

**PERUBAHAN KUALITAS BUAH NANAS (*Ananas comusus*) MD2
MENGUNAKAN PELAPIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE DAN
CALSIUM CLORIDA SELAMA PENYIMPANAN**

(SKRIPSI)

Oleh

SELFY APRILIANA SARI

1914071038



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

ABSTRACT

QUALITY CHANGES OF PINEAPPLE FRUIT (*Ananas Comusus*) MD2 DURING STORAGE COATED BY CARBOXYMETHYL CELLULOSE AND CALCIUM CHLORIDE

By

SELF APRILIANA SARI

Pineapple is a tropical fruit that is most preferred by people in many countries. As other fruits, pineapple has been doing metabolism after harvested. To extend the shelf life, pineapple needs to be handled carefully using appropriate method such as storage at a low temperature and apply coating. This study aims to determine the effect of coating of Carboxymethyl Cellulose and CaCl_2 with various concentrations and to compare with Sta Fresh 2952 and OE6012 coatings on the durability of pineapple fruit quality that is suitable for foreign consumers. Coating materials and their composition are as follows: MC1 (CMC 0.50% + CaCl_2 0.75%); MC2 (CMC 1% + CaCl_2 0.75%); MC3 (CMC 1.5% + CaCl_2 0.75%); MS; MO; and control. The coated fruits were then stored at low temperature (7 °C) for 35 days. Data represented fruit quality such as temperature, shell color, firmness, acidity, and total soluble solids were then analyzed using ANOVA model and Least Significant Difference (LSD) test by using the Minitab program. The results showed that fruits coated with CMC solution had significant differences in temperature and fruit shell color compared to the fruits coated using Sta Fresh 2952 and OE6012. While the parameters of total soluble solids, firmness, and acidity were not significantly different among the treatment. These results also showed that CMC and CaCl_2 solution have a good potential as a coating material for pineapple fruit where the fruit surface looks more glossy.

Keywords: coating material, fruit quality, pineapple

ABSTRAK

PERUBAHAN KUALITAS BUAH NANAS (*Ananas Comusus*) MD2 MENGUNAKAN PELAPIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE DAN CALSIUM CLORIDA SELAMA PENYIMPANAN

Oleh

SELFY APRILIANA SARI

Buah nanas merupakan buah tropis yang disukai banyak orang di berbagai belahan bumi. Sebagaimana produk buah lainnya, buah nanas masih melakukan metabolisme setelah dipanen. Untuk memperpanjang umur simpan, buah nanas perlu penanganan pascapanen seperti penyimpanan dalam ruang dingin dan pemberian pelapis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelapisan Carboxymethyl Cellulose dan CaCl_2 dengan berbagai variasi konsentrasi dan membandingkannya dengan pelapis Sta Fresh 2952 dan OE6012 terhadap daya tahan kualitas buah nanas yang sesuai dengan kesukaan konsumen luar negeri. Bahan pelapis dan komposisinya adalah sebagai berikut: MC1 (CMC 0,50% + CaCl_2 0,75%); MC2 (CMC 1% + CaCl_2 0,75%); MC3 (CMC 1,5% + CaCl_2 0,75%); MS; MO; dan kontrol. Buah yang sudah dilapisi kemudian disimpan pada suhu rendah (7 °C) selama 35 hari. Pengolahan data dilakukan menggunakan program Matlab. Setelah itu dilakukan analisis model *Anova* dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada kolom yang sama pada taraf 5% menggunakan program Minitab. Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah yang diberikan pelapis larutan CMC memiliki perbedaan yang nyata pada parameter suhu dan warna kulit buah dibandingkan dengan pelapis yang selama ini telah digunakan perusahaan, yaitu Sta Fresh 2952 dan OE 6012. Sedangkan pada parameter total padatan terlarut, kekerasan, dan acidity secara statistik tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan pelapisan buah. Hasil ini menunjukkan pula bahwa larutan CMC ditambahkan dengan CaCl_2 memiliki potensi yang baik sebagai pelapis buah nanas dengan tampilan permukaan buah lebih *glossy*.

Kata kunci: bahan pelapis, buah nanas, kualitas buah

**PERUBAHAN KUALITAS BUAH NANAS (*Ananas comusus*) MD2
MENGUNAKAN PELAPIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE DAN
CALSIUM CLORIDA SELAMA PENYIMPANAN**

Oleh

SELFY APRILIANA SARI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

Judul : **PERUBAHAN KUALITAS BUAH NANAS
(*Ananas comusus*) MD2 MENGGUNAKAN
PELAPIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE
DAN CALSIUM CLORIDA SELAMA
PENYIMPANAN**


Nama : **Selfi Apriliana Sari**

NPM : **1914071038**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

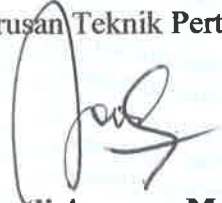
Tanggal Persetujuan : **Pertanian**




Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU
NIP. 197203111997031002


Dr. Ir. Tamrin, M.S.
NIP. 196212311987031002

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian


Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 19621010198902002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU.



Sekretaris

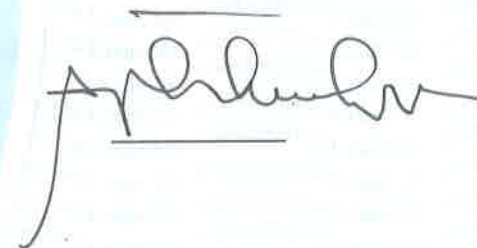
: Dr. Ir. Tamrin, M.S.



Penguji

bukan pembimbing

: Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 08 Agustus 2023

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya Selfi Apriliana Sari NPM 1914071038, dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU dan 2) Dr. Ir. Tamrin, M.S. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 21 Agustus 2023
Penulis,



Selfi Apriliana Sari
NPM. 1914071038

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kedondong, Kabupaten Pesawaran pada tanggal 21 April 2001 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara pasangan bapak Syahril Gunawan dan ibu Yoshi Marlina.

Pendidikan formal Penulis diawali dari Taman Kanak-kanak (TK) Dharma Wanita Kedondong diselesaikan tahun 2007.

Sekolah Dasar (SD) MIN 1 Pesawaran, diselesaikan pada tahun 2013. Sekolah Menengah Pertama (SMP) di MTS 1 Pesawaran diselesaikan pada tahun 2016. Sekolah Menengah Atas (SLTA) di MAN 1 Pesawaran diselesaikan pada tahun 2019. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan (PMPAP) dan diselesaikan pada tahun 2023. Penulis melakukan magang penelitian di PT. Great Giant Pineapple pada bulan Mei hingga April 2023. Penulis juga penerima beasiswa Petani Berjaya Program Gubernur Lampung Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif pada Organisasi Kemahasiswaan di Jurusan Teknik Pertanian sebagai anggota bidang Pengabdian Masyarakat (PENGMAS) Perhimpunan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung periode 2021. Penulis juga mengikuti organisasi luar kampus yaitu anggota Karang Taruna Kabupaten Pesawaran sebagai Wakil Bendahara III. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari pada bulan Januari-Februari 2023 di Desa Kegeringan 2, Kecamatan Batu Brak, Kabupaten Lampung Barat. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) pada tahun 2022 di PT Great Giant Pineapple, Kabupaten Lampung Timur dengan judul “Perubahan Kualitas Buah Nanas (*Ananas comusus*) MD2 Menggunakan Pelapis Carboxymethyl Cellulose dan Calsium Clorida Selama Penyimpanan”.

Alhamdulillahirobbil'aalamin

**Segala puji bagi Allah SWT, sebagai wujud, kasih sayang, bukti tulus,
bentuk rasa bersyukur dari kerja keras dan doa dari setiap yang engkau
ucapkan kupersembahkan Skripsi ini**

Kepada :

Orangtua ku (Ayah Syahril dan Ibu Yoshi)

Serta adikku (Yusril Agustin Maha Putra dan Cahya Salsabila)

SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan banyak sekali kenikmatan, kesempatan, rahmat, dan hidayah sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Perubahan Kualitas Buah Nanas (*Ananas comusus*) MD2 Menggunakan Pelapis Carboxymethyl Cellulose dan Calsium Clorida Selama Penyimpanan”** yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Sholawat serta salam tak henti-hentinya penulis haturkan kepada sosok tauladan yakni Nabi Muhammad SAW, yang tentunya kita nantikan syafaatnya di hari kiamat nanti.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, dorongan, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak. Maka, dengan segala kerendahan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Pertama;

4. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan juga sebagai Pembimbing Kedua;
5. Bapak Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S., selaku Dosen Pembahas;
6. PT. GGP yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian;
7. Andi Ridoni, S.H., yang telah memberikan semangat, dukungan, membantu dan mendampingi dari awal penelitian sampai menyelesaikan skripsi penulis;
8. Pak Suradi, Pak Rahmat selaku pegawai, dan seluruh tenaga kerja di PT. GGP PG 4 yang telah mendampingi selama proses penelitian dan memberikan banyak ilmu yang kami lakukan;
9. Sahabat-sahabatku Kaifa Uma, S.Hut., Windi Safira, S.Akun., Ade Rosalina Safitri, Amd.Kep., Hiri Salia, dan Anita Tri Milza;
10. Mba Putri yang telah membimbing saya dalam mengolah data penelitian;
11. Rekan tim nanas Tyas, Ella, Anggi, Erwin dan Dadang yang telah membantu dalam penelitian;
12. Rekan Jaka, Dedi Hermawan, Intan yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan hasil serta memberi semangat;
13. Keluarga Teknik Pertanian 2019, Abimata Aura yang telah membersamai dari awal sampai akhir, dan selalu memberikan semangat, bantuan dan motivasi.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih belum sempurna. Karena itu, kritik dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih, dan penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan pembacanya.

