, A., Kaur, A., & Singh, N. (2018). Enzymatic Browning of Fruit and Vegetables: A Review. In *Enzymes in Food Technology* (pp. 63–78). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1933-4_4
- Soekarto. (2002). *Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Jakarta: Bharata Karya Aksara.
- Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2020). Fresh-cut fruits: Apples and pears. *Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce*. 487–494. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804599-2.00037-5>
- Song, H., Jo, W., Song, N., Min, S. C., & Song, K. Bin. (2013). Quality Change of Apple Slices Coated with *Aloe vera* Gel during Storage. *Journal of Food Science*, 78(6). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12141>
- Souza, J. M. A., Leonel, S., Leonel, M., Garcia, E. L., Ribeiro, L. R., Ferreira, R. B., Martins, R. C., de Souza Silva, M., Monteiro, L. N. H., & Duarte, A. S. (2023). Calcium Nutrition in Fig Orchards Enhance Fruit Quality at Harvest and Storage. *Horticulturae*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010123>

- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (2007). *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Syamsir, E. (2010). Teknologi Olah Minimal (Minimally Processed) Buah dan Sayur. *Majalah Kulinologi Indonesia*.
- Tang, T., Xie, X., Ren, X., Wang, W., Tang, X., Zhang, J., & Wang, Z. (2020). A difference of enzymatic browning unrelated to PPO from physiology, targeted metabolomics and gene expression analysis in Fuji apples. *Postharvest Biology and Technology*. 170. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111323>
- 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.
- Velickova, E., Winkelhausen, E., & Kuzmanova, S. (2014). Physical and sensory properties of ready to eat apple chips produced by osmo-convective drying. *Journal of Food Science and Technology*. 51(12): 3691–3701. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-0950-x>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.021>
- Yousuf, B., & Qadri, O. S. (2019). 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>
- Zactiti, E. M., & Kieckbusch, T. G. (2009). Release of potassium sorbate from active films of sodium alginat crosslinked with calcium chloride. *Packaging Technology and Science*. 22(6): 349–358. <https://doi.org/10.1002/pts.860>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data dan analisis perhitungan kekerasan apel potong segar

Kekerasan H0				
P1	P2	P3	C	Keterangan
8,6	8,6	9,5	9,0	Ulangan 1
10,0	8,8	9,3	8,3	Ulangan 2
9,8	10,4	10,8	10,0	Ulangan 3
9,5	9,3	9,9	9,1	Rata-rata
Kekerasan H3				
P1	P2	P3	C	Keterangan
7,9	8,4	8,6	7,6	Ulangan 1
9,3	8,0	8,3	7,4	Ulangan 2
8,1	9,0	8,7	6,6	Ulangan 3
8,4	8,5	8,5	7,2	Rata-rata
Kekerasan H6				
P1	P2	P3	C	Keterangan
7,0	6,2	7,3	5,8	Ulangan 1
6,0	6,0	7,8	5,4	Ulangan 2
6,8	5,8	6,8	4,5	Ulangan 3
6,6	6,0	7,3	5,2	Rata-rata
Kekerasan H9				
P1	P2	P3	C	Keterangan
5,4	5,4	6,1	5,1	Ulangan 1
5,9	4,9	5,0	4,9	Ulangan 2
4,9	4,5	6,0	3,7	Ulangan 3
5,4	4,9	5,7	4,6	Rata-rata

Satuan = N

a. Kekerasan hari ke-0

ANOVA					
Kekerasan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,983	3	,328	,446	,727
Within Groups	5,880	8	,735		
Total	6,863	11			

Kekerasan		
Duncan ^a		
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
C	3	9,100
P2	3	9,267
P1	3	9,467
P3	3	9,867
Sig.		,332

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Kekerasan hari ke-3

ANOVA					
Kekerasan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,689	3	1,230	4,277	,045
Within Groups	2,300	8	,288		
Total	5,989	11			

Kekerasan			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C	3	7,200	
P1	3		8,433
P2	3		8,467
P3	3		8,533
Sig.		1,000	,832

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

c. Kekerasan hari ke-6

ANOVA					
Kekerasan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,950	3	2,317	9,145	,006
Within Groups	2,027	8	,253		
Total	8,977	11			

Kekerasan				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
C	3	5,233		
P2	3	6,000	6,000	
P1	3		6,600	6,600
P3	3			7,300
Sig.		,099	,182	,127

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

d. Kekerasan hari ke-9

ANOVA					
Kekerasan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,257	3	,752	2,154	,171
Within Groups	2,793	8	,349		
Total	5,050	11			

Kekerasan			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
C	3	4,567	
P2	3	4,933	
P1	3	5,400	
P3	3	5,700	
Sig.		,059	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 2. Data dan analisis hasil perhitungan susut bobot apel potong segar

Susut Bobot H0				
P1	P2	P3	C	Keterangan
0,00	0,00	0,00	0,00	Ulangan 1
0,00	0,00	0,00	0,00	Ulangan 2
0,00	0,00	0,00	0,00	Ulangan 3
				Rata-rata
Susut Bobot H3				
P1	P2	P3	C	Keterangan
0,79	0,65	0,69	1,52	Ulangan 1
0,73	0,67	0,79	1,22	Ulangan 2
0,68	0,70	0,72	1,34	Ulangan 3
0,73	0,67	0,74	1,36	Rata-rata
Susut Bobot H6				
P1	P2	P3	C	Keterangan
1,57	0,97	1,39	2,27	Ulangan 1
1,46	1,33	1,59	2,03	Ulangan 2
1,36	1,41	1,08	2,23	Ulangan 3
1,47	1,24	1,35	2,18	Rata-rata
Susut Bobot H9				
P1	P2	P3	C	Keterangan
2,36	1,82	2,08	2,80	Ulangan 1
2,19	1,80	2,06	3,25	Ulangan 2
2,38	2,11	2,23	3,21	Ulangan 3
2,31	1,91	2,13	3,09	Rata-rata

Rumus susut bobot:

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

a. Susut bobot hari ke-3

ANOVA					
Susut_Bobot					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,948	3	,316	43,441	,000
Within Groups	,058	8	,007		
Total	1,006	11			

Susut_Bobot			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
P2	3	,6733	
P1	3	,7333	
P3	3	,7333	
C	3		1,3600
Sig.		,432	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Susut Bobot hari ke-6

ANOVA					
Susut_Bobot					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,611	3	,537	14,457	,001
Within Groups	,297	8	,037		
Total	1,908	11			

Susut_Bobot			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
P2	3	1,2367	
P3	3	1,3533	
P1	3	1,4633	
C	3		2,1767
Sig.		,204	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

c. Susut robot hari ke-9

ANOVA

Susut_Bobot

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,367	3	,789	28,264	,000
Within Groups	,223	8	,028		
Total	2,590	11			

Susut_Bobot

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P2	3	1,9100		
P3	3	2,1233	2,1233	
P1	3		2,3100	
C	3			3,0867
Sig.		,157	,208	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 3. Data dan analisis hasil perhitungan Warna L-Value Apel Potong Segar

