

**SKRIPSI**

**PENGARUH SUHU PENYIMPANAN TERHADAP LABEL INDIKATOR  
KESEGERAN BERBASIS FILM METILSELULOSA PADA AIR KELAPA  
MUDA**

**NADIA ISMAYANTI**

**G031 19 1087**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**PENGARUH SUHU PENYIMPANAN TERHADAP LABEL INDIKATOR  
KESEGRAN BERBASIS FILM METILSELULOSA PADA AIR  
KELAPA MUDA**

*Effect Of Storage Temperature On Freshness Indicator Label Based On Methylcellulose Film On  
Young Coconut Water*



**NADIA ISMAYANTI**

**G031191087**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pangan

Pada

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2024**

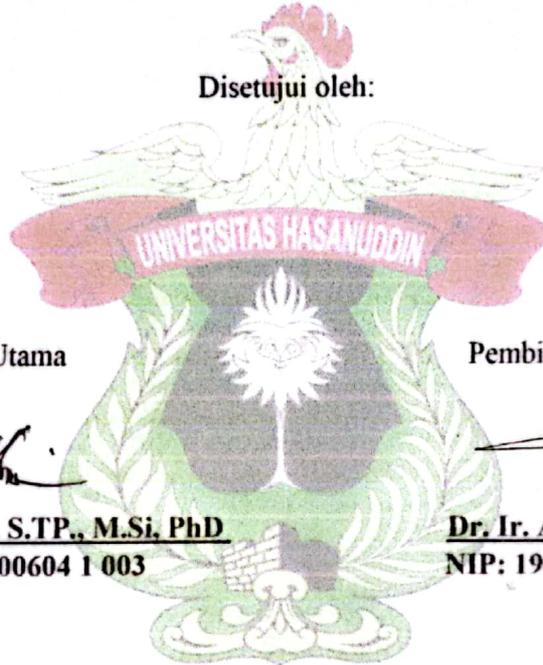
**LEMBAR PENGESAHAN**

Judul Skripsi : Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Label Indikator Kesegaran Berbasis Film Metilselulosa Pada Air Kelapa Muda

Nama : Nadia Ismayanti

NIM : G031 19 1087

Disetujui oleh:



Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



**Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si, PhD**  
NIP: 19820208 200604 1 003

**Dr. Ir. Andi Hasizah, M.Si**  
NIP: 19680522 201508 2 001

Diketahui oleh:

Ketua Program Studi



**Dr. Andi Nur Faidah, S.TP., M.Si**  
NIP: 19830428 200812 2 002

Tanggal lulus:

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Label Indikator Kesegaran Berbasis Film Metilselulosa Pada Air Kelapa Muda” benar adalah karya tulisan saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun dan juga bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain. Saya menyatakan bahwa semua sumber informasi yang saya gunakan dalam skripsi ini telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Makassar, Februari 2024



Nadia Ismayanti  
G031 19 1087

## ABSTRAK

NADIA ISMAYANTI (NIM G031 19 1087). Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Label Indikator Kesegaran Berbasis Film Metilselulosa Pada Air Kelapa Muda. Dibimbing oleh ANDI DIRPAN dan ANDI HASIZAH.

**Latar Belakang** Label indikator kesegaran yang beredar sekarang memiliki kelemahan apabila diaplikasikan pada suhu dingin. Oleh karena itu dilakukan penerapan label indikator berbasis metilselulosa yang memiliki kelebihan sehingga dengan begitu penerapannya pada kerusakan air kelapa dapat dideteksi dengan baik. **Tujuan** untuk melihat profil perubahan warna label indikator kesegaran pada tiap perlakuan suhu dan untuk melihat sensitivitas label indikator terhadap perubahan suhu, **Metode** penelitian ini terdiri dari pembuatan label indikator yang menggunakan larutan indikator warna terbaik yaitu *phenol red*, kemudian diaplikasikan pada air kelapa kemasan dengan perlakuan suhu dingin (7°C) dan suhu ruang (25°C), kemudian akan dilakukan pengujian pH, total padatan terlarut, total asam, total mikroba, turbidimetri, sensitivitas larutan indikator, FTIR pada label indikator, serta kolorimetri untuk tiap perubahan warna yang terjadi. **Hasil** penelitian menunjukkan pada masa penyimpanan suhu dingin dan suhu ruang terjadi penurunan pH dan penurunan total padatan terlarut. Penurunan pH sejalan dengan total asam yang semakin meningkat selama masa simpan.. Selain itu hasil pengukuran gas CO<sub>2</sub> semakin meningkat dan kekeruhan juga mengalami peningkatan. Perubahan warna label indikator pada suhu ruang dan suhu dingin menunjukkan hasil yang linear dengan parameter kerusakan air kelapa dengan menghasilkan 4 fase perubahan warna pada suhu dingin dan 3 fase warna pada suhu ruang. Hasil dari  $\Delta E$  juga menunjukkan adanya perubahan yang jelas pada masing-masing suhu penyimpanan ditandai dengan nilai yang mencapai 62,15 pada suhu dingin dan 26,14 pada suhu ruang. **Kesimpulan** dari penelitian adalah label indikator kesegaran memberikan profil perubahan yang jelas pada masing-masing penyimpanan dengan perubahan warna ungu menjadi merah kekuningan pada suhu dingin dan perubahan warna merah keunguan menjadi kuning. Sensitivitas label indikator dalam mendeteksi kerusakan pada suhu dingin berkurang dibandingkan dengan suhu ruang.