Bandar Lampung, 21 Agustus 2023

Penulis,

Selfi Apriliana Sari

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Hipotesis Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Nanas	6
2.2 Tingkat Kematangan Buah Nanas Berdasarkan <i>Presentase</i> Warna	8
2.3 Respirasi	9
2.4 Penyimpanan	11
2.5 <i>Edible Coating</i>	12
2.6 Carboxymethyl Cellulose (CMC)	14
2.7 Kalsium klorida (CaCl ₂).....	16
2.8 Pengolahan citra	16
III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Alat dan bahan.....	18
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.4 Prosedur Penelitian.....	20

3.5 Metode Pembuatan Coating	21
3.6 Metode Aplikasi <i>Coating</i> Pada Buah Nanas	21
3.7 Parameter Penelitian	22
3.7.1 Total Padatan Terlarut (Brix)	22
3.7.2 Kekerasan Daging Buah.....	23
3.7.3 Acidity.....	23
3.7.4 Warna Kulit (<i>Visible Image</i>).....	24
3.8 Analisis Data.....	24
3.8.1 Pengolahan Citra Thermal	24
3.8.2 Pengolahan Citra Visible	25
3.9 Analisis Data.....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Perubahan Total Padatan Terlarut (^o Brix).....	27
4.2 Perubahan Keasaman	29
4.3 Perubahan Kekerasan	31
4.4 Perubahan Suhu.....	33
4.5 Perubahan Warna Kulit.....	35
4.6 Perubahan Warna Berbasis HSV	40
V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
	<i>Teks</i>	
Tabel 1.	Kriteria tingkat kematangan buah nanas	9
Tabel 2.	Rancangan Percobaan CMC, CaCl ₂ , Sta Fresh 2952 dan OE 6012.....	19
Tabel 3.	Uji Lanjut BNT Perubahan Total Padatan Terlarut (°Brix)	29
Tabel 4.	Uji Lanjut BNT Perubahan Keasaman Buah Nanas Selama Penyimpanan	30
Tabel 5.	Uji Lanjut BNT Perubahan Kekerasan Buah Nanas Selama Penyimpanan	33
Tabel 6.	Uji Lanjut BNT Perubahan Suhu Buah Nanas Selama Penyimpanan ..	35
Tabel 7.	Uji Lanjut BNT Nilai Intensitas Warna Merah (I _R)	37
Tabel 8.	Uji Lanjut BNT Nilai Intensitas Warna Hijau (I _G)	38
Tabel 9.	Uji Lanjut BNT Intensitas Warna Biru (I _B)	39
Tabel 10.	Uji Lanjut HSV Perubahan Nilai Hue (H)	41
Tabel 11.	Uji Lanjut HSV Perubahan Nilai Saturation (S)	42
Tabel 12.	Uji Lanjut HSV Perubahan Value (Kecerahan)	43
Tabel 13.	Perubahan Warna Visible Buah Nanas Selama Penyimpanan.....	44
Tabel 14.	Data pengamatan total padatan terlarut selama 35 hari penyimpanan ..	50
Tabel 15.	Data pengamatan Kadar Asam selama 35 hari penyimpanan	50
Tabel 16.	Data pengamatan Kekerasan selama 35 hari penyimpanan	51
Tabel 17.	Data pengamatan Suhu selama 35 hari penyimpanan	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
Gambar 1.	Buah Nanas	6
Gambar 2.	Tingkat Kematangan Buah Nanas.....	8
Gambar 3.	Alat Ukur Total Padatan Terlarut (Penetrometer).....	22
Gambar 4.	Bagian Buah Nanas	23
Gambar 5.	Cara Pengambilan Citra Thermal.....	25
Gambar 6.	Perubahan Total Padatan Terlarut Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan	28
Gambar 7.	Perubahan Keasaman Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan.....	30
Gambar 8.	Perubahan Tingkat Kekerasan Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan	32
Gambar 9.	Perubahan Suhu Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan	34
Gambar 10.	Perubahan Intensitas Warna Merah Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan	36
Gambar 11.	Perubahan Intensitas Warna Hijau Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan	38
Gambar 12.	Perubahan Intensitas Warna Biru Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan	39
Gambar 13.	Perubahan Nilai Hue (Warna Sebenarnya) Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan	41
Gambar 14.	Perubahan Nilai Saturation (Kemurnian Warna) Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan	42

Gambar 15. Perubahan Nilai Value (Kecerahan) Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan	43
Gambar 16. Buah nanas dibersihkan dengan air kaporit.....	59
Gambar 17. Menimbang bahan yang akan digunakan	59
Gambar 18. <i>Coating</i> CMC dan CaCl_2	60
Gambar 19. <i>Coating</i> Sta Fresh 2952	60
Gambar 20. Pemberian lapisan <i>coating</i> pada nanas.....	61
Gambar 21. Nanas disemprot dengan cairan fungi	61
Gambar 22. Mengukur kekerasan	62
Gambar 23. Penyimpanan buah di <i>ColdStorage</i>	62

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara yang mempunyai iklim tropis. Di berbagai wilayah di Indonesia, telah banyak dikembangkan jenis-jenis tanaman buah lokal unggul yang tumbuh mulai dari dataran rendah sampai tinggi. Buah-buahan merupakan salah satu komoditi dagang yang penting, secara umum mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Permintaan buah-buahan pun menunjukkan pertumbuhan yang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini didorong oleh meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya asupan gizi dari buah-buahan. Oleh karenanya, produksi buah-buahan oleh perusahaan maupun petani berpeluang dapat terus ditingkatkan, termasuk di antaranya adalah buah nanas.

Nanas memiliki nama latin *Ananas comusus*. Ciri khas tanaman nanas yaitu bersemak. Tanaman inimulanya berasal dari daerah Amerika Selatan terutama Brasil. Pada tahun 1599 tepatnya pada abad ke-15, tanaman nanas mulai masuk ke wilayah Indonesia. Awalnya tanaman nanas hanya sebagai pengisi lahan di pekarangan rumah. Tanaman nanas cocok ditanam hampir pada semua jenis tanah. Meskipun demikian, tanah yang lebih cocok untuk tanaman ini yaitu tanah yang mengandung pasir, subur, kandungan kapur yang rendah, banyak mengandung bahan organik serta kandungan air yang cukup.

Buah nanas merupakan buah yang mudah rusak sehingga umur simpannya relatif singkat. Biasanya kerusakan pada buah nanas terjadi pada penanganan pascapanen selama proses pengangkutan dan penyimpanan. Setelah dipanen buah masih melakukan proses metabolisme menggunakan cadangan makanan yang terdapat dalam buah. Berkurangnya cadangan makanan tersebut tidak dapat digantikan dari batang tanaman karena buah sudah terpisah dari pohonnya. Kondisi seperti ini dapat mempercepat proses hilangnya nilai gizi buah dan mempercepat perusakan (*senescence*). Selain itu, tingkat kerusakan buah juga dipengaruhi oleh difusi gas ke dalam dan luar buah yang terjadi melalui lentisel yang tersebar di permukaan buah. Solusi yang digunakan untuk menghambat proses metabolisme pada buah dapat diatasi di antaranya dengan metode penyimpanan atmosfer terkendali. Tetapi jika menggunakan metode ini memerlukan biaya yang cukup tinggi. Oleh sebab itu ada metode lain yang lebih praktis yaitu dengan penggunaan bahan pelapis (*edible coating*).

Difusi gas ke dalam dan luar buah yang terjadi melalui lentisel yang tersebar di permukaan buah mempengaruhi tingkat kerusakan buah. Secara alami difusi gas tersebut dihambat dengan lapisan lilin/*edible coating* yang terdapat di permukaan buah, tetapi lapisan lilin tersebut dapat berkurang atau hilang akibat pencucian yang dilakukan pada saat penanganan pasca panen. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk menambah atau menggantikan pelapis yang telah berkurang dengan menambah bahan pelapis/*edible coating*. *Edible coating* berpotensi untuk meningkatkan *shelf life* buah karena *edible coating* dapat menjadi pelindung bagi produk minimal dari kerusakan mekanis, membantu mempertahankan integritas struktur sel dan mencegah kehilangan senyawa-senyawa volatil (Tharanathan, 2003).

Edible coating merupakan suatu metode pemberian lapis tipis pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan menghindari kontak dengan oksigen sehingga proses pemasakan dan pencoklatan buah dapat diperlambat. Pelapisan (*edible coating*) dimaksudkan untuk melapisi permukaan kulit buah dengan bahan yang dapat menekan laju respirasi maupun menekan laju transpirasi buah selama penyimpanan atau pemasaran.

Pelapisan juga bertujuan untuk menambah perlindungan bagi buah terhadap pengaruh luar. *Edible coating* pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan menghindari kontak dengan oksigen sehingga proses pemasakan dan pencoklatan buah dapat diperlambat. Beberapa penelitian membuktikan bahwa pelapisan dapat memperpanjang masa simpan dan menjaga produk segar dari kerusakan seperti pada buah apel, leci, mangga, dan tomat serta mempertahankan kualitas dari bahan pangan dengan tidak merubah aroma, rasa, tekstur, dan penampakan (Alsuhendra, 2011; Pavlath, 2009; Isnaini, 2009).