Warna H0		
Perlakuan	Nilai L*	Nilai a*
P1U1	62,13	-2,27
P1U2	69,05	-3,92
P1U3	64,34	-2,73
Rata-rata	65,17	-2,97
P2U1	67,73	-3,74
P2U2	72,94	-3,06
P2U3	72,16	-3,73
Rata-rata	70,94	-3,51
P3U1	69,65	-3,80
P3U2	74,70	-3,43
P3U3	76,99	-4,77
Rata-rata	73,78	-4,00
CU1	69,89	-0,09
CU2	72,03	-0,27
CU3	71,87	-0,81
Rata-rata	71,26	-0,39
Warna H3		
Perlakuan	Nilai L*	Nilai a*
P1U1	54,62	-2,09
P1U2	67,65	-3,40
P1U3	70,01	-1,69
Rata-rata	64,09	-2,39
P2U1	65,96	-3,63
P2U2	64,90	-3,47
P2U3	67,23	-2,88
Rata-rata	66,03	-3,33
P3U1	68,96	-3,47
P3U2	59,52	-4,23
P3U3	64,09	-3,81
Rata-rata	64,19	-3,84
CU1	53,19	1,76
CU2	64,07	1,30
CU3	66,64	0,31
Rata-rata	61,30	1,12

Warna H6		
Perlakuan	Nilai L*	Nilai a*
P1U1	53,64	-1,42
P1U2	55,57	-2,44
P1U3	63,16	-0,90
Rata-rata	57,46	-1,59
P2U1	59,31	-2,98
P2U2	62,68	-2,96
P2U3	65,05	-2,67
Rata-rata	62,35	-2,87
P3U1	60,63	-2,80
P3U2	65,78	-2,94
P3U3	64,43	-1,30
Rata-rata	63,61	-2,35
CU1	56,89	2,75
CU2	50,61	3,61
CU3	54,97	3,15
Rata-rata	54,16	3,17
Warna H9		
Perlakuan	Nilai L*	Nilai a*
P1U1	40,99	6,35
P1U2	49,34	4,53
P1U3	48,69	5,45
Rata-rata	46,34	5,44
P2U1	56,10	3,30
P2U2	41,38	3,78
P2U3	55,97	2,26
Rata-rata	51,15	3,11
P3U1	47,81	3,91
P3U2	51,36	3,89
P3U3	46,40	3,20
Rata-rata	48,52	3,67
CU1	43,26	8,19
CU2	43,45	7,58
CU3	40,29	7,36
Rata-rata	42,33	7,71

a. Warna L-value hari ke-0

ANOVA					
L Value					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	119,204	3	39,735	4,426	,041
Within Groups	71,827	8	8,978		
Total	191,030	11			

L Value			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
P1	3	65,1733	
P2	3		70,9433
C	3		71,2633
P3	3		73,7800
Sig.		1,000	,298

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Warna L-value hari ke-3

ANOVA					
L Value					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34,255	3	11,418	,319	,812
Within Groups	286,655	8	35,832		
Total	320,910	11			

L Value			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
C	3	61,3000	
P1	3	64,0933	
P3	3	64,1900	
P2	3	66,0300	
Sig.			,388

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

c. Warna L-value hari ke-6

ANOVA					
L Value					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	173,112	3	57,704	4,514	,039
Within Groups	102,268	8	12,784		
Total	275,380	11			

L Value			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C	3	54,1567	
P1	3	57,4567	57,4567
P2	3		62,3467
P3	3		63,6133
Sig.		,291	,078

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000

d. Warna L-value hari ke-9

ANOVA					
L Value					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	125,179	3	41,726	1,623	,259
Within Groups	205,678	8	25,710		
Total	330,857	11			

L Value			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
C	3	42,3333	
P1	3	46,3400	
P3	3	48,5233	
P2	3	51,1500	
Sig.		,081	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000

Lampiran 3. Data dan analisis hasil perhitungan warna a-value apel potong segar

a. Warna a-value hari ke-0

ANOVA					
a_value					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	23,267	3	7,756	20,734	,000
Within Groups	2,992	8	,374		
Total	26,259	11			

a_value			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
P3	3	-4,0000	
P2	3	-3,5100	
P1	3	-2,9733	
C	3		-,3900
Sig.		,084	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Warna a-value hari ke-3

ANOVA					
a_value					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	44,989	3	14,996	36,354	,000
Within Groups	3,300	8	,413		
Total	48,289	11			

a_value				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P3	3	-3,8367		
P2	3	-3,3267	-3,3267	
P1	3		-2,3933	
C	3			1,1233
Sig.		,359	,113	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

c. Warna a-value hari ke-6

ANOVA					
a_value					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	69,030	3	23,010	55,594	,000
Within Groups	3,311	8	,414		
Total	72,341	11			

a_value				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P2	3	-2,8700		
P3	3	-2,3467	-2,3467	
P1	3		-1,5867	
C	3			3,1700
Sig.		,348	,186	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

d. Warna a-value hari ke-9

ANOVA					
a_value					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38,630	3	12,877	28,933	,000
Within Groups	3,560	8	,445		
Total	42,191	11			

a_value				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P2	3	3,1133		
P3	3	3,6667		
P1	3		5,4433	
C	3			7,7100
Sig.		,339	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 4. Data dan analisis hasil perhitungan kadar air apel potong segar

Kadar Air H0				
P1	P2	P3	C	Keterangan
88,64	88,73	88,135	88,21	Ulangan 1
88,92	91,17	89,365	86,44	Ulangan 2
86,00	89,75	89,423	87,33	Ulangan 3
87,85	89,88	88,97	87,33	Rata-rata
Kadar Air H3				
P1	P2	P3	C	Keterangan
87,77	87,85	89,83	88,31	Ulangan 1
87,19	87,42	86,77	85,92	Ulangan 2
88,44	89,77	87,46	86,25	Ulangan 3
87,80	88,35	88,02	86,83	Rata-rata
Kadar Air H6				
P1	P2	P3	C	Keterangan
86,44	86,76	85,846	87,02	Ulangan 1
86,58	86,86	87,712	85,18	Ulangan 2
87,50	87,44	88,25	85	Ulangan 3
86,84	87,02	87,27	85,73	Rata-rata
Kadar Air H9				
P1	P2	P3	C	Keterangan
85,577	85,673	84,42	83,404	Ulangan 1
84,231	86,75	85,2	83,904	Ulangan 2
84,808	85,192	85,02	84	Ulangan 3
84,87	85,87	84,88	83,77	Rata-rata

Rumus kadar air:

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

a. Kadar air hari ke-0

ANOVA					
Kadar_Air					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11,799	3	3,933	2,908	,101
Within Groups	10,820	8	1,352		
Total	22,619	11			

Kadar_Air			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C	3	87,3267	
P1	3	87,8533	87,8533
P3	3	88,9743	88,9743
P2	3		89,8833
Sig.		,135	,074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Kadar air hari ke-3

ANOVA					
Kadar_Air					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,852	3	1,284	,827	,515
Within Groups	12,421	8	1,553		
Total	16,273	11			

Kadar_Air			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
C	3	86,8267	
P1	3	87,8000	
P3	3	88,0200	
P2	3	88,3467	
Sig.		,197	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

c. Kadar air hari ke-6

ANOVA					
Kadar_Air					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,139	3	1,380	1,668	,250
Within Groups	6,616	8	,827		
Total	10,755	11			

Kadar_Air		
Duncan ^a		
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
C	3	85,7333
P1	3	86,8400
P2	3	87,0200
P3	3	87,2693
Sig.		,088

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000

d. Kadar air hari ke-9

ANOVA					
Kadar_Air					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,639	3	2,213	6,501	,015
Within Groups	2,723	8	,340		
Total	9,362	11			

Kadar_Air			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C	3	83,7693	
P1	3	84,8720	84,8720
P3	3	84,8800	84,8800
P2	3		85,8717
Sig.		,056	,079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000