**Kata kunci:** CO<sub>2</sub>, kelapa, indikator, metilselulosa, suhu

## ABSTRACT

NADIA ISMAYANTI (NIM G031 19 1087) Effect of Storage Temperature on Freshness Indicator Label Based Methylcellulose Film on Packaged Young Coconut Water (*Cocos nucifera* L). Supervised by ANDI DIRPAN and ANDI HASIZAH.

**Background** There are freshness indicators in the market that have weaknesses, when applied at cold temperatures. Therefore, the application of methylcellulose-based indicator labels has advantages so that their application to coconut water freshness can be appropriately detected. **The research objectives** were to see the color change profile of the freshness indicator label in each temperature treatment and to see the advantages of the indicator label against temperature differences. These research methods consisted of making indicator labels using the best color indicator solution, namely phenol red, then applied to packaged coconut water with cold temperature treatment (7°C) and room temperature (25°C) which will then be tested for pH, total dissolved solids, total acid, total microbes, turbidimetry, CO<sub>2</sub> gas, indicator sensitivity, Fourier transform infrared (FTIR) on the indicator label, and colorimetry for each color change that occurs. **Results** showed that during cold and room temperature storage there was a decrease in pH and total soluble solids. The decrease in pH was in line with the increase in total acid during the storage period. In addition, the CO<sub>2</sub> gas measurement results increased, and turbidity also increased. The color change of the indicator label at room temperature and cold temperature showed linear results between the coconut water damage parameters and the °Hue results. It was indicated by the results of the  $\Delta E$  value, which reaches 62.15, marked by purple to yellow color changes at cold temperatures and 26.14 marked by red color changes at room temperature. **In conclusion** of the study was that the freshness indicator label provides a clear change profile and matches with the condition of coconut water at each storage marked by purple to yellowish red color changes at cold temperatures and purplish red to yellow color changes so that the indicator label could be applied to coconut water with different temperature storage. The sensitivity of the indicator label in detecting coconut water deterioration was equally sensitive at cold and room temperature storage.

**Keywords:** CO<sub>2</sub>, coconut, indicator, methylcellulose, temperature

## PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan Berkah dan Rahmat-Nya sehingga penulis diberikan kemudahan untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Label Indikator Kesegaran Berbasis Film Metilselulosa Pada Air Kelapa Muda”. Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) pada program studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Penulis tentu menyadari bahwa skripsi ini dapat diselesaikan karena adanya dukungan, bantuan serta doa dari orang-orang sekitar. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh keluarga terkhusus kedua orang tua penulis yaitu Bapak **Ismail** dan Ibu **Sendi**, serta saudara saudara penulis yaitu **Iswandi Efendi** dan **M. Rizky Fadli Aditya**, juga sepupu-sepupu penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.

Penulisan skripsi ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini izinkan penulis untuk menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si., PhD** dan Ibu **Dr. Ir. Andi Hasizah, M.Si** sebagai dosen pembimbing utama yang juga senantiasa membimbing dan memberikan arahan kepada penulis hingga penyusunan skripsi ini selesai
2. **Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Pertanian**, terlebih khusus Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah membagikan ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. **Kak Serli** dan **Kak Nisa** sebagai laboran dan staff akademik **Bu Mia, Bu Nana** serta **Bu Asmi** yang telah membantu dan memberikan bimbingan serta masukan kepada penulis selama penelitian maupun urusan administrasi tugas akhir.
4. Kakak-kakak Canrea (**Kak Fadiah, Kak Sisil, Kak Mira dan Ibu Ira**), terima kasih atas bimbingan dan arahnya serta nasihat kepada penulis selama penelitian.
5. Teman seperbimbingan Prof Dirpan Squad (**Matthew, Gloria, dan May**) yang selalu mendukung, membantu dan memberikan arahan selama penelitian dan pengolahan data.
6. Teman seperjuangan sepanjang semester yaitu **Wahyudi, Fira, Cimma, Ima, Tania Amanda, Nurfah** yang selalu memberi dukungan nasihat dan arahan dari awal perkuliahan hingga akhir.
7. Teman Bontang yaitu **Felixs** serta teman-teman yang selalu memenuhi ruang asisten, lab GDLN maupun kudapan (**Rifqah, Suho, Asysa, Riyan, Yumas, Selma, Anshi, Eki, Ardel, Mila, Rehan, Stejo, Tasya, Vandy, Maul**) yang senantiasa menghibur dan membantu penulis.
8. Teman-teman angkatan **Ilmu dan Teknologi Pangan 2019** yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu namanya, terima kasih atas bantuan, dukungan, serta semangat yang diberikan kepada penulis mulai dari awal perkuliahan hingga akhirnya penulisan skripsi ini selesai.
9. Teman sekota asal **Adnin, Ayu, Suci, Pero Ikka**, dan **Annica** yang tetap selalu memberikan dukungan dari SMA hingga saat ini.
10. Teman-teman grup YO (**Survira, Arlin, Aswin, Dylan, Havidz, Hardianto, Gaby, Arif, Anggi dan Naufal**) yang hadir untuk memberikan dukungan dan menghibur penulis.
11. Teman-teman jauh yaitu **Mira** dan **Nisya** yang selalu memberikan hiburan dan mendengarkan keluh kesah penulis dari tahun 2018 hingga saat ini.

12. **Kakak-kakak dan Adik-Adik angkatan Ilmu dan Teknologi Pangan Unhas** yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, terima kasih sudah saling *sharing* dan bertukar pikiran selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati akan menerima segala saran, masukan dan kritik yang sifatnya membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagai sumber informasi ataupun referensi bagi para pembaca dan semoga semua pihak yang sudah mendukung penulis dapat diberikan rezeki melimpah oleh Allah SWT.