Pelapisan pada buah bertujuan untuk menghindari kehilangan uap air yang tinggi selama penyimpanan. Bila tidak dilakukan pelapisan, buah tersebut mudah menjadi mengkerut serta mudah mengalami kehilangan bobot. Selain untuk mencegah kehilangan bobot yang tinggi, pelapisan pada buah juga dapat melambatkan proses pemasakan buah selama beberapa hari. Serta untuk memperlambat pembusukan akibat *chilling* dan *browning*. Selain itu, ada beberapa keuntungan yang didapat apabila produk dilapisi *edible coating* yaitu dapat mengurangi terjadinya dehidrasi sehingga susut bobot dapat dicegah dan dapat mengurangi kontak oksigen dengan bahan sehingga oksidasi dapat dihindari.

Salah satu alternatif sebelum melakukan penyimpanan buah adalah dengan menambahkan bahan pelapis (*edible coating*) pada buah yang digunakan untuk menghambat terjadinya evapotranspirasi, sehingga nantinya akan membuat umur simpan buah nanas menjadi tahan lama. Salah satu cara yaitu dengan pelapisan emulsi lilin pada permukaan buah dapat mencegah terjadinya penguapan air sehingga dapat memperlambat kelayuan, menghambat laju respirasi, dan mengkilapkan kulit buah sehingga menambah daya tarik bagi konsumen.

Permasalahan yang masih dihadapi oleh perusahaan eksportir buah di antaranya adalah belum ditemukan metode yang optimum dalam mempertahankan kualitas buah yang akan diekspor ke luar negeri dalam kondisi prima hingga setidaknya 35 hari. Pertimbangannya, waktu yang ditempuh untuk buah sampai ke negara tujuan

seringkali memerlukan waktu berhari-hari bahkan sampai sebulan. Sementara pembeli atau konsumen di negara tujuan menginginkan kondisi kualitas buah harus tetap dalam keadaan segar (*greenness*). Menanggapi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan salah satu cara terhadap suatu produk untuk memperpanjang masa simpannya yaitu dengan menggunakan pelapisan (*edible coating*). Keuntungan dari *edible coating* yaitu dapat melindungi produk dari pangan dan dapat mempertahankan penampakan asli produk dapat dipertahankan aman dan tidak membahayakan kesehatan. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem yang dapat mendeteksi kematangan pada buah nanas terhadap umur simpan pada lama penyimpanan. Berdasarkan dari latar belakang di atas, peneliti memandang penting untuk meneliti pengaruh *coating* yang dibuat dari bahan campuran antara Carboxymethyl Cellulose dengan CaCl_2 (kalsium klorida) yang diimplementasikan pada buah nanas, kemudian diamati perubahan kualitasnya selama 35 hari disimpan pada suhu 7°C .

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Seberapa efektif pengaruh penggunaan pelapis Carboxymethyl Cellulose dan CaCl_2 terhadap daya simpan buah nanas MD2?
2. Pada komposisi campuran konsentrasi berapakah Carboxymethyl Cellulose dan CaCl_2 yang mampu mempertahankan daya simpan buah nanas MD2 hingga 35 hari?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah penulis ingin:

1. Mempelajari pengaruh pelapisan Carboxymethyl Cellulose dan CaCl_2 dengan berbagai variasi konsentrasi dan membandingkan dengan pelapis Sta Fresh 2952 dan OE 6012 terhadap daya tahan kualitas buah nanas MD2 yang sesuai dengan konsumen luar negeri.

2. Mempelajari perubahan mutu buah nanas MD2 berpelapis selama penyimpanan pada suhu 7 °C.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukan penelitian ini adalah dapat mengetahui pengaruh pemberian konsentrasi Carboxymethyl Cellulose dan Kalsium Klorida sebagai *edible coating* serta *coating* Sta Fresh 2952 dan OE 6012 terhadap mutu buah nanas MD2 selama penyimpanan. Selain itu, diharapkan dapat diketahui komposisi pelapis terbaik yang mampu mempertahankan mutu buah nanas setidaknya 35 hari sesuai dengan waktu perjalanan ekspor terjauh buah nanas.

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah pemberian pelapis Carboxymethyl Cellulose dan Kalsium klorida (CaCl_2) pada buah nanas menampilkan mutu yang lebih baik dibandingkan dengan buah yang diberikan pelapis Sta Fresh 2952 dan OE 6012 atau pun kontrol (tanpa pelapis).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanas

Menurut Bartholomew dkk. (2003), kedudukan taksonomi nanas sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Angiospermae
Ordo	: Farinosae
Family	: Bromiliaceae
Genus	: Ananas
Spesies	: Ananas comocus L.



Gambar 1. Buah Nanas

Tanaman nanas berbentuk semak dan memiliki siklus hidup tahunan. Susunan morfologinya terdiri dari akar, batang, daun, bunga dan buah (*syncarp*). Menurut Tim Karya Tani Mandiri (2010), nanas merupakan tanaman herbal tahunan dengan tinggi mencapai 50–150 cm. Tanaman ini memiliki tunas merayap pada bagian pangkalnya. Daun nanas berkumpul dalam roset akar dan melebar membentuk pelepah. Bentuk daun memanjang dengan bagian ujungnya meruncing, kaku, tebal, pada bagian tepinya terdapat duri, berwarna hijau atau hijau kemerahan, panjang daunnya 80–120 cm dan lebarnya 2–6 cm. Secara alami, tanaman nanas berbunga pada umur 15-22 bulan tergantung pada asal bibit.

Produksi nanas mengalami peningkatan menjadi 1.427.781 ton pada tahun 2006 setelah sebelumnya pada tahun 2005 jumlah produksi sebesar 925.082 ton (Direktorat Budidaya Tanaman Buah, 2007). Peningkatan produksi tersebut salah satunya disebabkan karena semakin luasnya areal pertanaman nanas. Bibit nanas yang dibutuhkan untuk tiap hektar pertanaman nanas sekitar 40.000 hingga 60.000 bibit sehingga untuk memperoleh produksi yang optimal dibutuhkan bibit nanas dalam jumlah yang cukup banyak. Bibit nanas yang digunakan adalah bibit nanas yang berkualitas dan seragam yang dapat diperoleh dalam waktu cepat dan dalam jumlah yang banyak.

Nanas berada di urutan ketiga dengan produksi sebesar 1.835.483 ton atau sekitar 9,27 persen dari total produksi buah di Indonesia. Sentra produksi nanas terbesar ada di Pulau Sumatera dengan total produksi sebesar 1.191.486 ton atau sekitar 64,91 persen dari total produksi nanas nasional. Indonesia termasuk salah satu penghasil nanas yang cukup besar di Asia.

Winastia (2011) menyatakan nanas juga mengandung serat yang berguna untuk membantu proses pencernaan, menurunkan kolesterol dalam darah dan mengurangi resiko diabetes dan penyakit jantung. Serat dari 150 gram nanas setara dengan separuh dari jeruk. Selain kandungan vitamin dan mineral, nanas juga dijadikan sebagai sumber vitamin C yang bagus. Buah nanas yang dikonsumsi segar memiliki kriteria bobot buah 0,3-0,5 kg atau 1,5-2 kg, brix > 15%, mahkota kecil, warna buah kuning responden, tekstur buah crispy, daya simpan panjang dan responsif pembungaan sedangkan untuk nanas proses memiliki kriteria buah silindris panjang sesuai ukuran cane, buah matang serempak, daging berwarna kuning orange, bobot buah 2-2,5 kg, responsif terhadap pembungaan.

2.2 Tingkat Kematangan Buah Nanas Berdasarkan *Presentase* Warna

Tingkat kematangan buah merupakan faktor penting dalam menentukan mutu buah nanas. Buah yang dipanen kurang tua, meskipun dapat matang, namun kualitasnya kurang baik karena rasa dan aromanya kurang baik. Sebaliknya, bila buah dipanen terlalu tua, rasa manis dan aroma buah kuat, tetapi memiliki daya simpan yang pendek. Kriteria tingkat kematangan buah dan ciri fisik pada kulit buah nanas disajikan pada Gambar 2 di bawah ini:

Saat pematangan buah terjadinya penurunan kadar senyawa-senyawa fenolik yang menyebabkan berkurangnya rasa sepat dan penurunan asam organik serta kenaikan zat-zat volatil yang memberi rasa dan aroma khas pada buah (Winarno, 2008). Selama proses pematangan, buah nanas mengalami beberapa perubahan antara lain pada warna kulit, tekstur dan kekerasan buah, rasa serta aroma khas yang menunjukkan bahwa terjadi perubahan-perubahan dalam susunannya. Beberapa perubahan yang terjadi selama proses pematangan nanas dijelaskan pada hasil yang didapatkan dari data pengujian destruktif (kekerasan, total padatan terlarut, total asam).