Lampiran 5. Data dan analisis hasil perhitungan total padatan terlarut apel potong segar

Total Padatan Terlarut H0				
P1	P2	P3	C	Keterangan
14	14	14	13	Ulangan 1
14	14	14	14	Ulangan 2
14	13	14	16	Ulangan 3
14,0	13,7	14,0	14,3	Rata-rata
Total Padatan Terlarut H3				
P1	P2	P3	C	Keterangan
15	16	15	16	Ulangan 1
16	15	15	16	Ulangan 2
15	14	16	16	Ulangan 3
15,7	15,0	15,3	16,0	Rata-rata
Total Padatan Terlarut H6				
P1	P2	P3	C	Keterangan
17	16	17,0	16	Ulangan 1
16	16	15,0	18	Ulangan 2
14	16	17,0	15	Ulangan 3
15,7	16,0	16,3	16,3	Rata-rata
Total Padatan Terlarut H9				
P1	P2	P3	C	Keterangan
17	18,0	17	19	Ulangan 1
16	16,0	17	18	Ulangan 2
17	16,0	17	16	Ulangan 3
16,7	16,7	17,0	17,7	Rata-rata

Satuan= °brix

a. Total padatan terlarut hari ke-0

ANOVA					
Total Padatan Terlarut					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7,000	3	2,333	1,750	,234
Within Groups	10,667	8	1,333		
Total	17,667	11			

Total Padatan Terlarut		
Duncan ^a		
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
P1	3	13,33
P2	3	13,67
C	3	14,33
P3	3	15,33
Sig.		,082

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Total padatan terlarut hari ke-3

ANOVA					
Total Padatan Terlarut					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,667	3	,556	1,333	,330
Within Groups	3,333	8	,417		
Total	5,000	11			

Total Padatan Terlarut		
Duncan ^a		
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
P2	3	15,00
P1	3	15,33
P3	3	15,67
C	3	16,00
Sig.		,113

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

c. Total padatan terlarut hari ke-6

ANOVA					
Total Padatan Terlarut					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,667	3	,556	,317	,813
Within Groups	14,000	8	1,750		
Total	15,667	11			

Total Padatan Terlarut		
Duncan ^a		
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
P1	3	15,67
P2	3	15,00
C	3	15,33
P3	3	15,67
Sig.		,408

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

d. Total padatan terlarut hari ke-9

ANOVA					
Total Padatan Terlarut					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,250	3	1,417	1,308	,337
Within Groups	8,667	8	1,083		
Total	12,917	11			

Total Padatan Terlarut		
Duncan ^a		
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
P1	3	16,33
P2	3	16,67
P3	3	17,67
C	3	17,67
Sig.		,178

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 6. Data dan analisis hasil perhitungan keasaman metode titrasi apel potong segar

Keasaman metode titrasi H0				
P1	P2	P3	C	Keterangan
4,8	4,3	4,8	4,3	Ulangan 1
4,8	4,3	5,4	4,8	Ulangan 2
4,8	4,3	5,4	3,2	Ulangan 3
4,8	4,3	5,2	4,1	Rata-rata
Keasaman metode titrasi H3				
P1	P2	P3	C	Keterangan
4,3	4,3	5,4	3,8	Ulangan 1
4,3	3,8	4,3	3,8	Ulangan 2
4,3	3,8	5,4	3,8	Ulangan 3
4,3	4,0	5,0	3,8	Rata-rata
Keasaman metode titrasi H6				
P1	P2	P3	C	Keterangan
2,7	2,7	4,8	2,1	Ulangan 1
3,2	2,7	4,3	2,1	Ulangan 2
2,7	2,7	4,3	2,1	Ulangan 3
2,9	2,7	4,5	2,1	Rata-rata
Keasaman metode titrasi H9				
P1	P2	P3	C	Keterangan
2,7	2,7	3,2	1,6	Ulangan 1
2,1	2,7	2,7	1,6	Ulangan 2
2,7	1,6	3,2	1,6	Ulangan 3
2,5	2,3	3,0	1,6	Rata-rata

Rumus keasaman metode titrasi:

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

a. Keasaman metode titrasi hari ke-0

ANOVA					
Keasaman yang dititrasi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,220	3	,740	3,747	,060
Within Groups	1,580	8	,198		
Total	3,800	11			

Keasaman yang dititrasi			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C	3	4,100	
P2	3	4,300	
P1	3	4,800	4,800
P3	3		5,200
Sig.		,101	,302

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Keasaman metode titrasi hari ke-3

ANOVA					
Keasaman yang dititrasi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,689	3	,896	7,368	,011
Within Groups	,973	8	,122		
Total	3,663	11			

Keasaman yang dititrasi			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C	3	3,800	
P2	3	3,967	
P1	3	4,300	
P3	3		5,033
Sig.		,131	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

c. Keasaman metode titrasi hari ke-6

ANOVA					
Keasaman yang dititrasi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9,193	3	3,064	73,547	,000
Within Groups	,333	8	,042		
Total	9,527	11			

Keasaman yang dititrasi				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
C	3	2,100		
P2	3		2,700	
P1	3		2,867	
P3	3			4,467
Sig.		1,000	,347	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

d. Keasaman metode titrasi hari ke-9

ANOVA					
Keasaman yang dititrasi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3,153	3	1,051	6,930	,013
Within Groups	1,213	8	,152		
Total	4,367	11			

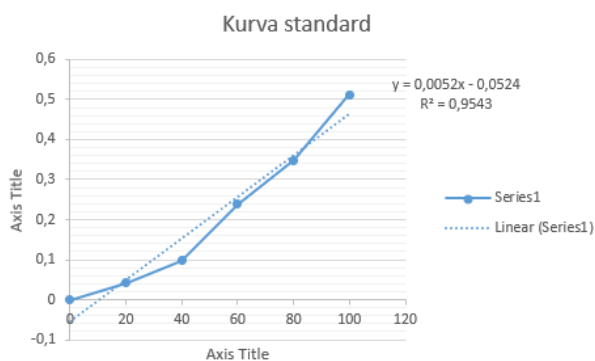
Keasaman yang dititrasi			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C	3	1,600	
P2	3		2,333
P1	3		2,500
P3	3		3,033
Sig.		1,000	,068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 7. Data dan analisis hasil perhitungan total kadar fenolik apel potong segar

Total Phenolic Content H0				
P1	P2	P3	C	Keterangan
304,2	357,1	400,3	282,1	Ulangan 1
290,7	353,2	395,5	290,7	Ulangan 2
295,6	347,5	401,3	283,0	Ulangan 3
296,8	352,6	399,0	285,3	Rata-rata
Keasaman metode titrasi H3				
P1	P2	P3	C	Keterangan
267,7	272,5	311,0	220,6	Ulangan 1
265,8	274,4	316,7	208,0	Ulangan 2
266,7	275,4	324,4	210,0	Ulangan 3
266,7	274,1	317,4	212,9	Rata-rata
Keasaman metode titrasi H6				
P1	P2	P3	C	Keterangan
211,0	228,3	200,3	160,9	Ulangan 1
212,0	218,6	204,2	164,8	Ulangan 2
213,0	230,2	194,6	160,0	Ulangan 3
212,0	225,7	199,7	161,9	Rata-rata
Keasaman metode titrasi H9				
P1	P2	P3	C	Keterangan
137,8	169,6	153,2	122,5	Ulangan 1
136,0	175,4	150,3	117,7	Ulangan 2
134,0	185,0	146,0	115,8	Ulangan 3
135,9	176,7	149,8	118,7	Rata-rata