Makassar, Februari 2024

Nadia Ismayanti

## RIWAYAT HIDUP



Nadia Ismayanti, lahir di Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur pada tanggal 11 Januari 2001 dan merupakan anak ke-dua dari tiga bersaudara oleh pasangan Bapak Ismail dan Ibu Sendi. Pendidikan formal yang ditempuh penulis yaitu:

1. SDN 010 Bontang Utara (2007-2013)
2. SMPN 5 Bontang (2013-2016)
3. SMAN 3 Bontang (2016-2019)

Penulis diterima di Universitas Hasanuddin pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan tercatat sebagai Mahasiswa S1 Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian. Selama menempuh pendidikan pada jenjang S1, penulis aktif dalam bidang akademik maupun non-akademik. Penulis pernah menjadi asisten laboratorium pada praktikum Aplikasi Teknologi Pengolahan Hasil Nabati 2023, Mikrobiologi Umum 2023 dan Teknologi Pengolahan Pati dan Gula 2023. Selain itu, penulis juga pernah melakukan magang di Unit Pelaksana Teknis Pengujian Mutu Produk Peternakan (UPT PMPP) Makassar Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Sulawesi Selatan. Kemudian penulis juga pernah aktif sebagai anggota UKM PSM UNHAS tahun 2021 dan 2022. Penulis pernah mengikuti lomba Program Kreativitas Mahasiswa (PKM-RE) pada tahun 2023.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK .....	v
PERSANTUNAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Kelapa.....	3
2.2 Air Kelapa Muda .....	3
2.3 Intellegent Packaging .....	5
2.4 Indikator Kesegaran.....	5
2.5 Indikator Warna.....	6
2.6 Prinsip Perubahan Warna Label Indikator Kesegaran.....	6
2.7 Metil Selulosa .....	7
2.8 Plastik LDPE .....	7
2.9 Plastik PET .....	8
3. METODE PENELITIAN .....	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	9
3.2 Alat dan Bahan .....	9
3.3 Prosedur Penelitian .....	9
3.3.1 Pembuatan Larutan Indikator Warna dan Label Indikator Kesegaran.....	9
3.3.2 Pengaplikasian Label Indikator pada Air Kelapa Kemasan .....	9
3.3.3 Desain dan Rancangan Penelitian .....	10
3.4 Parameter Pengujian .....	10
3.4.1 Sensitivitas Larutan Indikator Warna .....	10
3.4.2 Pengujian Kolorimetri.....	11
3.4.3 Pengujian pH.....	11

3.4.4 Pengujian Total Asam Titrasi (TAT).....	11
3.4.5 Pengujian Kekeruhan .....	12
3.4.6 Pengujian Total Padatan Terlarut (TPT).....	12
3.4.7 Pengujian Total Mikroba (Total Plate Count) .....	12
3.4.8 Pengukuran Konsentrasi CO <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub> .....	13
3.4.9 Pengujian FT-IR ( <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> ) .....	13
3.5 Analisis Data.....	13
4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	14
4.1 Sensitivitas Larutan Indikator Warna .....	14
4.2 Kolorimetri pada Label Indikator (Profil Perubahan Warna).....	14
4.3 pH .....	18
4.4 Total Asam .....	20
4.5 Total Padatan Terlarut .....	22
4.6 Turbidity (Kekeruhan).....	23
4.7 Total Plate Count (Angka Lempeng Total) .....	25
4.8 Konsentrasi Gas CO <sub>2</sub> dan Gas O <sub>2</sub> .....	27
4.9 Analisis Gugus Kimia Label Indikator .....	28
4.10 Korelasi Perubahan Warna Label Indikator Kesegaran dengan Parameter Air Kelapa .....	30
5. PENUTUP.....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran .....	33
DAFTAR PUSTAKA .....	34
LAMPIRAN .....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Gizi Air Kelapa Muda .....	4
Tabel 2. Syarat Mutu Air Kelapa Muda .....	4
Tabel 3. Hasil Pengujian Sensitivitas Larutan Indikator Warna Phenol Red.....	14
Tabel 4. Hasil Perubahan Warna Label Indikator Penyimpanan Suhu Dingin dan Ruang.....	16