Shell and Flesh Color Standard Guide of PG4 Fresh Pine						
SC 0 (0%)	SC 1 (>0% - 10%)	SC 2 (>10% - 20%)	SC 3 (>20% - 35%)	SC 4 (>35% - 50%)	SC 5 (>50% - 75%)	SC 6 (>75% - 100%)
Destination: -Farzana -Lulu Sohar -Scherpenhuizen Hamad -Scherpenhuizen Suwalkh -Rejuve	Destination: -Lulu Bahrain, -Lulu Dammam -Scherpenhuizen Jeddah -Al Bakrawie Dammam dan Jeddah -AL Nur -Rejuve	Destination: Tokyo Korea Singapore Local A	Destination: Singapore Local A	Destination: Local B	Destination: Local B	Destination: Reject

Gambar 2. Tingkat Kematangan Buah Nanas

Tabel 1. Kriteria tingkat kematangan buah nanas

Kriteria	Ciri-ciri pada kulit buah
0	Semua mata buah berwarna hijau
1	Warna kuning $\geq 0\%$ -10%
2	Warna kuning $\geq 10\%$ -20%
3	Warna kuning $\geq 20\%$ -35%
4	Warna kuning $\geq 35\%$ -50%
5	Warna kuning $\geq 50\%$ -75%
6	Warna merah –orange $\geq 75\%$ -100%

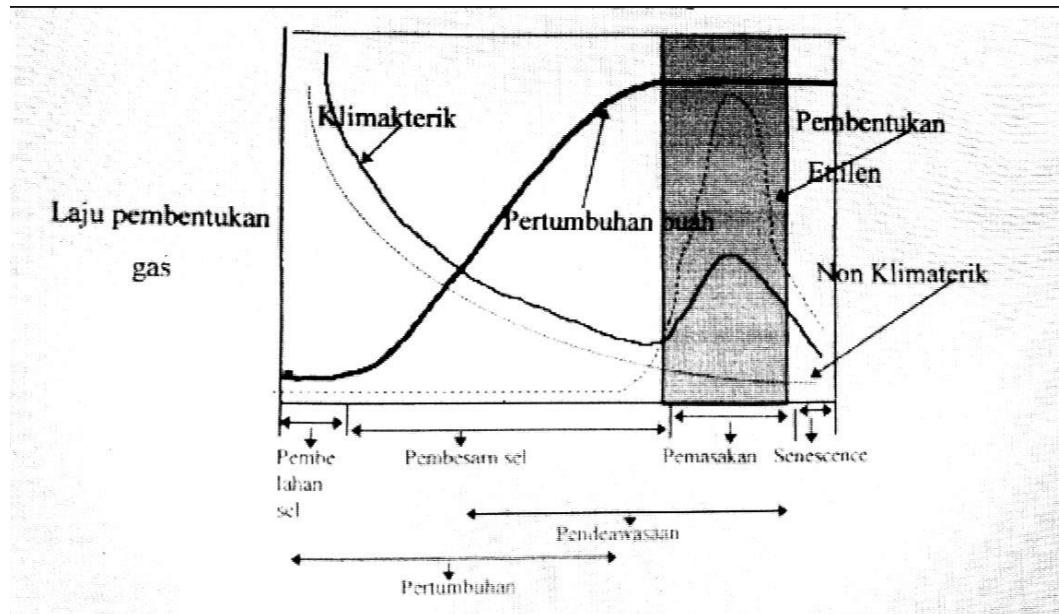
2.3 Respirasi

Respirasi merupakan reaksi pemecahan oksidatif dan substrat kompleks yang terdapat dalam sel menjadi molekul yang lebih sederhana dimana substrat dioksidasi menjadi CO_2 sedangkan O_2 yang diserap sebagai oksidator mengalami reduksi menjadi H_2O , yang disertai dengan pembentukan energi siap pakai dalam bentuk ATP dan energi yang dibebaskan (Pujimulyani, 2009).

Respirasi dapat berlangsung secara aerob dan anaerob. Pada respirasi aerob karbohidrat akan dioksidasi sepenuhnya menjadi air, CO_2 , dengan produksi ATP. Sedangkan pada respirasi anaerob, karbohidrat dioksidasi sebagian dan ATP yang diproduksi lebih sedikit per unit glukosa. Proses respirasi ini akan menghasilkan produk akhir berupa persenyawaan dengan berat molekul yang lebih besar seperti etil-alkohol. Alkohol yang dihasilkan akan mengakibatkan perubahan rasa dan bau yang tidak sedap pada produk pascapanen. Kecepatan respirasi menunjukkan laju perubahan komposisi yang terjadi dalam jaringan maupun kerusakan buah sehingga laju respirasi berhubungan erat dengan umur simpan buah tersebut (Pujimulyani, 2009).

Buah diklasifikasikan menjadi dua kategori berdasarkan laju respirasinya, yaitu buah klimaterik dan buah non-klimaterik. Buah klimaterik adalah buah yang memiliki kenaikan laju respirasi ke tingkat yang paling tinggi sebelum pemasakan atau pembusukan. Buah non-klimaterik adalah buah yang tidak mengalami kenaikan atau perubahan laju respirasi. Proses pematangan buah non-klimaterik

terjadi saat buah masih berada pada pohonnya, sedangkan buah klimaterik akan cepat matang setelah buah dipanen. Laju respirasi berubah-ubah selama tahap perkembangan buah-buahan. Pada buah non-klimaterik buah muda memiliki kecepatan respirasi yang tinggi. Namun pola respirasi akan terus turun dari periode pembelahan hingga periode penuaan (Pujimulyani, 2009).



Dalam proses respirasi, terjadi degradasi senyawa kompleks secara oksidatif dalam sel. Misalnya, terjadi pemecahan pati, dan gula menjadi senyawa sederhana, terbentuk CO_2 , H_2O , dan energi. Respirasi dapat terjadi dengan adanya oksigen (respirasi aerob) dan dapat pula terjadi respirasi tanpa adanya oksigen (respirasi anaerob atau fermentasi). Laju respirasi dari suatu produk merupakan indikator terjadinya aktivitas metabolik jaringan; jadi, merupakan petunjuk yang sangat penting mengenai umur simpan produk. Apabila laju respirasi buah dan sayur-sayuran diukur dengan oksigen yang diserap atau CO_2 yang dikeluarkan sewaktu proses pendewasaan sel, pematangan (pemasakan), dan masa pelayuan, maka akan diperoleh pola respirasi yang karakteristik.

Faktor internal respirasi yaitu sebagai berikut:

1. Tingkat perkembangan
2. Besar komoditas

3. Kulit berlapis lilin
4. Tipe jaringan
5. Komposisi kimia jaringan

Faktor eksternal respirasi yaitu sebagai berikut:

1. Suhu
2. Etilen
3. Oksigen dan karbondioksida
4. Hormon tanaman
5. Kerusakan buah

2.4 Penyimpanan

Salah satu masalah utama pada buah-buahan adalah sifatnya yang mudah rusak, karena tekstur kulit yang tipis maka mudah mengalami kerusakan (*perishable*) terhadap benturan dan luka yang memungkinkan terjadinya aktivitas mikroorganisme. Hal ini dapat menurunkan kualitas buah dan dapat menurunkan masa simpan dari buah. Salah satu usaha untuk mengatasinya adalah dengan memberikan perlakuan penyimpanan (Hamaisa dkk., 2007).

Salah satu upaya untuk mengurangi tingkat kerusakan buah selama dalam pemeraman, pengangkutan, dan penyimpanan adalah pengemasan dengan pengaturan atmosfer di sekeliling produk dan dikombinasikan dengan penyimpanan pada suhu rendah (Basuki dan Prarudiyanto, 2015). Suhu rendah atau dingin dapat memperlambat atau menghambat proses respirasi dan transpirasi buah (Lamona dkk., 2015), sehingga daya tahan kesegaran buah dapat lebih panjang. Pengendalian laju respirasi melalui pengendalian suhu dan atmosfer penyimpanan buah dapat mempertahankan mutu setelah pemanenan.

Penyimpanan sistem atmosfer terkendali dan modifikasi atmosfer adalah suatu teknologi untuk memperpanjang umur simpan dari makanan, utamanya untuk buah-buahan dan sayur-sayuran dan juga untuk mengurangi hama di dalam ruang simpan.

Teknik atmosfer terkendali sekitar produk bertujuan untuk mengendalikan metabolisme produk segar sehingga masa simpan dapat diperpanjang. Konsentrasi gas O₂ atau CO₂ di sekitar produk segar dijaga pada suatu konsentrasi yang diinginkan. Adanya pengendalian kedua gas tersebut akan terjadi hambatan laju respirasi sehingga laju respirasi relatif rendah pada batas tidak menimbulkan kondisi respirasi anaerobik pada produk segar tersebut.

2.5 Edible Coating

Coating merupakan lapisan tipis yang dibuat untuk melapisi bahan makanan. Bahan ini digunakan dengan cara membungkus, merendam, menyikat, atau menyemprot, untuk memberikan tahanan yang efektif terhadap transmisi gas dan uap air, serta memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis (Baldwin, dkk., 2012)

Edible coating dapat diartikan sebagai pelapis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi. Pada proses ini bahan pelapis dapat langsung diaplikasikan pada makanan atau dibentuk sebagai film yang digunakan untuk membungkus makanan tanpa merubah bahan dan metode pembuatannya. Jadi dapat disimpulkan bahwa *edible coating* merupakan pelapis makanan yang terbuat dari bahan yang aman dan dapat langsung dikonsumsi serta dapat menjaga kualitas makanan selama masa penyimpanan. *Edible coating* yang ideal harus memiliki syarat antara lain tidak merubah warna dan bau dari produk, tidak berpengaruh pada kualitas dari suatu produk, harus melekat dan cocok dengan produk, harus ekonomis dan mudah terurai serta tidak beracun dan harga yang terjangkau (Prasad dan Batra, 2015).

