

**PENGARUH JENIS *COATING* TERHADAP LAJU RESPIRASI  
BUAH NANAS (*Ananas comosus*) SELAMA PENYIMPANAN  
PADA SUHU RENDAH**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Erwin Gutama Putra**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2023**

## ABSTRAK

### PENGARUH JENIS *COATING* TERHADAP LAJU RESPIRASI BUAH NANAS (*Ananas comosus*) SELAMA PENYIMPANAN PADA SUHU RENDAH

Oleh

Erwin Gutama Putra

Buah nanas (*Ananas comosus*) merupakan salah satu komoditas buah andalan Indonesia yang sangat potensial untuk dikembangkan, tetapi buah nanas termasuk buah yang mudah rusak (*perishable*). Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh pemberian pelapis *coating* pada berbagai dosis campuran bahan pelapis (CMC+CaCl<sub>2</sub>), dan membandingkan antara campuran pelapis dari CMC dan CaCl<sub>2</sub> dengan *coating existing* yang digunakan PT GGP Lampung. Penelitian ini menggunakan jenis nanas madu (MD2) dengan *shell color* 0 (SC0) yang diperoleh dari PT Great Giant Pineapple Lampung dan menggunakan tiga macam *coating* yaitu campuran CMC dan CaCl<sub>2</sub> dengan 3 dosis yang berbeda, dan dua jenis *coating* yang sudah digunakan komersial di PT GGP yaitu *coating* Sta Fresh 2952 dan *coating* OE 6012. Hasil dari penelitian ini yaitu pemberian pelapis *coating* (CMC+CaCl<sub>2</sub>) berpengaruh pada proses laju respirasi buah nanas madu, terutama pada dosis campuran MC3 (1,5% CMC + 0,75% CaCl<sub>2</sub>) dapat menghambat laju respirasi dan mempertahankan kualitas buah nanas dibandingkan perlakuan kontrol (tanpa *coating*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi pelapis MC3 (dosis 1,5% CMC dan 0,75% CaCl<sub>2</sub>) menghasilkan laju respirasi buah nanas sebesar ± 3 ml CO<sub>2</sub>/Kg.h, lebih rendah dibandingkan buah nanas dengan konsentrasi pelapis yang lain. Namun demikian *edible coating* dengan bahan CMC+CaCl<sub>2</sub> belum memiliki performa yang lebih baik dari *coating existing* Sta Fresh dan OE yang digunakan PT Great Giant Pineapple.

Kata kunci : *edible coating*, laju respirasi, CMC, CaCl<sub>2</sub>, Sta Fresh, OE

## **ABSTRACT**

### ***EFFECT OF PALM STEARIN AS A COATING FOR PINEAPPLE FRUIT (*Ananas comosus*) AGAINST RESPIRATION RATE DURING STORAGE AT LOW TEMPERATURE***

**By**

**Erwin Gutama Putra**

Pineapple (*Ananas comosus*) is one of the most promising Indonesian commodities which has a great potential for development, however pineapple is categorized as perishable fruit. In the trade, shelf life is often a crucial issue the aims of this research were to study the effect of coating on different doses of coating material mixture (CMC + CaCl<sub>2</sub>), and to compare the coating mixtures of CMC and CaCl<sub>2</sub> with the existing coating used by PT GGP Lampung. This study used honey pineapple (MD2) with shell color 0 (SC0) obtained from PT Great Giant Pineapple Lampung and used three types of coatings, namely a mixture of CMC and CaCl<sub>2</sub> with 3 different doses, and two types of coatings that have been used commercially at PT GGP, namely Sta Fresh 2952 coating and OE 6012 coating. The results of this study are the provision of coatings (CMC + CaCl<sub>2</sub>) affects the process of respiration rate of honey pineapple fruit, especially at the dose of MC3 mixture (1.5% CMC + 0.75% CaCl<sub>2</sub>) can inhibit the respiration rate and maintain the quality of pineapple fruit compared to the control treatment (without coating). The results showed that the MC3 coating concentration (dose of 1.5% CMC and 0.75% CaCl<sub>2</sub>) resulted in a pineapple fruit respiration rate of  $\pm 3$  ml CO<sub>2</sub>/kg.h, lower than pineapple fruit with other coating concentrations. However, edible coatings with CMC+CaCl<sub>2</sub> ingredients have not performed better than the existing Sta Fresh and OE coatings used by PT Great Giant Pineapple.

Keywords : Edible coating, respiration rate, CMC, CaCl<sub>2</sub>, Sta Fresh, OE

**PENGARUH JENIS *COATING* TERHADAP LAJU RESPIRASI  
BUAH NANAS (*Ananas comosus*) SELAMA PENYIMPANAN  
PADA SUHU RENDAH**

Oleh

**Erwin Gutama Putra  
1914071015**

**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 Skripsi : **PENGARUH JENIS COATING TERHADAP LAJU RESPIRASI BUAH NANAS (*Ananas comosus*) SELAMA PENYIMPANAN PADA SUHU RENDAH**

Nama Mahasiswa : **Erwin Gutama Putra**  
No. Pokok Mahasiswa : 1914071015  
Jurusan : Teknik Pertanian  
Fakultas : Pertanian

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing



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



**Winda Rahmawati S.T.P., M.Si., M.Sc.**  
NIP. 198905202015042001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian



**Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**  
NIP. 196210101989021002

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

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



**Sekretaris : Winda Rahmawati, S.T.P., M.Si., M.Sc.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Dr. Ir. Arwan Sukri Banuwa, M.Si.**

**NIP. 196110201986031002**

**Tanggal lulus ujian skripsi : 3 Agustus 2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya **Erwin Gutama Putra NPM. 1914071015.**

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU.** dan **Winda Rahmawati S.T.P., M.Si., M.Sc.** 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.

BandarLampung, 1 Oktober 2023

Yang membuat pernyataan,



Erwin Gutama Putra  
NPM. 1914071015

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kotabumi, Lampung Utara pada tanggal 1 Oktober 2000, Penulis lahir dari pasangan bapak Edrom dan ibu Idayani, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dengan satu adik perempuan yaitu Nadia Vega. Pada tahun 2007 sampai dengan 2013 penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 3 Kembang Tanjung Kabupaten Lampung Utara. Setelah menyelesaikan Sekolah Dasar penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Abung Selatan Kabupaten Lampung Utara pada tahun 2013-2016. Lalu penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Atas pada tahun 2016-2019 di SMA Negeri 1 Kotabumi, Lampung Utara.

Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis juga aktif dalam organisasi yaitu sebagai anggota Koperasi Mahasiswa Universitas Lampung (Kopma Unila) pada periode 2020, lalu pada tahun 2021 menjadi anggota Bidang Dana dan Usaha (Danus) PERMATEP pada periode 2021

Pada bulan Januari sampai Februari 2022 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Sinar Ogan, Kecamatan Abung Selatan, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung. Lalu pada bulan Juni sampai Agustus 2022 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum (PU) selama 40 hari di PT Great Giant Pineapple, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung.



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

### **Alhamdulillahirabbil'aalamiin...**

Dengan penuh rasa syukur dan atas Ridho Allah Subhanahu Wa Ta'ala,

Karya ini kupersembahkan kepada:

Keluargaku tercinta, ayahanda Edrom, ibunda Idayani, dan adik Nadia Vega serta seluruh sanak saudara yang selalu membantu dan melantunkan namaku dalam setiap do'a.

Sahabat serta teman seperjuangan yang selalu menjadi pendengar dan penasehat terbaik dalam setiap saat.

Terimakasih telah memberikan semangat, dukungan, serta doanya yang ditujukan kepadaku sehingga aku dapat berjuang sampai titik ini.

*"If we keep doing what we're doing, we're doing to keep getting what we're getting"- Stephen R.Covey*

## SANWACANA

Puji syukur atas keberkahan dan nikmat yang diberikan oleh Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta nikmat iman, nikmat sehat dan nikmat sempat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam penyusunan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Jenis *Coating* Terhadap Laju Respirasi Buah Nanas (*Ananas comosus*) Selama Penyimpanan Pada Suhu Rendah**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis menyadari dalam menyusun skripsi ini banyak mendapat bantuan, masukan serta saran dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, penulis menyampaikan terima kasih 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 yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan semangat;
3. Bapak Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan motivasi, masukan, bimbingan, dan saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
4. Ibu Winda Rahmawati S.T.P., M.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan masukan, saran serta arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;

5. Bapak Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, saran serta arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Seluruh Dosen dan para Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
7. Bapak Edrom dan Ibu Idayani, selaku orang tua penulis yang telah memberikan semangat dalam melaksanakan penyusunan skripsi dan dukungan finansial dalam menyelesaikan perkuliahan. Terima kasih atas doa dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis;
8. Kepada adik yang selalu memberikan semangat kepada penulis sehingga membuat penulis tidak merasa lelah dalam pengerjaan skripsi ini;
9. Bapak Ahmad Ziaurrahman, Bapak Cahyo, Bapak Suradi, Bapak Rachmat, serta semua tenaga kerja yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, motivasi, masukkan, dan semangat dalam melaksanakan penelitian;
10. Putri Mariska Fahmi selaku kakak satu penelitian yang selalu membantu dan mendukung penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini;
11. Anggie Nafyta Lestari, Dadang Darmagala, Ella Wigustina, Dwi Ferdiansyah, Raras Silviana, Retno Hayuning Tias, Salsa Dinara Pangestu dan Selfi Apriliana Sari selaku teman sesama penelitian sekaligus menjadi sahabat penulis yang selalu siap menjadi tempat keluh kesah maupun senang, memberikan semangat, motivasi, dan dukungan dengan caranya masing-masing sehingga membuat penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
12. Gerald Squad dan Queen Kost, selaku teman penulis semasa kost yang siap membantu dan memberikan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini;
13. Keluarga Teknik Pertanian 2019 yang telah menjadi keluarga serta cerita perjuangan selama perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaannya, doa, dukungan, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
14. Kepada semua pihak yang telah berjasa dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Penulis berharap semoga kebaikan tersebut mendapat balasan dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini jauh dari kata kesempurnaan maka dari itu kritik dan saran yang sifatnya membangun, penulis senantiasa terima. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi para pembacanya.