Rumus total fenolik =

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

a. Total kadar fenolik hari ke-0

ANOVA					
Total Kadar Fenolik					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24990,927	3	8330,309	326,775	,000
Within Groups	203,940	8	25,492		
Total	25194,867	11			

Total Kadar Fenolik					
Duncan ^a					
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
C	3	285,267			
P1	3		296,833		
P2	3			352,600	
P3	3				399,033
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Total kadar fenolik hari ke-3

ANOVA					
Total Kadar Fenolik					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16546,047	3	5515,349	234,322	,000
Within Groups	188,300	8	23,537		
Total	16734,347	11			

Total Kadar Fenolik					
Duncan ^a					
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	
C	3	212,867			
P1	3		266,733		
P2	3		274,100		
P3	3			317,367	
Sig.		1,000	,100	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

c. Total kadar fenolik hari ke-6

ANOVA					
Total Kadar Fenolik					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6768,202	3	2256,067	129,790	,000
Within Groups	139,060	8	17,383		
Total	6907,262	11			

Total Kadar Fenolik					
Duncan ^a					
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
C	3	161,900			
P3	3		199,700		
P1	3			212,000	
P2	3				225,700
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

d. Total kadar fenolik hari ke-9

ANOVA					
Total kadar fenolik					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5404,456	3	1801,485	80,826	,000
Within Groups	178,307	8	22,288		
Total	5582,762	11			

Total kadar fenolik					
Duncan ^a					
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
C	3	118,667			
P1	3		135,933		
P3	3			149,833	
P2	3				176,667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 8. Data dan analisis hasil perhitungan aktivitas antioksidan DPPH apel potong segar

Antioksidan DPPH H0				
P1	P2	P3	C	Keterangan
81,51	82,03	93,23	80,47	Ulangan 1
81,77	83,59	94,27	80,99	Ulangan 2
83,07	82,55	94,79	81,77	Ulangan 3
82,12	82,73	94,10	81,08	Rata-rata
Antioksidan DPPH H3				
P1	P2	P3	C	Keterangan
72,92	73,70	69,79	66,67	Ulangan 1
74,74	74,22	71,09	65,89	Ulangan 2
74,48	74,74	70,31	67,45	Ulangan 3
74,05	74,22	70,40	66,67	Rata-rata
Antioksidan DPPH H6				
P1	P2	P3	C	Keterangan
59,38	59,11	58,85	57,29	Ulangan 1
58,85	58,85	60,42	57,81	Ulangan 2
59,90	58,59	59,64	58,85	Ulangan 3
59,38	58,85	59,64	57,99	Rata-rata
Antioksidan DPPH H9				
P1	P2	P3	C	Keterangan
27,34	31,25	29,17	16,67	Ulangan 1
27,08	30,21	27,60	17,71	Ulangan 2
26,04	31,51	28,65	17,45	Ulangan 3
26,82	30,99	28,47	17,27	Rata-rata

Rumus antioksidan DPPH:

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

$$Ac = 0,368$$

a. Aktivitas antioksidan DPPH hari ke-0

ANOVA					
Aktivitas antioksidan DPPH					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	334,916	3	111,639	186,958	,000
Within Groups	4,777	8	,597		
Total	339,693	11			

Aktivitas antioksidan DPPH				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
C	3	81,0767		
P1	3	82,1167	82,1167	
P2	3		82,7233	
P3	3			94,0967
Sig.		,138	,364	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Aktivitas antioksidan hari ke-3

ANOVA					
Aktivitas antioksidan DPPH					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	102,816	3	34,272	47,530	,000
Within Groups	5,769	8	,721		
Total	108,585	11			

Aktivitas antioksidan DPPH				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
C	3	66,6700		
P3	3		70,3967	
P2	3			73,4400
P1	3			74,0467
Sig.		1,000	1,000	,407

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

c. Aktivitas antioksidan hari ke-6

ANOVA					
Aktivitas antioksidan DPPH					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7,131	3	2,377	4,143	,048
Within Groups	4,590	8	,574		
Total	11,721	11			

Aktivitas antioksidan DPPH			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C	3	57,9833	
P2	3	58,8500	58,8500
P3	3		59,6367
P1	3		59,9833
Sig.		,199	,117

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

d. Aktivitas antioksidan hari ke-9

ANOVA					
Aktivitas antioksidan DPPH					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	323,214	3	107,738	229,356	,000
Within Groups	3,758	8	,470		
Total	326,972	11			

Aktivitas antioksidan DPPH					
Duncan ^a					
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
C	3	17,2767			
P1	3		26,8200		
P3	3			28,4733	
P2	3				30,9900
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 9. Data dan analisis hasil perhitungan kadar malondialdehyde apel potong segar

MDA H0				
P1	P2	P3	C	Keterangan
2,524	2,349	1,784	4,659	Ulangan 1
2,030	2,437	1,943	4,091	Ulangan 2
2,243	2,979	1,548	4,613	Ulangan 3
2,266	2,588	1,758	4,455	Rata-rata
MDA H3				
P1	P2	P3	C	Keterangan
4,236075	3,801	3,946	7,985	Ulangan 1
4,584375	4,407	4,443	7,806	Ulangan 2
4,061925	4,236	4,683	8,009	Ulangan 3
4,294	4,148	4,358	7,933	Rata-rata
MDA H6				
P1	P2	P3	C	Keterangan
8,561	7,72011	9,098	14,328	Ulangan 1
8,764	8,508285	8,740	14,283	Ulangan 2
9,852	7,801785	8,648	14,285	Ulangan 3
9,059	8,010	8,829	14,298	Rata-rata
MDA H9				
P1	P2	P3	C	Keterangan
11,126	9,861435	10,813	19,76427	Ulangan 1
10,495	9,66321	10,323	19,82988	Ulangan 2
10,902	9,79956	10,747	20,09493	Ulangan 3
10,841	9,775	10,628	19,896	Rata-rata

Rumus kadar MDA:

$$\text{Kadar MDA (nmol g}^{-1}\text{)} = \frac{C \times V}{V_s \times m}$$

a. Kadar MDA hari ke-0

ANOVA					
Kadar_MDA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,319	3	,773	11,482	,003
Within Groups	,539	8	,067		
Total	2,858	11			

Kadar_MDA				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P3	3	1,7583		
P1	3		2,2657	
P2	3		2,5883	2,5883
C	3			2,9550
Sig.		1,000	,166	,122

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Kadar MDA hari ke-3

ANOVA					
Kadar_MDA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30,322	3	10,107	125,564	,000
Within Groups	,644	8	,080		
Total	30,966	11			

Kadar_MDA			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
P2	3	4,1480	
P1	3	4,2941	
P3	3	4,3573	
C	3		7,9333
Sig.		,411	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

c. Kadar MDA hari ke-6

ANOVA					
Kadar_MDA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	74,059	3	24,686	135,836	,000
Within Groups	1,454	8	,182		
Total	75,513	11			

Kadar_MDA				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P2	3	8,0101		
P3	3		8,8287	
P1	3		9,0590	
C	3			14,2987
Sig.		1,000	,527	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

d. Kadar MDA hari ke-9

ANOVA					
Kadar_MDA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	204,199	3	68,066	1272,444	,000
Within Groups	,428	8	,053		
Total	204,627	11			

Kadar_MDA				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P2	3	9,7747		
P3	3		10,6277	
P1	3		10,8410	
C	3			19,8964
Sig.		1,000	,291	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 10. Data Organoleptik Rasa dan Uji lanjut

