

**UJI BAHAN PELAPIS BUAH BERBAHAN DASAR KITOSAN DAN
BAHAN ALAMI SEBAGAI PERLAKUAN PASCAPANEN TERHADAP 2
KLON NANAS (*Ananas comosus* L. Merr) BERPOTENSI EKSPOR**

Tesis

**Oleh
Putri Mariska Fahmi
2124011014**



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**UJI BAHAN PELAPIS BUAH BERBAHAN DASAR KITOSAN DAN BAHAN
ALAMI SEBAGAI PERLAKUAN PASCAPANEN TERHADAP 2 KLON
NANAS (*Ananas comosus* L. Merr) BERPOTENSI EKSPOR**

Oleh

PUTRI MARISKA FAHMI

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PERTANIAN**

Pada

**Program Studi Pascasarjana Magister Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

UJI BAHAN PELAPIS BUAH BERBAHAN DASAR KITOSAN DAN BAHAN ALAMI SEBAGAI PERLAKUAN PASCAPANEN TERHADAP 2 KLON NANAS (*Ananas comosus* L. Merr) BERPOTENSI EKSPOR

Oleh

PUTRI MARISKA FAHMI

Produksi buah nanas segar didominasi oleh klon MD2, sedangkan klon GP3 digunakan sebagai buah kalengan. Klon GP3 memiliki beberapa kekurangan untuk didistribusikan sebagai buah segar, yaitu rasa yang kurang manis dan sensitif terhadap gangguan *internal browning* (IB). Kedua klon membutuhkan perlakuan pelapisan buah dan kedua klon merespons secara berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi klon GP3 sebagai buah segar, mengetahui pelapis yang paling baik untuk kedua klon, dan mengetahui adanya interaksi antara perlakuan yang diberikan. Penelitian ini menggunakan 2 x 4 faktorial. Faktor pertama adalah dua klon (GP3 dan MD2). Faktor kedua pelapis buah (kontrol, kitosan, stearin kelapa sawit + kitosan, dan gel lidah buaya + kitosan). Buah disimpan pada suhu 7 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa klon GP3 tidak disarankan untuk didistribusi secara ekspor sebagai buah segar karena semakin lama masa simpannya, maka tingkat kemanisannya akan lebih rendah dibandingkan dengan nanas klon MD2. Klon nanas GP3 mengandung vitamin C yang jauh lebih rendah dan kemunculan *internal browning* yang lebih cepat dibandingkan dengan klon MD2, sehingga belum mampu menyaingi klon MD2. Jenis-jenis pelapis yang digunakan memiliki perbedaan yang nyata dibandingkan dengan perlakuan tanpa pelapis pada variabel °Brix, asam bebas, tingkat kemanisan, vitamin C, dan laju respirasi. Namun, jenis-jenis pelapis yang digunakan tidak memiliki perbedaan yang nyata antar pelapisnya.

Kata kunci: *Internal browning*, lidah buaya, kitosan, klon, stearin.

ABSTRACT

CHITOSAN-BASED FRUIT COATINGS AND NATURAL INGREDIENTS AS POST-HARVEST TREATMENT OF 2 PINEAPPLE CLONES (*Ananas comosus* L. Merr) WITH EXPORT POTENTIAL

By

PUTRI MARISKA FAHMI

Fresh pineapple production was dominated by MD2 clone, while GP3 clone were used as canned fruit. GP3 clones have several drawbacks for distribution as fresh fruit, namely less sweet taste and sensitivity to internal browning (IB) disturbances. Both clones required layering of the fruit and the two clones responded differently. This study aims to determine the potential of GP3 clone as fresh fruit, determine the best layer for the two clones, and determine the interaction between the treatments given. This study used a 2 x 4 factorial. The first factor was two clones (GP3 and MD2). The second fruit coatings (control, chitosan, palm stearin + chitosan, and factor aloe vera gel + chitosan). The fruit is stored at 7 °C. The results showed that the GP3 clones were not recommended for export distribution as fresh fruit because the longer the shelf life, the lower the sweetness level compared to the MD2 pineapple clones. GP3 pineapple clones contained much lower vitamin C and internal browning appeared faster than MD2 clones, so they were not able to compete with MD2 clones. The type of coatings used have significant difference compared to the treatment without coating on variable °Brix, free acid, level of sweetness, vitamin C, and rate of respiration. However, the type of coatings used do not have significant difference between them

Keywords: *Aloe vera*, chitosan, GP3 clone, internal browning, MD2 clone, stearin.