BandarLampung,

Penulis

**Erwin Gutama Putra**

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Hipotesis Penelitian.....	5
1.6 Batasan Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Nanas .....	7
2.2 Tingkat Kematangan .....	8
2.3 Respirasi .....	10
2.3.1 Tahapan Respirasi.....	13
2.3.2 Proses Metabolisme .....	15
2.4 Umur Simpan .....	16
2.4.1 Suhu .....	16
2.4.2 Pengaruh <i>Edible Coating</i> Terhadap Umur Simpan .....	17
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	19
3.2 Alat dan Bahan .....	19
3.3 Rancangan Percobaan.....	19
3.4 Prosedur Pembuatan <i>Coating</i> CMC dan CaCl <sub>2</sub> .....	20
3.5 Prosedur Penelitian.....	21

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1 Susut Bobot .....	26
4.2 Total Padatan Terlarut (°Brix).....	28
4.3 Kadar Asam ( <i>Acidity</i> ).....	30
4.4 Kerutan Buah ( <i>Shell Pitting</i> ) .....	32
4.5 Laju Respirasi.....	34
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>38</b>
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
	<i>Teks</i>	
1.	<i>Shell color</i> sebagai penentu tingkat kematangan buah nanas .....	9
2.	Rancangan Penelitian .....	20
3.	Nilai susut bobot buah nanas pada suhu 7°C selama 35 hari penyimpanan .....	28
4.	Nilai °brix buah nanas pada suhu 7°C selama 35 hari penyimpanan .....	29
5.	Nilai asam bebas buah nanas pada suhu 7°C selama 35 hari penyimpanan .....	31
6.	Nilai kerutan buah nanas pada suhu 7°C selama 35 hari penyimpanan....	33
7.	Nilai laju respirasi buah nanas pada suhu 7°C selama 35 hari penyimpanan .....	35
	<i>Lampiran</i>	
8.	Data pengamatan susut bobot selama 35 hari penyimpanan.....	43
9.	Data pengamatan total padatan terlarut selama 35 hari penyimpanan.....	44
10.	Data pengamatan kadar asam selama 35 hari penyimpanan.....	44
11.	Data pengamatan <i>shell pitting</i> selama 35 hari penyimpanan.....	45
12.	Data pengamatan laju respirasi selama 35 hari penyimpanan .....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	<i>Shell color</i> sebagai penentu tingkat kematangan buah nanas .....	9
2.	Grafik hubungan antara pertumbuhan buah dengan laju respirasi dan produksi gas etilen .....	12
3.	Proses Respirasi Seluler .....	14
4.	Diagram alir penelitian.....	22
5.	Perubahan persentase susut bobot pada suhu 7°C Selama 35 hari penyimpanan .....	27
6.	Perubahan total padatan terlarut pada suhu 7°C selama 35 hari penyimpanan .....	29
7.	Perubahan persentase asam bebas pada suhu 7°C selama 35 hari penyimpanan .....	30
8.	Perubahan jumlah kerutan buah nanas pada suhu 7°C selama 35 hari penyimpanan .....	33
9.	Perubahan laju respirasi buah nanas pada suhu 7°C selama 35 hari penyimpanan .....	35
<i>Lampiran</i>		
10.	Pembersihan sampel menggunakan air kaporit.....	98
11.	Sampel yang sudah dibersihkan.....	98
12.	Coating CMC dan CaCl <sub>2</sub> .....	99
13.	Coating <i>existing</i> Sta Fresh.....	99
14.	Coating <i>existing</i> OE .....	100
15.	Proses pelapisan larutan coating pada sampel .....	100
16.	Cairan <i>procholaz</i> untuk fungisida .....	101
17.	Penyemprotan cairan <i>procholaz</i> untuk fungi .....	101
18.	Kerutan/ <i>Shell pitting</i> pada sampel .....	102
19.	Sampel hari pertama belum ada kerutan .....	102
20.	Alat pengukuran laju respirasi (HT-2000 <i>Detector carbon</i> ).....	103
21.	Pengambilan data acidity .....	103
22.	Pengambilan data laju respirasi.....	104



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Buah nanas (*Ananas comosus*) merupakan salah satu komoditas buah andalan Indonesia, dimana jumlah produksinya berada pada posisi keempat nasional. Buah nanas banyak dibudidayakan di Indonesia baik dalam skala kecil maupun skala besar. Produksi buah nanas terbesar pada tahun 2018 dihasilkan oleh Provinsi Lampung dengan jumlah produksi mencapai 633.095 ton. Hal ini didongkrak oleh keberadaan perkebunan nanas terbesar di Indonesia yaitu PT Great Giant Pineapple (Pradana, 2016).

Buah nanas adalah buah tropis yang disukai dan banyak dikonsumsi sehingga menjadi komoditas buah unggulan dengan volume ekspor cukup tinggi di Indonesia. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2021), produksi nanas mencapai 2,8 juta ton pada tahun 2021. Provinsi Lampung merupakan penghasil nanas terbesar di Indonesia dengan jumlah produksi sebanyak 705.883 ton pada tahun 2021. Provinsi lain yang produksi nanasnya cukup besar adalah Sumatera Selatan dengan jumlah produksi sebanyak 476.074 ton pada tahun 2021 (Badan Pusat Statistik, 2021).

Buah nanas merupakan buah non klimaterik yang sangat potensial untuk dikembangkan, tetapi buah nanas termasuk buah yang mudah rusak (*perishable*). Kerusakan nanas dapat terjadi pada saat pra panen, pasca panen, pengolahan, dan penyimpanan. Buah nanas memiliki banyak jenis, salah satu jenis yang banyak disukai masyarakat Indonesia yaitu buah nanas jenis madu. Buah nanas madu memiliki rasa yang manis dan menyegarkan, oleh karena itu nanas madu banyak

digemari oleh masyarakat Indonesia. Tanaman nanas madu merupakan salah satu tanaman buah-buahan yang memiliki prospek penting di Indonesia. Hal ini disebabkan nanas madu memiliki rasa yang lebih manis dibandingkan dengan nanas biasa, sehingga nanas madu banyak dipilih untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Nanas madu mengandung bakteri *Acetobacter xylinum* dan memiliki daging serat lebih lunak serta banyak mengandung air. Nanas madu merupakan salah satu jenis buah nanas yang terdapat di provinsi Lampung. Terdapat kandungan fruktosa yang tinggi pada jenis nanas madu sehingga memiliki rasa manis yang lebih dibanding nanas biasa. Nanas madu memiliki nilai ekonomis yang cukup bagus. Buahnya bisa langsung dikonsumsi dalam kondisi segar maupun diolah menjadi beberapa makanan, seperti, minuman sari nanas, koktail nanas, selai nanas, jenang atau dodol nanas, saus nanas, sambal nanas dan lain sebagainya. Sehingga nanas madu sangat cocok dibudidayakan sebagai tanaman buah komersial (Deska, 2017).

Tingginya permintaan dan produksi buah nanas menjadi salah satu tantangan industri dalam mempertahankan kesegaran dan kualitas fungsional buah. Hal tersebut berkaitan dengan produk buah yang bersifat mudah rusak (*perishable*). Oleh sebab itu, dalam proses pascapanen rentan terhadap penurunan kualitas dan pembusukan buah, salah satunya pada tahap distribusi yang memerlukan waktu lebih lama. Dengan demikian, penting untuk mengetahui pengaruh faktor suhu penyimpanan dan kondisi buah terhadap respirasi, produksi gas etilen serta perubahan O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>.

Penyimpanan suhu rendah dapat memperpanjang umur simpan buah nanas, hal ini sangat dibutuhkan oleh para produsen maupun pedagang. Buah ini sangat baik apabila dibudidayakan di daerah beriklim tropis pada dataran rendah atau tinggi. Nanas memiliki nilai gizi yang tinggi, kaya akan vitamin A, B, C, dan mineral (kalsium, fosfor, dan besi), dan mengandung senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan (polifenol dan flavonoid). Masalah yang sering timbul pada buah nanas yaitu mempertahankan mutu dalam waktu yang lama. Hal tersebut dapat

dipertahankan jika dilakukan penanganan pasca panen yang tepat salah satunya menghambat proses respirasi buah.

Laju respirasi menandai laju perubahan komposisi bahan tanaman dan umumnya menjadi indikasi ketahanan umur simpannya. Laju respirasi buah nanas dapat dipicu oleh peningkatan suhu, agar laju respirasi tersebut diperhambat maka digunakan penyimpanan buah nanas dengan suhu rendah. Suhu rendah dapat meminimalisir kerusakan pada buah nanas yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna, susut bobot, perubahan tekstur, kadar gula dan lainnya. Upaya untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada buah bisa dilakukan dengan beberapa perlakuan yaitu dengan penyimpanan suhu rendah dan pengaplikasian *edible coating*.