H0				H3				H6				H9			
P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	3	4	3	2
4	5	5	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	4	2	3
4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3
4	4	4	4	4	5	4	4	3	3	2	3	3	3	2	3
3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	2	4
4	5	4	5	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3
5	4	3	4	5	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3
3	5	4	5	3	4	4	4	2	3	3	4	3	3	3	2
4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3
4	5	4	5	4	4	3	4	4	3	2	2	3	3	3	2
5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3	2
4	4	5	4	4	4	4	3	3	4	4	2	2	3	3	3
5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	2	3
5	4	4	4	3	3	3	3	2	4	3	2	3	3	2	2
4	3	5	4	4	3	4	4	3	3	3	4	2	2	3	3
4	4	4	4	3	4	2	4	3	4	2	4	3	3	3	3
3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	2	2	3
4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3
4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	2	2	2
3	4	4	5	3	4	4	4	3	3	4	3	2	3	2	3
4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	2	3
5	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	2	3
4	5	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	2	2	3
5	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	2	3	2	3
4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	2	2
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
3	4	4	4	3	4	4	4	3	2	4	4	4	2	2	3
4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3
4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	2	2	2	4
4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3
4,03	4,03	3,90	4,03	3,73	3,77	3,57	3,63	3,40	3,47	3,20	3,37	2,90	3,00	2,47	2,83

<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_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 P1 >< P2 (H0)</p>		Organoleptik_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>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>400,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>865,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,878</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,380</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P3 (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	400,500	Wilcoxon W	865,500	Z	-,878	Asymp. Sig. (2-tailed)	,380	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>449,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>914,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,009</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,993</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< C (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	449,500	Wilcoxon W	914,500	Z	-,009	Asymp. Sig. (2-tailed)	,993	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>400,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>865,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,878</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,380</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P3 (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	400,500	Wilcoxon W	865,500	Z	-,878	Asymp. Sig. (2-tailed)	,380
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	450,000																																										
Wilcoxon W	915,000																																										
Z	,000																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	400,500																																										
Wilcoxon W	865,500																																										
Z	-,878																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,380																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	449,500																																										
Wilcoxon W	914,500																																										
Z	-,009																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,993																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	400,500																																										
Wilcoxon W	865,500																																										
Z	-,878																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,380																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>449,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>914,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,009</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,993</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	449,500	Wilcoxon W	914,500	Z	-,009	Asymp. Sig. (2-tailed)	,993	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>399,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>864,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,935</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,350</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< C (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	399,000	Wilcoxon W	864,000	Z	-,935	Asymp. Sig. (2-tailed)	,350	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>435,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>900,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,264</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,792</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P2 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	435,500	Wilcoxon W	900,500	Z	-,264	Asymp. Sig. (2-tailed)	,792	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>391,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>856,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,027</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,304</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P3 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	391,500	Wilcoxon W	856,500	Z	-,027	Asymp. Sig. (2-tailed)	,304
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	449,500																																										
Wilcoxon W	914,500																																										
Z	-,009																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,993																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	399,000																																										
Wilcoxon W	864,000																																										
Z	-,935																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,350																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	435,500																																										
Wilcoxon W	900,500																																										
Z	-,264																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,792																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	391,500																																										
Wilcoxon W	856,500																																										
Z	-,027																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,304																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>410,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>875,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,704</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,482</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< C (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	410,500	Wilcoxon W	875,500	Z	-,704	Asymp. Sig. (2-tailed)	,482	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>377,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>842,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,1296</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,195</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P3 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	377,000	Wilcoxon W	842,000	Z	-,1296	Asymp. Sig. (2-tailed)	,195	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>395,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>860,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,983</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,326</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	395,500	Wilcoxon W	860,500	Z	-,983	Asymp. Sig. (2-tailed)	,326	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>429,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>894,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,358</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,720</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< C (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	429,500	Wilcoxon W	894,500	Z	-,358	Asymp. Sig. (2-tailed)	,720
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	410,500																																										
Wilcoxon W	875,500																																										
Z	-,704																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,482																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	377,000																																										
Wilcoxon W	842,000																																										
Z	-,1296																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,195																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	395,500																																										
Wilcoxon W	860,500																																										
Z	-,983																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,326																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	429,500																																										
Wilcoxon W	894,500																																										
Z	-,358																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,720																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>428,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>893,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,367</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,714</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P2 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	428,000	Wilcoxon W	893,000	Z	-,367	Asymp. Sig. (2-tailed)	,714	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</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>-,1183</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,237</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P3 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	378,000	Wilcoxon W	843,000	Z	-,1183	Asymp. Sig. (2-tailed)	,237	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</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 P1 >< C (H6)</p>		Organoleptik_H6	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>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>355,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>820,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,1568</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,117</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P3 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	355,000	Wilcoxon W	820,000	Z	-,1568	Asymp. Sig. (2-tailed)	,117
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	428,000																																										
Wilcoxon W	893,000																																										
Z	-,367																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,714																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	378,000																																										
Wilcoxon W	843,000																																										
Z	-,1183																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,237																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	448,000																																										
Wilcoxon W	913,000																																										
Z	-,033																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,974																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	355,000																																										
Wilcoxon W	820,000																																										
Z	-,1568																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,117																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>427,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>892,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,371</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,710</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	427,500	Wilcoxon W	892,500	Z	-,371	Asymp. Sig. (2-tailed)	,710	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>385,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>850,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,1052</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,293</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< C (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	385,000	Wilcoxon W	850,000	Z	-,1052	Asymp. Sig. (2-tailed)	,293	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</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>-,614</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,539</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P2 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	414,000	Wilcoxon W	879,000	Z	-,614	Asymp. Sig. (2-tailed)	,539	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>287,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>752,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,2734</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,006</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P3 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	287,000	Wilcoxon W	752,000	Z	-,2734	Asymp. Sig. (2-tailed)	,006
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	427,500																																										
Wilcoxon W	892,500																																										
Z	-,371																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,710																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	385,000																																										
Wilcoxon W	850,000																																										
Z	-,1052																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,293																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	414,000																																										
Wilcoxon W	879,000																																										
Z	-,614																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,539																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	287,000																																										
Wilcoxon W	752,000																																										
Z	-,2734																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,006																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>427,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>892,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,409</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,682</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< C (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	427,000	Wilcoxon W	892,000	Z	-,409	Asymp. Sig. (2-tailed)	,682	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>258,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>723,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,3177</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,001</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P3 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	258,000	Wilcoxon W	723,000	Z	-,3177	Asymp. Sig. (2-tailed)	,001	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</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>-,1051</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,293</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	390,000	Wilcoxon W	855,000	Z	-,1051	Asymp. Sig. (2-tailed)	,293	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>301,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>766,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-,2552</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,011</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< C (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	301,000	Wilcoxon W	766,000	Z	-,2552	Asymp. Sig. (2-tailed)	,011
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	427,000																																										
Wilcoxon W	892,000																																										
Z	-,409																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,682																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	258,000																																										
Wilcoxon W	723,000																																										
Z	-,3177																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	390,000																																										
Wilcoxon W	855,000																																										
Z	-,1051																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,293																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	301,000																																										
Wilcoxon W	766,000																																										
Z	-,2552																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,011																																										