Edible coating bisa disebut sebagai lapisan tipis yang digunakan untuk melapisi produk atau diletakkan di antara produk. Lapisan ini berfungsi untuk melindungi produk dari kerusakan mekanis dengan mengurangi transmisi uap air, aroma, dan lemak dari bahan pangan yang dikemas. Komponen penyusun *edible coating* terdiri dari berbagai jenis bahan alami yang mudah didapat yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit. Bahan-bahan ini sangat baik digunakan sebagai penghambat

perpindahan gas, meningkatkan kekuatan struktur, dan menghambat penyerapan zat-zat volatil sehingga efektif untuk mencegah oksidasi lemak pada produk pangan (Alsuhendra, dkk., 2011).

Beberapa jenis hidrokoloid yang sering digunakan dalam industri pangan adalah senyawa hidrokoloid turunan polisakarida atau selulosa dan turunan senyawa protein. CMC adalah salah satu hidrokoloid turunan polisakarida tumbuhan yang memiliki kelarutan yang baik dalam air panas dan dapat membentuk gel yang bersifat reversibel bila dipanaskan pada suhu 50-60 °C dan berfungsi sebagai agen pembentuk tekstur elastis. Selain itu juga berfungsi untuk mencegah terbentuknya buih saat pendinginan. CMC memiliki sifat larut pada air hangat yang berpotensi meningkatkan kepekatan pada larutan dan bersifat anionik (Lersch, 2010).

Edible coating dapat dibuat dari berbagai macam bahan, baik berasal dari bahan alami maupun dengan penambahan bahan kimia yang aman untuk dikonsumsi. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai *edible coating* adalah CMC yang dicampur dengan kalsium klorida. Penggunaan CMC harus dengan jumlah yang tepat agar dihasilkan larutan *coating* yang baik. Ketebalan lapisan *coating* juga berpengaruh jika lapisan yang dihasilkan tepat atau baik maka mutu produk juga dapat dipertahankan dari kerusakan fisik maupun mekanis.

Salah satu cara memperpanjang lama umur simpan buah untuk mempertahankan kandungan vitamin C adalah dengan pemberian bahan kimia secara eksogen, yaitu pemberian kalsium klorida (CaCl_2). Kalsium (Ca) telah diketahui dapat memperpanjang daya simpan buah melalui penghambatan pemasakan buah. Adanya garam kalsium akan menghambat proses hidrolisis pati. Garam kalsium mempunyai sifat yang mudah larut dalam air, sehingga dengan adanya CaCl_2 dalam larutan maka ion Ca^{2+} akan memperkuat dinding sel dan akan menghambat hidrolisis yang menyebabkan pemecahan pektin dan pati.

Pemanfaatan *edible coating* merupakan salah satu metode untuk memperpanjang umur simpan dari produk pertanian, mengurangi penurunan kualitas dan kehilangan hasil. *Edible coating* juga memberikan efek yang hampir sama dengan penyimpanan *modified atmospher*. *Edible coating* pada buah dan sayuran

berprospek untuk dapat memperbaiki kualitas tampilan dan umur simpan (Baldwin, 2012).

Coating harus mempunyai sifat-sifat yaitu harus memiliki sifat menahan air sehingga dapat mencegah hilangnya kelembaban produk, memiliki permeabilitas selektif terhadap gas tertentu, mengendalikan perpindahan padatan terlarut untuk mempertahankan warna, pigmen alami dan bergizi, serta menjadi pembawa bahan aditif seperti pewarna, pengawet dan penambahan aroma yang dapat memperbaiki mutu bahan pangan.

Dalam upaya memperpanjang umur simpan buah, lama penyimpanan berpengaruh terhadap proses pemasakan buah. Lama penyimpanan merupakan hal penting dimana kondisi seperti tekstur, rasa, arom diperhitungkan. Untuk memperpanjang umur simpan pada buah dilakukan teknik pengawetan. Salah satu cara terhadap suatu produk untuk memperpanjang masa simpannya yaitu dengan menggunakan pelapisan (*edible coating*). Keuntungan dari *edible coating* yaitu dapat melindungi produk dari pangan dan dapat mempertahankan penampakan asli produk dapat dipertahankan, selain itu dapat dikonsumsi dengan aman tanpa membahayakan kesehatan (Pase, 2010).

2.6 Carboxymethyl Cellulose (CMC)

Carboxymethyl Cellulose merupakan eter polimerselulosa linear dan berupa senyawa anion, yang bersifat biodegradable, tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun, butiran atau bubuk yang larut dalam air namun tidak larut dalam larutan organik, memiliki rentang pH sebesar 6,5 sampai 8,0 stabil pada rentang pH 2-10, bereaksi dengan garam logam berat membentuk film yang tidak larut dalam air, transparan, serta tidak bereaksi dengan senyawa organik.

Carboxymethyl Cellulose (CMC) adalah bahan serbaguna yang digunakan secara luas dalam berbagai bidang dimana gugus karboksimetil pada CMC berfungsi sebagai hidrokoloid yang memiliki kemampuan untuk mengentalkan air, menanggulangi padatan dalam media cair, menstabilkan emulsi, menyerap kelembaban dari atmosfer, dan bahan baku pembentuk film. Aplikasi CMC

banyak digunakan pada berbagai industri seperti deterjen, cat, keramik, tekstil, kertas, dan makanan yang berfungsi sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensi, dan bahan penaut silang (Wijayani, 2005). CMC memiliki sifat tidak beracun, biokompatibel dan *biodegradable*. CMC juga dikenal sebagai getah selulosa, selulosa glikolat natrium selulosa atau natrium karboksimetil selulosa atau selulosa eter, yang dapat larut dalam air. Selain itu CMC juga bersifat koloid, mengikat, menebal, menyerap, menstabilkan dan membentuk film (Bisht dkk., 2017).

Carboxymethyl cellulose (CMC) adalah pelapis hidrokoloid yang dapat dimakan berbasis polisakarida. Ini memiliki potensi yang signifikan untuk membentuk lapisan yang transparan dan fleksibel yang mengikat permukaan produk yang diolah (Ali *et al.*, 2021). Telah dilaporkan bahwa CMC tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, dapat terurai secara hayati, relatif murah dan larut dalam air dingin maupun air panas (Dehsheikh dan Dinani, 2019).

Carboxymethyl Cellulose berasal dari selulosa kayu dan kapas yang diperoleh dari reaksi antara selulosa dengan asam monokloro asetat, dengan katalis berupa senyawa alkali. Struktur dasar Carboxymethyl Cellulose adalah β -1,4-Glukopiranososa yang merupakan polimer selulosa. Carboxymethyl Cellulose memiliki panjang molekul yang lebih pendek dibandingkan selulosa murni. Carboxymethyl Cellulose merupakan senyawa serbaguna yang memiliki sifat penting seperti kelarutan, reologi, dan adsorpsi di permukaan. Selain sifat-sifat itu, viskositas dan derajat substitusi merupakan dua faktor terpenting dari Carboxymethyl Cellulose (Deviwings, 2008 dalam Nurcahyono, 2014).

Carboxymethyl Cellulose berperan sebagai pengemulsi dan penstabil pada larutan *edible coating*. Pembuatan larutan coating komposit antara bahan bersifat hidrofobik dengan hidrofilik harus ditambahkan emulsifier agar larutan lebih stabil. Emulsifier yang dapat digunakan antara lain CMC. CMC mempunyai kelebihan yaitu dapat diaplikasikan pada berbagai produk dibandingkan dengan polimer larut air lainnya serta carboxymethyl cellulose juga mampu berikatan

dengan air sehingga meminimalkan pengerutan atau meningkatkan kemampuan pengikatan air (Purwantiningsih, 2007).

2.7 Kalsium klorida (CaCl_2)

Kalsium klorida (CaCl_2) merupakan garam berwarna putih yang mempunyai sifat higroskopis terhadap air dan memiliki kandungan panas yang besar hingga dapat mengikat air dan larut di dalamnya. Kemampuan kalsium klorida dalam mengikat air pun berbeda-beda tergantung jumlah mol hidrat yang terkandung di dalamnya. Kalsium klorida memiliki beberapa macam hidrat seperti anhidrat, dihidrat, tetrahidrat dan hexahidrat. Kalsium klorida anhidrat memiliki rumus kimia CaCl_2 . H_2O dengan konsentrasi hingga 80-99% berat, sedangkan kalsium klorida dihidrat memiliki rumus kimia $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi (75,49%).

Kalsium klorida pada umumnya digunakan untuk zat pengering (*dessicant*), zat pencair (*de-icing*), zat aditif dalam industri makanan. Zat aditif dalam pemrosesan plastik dan pipa sebagai sumber ion kalsium dan dapat digunakan dalam bidang kedokteran. Sebanyak 40% konsumsi kalsium klorida adalah sebagai zat pencair es, 20% untuk proses industri, khususnya dalam industri makanan, industri proses plastik, pipa dan semen. 10% digunakan dalam pengeboran minyak dan gas 5% untuk pembuatan beton dan 5% untuk kegunaan-kegunaan lainnya.

2.8 Pengolahan citra

Pengolahan Citra merupakan suatu metode atau teknik yang dapat digunakan untuk memproses citra atau gambar menjadi data citra yang diinginkan untuk mendapatkan informasi tertentu. Aplikasi pengolahan citra memberikan kemudahan untuk memproses suatu citra. Metode transformasi sistem ruang warna merupakan salah satu metode dari pengolahan citra yang dilakukan guna memperoleh ruang warna yang beragam dari suatu citra dalam sistem koordinat warna tertentu. Hal ini dapat dilakukan dengan proses perkalian matrik yang telah distandarisasi oleh CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*).