*Edible coating* merupakan salah satu metode yang berpotensi dapat memperpanjang umur simpan serta mempertahankan mutu buah segar. *Edible coating* pada buah didefinisikan sebagai lapisan tipis terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi dan berperan sebagai penghalang masuknya gas serta mikroba. Kelebihan dari *edible coating* adalah dibuat dari bahan alami sehingga dapat dikonsumsi, tidak beracun dan hemat biaya bila dibandingkan dengan lapisan sintesis lainnya. Bahan dasar *edible coating* dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu hidrokoloid (protein dan polisakarida), lipid, dan komposit. Pektin merupakan polisakarida yang banyak digunakan sebagai bahan dasar *edible coating*, karena memiliki tingkat stabilitas tinggi, biokompatibilitas, tidak beracun, dan mudah dimodifikasi secara kimia maupun biokimia. Struktur pektin berupa polimer asam galakturonat yang terhubung dengan ikatan  $\alpha$ 1.4-glikosidik (Juwita dkk., 2019).

Kelebihan hidrokoloid sebagai bahan dasar pembuatan *edible coating* yaitu dapat mencegah reaksi kerusakan pada produk pangan dengan cara menghambat gas reaktif seperti oksigen dan karbon dioksida. Hidrokoloid juga tahan terhadap lemak, kekurangan penggunaan hidrokoloid yaitu kurang elastis dan rapuh, sehingga dalam proses pembuatan *coating* perlu ditambahkan *plasticizer*, karena *plasticizer* dapat meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas film. *Plasticizer* merupakan bahan organik dengan berat molekul rendah. Gliserol merupakan *plasticizer* yang banyak digunakan dalam proses pembuatan *edible film*, karena

memiliki kemampuan mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intramolekuler (Juwita dkk., 2019). Pada proses pembuatan *edible coating*, dilakukan penambahan  $\text{CaCl}_2$  sebagai *crosslinking agent* (pengikat). Penambahan *crosslinking agent* sangat penting untuk meningkatkan kekuatan mekanik karena dapat meningkatkan berat molekul dan membatasi pergerakan rantai polimer.

CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) sudah banyak diaplikasikan sebagai larutan *edible coating* karena bersifat *stabilizer* untuk meningkatkan kestabilan dan mempertahankan konsistensi dari larutan serta dapat mempertahankan penampakan. Penambahan gliserol digunakan sebagai plasticizer atau pemlastis dalam larutan *edible coating* berfungsi untuk mengurangi keretakan, memperhalus dan mempertipis lapisan, serta meningkatkan fleksibilitas lapisan *edible coating*. Penambahan  $\text{CaCl}_2$  untuk *coating* CMC diharapkan dapat memperbaiki kestabilan serta meningkatkan keelastisan larutan *edible coating* sehingga dapat merekat sempurna pada buah.

Penambahan  $\text{CaCl}_2$  pada larutan *coating* diikuti dengan penyimpanan suhu rendah dapat memperlambat kerusakan pada buah. Suhu penyimpanan buah mempengaruhi laju respirasi buah. Penyimpanan pada suhu yang semakin tinggi dapat meningkatkan laju respirasi sehingga mempercepat proses penuaan buah. Untuk menekan laju respirasi, dapat dilakukan dengan penyimpanan pada suhu yang rendah sehingga dapat memperlambat proses penuaan buah. Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui Pengaruh Jenis *Coating* Terhadap Laju Respirasi Buah Nanas (*Ananas comosus*) Selama Penyimpanan Pada Suhu Rendah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain.

1. Seberapa efektif pengaruh pemberian *coating* CMC dan  $\text{CaCl}_2$  terhadap laju respirasi buah nanas?
2. Bagaimana memperoleh pencampuran CMC dan  $\text{CaCl}_2$  yang memberikan umur simpan buah nanas yang lebih panjang?

3. Apakah *coating* alternatif yang ditawarkan (CMC dan  $\text{CaCl}_2$ ) memiliki performa yang lebih baik dari jenis *coating* yang digunakan PT Great Giant Pineapple?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain.

1. Mempelajari pengaruh pemberian pelapis *coating* dari campuran *carboxymethyl cellulose* (CMC) dan  $\text{CaCl}_2$  terhadap laju respirasi dan umur simpan buah nanas pada suhu rendah.
2. Menentukan konsentrasi campuran CMC dan  $\text{CaCl}_2$  sebagai bahan pelapis *coating* yang memiliki umur simpan dan ketahanan mutu buah nanas yang lebih lama pada suhu rendah.
3. Menganalisis perbedaan campuran dari CMC dan  $\text{CaCl}_2$  dengan *coating* Sta Fresh 2952 dan OE 6012 yang terdapat dari PT GGP.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada produsen khususnya dan masyarakat pada umumnya tentang pelapis buah nanas yang mampu menjaga mutu dan daya simpan buah nanas selama lebih dari 1 bulan.

### 1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini antara lain.

1. Pemberian pelapis *coating* dari *carboxymethyl cellulose* (CMC) dan  $\text{CaCl}_2$  berpengaruh terhadap laju respirasi dan umur simpan buah nanas pada suhu rendah.
2. Semakin besar konsentrasi campuran CMC dan  $\text{CaCl}_2$  sebagai bahan pelapis/*coating* buah, semakin panjang umur simpan dan mutu buah nanas pada suhu rendah.

## 1.6 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain.

1. Jenis buah nanas yang digunakan pada penelitian ini yaitu nanas madu segar (MD2) yang diperoleh dari PT Great Giant Pineapple.
2. Nanas MD2 seragam dengan *size* 12 dan *Shell Color* 0.
3. Ruang lingkup wilayah penelitian ialah PT Great Giant Pineapple Kabupaten Lampung Timur.
4. Laju respirasi buah nanas diukur menggunakan HT-2000 detektor karbon dioksida.
5. Ketebalan *coating* diasumsikan seragam.
6. Pemberian *coating* dilakukan dengan cara dituang.
7. Penelitian dilakukan pada suhu rendah (7 °C).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Nanas

Indonesia sebagai negara tropis menghasilkan berbagai jenis komoditas hortikultura berupa sayuran, buah dan bunga yang terus berproduksi sepanjang tahun. Produk hortikultura merupakan salah satu komoditas pertanian yang mempunyai potensi dan prospek untuk dikembangkan sehingga menjadi komoditas unggulan yang dapat meningkatkan kesejahteraan petani Indonesia. Salah satu komoditas hortikultura unggulan adalah nanas (*Ananas comosus*). Produksi nanas menempati urutan ketiga setelah pisang dan mangga (Fahroji, 2021). Selain dikonsumsi dalam bentuk segar, buah nanas juga dapat diolah menjadi berbagai produk seperti dodol, keripik, manisan, selai, sirup, dll. Buah nanas mengandung unsur air, gula, asam organik, mineral, nitrogen, protein, bromelin serta semua vitamin dalam jumlah kecil, kecuali vitamin D.

Nanas merupakan tanaman buah berupa semak dengan daging buah berwarna kuning. Tanaman nanas termasuk famili Bromeliaceae ordo Poales, merupakan buah tropis yang berasal dari Amerika Selatan. Nanas berasal dari Brasilia (Amerika Selatan) yang telah didomestikasi di sana sebelum masa Colombus. Pada abad ke-16 orang Spanyol membawa nanas ini ke Filipina dan Semenanjung Malaysia, lalu masuk ke Indonesia pada abad ke-15. Buah nanas cukup populer di Indonesia. Rasanya yang manis menyegarkan digemari anak-anak maupun orang dewasa. Buah ini mengandung cukup banyak air. Kandungan air yang dimiliki buah nanas sebesar 90% dan kandungan gizi buah nanas sangat baik bagi kesehatan tubuh. Di antaranya vitamin A, vitamin C, fosfor, kalsium, kalium, protein, bromelin, natrium, zat besi, magnesium dan serat (Prasetyo, 2015).

Potensi nanas sebagai komoditi andalan ekspor Indonesia sebenarnya cukup besar, namun peran Indonesia sebagai produsen maupun eksportir nanas segar masih kecil. Beberapa permasalahan terkait kualitas dan keamanan pangan menjadi penyebab kurang maksimalnya kontribusi nanas segar Indonesia dalam perdagangan internasional. Peluang terbesar justru pada perdagangan nanas olahan, yaitu nanas dalam kemasan kaleng (Fahroji, dkk 2021).