Lampiran 11. Data organoleptik aroma dan uji lanjut

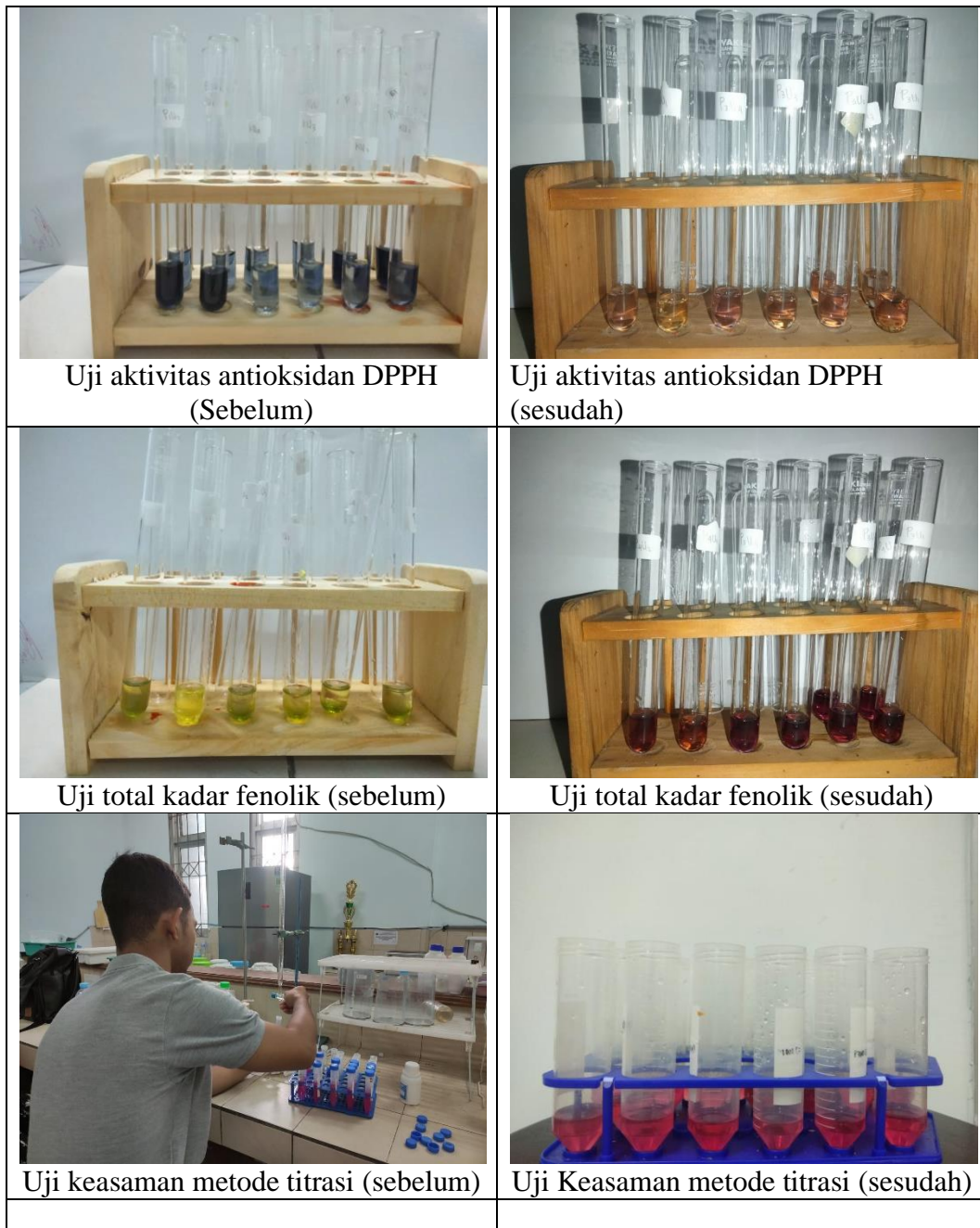
H0				H3				H6				H9			
P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C
5	5	5	5	3	5	3	4	4	4	4	4	2	2	3	4
5	4	5	5	5	4	5	3	4	3	4	3	4	3	3	3
4	5	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3	2
5	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	2	2	3
5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	5	4	4	4	5	4	4	3	3	4	3	3	2	4	2
5	4	5	5	4	4	5	3	4	3	4	3	3	3	3	3
5	5	5	5	3	3	3	3	4	4	3	3	2	3	2	3
3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	2	3	3	3	3
4	5	4	5	4	4	4	3	3	4	3	2	2	3	3	3
4	5	4	4	4	5	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3
3	5	5	4	3	4	4	4	3	4	2	4	2	3	3	3
4	4	4	5	5	4	3	3	3	2	3	4	2	3	3	3
5	3	5	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	2	2	3
3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4
4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3
3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	2	4
4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3
3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4
4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3
4	5	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4
3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4
4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3
3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4
4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3
4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4
3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3
3,97	4,07	4,00	4,07	3,62	3,69	3,66	3,72	3,33	3,47	3,43	3,53	3,00	3,10	3,00	3,27