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Kimia Indikator Warna Phenol Red .....	6
Gambar 2. Struktur Kimia Metil Selulosa.....	7
Gambar 3. Struktur kimia dari LDPE.....	8
Gambar 4. Desain Pembuatan dan Pengaplikasian Label Indikator Kesegaran .....	10
Gambar 5. Hubungan terhadap Waktu Penyimpanan Parameter °Hue Label Indikator Kesegaran Air Kelapa pada (a) Suhu Dingin (b) Suhu Ruang .....	15
Gambar 6. Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Hasil Nilai $\Delta E$ Label Indikator Kesegaran Air Kelapa pada (a) Suhu Dingin (b) Suhu Ruang .....	18
Gambar 7. Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap pH Air Kelapa Muda (a) Suhu Dingin (b) Suhu Ruang .....	19
Gambar 8. Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap Total Asam Air Kelapa Muda pada (a) Suhu Dingin (b) Suhu Ruang.....	21
Gambar 9. Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap Total Padatan Terlarut Air Kelapa Muda pada (a) Suhu dingin (b) Suhu Ruang.....	22
Gambar 10. Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap Kekeruhan Air Kelapa Muda pada (a) Suhu dingin (b) Suhu Ruang.....	24
Gambar 11. Hubungan Waktu Penyimpanan Terhadap Angka Lempeng Total Air Kelapa Muda pada (a) Suhu Dingin (b) Suhu Ruang .....	26
Gambar 12. Hasil Konsentrasi Gas $O_2$ dan Konsentrasi $O_2$ Selama Masa Simpan Air Kelapa Muda.....	28
Gambar 13. Hasil Spektrum Label Indikator Awal Penyimpanan dan Akhir Penyimpanan pad (a) Suhu Dingin (b) Suhu Ruang .....	29
Gambar 14. Hasil Korelasi Parameter Kesegaran Air Kelapa terhadap Perubahan Warna Label Indikator.....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir .....	38
Lampiran 2. Hasil Pengujian pH .....	39
Lampiran 3. Hasil Analisis Sidik Ragam dan Uji Lanjut DUNCAN Parameter PH .....	39
Lampiran 4. Hasil Pengujian Total Asam .....	40
Lampiran 5. Hasil Analisis Sidik Ragam dan Uji Lanjut DUNCAN Parameter Total Asam..	41
Lampiran 6. Hasil Pengujian Total Padatan Terlarut .....	42
Lampiran 7. Hasil Analisis Sidik Ragam dan Uji Lanjut DUNCAN Parameter TPT .....	42
Lampiran 8. Hasil Pengujian Kekeruhan .....	44
Lampiran 9. Hasil Analisis Sidik Ragam dan Uji Lanjut DUNCAN Parameter Kekeruhan ...	44
Lampiran 10. Hasil Pengujian TPC.....	45
Lampiran 11. Hasil Analisis Sidik Ragam dan Uji Lanjut DUNCAN Parameter TPC .....	46
Lampiran 12. Hasil Pengujian Kolorimetri Label Indikator .....	47
Lampiran 13. Analisis Sidik Ragam dan Uji Lanjut DUNCAN Parameter °Hue .....	47
Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian .....	50

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kemasan memiliki peran penting dalam melindungi bahan pangan dari ancaman luar dan dapat memperpanjang masa simpan produk. Selain itu kemasan juga memiliki peran estetika yaitu untuk meyakinkan konsumen sebelum membeli produk (Macena et al., 2021). Saat ini bidang pengemasan makanan sedang meningkat pesat. Hal tersebut ditandai dengan eksistensi kemasan cerdas yang cukup banyak beredar. Kemasan cerdas atau dikenal juga sebagai *intelligent packaging* merupakan jenis kemasan yang dapat memonitor perubahan yang terdapat pada produk. Kemasan cerdas memiliki tujuan untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga kesegaran produk (Chen et al., 2020). Indikator kesegaran merupakan salah satu inovasi kemasan cerdas yang dapat memonitor kesegaran produk. Label indikator kesegaran memiliki prinsip terjadinya perubahan warna indikator yang menandakan penurunan tingkat kesegaran. Perubahan warna indikator disebabkan oleh sensitivitas pH. Menurut literatur, metabolit yang terdapat pada produk akan memicu perubahan pH salah satunya yaitu CO<sub>2</sub> (Obaidi et al., 2022). Hal tersebut menunjukkan adanya peran CO<sub>2</sub> dalam perubahan warna indikator selama penyimpanan.

Kesegaran adalah kriteria yang dinilai oleh konsumen untuk menentukan kualitas bahan pangan terutama pada buah yang memiliki kandungan air yang tinggi. Buah yang termasuk memiliki kadar air tinggi yaitu buah kelapa. Kelapa sendiri merupakan jenis pohon yang banyak di produksi di Indonesia. Jumlah produksi kelapa pada tahun 2021 mencapai 2,85 juta ton berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) dan jumlah tersebut mengalami peningkatan 1,47% dari tahun sebelumnya. Air kelapa yang terkandung pada buah kelapa sebanyak 15% dari berat total buah kelapa (Ibrahim, 2020). Selain itu air kelapa juga menghasilkan CO<sub>2</sub> yang cukup tinggi dari proses respirasi. Perubahan kesegaran pada air kelapa tidak dapat diketahui jika hanya dilihat dengan mata. Oleh karena itu, dibutuhkan indikator kesegaran untuk mendeteksi kesegaran pada air kelapa. Namun saat ini masih sedikit penelitian mengenai indikator kesegaran pada air kelapa.

Indikator kesegaran yang beredar antara lain berupa label cerdas berbasis kertas dan label cerdas dengan pewarna alami. Namun, indikator kesegaran jenis kertas memiliki kelemahan sehingga cukup sulit untuk diterapkan dalam skala besar. Label indikator berbasis kertas sangat mudah luntur dan hal tersebut dapat memicu terjadi perpindahan zat warna pada produk sehingga dapat membahayakan kesehatan (Morsy et al., 2016). Selain itu, label indikator kertas juga mudah sobek ataupun basah apabila diletakkan pada suhu dingin. Indikator kesegaran dengan menggunakan pewarna alami juga dikembangkan. Meskipun tidak membahayakan dan tidak beracun, namun indikator pewarna alami perubahan warnanya tidak stabil (Zhai et al., 2017).