Klasifikasi Tanaman Nanas:

Kingdom (Kerajaan)	: Plantae
Sub Kingdom	: Tracheobionta
Super Divisi	: Spermatophyta
Division (Divisi)	: Magnoliophyta
Class (Kelas)	: Liliopsida
Sub Kelas	: Commelinidae
Ordo	: Bromeliales
Famili	: Bromeliaceae
Genus	: Ananas
Spesies	: <i>Ananas comosus</i>

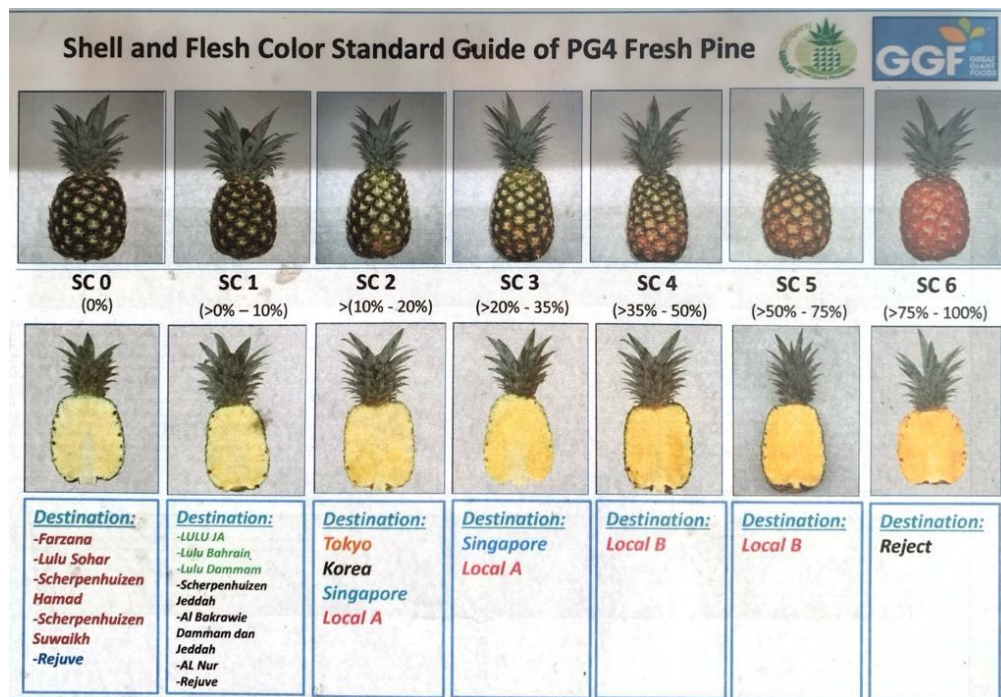
## 2.2 Tingkat Kematangan

Buah nanas memiliki tingkat kematangan yang bervariasi. Buah nanas merupakan salah satu buah favorit untuk dikonsumsi masyarakat, baik dikonsumsi dalam bentuk buah maupun dalam bentuk olahan. Buah nanas untuk industri olahan ialah buah yang mempunyai tingkat kematangan yang baik sesuai dengan permintaan pasar. Nanas umumnya mencapai kematangan selama 120 - 170 hari dari mulai berbunga (Apriyanti, 2019).

Ada beberapa hal klasifikasi dalam menentukan kualitas buah nanas. Ketika saat panen buah nanas, diklasifikasikan berdasarkan warna, ukuran buah nanas, dan



ditempatkan di suatu tempat yang terpisah. Identifikasi serta klasifikasi kelompok buah nanas didasarkan oleh petani buah nanas dengan mengelompokkan buah sesuai dengan tingkat kematangan. Untuk menyajikan data kelompok buah nanas berdasarkan dengan kriteria tingkat kematangan buah dan ciri fisik pada kulit buah nanas maka dapat dilihat pada (Gambar 1).



Gambar 1. *Shell color* sebagai penentu tingkat kematangan buah nanas

Tabel 1. *Shell color* sebagai penentu tingkat kematangan buah nanas

<i>Shell Color</i> (SC)	Tekstur Warna Kulit Buah
0	Kecerahan warna semuanya hijau
1	Kecerahan (>0% - 10%) warna kuning
2	Kecerahan (>10% - 20%) kuning
3	Kecerahan (>20% - 35%) kuning
4	Kecerahan (>35% - 50%) kuning
5	Kecerahan (>50% - 75%) kuning
6	Kecerahan (>75% - 100%) kuning dan ada tanda kerusakan

Pada gambar 1 menunjukkan indeks kematangan 0 dengan standarisasi kematangan 0% memiliki warna kulit hijau menyeluruh. Indeks kematangan 1 dengan standarisasi kematangan >0-10% memiliki warna kulit hijau namun sudah timbul warna kuning berkisar 10% dari keseluruhan bagian buah, selanjutnya yaitu indeks kematangan 2 dimana untuk standarisasi kematangan yaitu >10%-20% dengan warna kulit mulai menguning dengan mata jelas. Indeks kematangan 3 dengan standarisasi >20%-35% dengan warna kulit kuning dengan mata jelas, lalu untuk indeks kematangan 4 dengan standarisasi kematangan >35%-50% matanya berwarna kuning penuh. Untuk indeks kematangan 5 yaitu memiliki standarisasi kematangan >50%-75% dengan matanya berwarna kuning penuh dan untuk indeks kematangan 6 dengan standarisasi >75%-100% matanya berwarna jingga cenderung kemerah-merahan.

### **2.3 Respirasi**

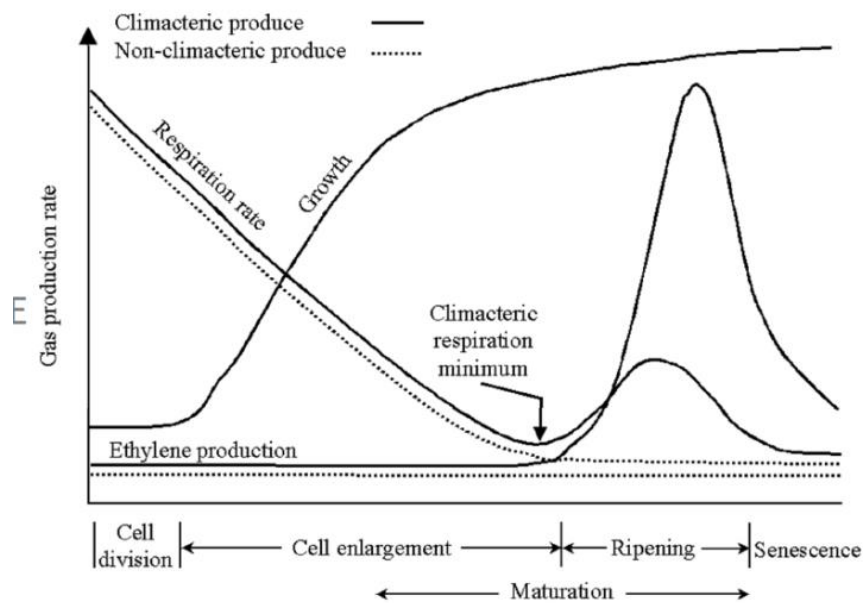
Buah-buahan dan sayuran merupakan komoditi yang mempunyai sifat mudah rusak atau perishable karena mempunyai karakteristik sebagai makhluk hidup, dan tidak mempunyai kemampuan untuk mempertahankan hidupnya. Komoditi ini masih melangsungkan reaksi metabolismenya sesudah dipanen. Dua proses terpenting di dalam produk seperti ini sesudah diambil dari tanamannya adalah respirasi dan transpirasi, sedangkan zat yang diperlukan untuk proses tersebut tidak dapat diambil dari dalam tanah, melainkan dipergunakan dari bahan cadangan yang terdapat pada buah atau sayuran tersebut. Karena itu, bila zat-zat dan air yang dipergunakan oleh bagian tanaman yang terpotong untuk respirasi tidak mencukupi, maka akan terjadi kerusakan atau dengan kata lain buah atau sayuran tersebut akan keriput atau mudah rusak.

Respirasi adalah suatu proses yang melibatkan terjadinya penyerapan oksigen ( $O_2$ ) dan pengeluaran karbondioksida ( $CO_2$ ) serta energi yang digunakan untuk mempertahankan reaksi metabolisme dan reaksi lainnya yang terjadi di dalam jaringan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi laju respirasi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu faktor eksternal (faktor lingkungan) dan faktor internal. Faktor lingkungan mencakup beberapa hal yaitu temperatur, komposisi udara dan adanya kerusakan mekanik. Faktor ini merupakan faktor penting yang

dapat mempercepat laju respirasi. Sedangkan faktor internal antara lain jenis komoditi (klimaterik atau non-klimaterik) dan kematangan atau tingkat umurnya, akan menentukan pola respirasi yang spesifik untuk setiap jenis buah dan sayuran (Nurjanah, 2002).

Pada buah klimaterik, proses pematangan tetap berlangsung meskipun buah telah dipanen. Buah klimakterik memiliki pola khusus yang terdiri dari beberapa fase, yaitu pre-klimaterik, puncak klimaterik dan post-klimaterik (Rahayu, dkk 2021). Pola klimaterik ditandai dengan peningkatan laju respirasi, peningkatan produksi etilen, serta terjadi perubahan secara fisik maupun kimiawi pada buah, hingga akhirnya mencapai puncak klimakterik. Fenomena tersebut terjadi beriringan dengan proses pematangan buah (Saltveit, dkk 2016). Oleh karena itu, dengan menunda waktu tercapainya puncak klimaterik buah, maka proses pematangan dapat terjadi lebih lambat dan juga dapat memperpanjang umur simpan buah.

Pola produksi etilen pada buah-buahan akan bervariasi tergantung pada tipe atau jenisnya. Pada buah-buahan klimaterik, produksi etilen cenderung untuk naik secara bertahap sesudah panen, sementara pada buah non-klimaterik produksi etilennya tetap dan tidak memperlihatkan perubahan yang nyata. Laju respirasi dan produksi etilen berhubungan erat dengan daya simpan produk, maka untuk memaksimalkan umur simpan kedua faktor ini harus diketahui sebelum produk tersebut disimpan. Perbedaan antara buah klimaterik dan non-klimaterik yaitu adanya perlakuan etilen terhadap buah klimaterik yang akan menstimulasi baik pada proses respirasi maupun pembentukan etilen secara autokatalitik sedangkan pada buah non-klimaterik hanya terdapat perlakuan yang akan menstimulasi proses respirasi saja.