Pengolahan citra merupakan proses manipulasi citra atau gambar menjadi data citra yang diinginkan untuk mendapatkan informasi tertentu. Aplikasi pengolahan citra memberikan kemudahan untuk memproses suatu citra. Metode transformasi sistem ruang warna merupakan salah satu metode dari pengolahan citra yang dilakukan guna memperoleh ruang warna yang beragam dari suatu citra dalam sistem koordinat warna tertentu. Hal ini dapat dengan proses perkalian matrik yang telah distandarisasi oleh CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*). Meskipun basis RGB bagus untuk menampilkan informasi warna tetapi ia tidak cocok untuk beberapa aplikasi pemrosesan citra. Pada aplikasi pengenalan objek lebih mudah mengidentifikasi objek dengan perbedaan hue-nya dengan cara memberikan nilai ambang pada rentang nilai-nilai hue (panjang gelombang spektrum) yang melingkupi objek.

Dalam pengambilan citra, hanya citra yang berbentuk digital yang dapat diproses oleh *computer* digital. Data citra yang dimasukkan berupa nilai-nilai integer yang menunjukkan nilai intensitas cahaya atau tingkat keabuan setiap *pixel* (Munir, 2004). Citra digital dapat diperoleh secara otomatis dari sistem penangkap citra membentuk suatu matriks dimana elemen-elemennya menyatakan nilai intensitas cahaya pada suatu himpunan diskrit dari titik. Penggunaan teknologi pengolahan citra diharapkan dapat meningkatkan akurasi dalam menentukan kemasakan suatu buah. Kondisi buah dapat didekati dari ukuran objek dalam citra bila diambil dengan latar belakang yang kontras dengan warna buah yang diamati. Hal inilah yang mendasari penelitian ini dilaksanakan sehingga memberi inspirasi untuk membangun suatu aplikasi pengolahan citra untuk memprediksi kematangan berdasarkan fitur warna kulit buah.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Research and Development di PT. Great Giant Pineapple (PT GGP) PG4 yang berlokasi di Jl. Taman Nasional Way Kambas Raja Basa Lama, Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur.

Kegiatan penelitian ini dilakukan selama 35 hari pada bulan Maret hingga April 2023. Waktu pengamatan dilakukan pada hari ke-: 0, 7, 14, 21, 25, 28, 31 dan 35 setelah aplikasi dan penyimpanan buah pada *Cold Storage* bersuhu 7°C.

3.2 Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah refraktometer (Atago), penetrometer, kompor, *hotplate*, timbangan digital *Camry*, gelas ukur, kamera digital *Thermal Camera*, box pengambilan citra (*chamber*), sarung tangan, Cold Storage.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nanas yang dipetik segar berjenis MD2 yang dibudidayakan di kebun GGP SC 0, size 12, *Carboxymethyl Cellulose*, CaCl₂, Gliserol, Sta Fresh 2952, OE 6012, dan aquades.

3.3 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan dengan satu faktor yaitu jenis coating buah dengan 6 variasi komposisi campuran larutan *coating* termasuk kontrol. Buah nanas yang digunakan yaitu jenis MD2 dengan perlakuan jenis larutan *coating* campuran antara Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan CaCl₂ sebagai alternatif *coating* yang

ditawarkan dan akan dibandingkan dengan dua jenis larutan *coating* Sta Fresh 2952 dan OE 6012, dua jenis *coating* yang eksisting digunakan oleh PT. GGF sebagai *coating* buah nanas untuk komoditi ekspor. Buah nanas yang telah diberi *coating* disimpan pada suhu 7°C. Selama penyimpanan hari ke- 0, 7, 14, 21, 25, 28, 31 dan 35 hari dilakukan pengukuran parameter kualitas buah (total padatan terlarut, kekerasan, *acidity*, warna kulit, dan suhu buah). Rancangan percobaan campuran *coating* CMC dan CaCl₂, dan larutan *coating* Sta Fresh 2952 serta OE 6012 dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Rancangan Percobaan CMC, CaCl₂, Sta Fresh 2952 dan OE 6012

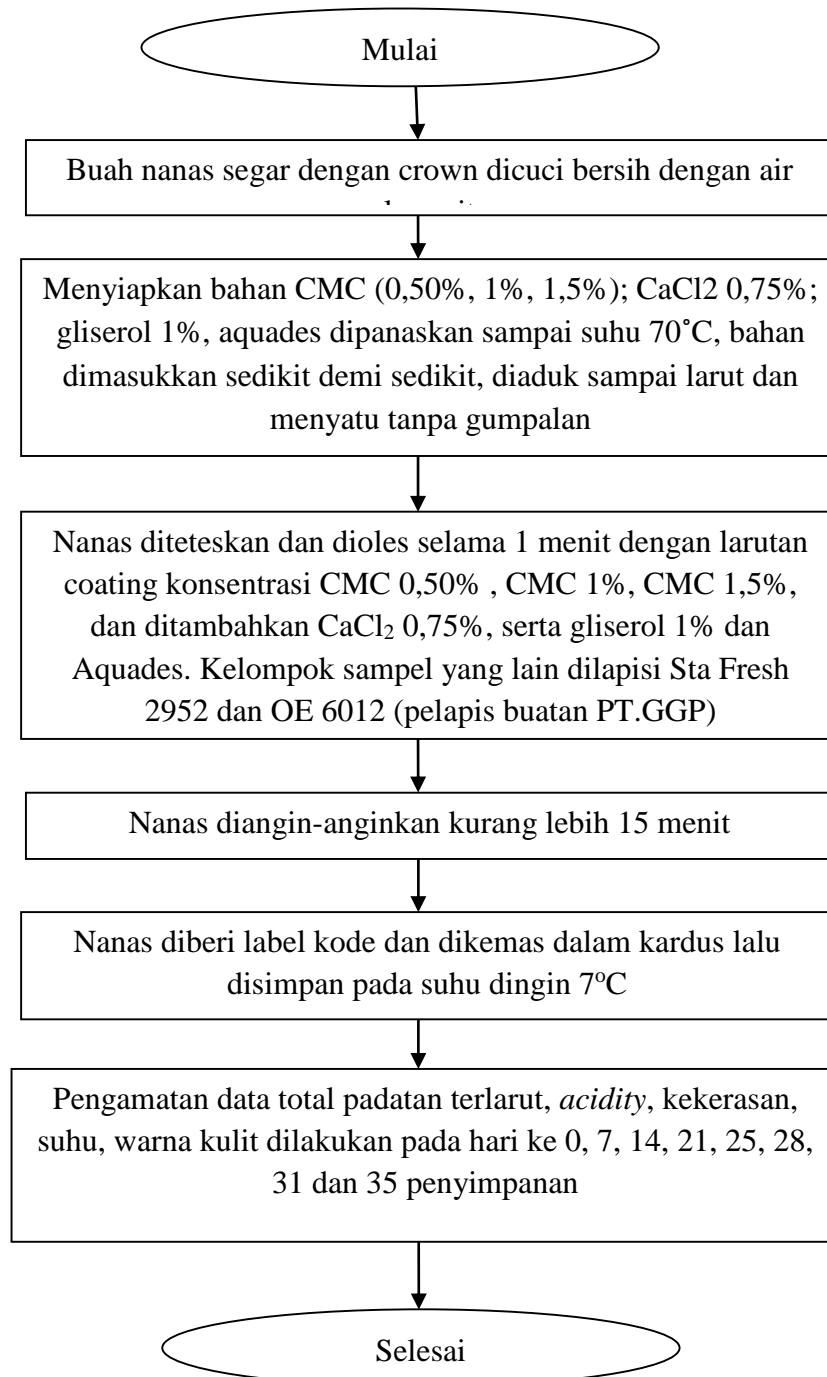
Perlakuan <i>Coating</i>					
C1	C2	C3	C4	C5	K
MC1_U1	MC2_U1	MC3_U1	MS_U1	MO_U1	MK_U1
MC1_U2	MC2_U2	MC3_U2	MS_U2	MO_U2	MK_U2
MC1_U3	MC2_U3	MC3_U3	MS_U3	MO_U3	MK_U3
MC1_U4	MC2_U4	MC3_U4	MS_U4	MO_U4	MK_U4
MC1_U5	MC2_U5	MC3_U5	MS_U5	MO_U5	MK_U5

Keterangan:

- C1 : CMC konsentrasi 0,50% dengan CaCl₂ konsentrasi 0,75% + gliserol 1%
 C2 : CMC konsentrasi 1% dengan CaCl₂ konsentrasi 0,75% + gliserol 1%
 C3 : CMC konsentrasi 1,5% dengan CaCl₂ konsentrasi 0,75% + gliserol 1%
 C4 : larutan Sta Fresh 2952 yang berasal dari PT. GGP
 C5 : larutan OE 6012 yang berasal dari PT. GGP
 K : Kontrol (tanpa *coating*)

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian buah nanas yang dilakukan pada penelitian ini digambarkan pada diagram alir di bawah:



3.5 Metode Pembuatan Coating

1. Pertama, menyiapkan alat yaitu gelas ukur, mixer, dan kompor,
2. Lalu menyiapkan bahan yang akan digunakan yaitu CMC dengan konsentrasi 0,50%, 1%, 1,5%, CaCl_2 0,75%, dan Gliserol 1%,
3. Aquades dipanaskan sampai suhu 70 °C,
4. Setelah aquades panas lalu bahan CMC 0,50%, 1%, 1,5% dimasukkan sedikit demi sedikit sambil diaduk setelah bahan tercampur rata ditambahkan CaCl_2 0,75%, serta gliserol 1%, tetap dipanaskan selama kurang lebih 15 menit. Mengaduk semua bahan hingga larut dan menyatu tanpa ada gumpalan, dan
5. Setelah larutan tercampur sempurna dibiarkan hingga mencapai suhu ruang sebelum larutan *coating* diaplikasikan.