Kemajuan inovasi label cerdas kini banyak dikembangkan dengan label berbasis polimer, Berdasarkan Noiwan *et al.*, (2022), label indikator berbasis film metilselulosa yang mengandung campuran indikator warna akan bereaksi terhadap berbagai tingkat CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Dengan begitu penerapannya pada air kelapa dapat dideteksi dengan baik. Salah satu kelebihan dari label indikator berbasis metilselulosa yaitu dilapisi dengan tiga layer (PET dan LDPE) sehingga tidak akan sobek seperti kertas ataupun luntur, selain itu warna yang dihasilkan lebih stabil sehingga dapat dengan mudah diamati dengan mata. Label indikator ini

diyakini tahan akan perubahan tingkat CO<sub>2</sub> dan juga perubahan suhu (Noiwan et al., 2022). Adapun beberapa literatur yang menjadi dasar dari penelitian ini yaitu (Păusescu et al., 2022) yang meneliti indikator film berdasarkan pH, peranan pH pada penelitian ini sangat penting. Lalu ada penelitian (Noiwan et al., 2022) yang menerapkan label indikator berbasis metilselulosa pada buah mangga dan pada penelitian (Obaidi et al., 2022) yang menerapkan pada produk daging. Kemudian penelitian ini juga merupakan penelitian lanjutan dari (Khosuma, 2023) dengan menerapkan label indikator metilselulosa menggunakan tiga jenis larutan warna indikator yaitu *phenol red*, *bromothymol blue*, dan *methyl red* pada air kelapa dan didapatkan hasil terbaik yaitu *phenol red*, yang kemudian pada penelitian ini akan diterapkan dengan suhu yang berbeda. Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu penyimpanan pada label indikator berbasis metilselulosa terhadap kesegaran air kelapa.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Kesegaran pada air kelapa adalah salah satu penilaian konsumen dalam memilih air kelapa dengan kualitas yang baik. Dibutuhkan indikator kesegaran yang dapat mendeteksi tingkat kesegaran. Namun, saat ini pengaplikasian label indikator kesegaran yang beredar masih memiliki kelemahan. Salah satu kelemahannya yaitu tidak dapat diaplikasikan pada suhu tertentu. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan label indikator tiga lapis berbasis metilselulosa yang tahan terhadap perubahan suhu selama masa penyimpanan..

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu,

1. Untuk melihat profil perubahan warna label indikator kesegaran setiap perlakuan suhu yang berbeda pada air kelapa muda.
2. Untuk melihat sensitivitas label indikator terhadap perbedaan suhu.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah dapat meningkatkan pengetahuan baik peneliti maupun masyarakat umum tentang pengaruh perbedaan perlakuan suhu penyimpanan terhadap perubahan warna label indikator berbasis metilselulosa pada kesegaran air kelapa.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera L*) merupakan salah satu komoditas yang tumbuh merata di seluruh Indonesia. Hal tersebut dikarenakan pohon kelapa tumbuh subur pada daerah tropis. Daerah tropis memiliki kondisi tanah dan lingkungan yang sangat cocok untuk perkembangan kelapa. Tingginya populasi pohon kelapa di Indonesia dibuktikan dari tingkat produksi tumbuhan kelapa yang meningkat tiap tahunnya (Nampoothiri et al., 2018). Komoditas kelapa sangat penting bagi pergerakan ekonomi pada sector perkebunan dan salah satu komoditas yang memiliki banyak produk ekspor unggulan. Tanaman kelapa terdiri dari buah, akar, batang dan daun yang dapat dimanfaatkan pada kehidupan sehari-hari bahkan disebut sebagai tree of life. Kelapa memiliki 2 tipe umum yaitu tipe kelapa dalam dan tipe kelapa genjah. Kelapa umumnya memiliki batang yang tinggi besar serta kuat, usia rata rata poho kelapa mencapai 100 tahun atau lebih (Mardiatmoko & Ariyanti 2018). Klasifikasi tanaman kelapa yaitu (Mardiatmoko & Ariyanti 2018).

Kingdom : Plantae  
 Filum : Spermatophyta  
 Subfilum : Angiospermae  
 Kelas : Monocotyledoneae  
 Ordo : Arecales  
 Famili : Arecaceae  
 Genus : *Cocos*  
 Spesies : *Cocos nucifera L*

Kelapa termasuk kedalam tumbuhan berkeping satu dengan akar serabut. Jenis atau macam-macam tanaman kelapa terdapat sekitar 100 jenis varietas. Produksi dari tanaman kelapa berada pada umur 10 tahun, dimana tanaman kelapa dengan baik dimanfaatkan. Pemanfaatan kelapa meliputi hampir segala bidang baik dari kesehatan, farmasi, kecantikan, industry pangan serta industry mebel. Pemanfaatan kelapa pada industry pangan paling banyak diambil dari buah kelapa. Adapun tingkat permintaan yang tinggi pada produk kelapa yaitu minyak kelapa, air kelapa segar, dan kelapa kering (Sukmaya, 2017). Buah kelapa terdiri dari beberapa bagian yaitu kulit luar, kulit daging buah, sabut kelapa, daging buah, air kelapa serta lembaga (Mahmud & Ferry, 2015). Air kelapa dan daging buah adalah bagian utama dari buah kelapa yang sering diolah sebagai makanan dan minuman. Daging buah kelapa dan air kelapa jika diolah akan menghasilkan produk dengan nilai ekonomi yang tinggi. Bukan hanya itu endokrap buah kelapa dapat diolah menjadi arang. Bagian dalam yaitu endosperm dapat dimakan (Elfarisna & Saskiawan, 2019). Produk turunan kelapa saat ini sangat berkembang pesat sehingga banyak bermunculan inovasi dan pengembangan pemanfaatan dari kelapa. Adapun produk turunan kelapa lainnya yaitu *coconut milk*, *coconut butter*, *nata de coco*, *virgin coconut oil (VCO)* serta *coconut cream*.