Sumber: Nicolai et al. *Engineering properties of Foods*, Rao, Rizvi and Datta, Eds. CRC, 2005

Gambar 2. Grafik hubungan antara pertumbuhan buah dengan laju respirasi dan produksi gas etilen

Berdasarkan grafik (Gambar 2), laju respirasi tertinggi terjadi pada fase pembelahan sel (*cell division*) baik pada buah klimaterik maupun non-klimaterik. Hal ini dikarenakan ketika sel melakukan pembelahan, dibutuhkan energi yang sangat besar dan satu-satunya sumber energi tersebut adalah dari proses respirasi. Seiring dengan pertumbuhan buah maka laju respirasi semakin menurun sampai pada awal pemasakan (*ripening*) buah. Produksi etilen pada fase pembelahan sel sampai pembesaran sel (*cell enlargement*) tidak ada perbedaan antara buah klimaterik dengan non-klimaterik. Memasuki fase *ripening*, fase inilah yang membedakan buah klimaterik dengan non-klimaterik. Pada buah klimaterik terjadi peningkatan dalam jumlah besar terhadap produksi etilen dan laju respirasinya. Sementara pada buah non-klimaterik tidak terjadi peningkatan etilen maupun laju respirasi.

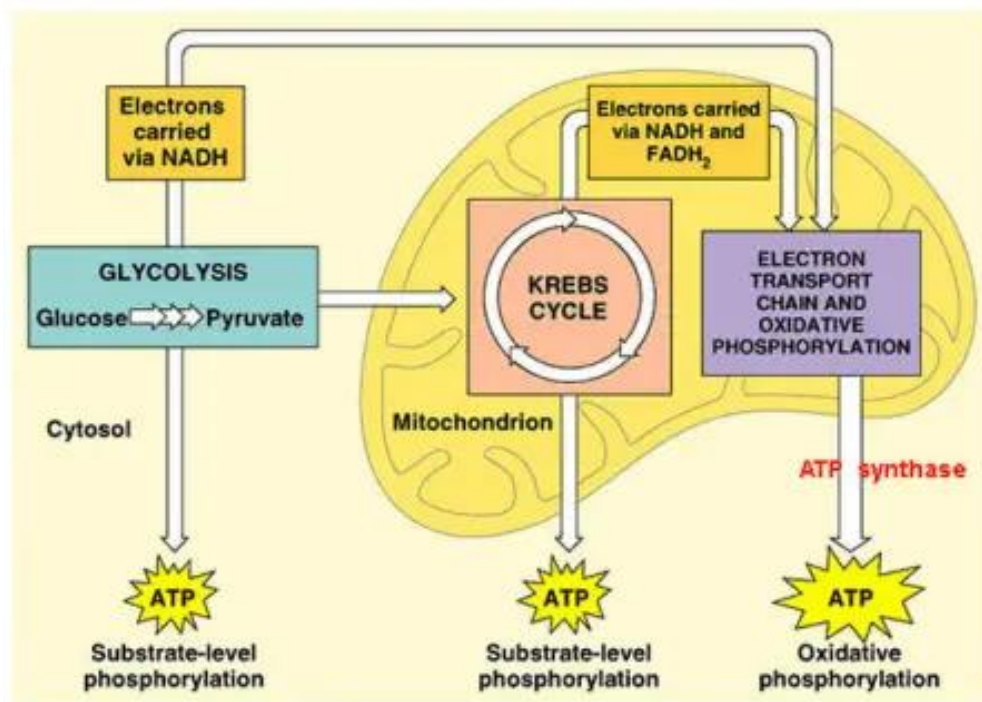
Waktu pemanenan di lapangan memberikan perbedaan. Buah klimaterik dapat dipanen sebelum fase *ripening* (pemasakan) karena fase *ripening* akan terus

berlanjut meskipun telah dipetik dari pohonnya. Sementara buah non-klimaterik harus tetap berada di pohonnya agar bisa masak (*ripening*).

### **2.3.1 Tahapan Respirasi**

Respirasi dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap glikolisis, tahap siklus krebs dan tahap transport elektron. Didalam proses metabolisme biasanya terdapat katalisator. Katalisator merupakan zat yang mempercepat laju reaksi metabolisme. Pada masing-masing tahap terdapat enzim yang berguna sebagai katalisator. (van Dongen, 2011) mengatakan bahwa beberapa enzim yang bekerja pada proses respirasi adalah NADH dan dehidrogenase. Suhu dapat mempengaruhi aktivitas enzim-enzim yang bekerja pada proses respirasi. Penelitian yang dilakukan oleh (Marx dan Brinkmann, 1979) membuktikan bahwa aktivitas enzim NADH dan dehidrogenase pada suhu 30°C adalah dua kali lebih besar daripada aktivitas enzim yang berada pada suhu 17,5°C.

Respirasi adalah suatu proses biologis, yaitu oksigen diserap untuk digunakan pada proses pembakaran (oksidatif) yang menghasilkan energi diikuti oleh pengeluaran sisa pembakaran berupa gas karbondioksida dan air. Substrat yang paling banyak diperlukan tanaman untuk proses respirasi dalam jaringan tanaman adalah karbohidrat dan asam-asam organik bila dibandingkan dengan lemak dan protein. respirasi dapat dibedakan dalam tiga tingkat : (a) pemecahan polisakarida menjadi gula sederhana, (b) oksidasi gula menjadi asam piruvat dan (c) transformasi piruvat dan asam-asam organik secara aerobik menjadi karbondioksida, air dan energi. Protein dan lemak dapat pula berperan sebagai substrat dalam proses pemecahan ini (Paramita, 2010). Pada hakikatnya, respirasi adalah pemanfaatan energi bebas dalam makanan menjadi energi bebas yang ditimbun dalam bentuk ATP (adenosin trifosfat). Dalam sel, ATP digunakan sebagai sumber energi bagi seluruh aktivitas hidup yang memerlukan energi.



Sumber: Campbell, 2012

Gambar 3. Proses Respirasi Seluler

Respirasi merupakan fungsi kumulatif dari tiga tahapan metabolik yang diperlihatkan pada Gambar 3. Dua tahapan yang pertama, glikolisis dan siklus krebs merupakan jalur katabolik yang menguraikan glukosa dan bahan bakar organik lainnya. Glikolisis yang terjadi dalam sitosol mengawali perombakan dengan pemecahan glukosa menjadi dua molekul senyawa yang disebut piruvat. Siklus Krebs, yang terjadi dalam matriks mitokondria menyempurnakan pekerjaan ini dengan menguraikan turunan piruvat menjadi karbon dioksida. Dengan demikian, karbon dioksida yang dihasilkan oleh respirasi merupakan fragmen molekul organik yang teroksidasi. Sebagian tahap glikolisis dan siklus Krebs ini merupakan reaksi redoks di mana enzim dehidrogenase mentransfer elektron dari substrat ke  $\text{NAD}^+$  dan membentuk NADH. Pada langkah ketiga respirasi, rantai transpor elektron menerima elektron dari produk hasil perombakan kedua langkah yang pertama tersebut (biasanya melalui NADH) dan melewati elektron ini dari satu molekul ke molekul yang lain. Pada akhir rantai ini, elektron digabungkan dengan ion hidrogen dan oksigen molekuler untuk membentuk air. Energi yang dilepas pada setiap langkah rantai tersebut disimpan dalam suatu bentuk yang digunakan oleh mitokondria untuk membuat ATP. Modus sintesis ATP ini disebut

fosforilasi oksidatif karena sintesis ini digerakkan oleh reaksi redoks yang mentransfer elektron dari makanan ke oksigen (Campbell, 2012).

Tempat transfer elektron dan fosforilasi oksidatif ialah membran dalam mitokondria. Fosforilasi oksidatif bertanggung jawab atas hampir 90% ATP yang dihasilkan oleh respirasi. Sejumlah kecil ATP dibentuk langsung dalam beberapa glikolisis dan siklus Krebs oleh mekanisme yang disebut fosforilasi tingkat substrat. Modus sintesis ATP ini terjadi apabila enzim mentransfer gugus fosfat dari substrat ke ADP (substrat yang dimaksud disini adalah molekul organik yang dihasilkan selama katabolisme glukosa yang berurutan) (Campbell, 2012).

### **2.3.2 Proses Metabolisme**

respirasi adalah suatu proses metabolisme dengan cara menggunakan oksigen dalam pembakaran senyawa yang lebih kompleks seperti pati, gula, protein, lemak, dan asam organik, sehingga menghasilkan molekul yang sederhana seperti CO<sub>2</sub>, air serta energi dan molekul lain yang dapat digunakan oleh sel untuk reaksi sintesis. Metabolisme adalah reaksi-reaksi kimia yang terjadi di dalam sel. Reaksi kimia ini akan mengubah suatu zat menjadi zat lain. Metabolisme terdiri atas dua proses yaitu anabolisme dan katabolisme. Anabolisme adalah proses-proses penyusunan energi kimia melalui sintesis senyawa-senyawa organik. Sedangkan katabolisme adalah proses penguraian dan pembebasan energi dari senyawa-senyawa organik melalui proses respirasi. Semua reaksi tersebut dikatalisis oleh enzim, baik oleh reaksi yang sederhana maupun reaksi yang rumit. Atau dengan pengertian lain, anabolisme adalah pembentukan molekul-molekul kompleks menjadi molekul-molekul sederhana, contoh respirasi (Renobayan, 2011).