3.6 Metode Aplikasi Coating Pada Buah Nanas

1. Menyiapkan bak bekas cat dan alat semprot serta bahan *coating* yang akan digunakan;
2. Pertama buah nanas dicuci dulu agar bersih yaitu dengan cara dicelupkan ke dalam bak yang berisi air kaporit;
3. Setelah itu didiamkan dahulu selama 2 menit agar air pada buah tersebut mengering;
4. *Coating* yang akan digunakan dituang ke wadah lalu diteteskan sedikit demi sedikit dengan satu orang memegang nanas dan mengusapkan *coating* pada permukaan nanas dengan tangan secara merata sampai seluruh keliling nanas terkena *coating*;
5. Nanas yang telah diberi *coating* diletakkan pada tempat yang telah disediakan;
6. Nanas setelah diberi *coating* didiamkan terlebih dahulu sampai *coating* tersebut sudah tidak terlalu basah dan menyerap pada permukaan kulit nanas;
7. Selanjutnya ujung buah nanas disemprot dengan fungi dan buah nanas didiamkan kembali sampai buah tidak terlalu basah untuk dikemas;
8. Setelah itu nanas dikemas menggunakan kardus yang telah diberi nama kode *coating* dengan jumlah 10 buah per kardus;
9. Buah nanas yang telah dikemas dalam kardus tersebut disimpan ke dalam *coldstorage*.

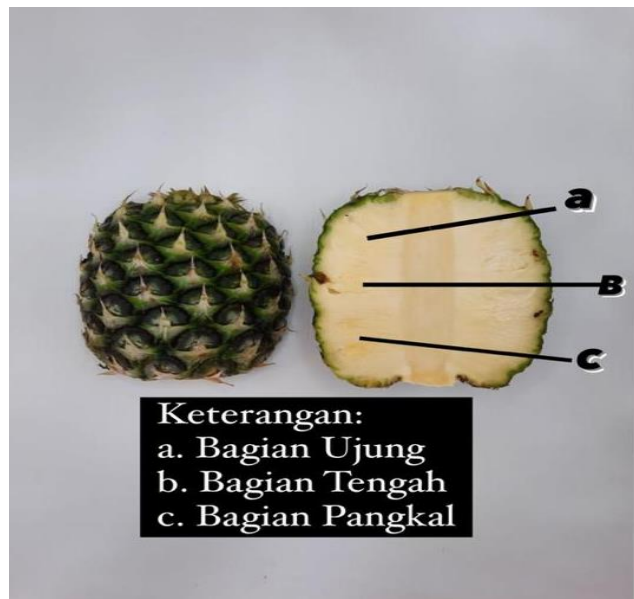
3.7 Parameter Penelitian

3.7.1 Total Padatan Terlarut (Brix)

Pengukuran total padatan terlarut menggunakan *Hand Refractometer*. Sebelum digunakan alat dan probe (kaca sensor) dibersihkan terlebih dahulu. Sampel yang diukur diambil dari potongan daging buah yang diambil lalu diperas sampai keluar sarinya. Air perasan ditetaskan secukupnya pada kaca sensor alat pengukur *Refractometer* (ATAGO Master-53 Alpha) dan dilihat kesejajaran garis biru dan putih pada alat tersebut apakah sudah sejajar dengan angka yang menunjukkan derajat °Brix dari sampel perasan buah nanas. Besarnya nilai total padatan tersebut dinyatakan dengan derajat gula skala brix.



Gambar 3. Alat Ukur Total Padatan Terlarut (Penetrometer)



Gambar 4. Bagian Buah Nanas

3.7.2 Kekerasan Daging Buah

Buah yang telah dibelah setengah bagian diletakkan sedemikian rupa di atas tatakan alat hingga stabil. Kekerasan daging diukur dengan menggunakan penetrometer berdasarkan tingkat ketahanan buah terhadap probe jarum penetrometer. Jarum penetrometer ditusukkan pada satu tempat yaitu tengah daging buah. Kedalaman pada buah tersebut mengikuti batas pada alatnya. Untuk setiap variasi perlakuan digunakan 3 buah sebagai ulangan. Data kekerasan untuk ketiga sampel ulangan kemudian dihitung rata-ratanya untuk dianalisis selanjutnya.

3.7.3 Acidity

Uji kadar asam dilakukan dengan cara titrasi. Prosedur yang dilakukan adalah potongan sampel daging buah nanas diperas untuk memperoleh sari buah lalu larutan sari buah ini diambil sebanyak 5 ml untuk dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Kemudian indikator PP 1% ditambahkan sebanyak 3 tetes. Dilakukan titrasi sampel dengan larutan NaOH 0,1 N hingga berubah warna menjadi kemerah-merahan dan warna tidak hilang selama 30 detik.

Rumus perhitungan kadar asam:

$$\text{Kadar asam} = \frac{V1 \times N \times B \times 100}{V2 \times 1000}$$

Keterangan:

V1 = Volume NaOH (ml)

V2 = Volume sampel (ml)

N = Normalitas NaOH (0,1 N)

B = Berat molekul asam sitrat (192,13)

3.7.4 Warna Kulit (*Visible Image*)

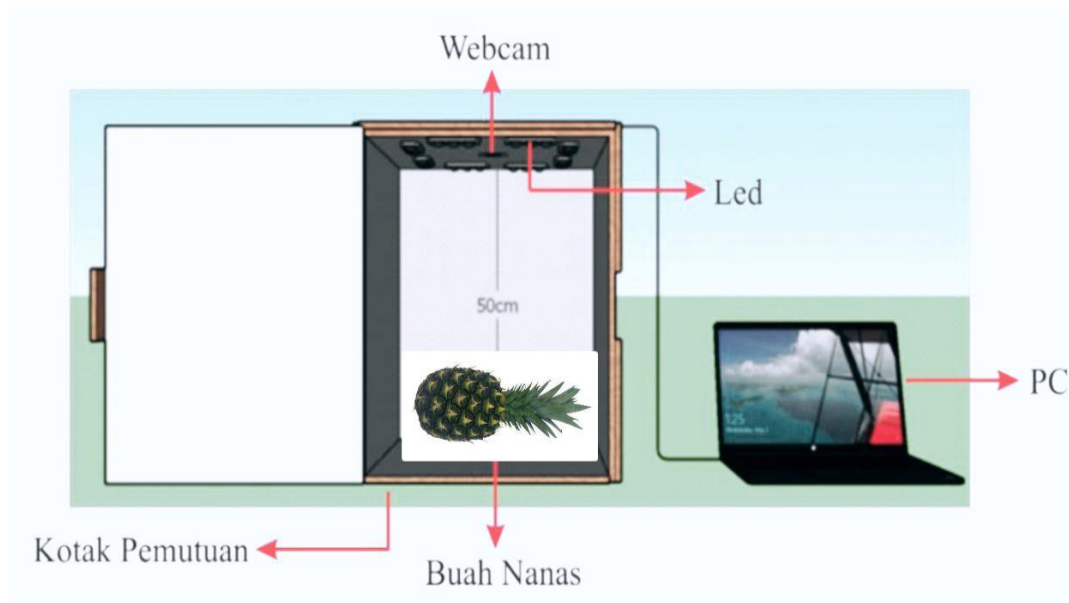
Prosedur yang dilakukan :

Sampel diletakkan pada dasar alas tepat di bawah kamera. Lampu TL (50 watt) dihidupkan sebagai sumber iluminasi. Jarak kamera dengan objek sejauh 30 cm. Kemudian dilakukan pengambilan citra dengan posisi buah yang sama dan diberi tanda pada buah dengan posisi buah horizontal.

3.8 Analisis Data

3.8.1 Pengolahan Citra Thermal

Buah nanas diletakkan pada dasar bawah alas dengan posisi horizontal. Pada box tersebut terdapat lubang pada bagian atas tepat di tengah fungsinya untuk meletakkan kamera. Posisi kamera thermal tepat lurus dengan objek. Setelah itu kamera disambungkan dengan komputer. Langkah selanjutnya adalah menyiapkan tempat file untuk menyimpan citra buah tersebut. Setelah citra tersimpan kemudian file tersebut diolah menggunakan program Matlab. Program ini digunakan untuk menganalisis distribusi suhu gambar thermal yang diambil dengan kamera thermal Flir E5-XT. Prosedur dalam akuisisi *thermal image* adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Cara Pengambilan Citra Thermal

1. Box pengambilan citra diletakkan pada posisi yang tepat dan pas dengan kondisi ruangan, kemudian menyiapkan juga komputer yang akan digunakan.
2. Peralatan akuisisi citra disiapkan dan diset. Kamera FLIR E4 dihidupkan dan disambungkan kabel datanya dengan komputer.
3. Buah diletakkan di dalam kotak berukuran 80 cm x 80 cm tepat di bawah kamera. Jarak antara kamera dengan dasar *chamber* adalah 60 cm.
4. Memasukkan buah ke dalam box dan meletakkan pada posisi yang telah ditentukan.
5. Data citra yang terekam dalam komputer dinamai dengan kode tertentu dan disimpan dalam ruang penyimpanan komputer untuk dilakukan langkah analisis pada tahap selanjutnya menggunakan program Matlab.