### 2.2 Air Kelapa Muda

Air kelapa muda adalah salah satu bagian dari buah tanaman kelapa yang paling sering dikonsumsi. Secara ilmiah, air kelapa merupakan bagian endosperma yaitu cariran dari buah kelapa yang belum matang, oleh sebab itu air kelapa lebih banyak terkandung pada kelapa muda. Air kelapa memiliki volume air yang mencapai sekitar 300 mL tiap satu buah kelapa

(Mahmud & Ferry, 2015). Konsumsi air kelapa di Indonesia cukup tinggi dan melimpah. Hal tersebut dikarenakan nutrisi yang terkandung sangat baik untuk kesehatan. Adapun kandungan nutrisi pada air kelapa yaitu:

Tabel 1. Kandungan Gizi Air Kelapa Muda

<b>Komposisi</b>	<b>Kandungan Air Kelapa Muda</b>
Karbohidrat	3,8 g
Protein	0,2 g
Lemak	0,1 g
Energi	17 Kal
Vitamin C	1 mg

(Ibrahim, 2020).

Selain kandungan tersebut air kelapa juga banyak mengandung vitamin (vitamin B dan vitamin C) dan mineral. Kandungan nutrisi yang ada pada air kelapa tua lebih tinggi dibandingkan dengan air kelapa muda. Air kelapa muda juga mengandung enzim peroxidase, diastase dan RNA-polymerases (Adubofuor et al., 2016). Air kelapa muda mengandung mengandung hormon seperti sitokinin ,auksin, dan giberelin (Ernawati, Putji Rahardjo, 2017) Air kelapa memiliki pH sekitar 3,5-6,1 (Ibrahim, 2020). Selain itu, air kelapa termasuk kedalam pangan fungsional karena dapat menurunkan resiko penyakit seperti diabetes melitus dan dapat menjaga tubuh tetap terhidrasi. Kandungan antioksidan pada air kelapa menjadi produk unggulan yang mengandung senyawa fenolik paling banyak digunakan masyarakat.

Pemanfaatan air kelapa digunakan sebagai salah satu media pertumbuhan mikroorganism untuk pembuatan nata de coco (Yamin et al., 2022). Meskipun memiliki keunggulan yang sangat banyak, namun air kelapa tidak dapat terhindari kemungkinan kontaminasi bakteri pathogen. Kerusakan air kelapa dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, kelembapan, dan juga aktivitas enzim dan mikroba. Kerusakan air kelapa akan mengubah komposisi air kelapa. Salah satunya terbentuknya asam akibat terjadi fermentasi gula. Proses fermentasi sendiri akan mengubah gula menjadi alkohol dan karbondioksida (Ikko et al., 2019). Kualitas air kelapa cukup sulit diketahui secara fisik, sehingga terdapat beberapa syarat mutu ataupun parameter yang dapat menentukan kualitas dari air kelapa.

Tabel 2. Syarat Mutu Air Kelapa Muda

<b>Parameter</b>	<b>Kadar</b>
pH	3,5 – 6,1
Total Asam	0,076 – 0,090%
Total Padatan Terlarut (Brix°)	6,5 – 5,5
Turbidity (Kekeruhan) (NTU)	<50
Total Mikroba (TPC)	6 log CFU/mL

(Tan et al., 2014)

Pengolahan air kelapa menjadi produk akan menghasilkan nilai produk dengan tingkat ekonomis yang tinggi. Air kelapa dapat diolah menjadi minuman isotonic karena tingginya kandungan potassium dan mineral yang tinggi, gula, jelly dan nata de coco. Selain itu air kelapa juga digunakan sebagai pengganti oralit dan sebagai penyeimbangan kadar natrium sehingga tekanan dalam darah stabil (Ibrahim, 2020).

### **2.3 Intelligent Packaging**

*Intelligent packaging* atau yang lebih sering dikenal sebagai kemasan cerdas adalah jenis kemasan yang dapat memonitor kualitas suatu produk. Kemasan cerdas dibuat dengan memaksimalkan kemampuan melacak kondisi produk (Macena et al., 2021). Tujuan dari penerapan *intelligent packaging* yaitu untuk memperpanjang umur simpan suatu produk, menjaga kesegaran produk, sumber informasi, keamanan produk dan mempertahankan kualitas (Chen et al., 2020). Kemasan cerdas digunakan untuk melacak dan memantau kondisi kemasan makanan dan memberikan data kondisi produk selama proses penyimpanan dan transportasi.

Penerapan teknologi kemasan cerdas berkembang secara pesat sehingga fungsinya juga dapat memudahkan proses produksi, memastikan keamanan dan kepuasan konsumen mengurangi *food loss* dan *food waste* (Chen et al., 2020). Kemasan cerdas memiliki berbagai jenis yang masing-masing memiliki fungsi yang berbeda. Jenis kemasan cerdas menurut (Pavelková, 2013) yaitu indikator eksternal, yang terdapat pada luar kemasan contohnya indikator suhu atau kerusakan fisik. Kemudian, terdapat indikator internal, yang ditempatkan pada kemasan dalam, biasanya ada di bagian headspace antara badan kemasan dan penutup, contohnya yaitu indikator kebocoran oksigen dan indikator mikroorganisme. Selanjutnya, jenis indikator yang meningkatkan efisiensi contohnya kode batang khusus cara serta informasi penyimpanan produk. Selain itu indikator yang sering digunakan yaitu indikator kematangan dan indikator kesegaran.