Secara keseluruhan, metabolisme dikaitkan dengan pengaturan sumber daya materi dan energi dari sel. Beberapa jalur metabolisme membebaskan energi dengan cara merombak molekul-molekul kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses perombakan ini disebut jalur katabolik. Sebuah proses utama katabolisme adalah respirasi seluler, dimana gula glukosa dan bahan organik lainnya dirombak menjadi karbon dioksida dan air.

## **2.4 Umur Simpan**

Mutu produk pangan akan mengalami perubahan (penurunan) selama proses penyimpanan. Umur simpan produk pangan dapat diperpanjang apabila diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi masa simpan produk. Upaya memperpanjang masa simpan dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu meningkatkan nilai mutu dan menghambat laju penurunan mutu.

Buah nanas mempunyai umur simpan yang terbatas sehingga dapat mengalami pembusukan apabila sudah melewati umur simpan tersebut. Dengan sifat buah nanas yang mudah rusak, maka diperlukan suatu cara mempertahankan kualitas nanas dengan memperpanjang umur simpan dan kesegarannya. Salah satu cara untuk menghambat atau menunda proses kematangan dan kerusakan buah adalah dengan melapisi kulit permukaan buah dengan metode pelapisan lilin (*coating*). Prinsip dari *coating* pada kulit permukaan buah merupakan sebuah usaha untuk menggantikan lapisan alami yang dimiliki oleh buah itu sendiri karena sebagian besar telah hilang akibat terjadinya proses penanganan pasca panen seperti pada proses pencucian, sortasi, dan pengangkutan. Tujuan utama pelapisan lilin pada produk hortikultura adalah untuk mencegah penguapan air akibat respirasi dan transpirasi agar memperpanjang umur simpan. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi umur simpan buah nanas di antaranya suhu, laju respirasi dan lainnya.

### **2.4.1 Suhu**

Suhu penyimpanan merupakan satu perkara penting yang patut diketahui oleh kita semua. Suhu rendah dapat membantu menghambat proses respirasi dan pengeluaran etilen di dalam buah dan sayur-sayuran semasa proses penyimpanan. Suhu normal untuk penyimpanan yaitu suhu yang tidak menyebabkan kerusakan atau penurunan mutu produk. Suhu ekstrim atau tidak normal akan mempercepat terjadinya penurunan mutu produk dan sering diidentifikasi sebagai suhu pengujian umur simpan produk (Hariyadi, 2004).



Masa simpan buah nanas berkaitan dengan perubahan suhu penyimpanan, terutama jika disimpan pada suhu rendah dalam jangka waktu yang lama. Kerusakan ini sering dikaitkan dengan *chilling injury*, nanas akan mengalami *chilling injury* apabila disimpan pada suhu di bawah 7°C, buah nanas bisa disimpan pada suhu rendah dengan suhu 7°C. Nanas dapat disimpan pada suhu 7-12°C selama 2-4 minggu tergantung pada kematangan buah, 2 minggu adalah batas untuk buah nanas yang disimpan pada suhu 12°C, penyimpanan buah nanas bisa lebih lama jika disimpan pada suhu 7°C (Ferdynanda, dkk., 2018).

Gejala *chilling* sering muncul beberapa hari setelah berada di suhu yang lebih hangat dalam bentuk lekukan (*pitting*) atau kulit produk memar, terjadi internal *discoloration* atau perubahan warna buah. Perkembangan gejala *chilling injury* sangat dipengaruhi oleh temperatur dan waktu, dimana semakin rendah temperatur gejala akan semakin parah dan semakin lama terpapar suhu rendah gejala juga akan semakin parah (Sayyari, dkk 2017). Pendeteksian bagian internal buah seperti laju respirasi, perubahan pH, persentase kebocoran ion dapat dilakukan untuk mendeteksi gejala *chilling injury* (Purwanto dkk., 2012)

Gejala umum dari *chilling injury* adalah runtuhnya sel-sel di bawah permukaan kulit yang menyebabkan *pitting*, pencoklatan enzimatis dan timbulnya seperti genangan air (*waterlogging*). Gejala kerusakan *chilling injury* ditunjukkan oleh bintik-bintik hitam dan browning, tingkat kerusakan yang parah yang disebabkan oleh waktu penyimpanan dan disertai oleh pelunakan dan kebocoran ion (*electrolyte leakage*). Perubahan keadaan fisik membran pada suhu dingin juga dianggap bertanggung jawab atas kebocoran peningkatan sel elektrolit dari jaringan yang sensitif temperatur dingin (Sayyari, 2011).

#### **2.4.2 Pengaruh *Edible Coating* Terhadap Umur Simpan**

*Edible coating* didefinisikan sebagai lapisan tipis yang dapat dimakan (protein, polisakarida atau lipid) dan memiliki potensi sebagai penghalang selektif terhadap kelembaban, karbon dioksida dan oksigen, meningkatkan sifat mekanik dan tekstur, mencegah kehilangan rasa, dan bertindak sebagai bahan aditif pada makanan. *Edible coating* dapat berfungsi sebagai pembawa komponen makanan

seperti antioksidan, antimikroba, vitamin, mineral dan sebagai pengawet untuk mempertahankan rasa dan warna produk. Selain itu bahan yang digunakan untuk membuat *edible coating* relatif murah, mudah diurai secara biologis (*biodegradable*), dan teknik membuatnya sederhana (Yulianti dan Ginting, 2012).

*Edible coating* berkaitan dengan masa simpan buah nanas karena dengan pemberian *edible coating* pada buah nanas dapat memperkecil produksi CO<sub>2</sub>. Hal ini dikarenakan cairan pelapis lilin/*edible coating* membantu menutup stomata pada permukaan nanas, sehingga pertukaran gas dari buah ke udara sedikit terhambat. Kandungan *coating* yang dipilih harus memenuhi beberapa kriteria sebagai *edible coating* yaitu mampu menahan permeasi oksigen dan uap air, tidak berwarna, tidak berasa, tidak menimbulkan perubahan pada sifat makanan, dan harus aman dikonsumsi (Krochta dkk., 1994)

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Maret 2023 di Laboratorium Riset dan Development PT Great Giant Pineapple, Labuhan Ratu, Lampung Timur dan Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca panen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah HT-2000 detektor karbon dioksida, refraktometer, toples, timbangan digital, sarung tangan, kertas label dan komputer yang sudah terinstal HT communication Tool. Sedangkan bahan yang digunakan adalah larutan *procholaz*, CMC,  $\text{CaCl}_2$ , *coating* Sta Fresh 2952, *coating* OE 6012, gliserol, aquades, kaporit, buah nanas madu (MD2) dengan *shell color* 0 (SC0) dan *size* 12.

#### 3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan buah nanas jenis nanas madu (MD2) yang diperoleh dari PT Great Giant Pineapple Lampung dan menggunakan tiga macam *coating* yaitu campuran CMC dan  $\text{CaCl}_2$  dengan 3 dosis yang berbeda, dan dua macam *coating* yang sudah secara komersial digunakan oleh PT GGP yaitu *coating* Sta Fresh 2952 dan *coating* OE 6012.

Tabel 2. Rancangan Penelitian

Jenis Larutan <i>Coating</i>					
MC1	MC2	MC3	MS	MO	MK
MC1U1	MC2U1	MC3U1	MSU1	MOU1	MKU1
MC1U2	MC2U2	MC3U2	MSU2	MOU2	MKU2
MC1U3	MC2U3	MC3U3	MSU3	MOU3	MKU3
MC1U4	MC2U4	MC3U4	MSU4	MOU4	MKU4
MC1U5	MC2U5	MC3U5	MSU5	MOU5	MKU5

Keterangan :

MC1 : Campuran CMC dan  $\text{CaCl}_2$  dengan dosis 0,50% CMC dan 0,75%  $\text{CaCl}_2$

MC2 : Campuran CMC dan  $\text{CaCl}_2$  dengan dosis 1% CMC dan 0,75%  $\text{CaCl}_2$

MC3 : Campuran CMC dan  $\text{CaCl}_2$  dengan dosis 1,5% CMC dan 0,75%  $\text{CaCl}_2$

MS : *Coating* Sta Fresh 2952 yang diperoleh dan digunakan oleh PT GGP

MO : *Coating* OE 6012 yang diperoleh dan digunakan oleh PT GGP

MK : Kontrol (tanpa *coating*).

Buah nanas yang sudah diberikan *coating* dan perlakuan kontrol disimpan pada suhu 7 °C selama 35 hari dan pengambilan data dilakukan dari hari ke 0, 7, 14, 21, 25, 28, 31, dan 35. Pengambilan data pada penelitian ini meliputi laju respirasi, *acidity*, brix, susut bobot dan *shell pitting* pada buah nanas.