<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>416,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>881,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.550</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.582</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P2 (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	416,000	Wilcoxon W	881,000	Z	-.550	Asymp. Sig. (2-tailed)	.582	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>438,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>903,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.186</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.852</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P3 (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	438,500	Wilcoxon W	903,500	Z	-.186	Asymp. Sig. (2-tailed)	.852	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>415,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>880,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.585</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.559</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< C (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	415,000	Wilcoxon W	880,000	Z	-.585	Asymp. Sig. (2-tailed)	.559	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>427,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>892,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.375</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.708</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P3 (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	427,000	Wilcoxon W	892,000	Z	-.375	Asymp. Sig. (2-tailed)	.708
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	416,000																																										
Wilcoxon W	881,000																																										
Z	-.550																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.582																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	438,500																																										
Wilcoxon W	903,500																																										
Z	-.186																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.852																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	415,000																																										
Wilcoxon W	880,000																																										
Z	-.585																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.559																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	427,000																																										
Wilcoxon W	892,000																																										
Z	-.375																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.708																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</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>-.034</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.973</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	448,000	Wilcoxon W	913,000	Z	-.034	Asymp. Sig. (2-tailed)	.973	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>427,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>892,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.388</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.698</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< C (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	427,000	Wilcoxon W	892,000	Z	-.388	Asymp. Sig. (2-tailed)	.698	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</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>-.720</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.472</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P2 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	406,000	Wilcoxon W	871,000	Z	-.720	Asymp. Sig. (2-tailed)	.472	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</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>-.232</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.817</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P3 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	436,000	Wilcoxon W	901,000	Z	-.232	Asymp. Sig. (2-tailed)	.817
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	448,000																																										
Wilcoxon W	913,000																																										
Z	-.034																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.973																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	427,000																																										
Wilcoxon W	892,000																																										
Z	-.388																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.698																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	406,000																																										
Wilcoxon W	871,000																																										
Z	-.720																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.472																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	436,000																																										
Wilcoxon W	901,000																																										
Z	-.232																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.817																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>382,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>847,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,173</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.241</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< C (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	382,000	Wilcoxon W	847,000	Z	-1,173	Asymp. Sig. (2-tailed)	.241	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>419,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>884,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.508</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.611</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P3 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	419,000	Wilcoxon W	884,000	Z	-.508	Asymp. Sig. (2-tailed)	.611	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</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>-.274</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.784</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	434,000	Wilcoxon W	899,000	Z	-.274	Asymp. Sig. (2-tailed)	.784	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</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>-.922</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.357</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< C (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	397,000	Wilcoxon W	862,000	Z	-.922	Asymp. Sig. (2-tailed)	.357
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	382,000																																										
Wilcoxon W	847,000																																										
Z	-1,173																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.241																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	419,000																																										
Wilcoxon W	884,000																																										
Z	-.508																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.611																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	434,000																																										
Wilcoxon W	899,000																																										
Z	-.274																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.784																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	397,000																																										
Wilcoxon W	862,000																																										
Z	-.922																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.357																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>392,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>857,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.979</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.328</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P2 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	392,000	Wilcoxon W	857,000	Z	-.979	Asymp. Sig. (2-tailed)	.328	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>406,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>871,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.737</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.461</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< P3 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	406,500	Wilcoxon W	871,500	Z	-.737	Asymp. Sig. (2-tailed)	.461	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>358,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>823,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,535</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.125</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< C (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	358,000	Wilcoxon W	823,000	Z	-1,535	Asymp. Sig. (2-tailed)	.125	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>435,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>900,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.244</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.808</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< P3 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	435,500	Wilcoxon W	900,500	Z	-.244	Asymp. Sig. (2-tailed)	.808
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	392,000																																										
Wilcoxon W	857,000																																										
Z	-.979																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.328																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	406,500																																										
Wilcoxon W	871,500																																										
Z	-.737																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.461																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	358,000																																										
Wilcoxon W	823,000																																										
Z	-1,535																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.125																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	435,500																																										
Wilcoxon W	900,500																																										
Z	-.244																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.808																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</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>-.607</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.544</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	414,000	Wilcoxon W	879,000	Z	-.607	Asymp. Sig. (2-tailed)	.544	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</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>-.839</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.401</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< C (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	400,000	Wilcoxon W	865,000	Z	-.839	Asymp. Sig. (2-tailed)	.401	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>412,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>877,500</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 P1 >< P2 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	412,500	Wilcoxon W	877,500	Z	-.656	Asymp. Sig. (2-tailed)	.512	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</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 P1 >< P3 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	450,000	Wilcoxon W	915,000	Z	.000	Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	414,000																																										
Wilcoxon W	879,000																																										
Z	-.607																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.544																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	400,000																																										
Wilcoxon W	865,000																																										
Z	-.839																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.401																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	412,500																																										
Wilcoxon W	877,500																																										
Z	-.656																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.512																																										
	Organoleptik_H9																																										
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>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>350,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>815,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,732</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.083</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1 >< C (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	350,000	Wilcoxon W	815,000	Z	-1,732	Asymp. Sig. (2-tailed)	.083	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>412,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>877,500</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 >< P3 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	412,500	Wilcoxon W	877,500	Z	-.656	Asymp. Sig. (2-tailed)	.512	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>388,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>853,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,064</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.287</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2 >< C (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	388,000	Wilcoxon W	853,000	Z	-1,064	Asymp. Sig. (2-tailed)	.287	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>350,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>815,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,732</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>.083</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P3 >< C (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	350,000	Wilcoxon W	815,000	Z	-1,732	Asymp. Sig. (2-tailed)	.083
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	350,000																																										
Wilcoxon W	815,000																																										
Z	-1,732																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.083																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	412,500																																										
Wilcoxon W	877,500																																										
Z	-.656																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.512																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	388,000																																										
Wilcoxon W	853,000																																										
Z	-1,064																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.287																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	350,000																																										
Wilcoxon W	815,000																																										
Z	-1,732																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	.083																																										

Lampiran 12. Data organoleptik kenampakan dan uji lanjut

H0				H3				H6				H9			
P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C	P1	P2	P3	C
5	5	5	4	4	4	4	4	3	4	3	2	2	3	3	2
5	4	4	5	4	4	4	3	3	3	4	2	2	3	3	2
4	5	5	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	2
5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	2	3	3	3	1
4	5	4	3	4	4	4	3	3	4	4	2	3	3	2	2
4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	2	3	3	1
5	5	5	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	2	4	3
4	5	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3
5	5	5	4	4	4	4	4	3	4	3	2	2	3	2	1
4	4	5	5	4	4	4	3	3	4	3	3	2	3	3	2
4	5	5	4	3	4	4	3	3	3	4	2	2	3	3	2
5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	4	3	2	3	2	2
5	5	4	5	3	5	4	2	2	4	3	3	2	3	3	2
5	5	5	4	4	3	5	3	3	4	4	4	2	3	3	2
5	4	4	4	4	4	4	2	3	3	3	2	3	2	2	1
4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3
4	5	5	4	4	5	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4
4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3
5	5	5	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4
5	5	4	4	3	5	4	4	3	4	4	2	3	4	4	2
4	5	5	4	4	5	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3
5	5	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	2
4	5	5	4	4	5	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2
4	5	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	2
4	4	5	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3
5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3
4	4	5	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2
5	5	4	4	4	5	4	4	3	3	4	4	3	3	4	2
4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3
4,48	4,61	4,55	4,03	3,88	4,15	3,90	3,30	3,22	3,68	3,60	2,90	2,85	3,21	3,10	2,30