### **2.4 Indikator Kesegaran**

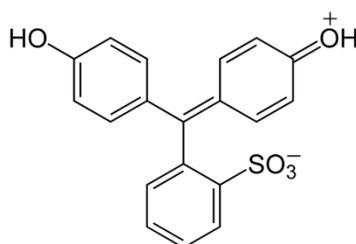
Indikator kesegaran bertujuan untuk memantau tingkat kesegaran suatu produk. Kesegaran pada produk memiliki banyak faktor salah satunya pH. Indikator kesegaran didasarkan oleh sensitivitas pH. Indikator kesegaran termasuk kedalam indikator yang menampilkan hasil monitoring secara real-time dan cukup aman. Peran indikator kesegaran sangat berpotensi untuk lebih dikembangkan karena efisiensi dan efektivitasnya. Selain memonitoring tingkat kesegaran manfaat lainnya yaitu dapat melindungi konsumen dari kasus keracunan makanan (Obaidi et al., 2022).

Indikator kesegaran umumnya berbentuk label kertas ataupun label yang dibuat dengan menggunakan pewarna alami. Kemajuan perkembangan pada label cerdas indikator kesegaran saat ini sudah banyak diterapkan. Salah satu label indikator kesegaran yang dinilai memiliki kelebihan dibandingkan label indikator kesegaran lainnya yaitu label indikator pewarna sintetis dengan metil selulosa sebagai pengikatnya. Label indikator berbasis metil selulosa ini dinilai dapat mempertahankan warna indikator dan perubahan warna yang akan terjadi lebih signifikan (Obaidi et al., 2022).

## 2.5 Indikator Warna

Indikator warna memiliki dua jenis yaitu indikator sintetis dan indikator alami. Masing-masing indikator memiliki kelebihan dan kekurangan. Pewarna indikator kimia atau indikator sintetis terbuat dari bahan kimia yang bisa menjadi berbahaya apabila konsumen tidak sengaja tertelan (Singh et al., 2018). Namun, pewarna sintetis lebih menghasilkan warna yang jelas dan perubahannya lebih signifikan. Indikator warna alami kini berkembang pesat karena pewarna indikator alami dinilai lebih aman untuk konsumen karena terbuat dari bahan yang alami (Singh et al., 2018). Namun, pewarna alami menghasilkan warna yang tidak seterang indikator sintetis, Perubahan warna yang terjadi indikator warna disebabkan oleh senyawa fenolik seperti antosianin sehingga mengalami structural ketika terdapat perubahan pH (Shahid & Mohammad, 2013).

Indikator warna sering diaplikasikan pada *intelligent packaging* dikarenakan indikator warna dinilai dapat ditandai dengan jelas yaitu berupa perubahan warna sehingga mampu memberikan informasi secara akurat. Adapun beberapa larutan indikator warna yang cukup sering digunakan yaitu *phenol red*, *bromothymol blue*, *methyl red*, dan *methyl orange*. Larutan indikator yang digunakan pada penelitian ini yaitu *phenol red* yang memiliki warna merah pada kondisi basa dan warna kuning pada kondisi asam. *Phenol red* dapat digunakan dalam kimia analitik untuk mendeteksi perubahan pH dalam larutan air. Penggunaan *phenol red* dalam analisis kualitas air, pengolahan air limbah, dan pengukuran pH tanah, menyoroti keserbagunaan dan keefektifannya sebagai indikator pH dalam studi lingkungan. *Phenol red* dengan rumus formula  $C_{19}H_{14}O_5S$  sendiri memiliki nilai pKa sebesar 7,4 dan memiliki trayek pH 6,4 – 8,0 dengan perubahan warna kuning saat asam dan merah saat basa (Obaidi et al., 2022). Struktur kimiawi *phenol red* mengandung gugus sulfonat, yang mengalami protonasi atau deprotonasi, bergantung pada pH larutan. Berikut merupakan struktur kimia indikator warna *phenol red*.

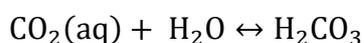
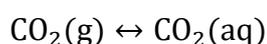


Gambar 1. Struktur Kimia Indikator Warna Phenol Red

## 2.6 Prinsip Perubahan Warna Label Indikator Kesegaran

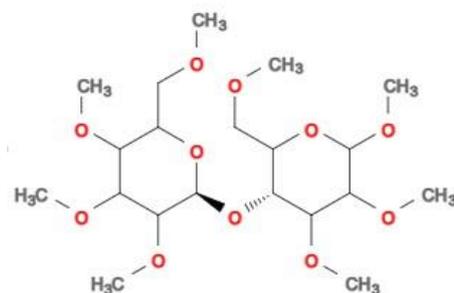
Prinsip perubahan label indikator kesegaran melibatkan peranan gas karbon dioksida yang dihasilkan melalui proses metabolisme air kelapa. Karbon dioksida sendiri adalah gas yang memiliki sifat tidak berbau dan terdiri dari satu atom karbon dan dua atom oksigen. Karbon dioksida dihasilkan dari proses penguraian zat dalam bahan pangan oleh mikroorganisme untuk mendapatkan energi (Ayu & Shovitri, 2013). Mikroorganisme yang alaminya terdapat pada bahan pangan akan mengonsumsi gula ataupun asam amino yang terkandung sebagai makanannya, selama proses tersebut mikroorganisme menggunakan oksigen yang terlarut dalam bahan untuk mengoksidasi senyawa organik sehingga dihasilkan karbon dioksida. Hal tersebut menyebabkan peningkatan kadar karbon dioksida selama masa penyimpanan (Rinidar & Isa, 2017).