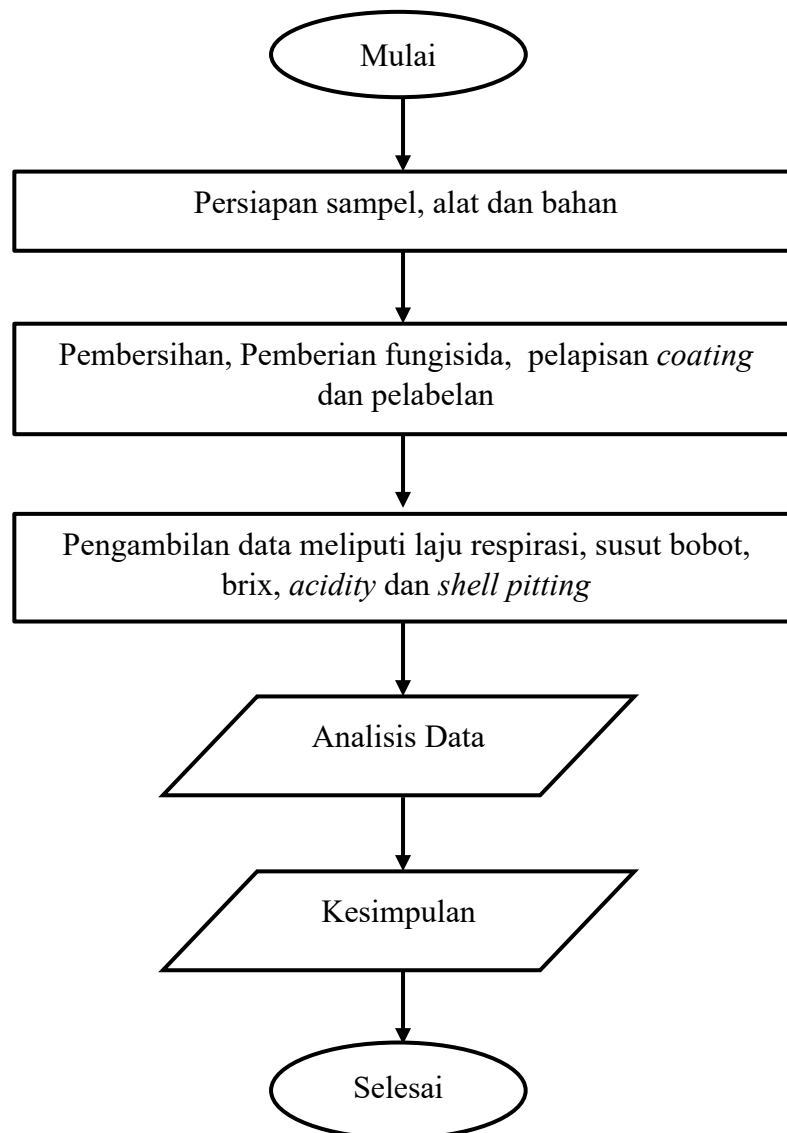
### 3.4 Prosedur Pembuatan *Coating* CMC dan $\text{CaCl}_2$

1. Pertama disiapkan alat yang ingin digunakan yaitu gelas ukur, mixer, dan kompor.
2. Lalu disiapkan bahan yang akan digunakan yaitu CMC dengan konsentrasi 0,50%, 1%, 1,5%,  $\text{CaCl}_2$  0,75%, Gliserol 1%, dan aquades.
3. Bahan yang akan digunakan ditimbang menggunakan timbangan analitik sesuai dengan perlakuannya.

4. Dipanaskan aquades 4000 ml dengan suhu 70°C. Lalu ditambahkan bahan CMC 0,5% atau 1% atau 1,5% sesuai perlakuan dengan tetap diaduk. Setelah CMC larut, ditambahkan CaCl<sub>2</sub> 0,75%, serta Gliserol 1% diaduk sampai homogen dengan rentan suhu 70 - 80°C.
5. Larutan yang sudah siap didinginkan dan disimpan sampai pada tahap pengaplikasian.
6. Larutan *coating* ini diaplikasikan pada buah nanas MD2 dengan *shell color* 0 (SC0) dan size 12.
7. Metode yang digunakan dalam aplikasi pada buah nanas ini yaitu metode penyiraman (dituang) pada buah.

### **3.5 Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian ini dilakukan mengikuti bagan alir yang dapat dilihat pada Gambar 4 di halaman berikutnya.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

Tahap awal yang dilakukan diantaranya:

1. Persiapan sampel

Disiapkan 174 buah nanas jenis MD2 dengan *shell color* 0 (SC0) dan *size* 12.

2. Pembersihan, pemberian fungisida, pelapisan *coating* dan pelabelan

Buah nanas dibersihkan dengan air kaporit lalu didiamkan sejenak hingga kering. Setelah itu buah nanas dilapisi dengan cairan *procholz* untuk

melapisi bagian bawah buah agar terhindar dari fungi. Setelah itu buah di-*coating* dengan 3 jenis *coating* yang sudah disiapkan. Setelah pelapisan selesai, nanas dibiarkan sampai *coating* sedikit mengering dan tidak menetes lagi  $\pm$  15 menit. Lalu nanas diberi label nama sesuai dengan jenis *coating*. Pemberian nama pada setiap jenis menggunakan kertas label yang sudah ditulis kode buah. Tujuan dari pemberian label ini agar memudahkan pengambilan data nantinya, setelah itu nanas dimasukkan ke dalam wadah (kardus Sunpride) lalu disimpan pada *cold storage* yang bersuhu 7°C.

### 3. Pengambilan data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan selama penyimpanan dari hari ke 0, 7, 14, 21, 25, 28, 31, dan 35.

Data yang diambil meliputi.

#### a. Laju respirasi

Respirasi adalah suatu proses yang melibatkan terjadinya penyerapan oksigen (O<sub>2</sub>) dan pengeluaran karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Laju respirasi diteliti selama periode waktu penyimpanan dengan memperlakukan kondisi buah dengan *crow*n dalam ruang simpan bersuhu 7°C, menggunakan metode sistem tertutup untuk mengukur laju respirasi. Pengukuran respirasi dilakukan selama 1 jam dengan interval 5 menit. Alat yang digunakan yaitu Toples dan HT-2000 Detektor karbon. Selanjutnya, laju respirasi dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Laju respirasi (ml CO}_2\text{/kg. jam)} = \frac{[(\text{GCO}_2)_t - (\text{GCO}_2)_{t+1}]}{w} \times \frac{Fv}{\Delta t} \dots\dots (1)$$

Keterangan:

GCO<sub>2</sub> = selisih kandungan gas CO<sub>2</sub> dalam mL/L selama pengukuran 5 menit sekali.

t = waktu penyimpanan per jam

Δt = selisih waktu antara pengukuran gas 5 menit sekali (jam)

Fv = volume bebas pada toples (L)  
 W = bobot buah (kg)

b. Susut bobot,

Susut bobot merupakan salah satu parameter mutu terukur yang dapat digunakan untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap perubahan bobot selama masa penyimpanan. Susut bobot diperoleh dari selisih antara berat awal produk (bo) dengan berat akhir (bt) selama masa penyimpanan. Alat yang digunakan yaitu timbangan digital.

$$\text{Rumus susut bobot : } \frac{W_t - W_{t+1}}{W_t} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

$W_t$  = Bobot sampel pada waktu pengamatan t (gram)

$W_{t+1}$  = Bobot sampel pada waktu pengamatan t+1 (gram)

c. °Brix

°Brix merupakan pengukuran derajat kandungan gula pada buah. Pengukuran brix menggunakan alat refractometer. Adapun penggunaannya yaitu dengan cara air perasan buah nanas ditetaskan pada kaca sensor alat ukur refractometer. Selanjutnya ditutup kaca refractometer dan dilihat kesejajaran garis biru pada refractometer yang menunjukkan tingkat derajat °brix dari perasan (sari) buah nanas. Nilai total padatan terlarut dinyatakan dalam satuan persen (%). Total padatan terlarut dapat digunakan untuk menginterpretasikan jumlah gula yang terkandung pada bahan.

d. *Acidity*

*Acidity* merupakan pengukuran kadar asam. Metode yang digunakan pada pengukuran tingkat keasaman ini yaitu menggunakan NaOH dan Fenolftalein 1%. 5 ml sari nanas ditambahkan 3 tetes fenolftalein lalu ditambah larutan NaOH yang terdapat di dalam buret, ditetaskan sampai homogen berubah warna



menjadi pink muda. Persamaan untuk menghitung nilai *acidity* adalah:

$$\text{Asam bebas (\%)} = \frac{((\text{mL NaOH yang terpakai}) \times 0,064 \times \text{molaritas NaOH} \times 100)}{\text{volume sampel (mL)}}$$

Keterangan:

0,064 = *milliequivalent factor* pada asam *predominant (citric acid)*

e. *Shell pitting*

*Shell pitting* merupakan pengukuran kerutan pada bodi buah. *Shell pitting* diukur dengan cara mengamati keseluruhan bodi buah secara visual oleh mata manusia dengan uji deskriptif menggunakan 3 sisi bagian buah (1 sisi = 10 mata), jadi 30 banding kerutan (30/jumlah kerutan). Pengukuran *shell pitting* memiliki tiga tingkatan penilaian yaitu kategori berat (semua mata buah nanas sudah kerutan), kategori sedang (sebagian mata buah nanas mengalami kerutan), kategori ringan (sedikit mengalami kerutan). Pengukuran *shell pitting* dilakukan oleh tenaga laboran (pembantu peneliti) di Laboratorium *Research and Development Postharvest*, PT GGP, PG4 Lampung Timur.