<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</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>-1,026</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,305</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P2 (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	390,000	Wilcoxon W	855,000	Z	-1,026	Asymp. Sig. (2-tailed)	,305	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_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 P1><P3 (H0)</p>		Organoleptik_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>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>269,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>734,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,298</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><C (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	269,000	Wilcoxon W	734,000	Z	-3,298	Asymp. Sig. (2-tailed)	,001	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</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>-.260</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,795</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><P3 (H0)</p>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	435,000	Wilcoxon W	900,000	Z	-.260	Asymp. Sig. (2-tailed)	,795
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	390,000																																										
Wilcoxon W	855,000																																										
Z	-1,026																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,305																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	405,000																																										
Wilcoxon W	870,000																																										
Z	-.769																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,442																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	269,000																																										
Wilcoxon W	734,000																																										
Z	-3,298																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	435,000																																										
Wilcoxon W	900,000																																										
Z	-.260																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,795																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>213,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>678,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,121</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>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	213,000	Wilcoxon W	678,000	Z	-4,121	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>227,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>692,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,915</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>		Organoleptik_H0	Mann-Whitney U	227,000	Wilcoxon W	692,000	Z	-3,915	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>344,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>809,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2,120</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,034</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P2 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	344,000	Wilcoxon W	809,000	Z	-2,120	Asymp. Sig. (2-tailed)	,034	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>435,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>900,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.319</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,750</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P3 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	435,500	Wilcoxon W	900,500	Z	-.319	Asymp. Sig. (2-tailed)	,750
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	213,000																																										
Wilcoxon W	678,000																																										
Z	-4,121																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Organoleptik_H0																																										
Mann-Whitney U	227,000																																										
Wilcoxon W	692,000																																										
Z	-3,915																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	344,000																																										
Wilcoxon W	809,000																																										
Z	-2,120																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,034																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	435,500																																										
Wilcoxon W	900,500																																										
Z	-.319																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,750																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>229,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>694,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,758</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 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	229,500	Wilcoxon W	694,500	Z	-3,758	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>356,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>821,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,933</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,053</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><P3 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	356,000	Wilcoxon W	821,000	Z	-1,933	Asymp. Sig. (2-tailed)	,053	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>160,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>625,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,790</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 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	160,000	Wilcoxon W	625,000	Z	-4,790	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>215,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>680,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,027</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 (H3)</p>		Organoleptik_H3	Mann-Whitney U	215,500	Wilcoxon W	680,500	Z	-4,027	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	229,500																																										
Wilcoxon W	694,500																																										
Z	-3,758																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	356,000																																										
Wilcoxon W	821,000																																										
Z	-1,933																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,053																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	160,000																																										
Wilcoxon W	625,000																																										
Z	-4,790																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Organoleptik_H3																																										
Mann-Whitney U	215,500																																										
Wilcoxon W	680,500																																										
Z	-4,027																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>250,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>715,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,398</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 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	250,000	Wilcoxon W	715,000	Z	-3,398	Asymp. Sig. (2-tailed)	,001	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>279,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>744,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2,927</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><P3 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	279,000	Wilcoxon W	744,000	Z	-2,927	Asymp. Sig. (2-tailed)	,003	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>340,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>805,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,916</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,055</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><C (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	340,500	Wilcoxon W	805,500	Z	-1,916	Asymp. Sig. (2-tailed)	,055	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</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 P2><P3 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	420,000	Wilcoxon W	885,000	Z	-.531	Asymp. Sig. (2-tailed)	,595
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	250,000																																										
Wilcoxon W	715,000																																										
Z	-3,398																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	279,000																																										
Wilcoxon W	744,000																																										
Z	-2,927																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,003																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	340,500																																										
Wilcoxon W	805,500																																										
Z	-1,916																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,055																																										
	Organoleptik_H6																																										
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>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>185,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>650,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,289</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 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	185,000	Wilcoxon W	650,000	Z	-4,289	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>207,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>672,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,947</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 (H6)</p>		Organoleptik_H6	Mann-Whitney U	207,000	Wilcoxon W	672,000	Z	-3,947	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>327,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>792,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2,114</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,035</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P2 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	327,500	Wilcoxon W	792,500	Z	-2,114	Asymp. Sig. (2-tailed)	,035	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>353,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>818,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-1,628</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,104</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><P3 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	353,500	Wilcoxon W	818,500	Z	-1,628	Asymp. Sig. (2-tailed)	,104
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	185,000																																										
Wilcoxon W	650,000																																										
Z	-4,289																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Organoleptik_H6																																										
Mann-Whitney U	207,000																																										
Wilcoxon W	672,000																																										
Z	-3,947																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	327,500																																										
Wilcoxon W	792,500																																										
Z	-2,114																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,035																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	353,500																																										
Wilcoxon W	818,500																																										
Z	-1,628																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,104																																										
<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>281,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>746,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-2,704</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,007</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P1><C (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	281,000	Wilcoxon W	746,000	Z	-2,704	Asymp. Sig. (2-tailed)	,007	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>427,000</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>892,000</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-.409</td> </tr> <tr> <td>Asymp. Sig. (2-tailed)</td> <td>,682</td> </tr> </tbody> </table> <p>a. Grouping Variable: Perlakuan</p> <p>Uji lanjut P2><P3 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	427,000	Wilcoxon W	892,000	Z	-.409	Asymp. Sig. (2-tailed)	,682	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>180,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>645,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-4,325</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 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	180,500	Wilcoxon W	645,500	Z	-4,325	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	<p>Test Statistics^a</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Organoleptik_H9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mann-Whitney U</td> <td>204,500</td> </tr> <tr> <td>Wilcoxon W</td> <td>669,500</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>-3,907</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 (H9)</p>		Organoleptik_H9	Mann-Whitney U	204,500	Wilcoxon W	669,500	Z	-3,907	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	281,000																																										
Wilcoxon W	746,000																																										
Z	-2,704																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,007																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	427,000																																										
Wilcoxon W	892,000																																										
Z	-.409																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,682																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	180,500																																										
Wilcoxon W	645,500																																										
Z	-4,325																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										
	Organoleptik_H9																																										
Mann-Whitney U	204,500																																										
Wilcoxon W	669,500																																										
Z	-3,907																																										
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000																																										

Lampiran 13. Dokumentasi Penelitian



Uji kadar air (sebelum)



Uji kadar air (sesudah)



Uji kekerasan



Uji warna



Menguji panjang absorbansi dengan UV-vis



Memasukkan larutan methanol untuk uji kimia



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
 Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
 Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200602110154
 Nama : MUHAMMAD KHAIRUL IKHSAN
 Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jurusan : BIOLOGI
 Dosen Pembimbing 1 : MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD
 Dosen Pembimbing 2 : MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si
 Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Pengaruh Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida Terhadap Kualitas dan Umur Simpan Apel (*Malus sylvestris*) Potong Segar

IDENTITAS BIMBINGAN

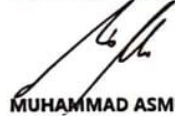
No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	03 Mei 2023	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Pembahasan mengenai teknis dan mekanisme penulisan skripsi. Sudah mulai dapat dicitil dari sekarang, usahakan latar belakang runtut dan menuliskan hal hal yang mendukung kepada mengapa penelitian perlu dilaksanakan. Arahan proses bimbingan seperti naskah yang sudah ditulis seperti BAB I dapat dikirimkan secara langsung melalui japri WA dan akan dikoreksi secara langsung oleh pembimbing. Kemudian, diskusi terkait tanggal kapan akan dilakukan bimbingan selanjutnya dan range target waktu selesai BAB I – BAB III	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
2	14 Agustus 2023	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Bimbingan terkait pemantapan judul dan progres yang akan dijalankan kedepannya.	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	25 Agustus 2023	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Mahasiswa bimbingan diminta sudah membuat pendahuluan, BAB I dan skema penelitian seperti apa, pembahasan parameter penelitian juga dibahas dalam bimbingan ini. Harapannya, mahasiswa dampingan sudah mulai mengerjakan dan menyicil laporan proposal	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	25 September 2023	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Pengiriman Naskah Proposal BAB 1-3 untuk dikoreksi terlebih dahulu oleh dosen pembimbing	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	25 September 2023	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Pengiriman Naskah proposal BAB 1- 3 untuk dikoreksi keterkaitan integrasi sains dan islam oleh dosen pembimbing agama	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	02 Oktober 2023	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Proposal Bab 1-3 final revisi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	30 Oktober 2023	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Revisi BAB 1-3 Final	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	28 Desember 2023	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Bimbingan terkait pembahasan BAB IV	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
9	11 Januari 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Bimbingan terkait penulisan ayat pada naskah	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	12 Januari 2024	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Bimbingan terkait hasil penelitian, kekurangan dan kendala selama penelitian	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

11	19 Januari 2024	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Bimbingan BAB IV dan V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	19 Januari 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Bimbingan integrasi sains dan islam BAB IV	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
13	23 Januari 2024	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Revisian BAB IV terkait hasil penelitian dan pembahasan	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
14	24 Januari 2024	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Revisian BAB IV dan V terkait penulisan dan penulisan yang typo	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
15	25 Januari 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Revisian BAB IV terkait integrasi sains dan islam yang sudah ditulis, diberi masukan untuk menuliskan 2 dalil pada BAB IV	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
16	28 Februari 2024	MAHARANI RETNA DUHITA,M.Sc., P.hD	Revisian setelah sidang, penambahan pembahasan terkait hubungan pelapis dan lama penyimpanan	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
17	28 Februari 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Revisian setelah sidang terkait pembahasan integrasi sains dan islam	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui

Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2



MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si



Malang, _____

Dosen Pembimbing 1



MAHARANI RETNA DUHITA, M.Sc.,
P.hD



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN 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 Skripsi

Nama : Muhammad Khairul Ikhsan
NIM : 200602110154
Judul : Pengaruh Pelapis Sodium Alginat dan Kalsium Klorida terhadap Kualitas Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Potong Segar

No	Tim Cek Plagiasi	Tgl Cek	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc			
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc			
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	06 Feb 2024	20%	

Mengetahui,
 Ketua Program Studi Biologi,

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