Karbon dioksida dapat dikatakan tidak secara langsung bersifat asam, dikatakan bersifat asam jika karbon dioksida bereaksi dengan air maka akan terbentuk senyawa asam yang akan dideteksi oleh label indikator kesegaran sehingga terjadi perubahan warna. Mekanisme perubahan label indikator yaitu ketika bahan pangan melepas karbon dioksida kemudian akan bereaksi dengan air yang terdapat pada *headspace* kemasan akibat kelembapan. Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang larut dalam air ( $\text{OH}$ ) akan bereaksi menghasilkan asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Kemudian asam karbonat akan melepaskan ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ). Ion hidrogen yang dihasilkan akan menurunkan pH karena menimbulkan kondisi asam, kemudian saat ion hidrogen berinteraksi dengan air akan terbentuk ion hidronium ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). Proton ion hidronium akan meningkat ketika berinteraksi pada indikator warna akan mengalami perubahan warna (Noiwan et al., 2022).



## 2.7 Metil Selulosa

Metil selulosa merupakan turunan dari selulosa yang paling sederhana dan banyak diaplikasikan pada bidang industri pangan. Metil selulosa mempunyai bagian polar dan nonpolar yang dapat memberikan sifat yang mengikat sehingga digunakan sebagai bahan pengikat atau *emulsifier* untuk mencegah pemisahan dua campuran yang memiliki kepolaran yang berbeda (Rahmidar et al., 2018). Metil selulosa menjadi larut dalam air Ketika derajat substitusi (DS) bervariasi dari 0 hingga 3. Karakteristik ini mengklasifikasikan MC sebagai polimer dengan *lower critical solution temperature polymer* (LCST) (Nasatto et al., 2015). Gugus polar metil selulosa tergolong tinggi sehingga metil selulosa memiliki daya ikat yang tinggi terhadap air, pada gugus nonpolar yang tinggi metil selulosa dapat dengan mudah larut dalam senyawa organik. Berikut ini merupakan struktur kimia dari metil selulosa.

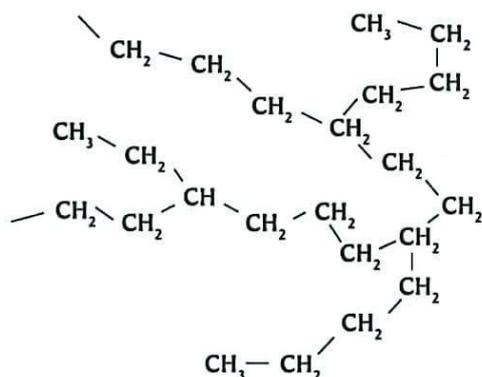


Gambar 2. Struktur Kimia Metil Selulosa

## 2.8 Plastik LDPE

LDPE (*Low Density Polyethylene*) merupakan jenis plastik dengan daya tahan tinggi serta fleksibel. Plastik ini memiliki rumus kimia yaitu  $(\text{C}_2\text{H}_4)_n$  dengan gugus fungsi  $\text{CH}_2=\text{CH}$ . Plastik ini memiliki stuktur polimer yang sangat simple sehingga mudah untuk diproduksi. LDPE paling sering ditemukan pada kantong plastik belanja. Kelebihan dari plastik ini yaitu

sangat ringan, warna bervariasi, dan mudah dibentuk. Keamanan LDPE sudah dibuktikan dan termasuk kedalam *food grade*. Agustian (2015) menjelaskan LDPE sendiri dianggap aman untuk mengemas makanan dan minuman. Plastik LDPE memiliki sifat permeabilitas gas CO<sub>2</sub> yang tinggi dan laju uap airnya yang rendah. Kemasan LDPE memainkan peran penting dalam menjaga kualitas dan memperpanjang umur simpan produk makanan dengan memberikan penghalang pelindung terhadap kelembapan, oksigen, dan faktor lingkungan lainnya. Sifat penghalang film LDPE dan dampak desain kemasan pada perpanjangan umur simpan untuk berbagai produk makanan. Adapun struktur kimia dari plastic LDPE sebagai berikut.



Gambar 3. Struktur kimia dari LDPE

## 2.9 Plastik PET

PET (*Polyethylene Terephthalate*) adalah salah satu jenis dari plastik polimer yang termasuk kedalam polimer polyester. Plastik ini memiliki rumus kimia yaitu  $(C_{10}H_8O_4)_n$  dan gugus fungsi ester. Plastik jenis ini memiliki daya tarikan yang sangat baik dan cukup elastis. Selain itu, ketahanan terhadap bahan kimia dan kemampuan yang stabil terhadap suhu (Okatama, 2016). PET banyak digunakan dalam industri makanan untuk aplikasi pengemasan karena sifat penghalang yang sangat baik, transparansi, ringan, dan terjangkau. Kemasan yang jenis ini memiliki peranan penting dalam industri makanan yang dinilai kegunaan dan persepsi baik tentang kemasan jenis ini terhadap konsumen meliputi keamanan dan dampak lingkungan.

Kemasan jenis PET memiliki sifat penghalang akibat kerusakan luar yang sangat baik dan mudah untuk didaur ulang sehingga kemasan ini sangat ramah lingkungan. Adapun sifat dari plastik PET ini yaitu permeabilitas gas oksigen yang rendah sehingga udara dari luar sulit untuk menembus plastik jenis ini, selain itu permeabilitas airnya juga memiliki nilai koefisien yang rendah (Ismayalomi & Rahardjo, 2019). Kegunaan dari plastik PET ini sendiri yaitu bisa digunakan untuk bahan pembuatan botol *soft drink* dan botol air sekali pakai.