4. Analisis data

Pada penelitian ini analisis data menggunakan komputer yang sudah terinstal aplikasi Minitab 19 dan Excel. Minitab digunakan untuk menganalisis uji *Anova* Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% pada setiap perlakuan dan parameter, lalu Excel untuk membuat tabel dan grafik yang nantinya akan mudah dimengerti.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Pemberian pelapis *coating* (CMC+CaCl<sub>2</sub>) berpengaruh pada proses laju respirasi buah nanas madu, terutama pada dosis campuran MC3 (1,5% CMC + 0,75% CaCl<sub>2</sub>) dapat menghambat proses respirasi dan mempertahankan kualitas mutu buah nanas dibandingkan perlakuan kontrol tanpa *coating*.
2. Konsentrasi yang paling baik yang ditawarkan oleh penulis untuk menghambat laju respirasi sampai  $\pm 3 \text{ mlCO}_2/\text{Kg.h}$  dan susut bobot ialah konsentrasi MC3 dengan dosis 1,5% CMC dan 0,75% CaCl<sub>2</sub>.
3. *Edible coating* yang ditawarkan oleh penulis dengan bahan CMC+CaCl<sub>2</sub> belum memiliki performa yang lebih baik dari *coating existing* Sta Fresh dan OE yang terdapat di PT Great Giant Pineapple dalam segi laju respirasi dan susut bobot.

### 5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan konsentrasi terbaik *edible coating* dari bahan CMC+CaCl<sub>2</sub> yang dapat menghambat laju respirasi, susut bobot dan ketahanan mutu buah nanas. Berdasarkan hasil penggunaan coating CMC+CaCl<sub>2</sub> yang telah digunakan terhadap setiap parameter penelitian, yaitu didapatkan konsentrasi ke 3 (MC3) dengan dosis 1,5% CMC+0,75% CaCl<sub>2</sub> memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi ke 1 dan ke 2 (MC1 dan MC2), untuk itu penulis menyarankan melakukan formulasi campuran *coating* CMC+CaCl<sub>2</sub> dengan penambahan dosis sebesar 2% CMC+ 0,75% CaCl<sub>2</sub>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2013. *Teknologi Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Apriyanti, L. 2019. Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Nanas Menggunakan Ruang Warna Red, Green, Blue dan Hue Saturation Intensity. *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, 2(1), 1–8.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Produksi Tanaman Buah-buahan*. Diakses Pada Desember 14, 2022, dari <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Bait, Y., Umar, D. P., Mokodompit, K. A., Abdullah, M., Modanggu, L. W., & Nursamsia, U. 2022. Analisis Mutu Irisan Buah Nanas Beku Selama Penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 1(1), 43–53.
- Campbell. 2012. *Biologi Universitas Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Deska, F. 2017. *Pengaruh Perbandingan Buah Nanas Madu Dengan Sukrosa Dan Suhu Inkubasi Terhadap Karakteristik Starter Alami Nanas Madu (Ananas comosus L)*. Universitas Pasundan.
- Fahroji, Zulfiani, Viona, Syuryati, S. S. 2021. *Juknis Pasca Panen Nanas*. 1–23.
- Fendriansah, Tamrin, & Oktafri. 2014. Pengaruh Media Penyimpanan (Biji Plastik) Terhadap Umur Simpan Wortel Segar (*Daucus carota L.*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(2), 111–118.
- Ferdynanda, A. H. A., Siregar, K., & Ratna. 2018. Rancang Bangun Mesin *Cold Storage* Sistem Pendinginan Kompresi Uap Pada Penyimpanan Buah Nanas (*Ananas comosus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 3, 426–442.
- Hariyadi, P. 2004. *Prinsip-Prinsip Pendugaan Masa Kedaluwarsa Dengan Metode Accelerated Shelf Life Test*. Pusat Studi Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Juwita, W. P., Wirawan, S. K., & Mindaryani, A. 2019. Pengaruh Proses Pengeringan dan Konsentrasi Gliserol Terhadap Karakteristik Mekanik Pektin Edible Film. *Jurnal K.UGM*, 1–6. Yogyakarta.

- Krochta, J.M., Baldwin, E.A., & Carriedo M.O.N. 1994. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Company New York. New York.
- Luketsi, W. P., Budiastra, I. W., & Ahmad, U. 2017. Karakteristik Gelombang Ultrasonik Pada Nanas (*Ananas comosus (L.) Merr.*) Dengan Tiga Tingkat Kematangan. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 5(1), 5–24.
- Marx, R., & Brinkmann, K. 1979. Effect of Temperature on The Pathways of NADH-oxidation in Broad-bean Mitochondria. *Planta*, 144(4), 359–365. <https://doi.org/10.1007/BF00391579>
- Muchtadi, T.R & Sugiyono. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Alfabeta. Bandung.
- Murtiwulandari, M., Archery, D. T. M., Haloho, M., Kinasih, R., Tanggara, L. H. S., Hulu, Y. H., Agaperesa, K., Khristanti, N. W., Kristiyanto, Y., Pamungkas, S. S., Handoko, Y. A., & Anarki, G. D. Y. 2020. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Kualitas Hasil Panen Komoditas *Brassicaceae*. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 11(2), 136–143. <https://doi.org/10.35891/tp.v11i2.2168>
- Novita, D. D., Sugianti, C., & Wulandari, K. P. 2016. Pengaruh Konsentrasi Karagenan dan Gliserol Terhadap Perubahan Fisik dan Kandungan Kimia Buah Jambu Biji Varietas “Kristal” Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 5(1), 49–56.
- Novita, M., Rohaya, S., Satriana, Martunis, & Hasmarita, E. 2012. Effects of Chitosan Coating on Physico-Chemical Characteristics of Fresh Tomatoes (*Lycopersicum pyriforme*) in Different Maturity Stages. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 4(3), 1–32.
- Nurjanah, S. 2002. Study on Respiration Rate and Ethylene Production of Fruit and Vegetables to Predict Their Storage Time. *Bionatura*, 4(3), 148–156. <https://www.neliti.com/publications/218031/kajian-laju-respirasi-dan-produksi-etilen-sebagai-dasar-penentuan-waktu-simpan-s>
- Paramita, O. 2010. Pengaruh Memar Terhadap Perubahan Pola Respirasi, Produksi Etilen dan Jaringan Buah Mangga (*Mangifera indica L.*). *Jurnal Kompetensi Teknik*, 2(1), 29–38.
- Pradana, A. R. 2016. *Aplikasi CaCl<sub>2</sub> Dalam Upaya Peningkatan Kualitas Mahkota dan Buah Tanaman Nanas (*Ananas comosus (L.) Merrill*) Klon GP-3*. 1–23.
- Purwanto, Y. A., Oshita, S., Makino, Y., & Kawagoe, Y. 2012. Indication of Chilling Injury in Japanese Cucumber (*Cucumis sativus L.*) Based on the Changes in Ion Leakage and pH. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 26(1), 31–35. <https://doi.org/10.19028/jtep.26sa.1.31-35>
- Rahayu, D., Bintoro, N., & Saputro, A. D. 2021. Pemodelan Laju Respirasi Buah Klimaterik Selama Penyimpanan Pada Suhu Yang Bervariasi. *Agrointek*, 15(1), 80–91.

- Renobayan. 2011. *Biologi Universitas*. Grasindo. Jakarta.
- Rohmat, N., Ibrahim, R., & Riyadi, P. H. 2014. Pengaruh Perbedaan Suhu dan Lama Penyimpanan Rumput Laut (*Sargassum polycystum*) Terhadap Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen Klorofil. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 118–126.
- Saltveit, M., Kenneth, C. G., & Wang, C. Y. 2016. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. *Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture*, 66, 68–70. [www.ntis.gov](http://www.ntis.gov).
- Sayyari, M., Salehi, F., & Valero, D. 2017. New Approaches to Modeling Methyl Jasmonate Effects on Pomegranate Quality During Postharvest Storage. *International Journal of Fruit Science*, 17(4), 374–390. <https://doi.org/10.1080/15538362.2017.1329051>
- Sayyari. 2011. Vapour Treatments With Methyl Salicylate or Methyl Jasmonate Alleviated Chilling Injury and Enhanced Antioxidant Potential During Postharvest Storage of Pomegranates. *Food chemistry. Elsevier*. Volume 124, issue 3
- Sumiasih, I. H., Octaviani, L., Lestari, D. I., & Yunita, E. R. 2016. The Study of Postharvest Quality Changes of Star Fruit on Some Types of Packaging and Storage Temperatures. *Agrin*, 20(2), 1410–1439.
- Vandongen, J. T., Gupta, K. J., Ramírez-Aguilar, S. J., Araújo, W. L., Nunes-Nesi, A., & Fernie, A. R. 2011. Regulation of Respiration in Plants: A role For Alternative Metabolic Pathways. *Journal of Plant Physiology*, 168(12), 1434–1443. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2010.11.004>
- Widjanarko, S.B. 2012. *Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen, Fisiologi dan Handling Buah, Sayur, Bunga dan Herbal*. UB Press. Malang.
- Yulianti, R., & Ginting, E. 2012. Perbedaan Karakteristik Fisik. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 31(2), 131–136.
- Zafika, Y., Mukarlin & Linda, R. 2015. Pemanfaatan Gel Lidah Buaya (*Aloe chinensis L.*) yang Diaplikasikan Dengan Gliserin Sebagai Bahan Pelapis Buah Pisang Barangan (*Musa acuminata L.*). *Jurnal Protobiont*, 4(1), 136–142.