3.8.2 Pengolahan Citra Visible

Pada tahap pengumpulan data, data diambil menggunakan kamera beresolusi 64 MP. Nanas yang akan dijadikan data penelitian yaitu MD2. Selanjutnya sampel citra buah diambil pada masing masing warna kulit buah. Rata-rata tekstur berdasarkan warna kulit yang menjadi acuan dalam menentukan kematangan buah. Setelah itu dapat dihitung tingkat akurasinya. Dibuat tabel akurasi sistem untuk identifikasi kematangan buah nanas berdasarkan perhitungan tesktur citra.

Data input berupa data citra nanas, langkah operasional yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data yang berupa data citra buah nanas yang diambil menggunakan kamera 64 MP.
2. Menentukan jarak antara lensa dengan dasar objek sampel.
3. Menyiapkan lampu di atas buah dengan jarak 30 cm sebagai sumber cahaya agar tidak terjadi bayangan pada saat pengambilan gambar.
4. Dilakukan pengambilan citra dan diberi label.

3.9 Analisis Data

Analisis data pengolahan citra menggunakan program Matlab (versi R2017b). File data citra dibaca dan disimpan pada memori komputer. Hasil data program Matlab kemudian dilakukan uji *Anova* satu arah untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diukur, dan jika terdapat pengaruh maka dilanjutkan menggunakan uji BNT pada taraf 5% menggunakan aplikasi (Minitab19) dengan cara seperti berikut:

1. Hasil data excel dipindahkan ke aplikasi dengan susunan data sesuai dengan rancangan percobaan. Kemudian dipilih atau dimasukkan faktor yang akan digunakan.
2. Memilih faktor perlakuan dengan respon nama file dari setiap perlakuan.
3. Kemudian memilih tipe uji statistik yaitu memilih analisis model *Anova* selanjutnya memilih "*General Linier Model*".
4. Setelah keluar hasilnya, selanjutnya memilih kembali "*Comparison*", pilih perlakuan hari mulai dari hari pertama-terakhir lalu pilih "*Fisher*" klik perlakuan dan tekan OK.
5. Maka akan keluar hasil data analisis.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Tidak ada perbedaan nyata parameter kualitas buah yaitu pada total padatan terlarut, keasamaan, kekerasan, namun berbeda nyata terhadap parameter suhu dan warna kulit buah antara buah nanas yang diberikan pelapis Carboxymethyl Cellulose dan CaCl_2 dibandingkan dengan buah dengan pelapis Sta Fresh 2952 atau pun OE 6012.
2. Selama penyimpanan 35 hari pada suhu 7 °C, parameter keasamaan, intensitas warna merah mengalami kenaikan, sedangkan total padatan terlarut, kekerasan, intensitas warna hijau mengalami penurunan. Kualitas buah nanas tidak berubah signifikan selama penyimpanan dengan penerapan bahan pelapis pada buah.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk konsentrasi CMC dan CaCl_2 yang lebih rendah dari yang telah dilakukan dengan berbagai variasi.
2. Perlu dilakukan uji organoleptik untuk penilaian rasa dan tekstur buah nanas oleh beberapa panelis karena perlu pertimbangan konsumen untuk mengetahui apakah masa simpan hingga hari ke-35 masih layak dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., Anjum, M. A., Ejaz, S., Hussain, S., Ercisli, S., Saleem, M. S., and Sardar, H. 2021. Carboxymethyl cellulose coating delays chilling injury development and maintains eating quality of 'Kinnow' mandarin fruits during low temperature storage. *International Journal of Biological Macromolecules*.168, 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.12.028>
- Alsuheindra., Ridawati., dan Santoso, A. I. 2011. *Pengaruh Penggunaan Edible Coating terhadap Susut Bobot, pH, dan Karakteristik Organoleptik Buah Potong pada Penyajian Hidangan Dessert*. Skripsi. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Baldwin, E. A., Hagenmaier, R., dan Bay, J. 2012. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality Second Edition*. CRC Press. London.
- Bartholomew, D.P., Paull, R.E., and Rohrbach. 2003. *The Pineapple: Botany, Production and Uses*. University of Hawaii at Manoa Honolulu CABI Publishing, USA.
- Basuki, E., Prarudiyanto, A. 2015. Penyimpanan secara modifikasi atmosfer dengan menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebagai adsorbent. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. (1):8-14.
- Bisht, A. S., Alam, M. S., Bhatia, S., and Gupta, S. 2017. Studies on Development and Evaluation of Glycerol Incorporated Cellulose and Alginate Based Edible Films. *Indian Journal of Agricultural Biochemistry*. 30(1), 67-72.
- Bora., Ditya, J., Gupta, A. K., and Khan, F. A. 2015. "Comparing the Performance of $L^*A^*B^*$ and HSV Color Spaces with Respect to Color Image Segmentation" . *Journal Unnes*. 5 (2): 12.
- Dehsheikh, F. N., and Dinani, S. T. 2019. Coating pretreatment of banana slices using carboxymethyl cellulose in an ultrasonic system before convective drying. *Ultrasonics Sonochemistry*, 52, 401-413. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.12.018>
- Deviwings. 2008. CMC. <http://www.quencawings.ac.id>. Diakses pada 11 Januari 2009.
- Direktorat Budidaya Tanaman Sayuran dan Biofarmaka. 2008. *SOP Budidaya*. Direktorat Jenderal Hortikultura Departemen Pertanian. Jakarta.

- Eko, Prasetyo. 2012. *Pengolahan Citra Digital Dan Aplikasinya Menggunakan MATLAB*. Universitas Semarang. Yogyakarta.
- Hamaisa, A. 2007. *Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Umur Simpan dan Kualitas Buah nanas. Varietas IPB 1 Selama Penyimpanan dan Pematangan Buatan*. Seminar Nasional “Ketahanan Pangan” PERTETA. Bandar Lampung.
- Hamaisa, A. 2008. *Pengaruh Tingkat Ketuaan Terhadap Perubahan Mutu Buah Nanas Genotipe IPB 1 Selama Proses Penyimpanan dan Pematangan Buatan [tesis]*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hartanto, R. dan Sianturi, C. 2008. *Perubahan kimia, fisika dan lama simpan buah pisang muli dalam penyimpanan atmosfir pasif*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung, 17-18 November 2008.
- Hasinah. 2018. *Perubahan Kualitas Buah Apel Manalagi Potong dengan Pelapis Edibel Berbasis CMC dan Sari Lemon*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Isnaini, N. 2009. *Pengaruh Edible Coating Terhadap Kecepatan Penyusutan Berat Apel Potong*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik. Universitas Surabaya.
- Lamona, A., Purwanto, A. Y., dan Sutrisno. 2015. *Pengaruh Jenis Kemasan dan Penyimpanan Suhu Rendah terhadap Perubahan Buah Segar*. *JTEP Jurnal Keteknikan Pertanian*. 3 (2): 145-152.
- Lersch, M. 2010. *Texture A Hydrocolloid Recipe Collection*. Creative Common. California.
- Munir, R. 2004. *Pengolahan citra digital dengan Pendekatan Algoeritmik*. Informatika Bandung. Bandung.
- Pase, M. C. 2010. *Pengaruh Pelapisan Edibel Terhadap Umur Simpan dan Mutu Buah Terolah Minimal Yang Disimpan dalam Kemasan Atmosfer Termodifikasi*. Skripsi Departemen Teknik Pertanian. IPB.
- Pavlath, A. E., dan Orts, W. 2009. *Edible films and coatings: why, what, and how?* Dalam: Embuscado dan Huber. Editor. *Edible Films and Coatings for Food Applications*. USA (US), Springer. Hlm. 2–8.
- Prasad, N., and Batra, E. 2015. *Asian Journal of Biochemical and Pharmaceutical Research Edible Coating (The Future of Packaging): Cheapest and Alternative Source to Extend the Post-Harvest Changes-A Review*. *Asian Journal of Biochemical and Pha*.
- Pujimulyani, D. 2009. *Teknologi Pengolahan Sayur-sayuran & Buah-buahan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Purwatiningsih, S. A., Sjachrizza dan Rachmanita. 2007. *Sintesis dan Optimalisasi Gel-Chitosan-Karbosimetil Selulose*. *Journal Alchemy*. 6:57-62.
- Rajinikanth, V., and Couceiro, M. S. 2015. “RGB Histogram Based Color Image Segmentation Using Firefly Algorithm”. *In Procedia Comput Sci*. 46:1449-1457.

- Rojas-Graü, M. A., Tapiab, M. S., and Martín-Belloso, O. 2008. Using Polysaccharide-based Edible Coatings to Maintain Quality of Fresh-Cut Fuji Apples. *LWT-Food Science and Technology* 41(1):139-147
- Shahnawaz, M., Wali, A., and Abbass, S. 2013. A Study on the Shelf Life of Minimally Processed Apple with Edible Coatings. *Chemistry Journal* 3(1):20-22
- Tharanathan, R. N. 2003. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends Food Sci Tech.*14, 71-78.
- Tim Karya Tani Mandiri. 2010. *Pedoman Bertanam*. CV. Nuansa Aulia. 208 hal. Bandung.
- Winastia, B. 2011. “Analisa Asam Amino pada Enzim Bromelin dalam Buah Nanas. (*Ananas comusus*) Menggunakan Spektrofotometer ” . Tugas Akhir Program Studi Diploma III di Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.