Judul Tesis : **UJI BAHAN PELAPIS BUAH BERBAHAN
DASAR KITOSAN DAN BAHAN ALAMI
SEBAGAI PERLAKUAN PASCAPANEN
TERHADAP 2 KLON NANAS (*Ananas comosus*
L. Merr) BERPOTENSI EKSPOR**

Nama Mahasiswa : Putri Mariska Fahmi

Nomor Pokok Mahasiswa : 2124011014

Program Studi : Magister Agronomi


Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

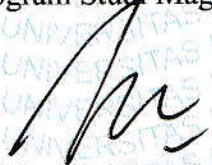
1. Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Soesiladi Esti Widodo, M.Sc.
NIP 196005011984031002


Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.
NIP 196108201986031002


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

2. Ketua Program Studi Magister Agronomi


Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP 196108031986032002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Prof. Dr. Ir. Soesiladi Esti Widodo, M.Sc.



Sekretaris 1

: Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.



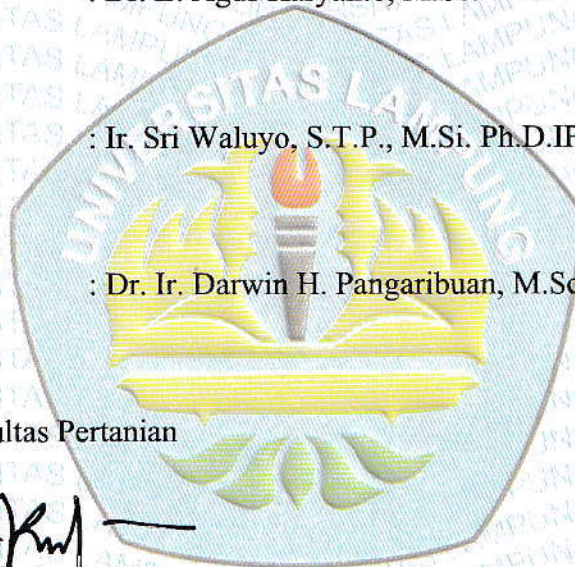
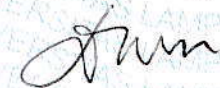
Sekretaris 2

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



Penguji

: Dr. Ir. Darwin H. Pangaribuan, M.Sc.

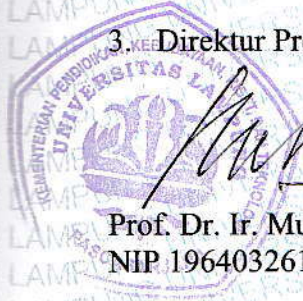


2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP.196110201986031002

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP.196403261989021001

Tanggal Lulus Ujian Tesis: 13 April 2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis saya yang berjudul **“UJI BAHAN PELAPIS BUAH BERBAHAN DASAR KITOSAN DAN BAHAN ALAMI SEBAGAI PERLAKUAN PASCAPANEN TERHADAP 2 KLON NANAS (*Ananas comosus* L. Merr) BERPOTENSI EKSPOR”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam tesis ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari tesis ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 13 April 2023
Penulis,



Putri Mariska Fahmi
2124011014

RIWAYAT PENULIS

Penulis dilahirkan di kota Bekasi, Jawa Barat pada tanggal 23 Maret 1998, sebagai anak ketiga dari empat bersaudara pasangan bapak M. Fahmi Zakir dan ibu Yanti Yulia. Pendidikan formal Penulis diawali dari Taman Kanak-kanak (TK) Pelangi Bekasi yang diselesaikan tahun 2004. Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 2 Rawa Laut, Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2010. Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2013. Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2016. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2016 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan diselesaikan pada tahun 2020. Penulis melanjutkan pendidikan di Pascasarjana Universitas Lampung pada Program Studi Magister Agronomi pada tahun 2021 melalui jalur Beasiswa *Research and Teaching Assistant* Program Magister Universitas Lampung. Penulis melakukan magang penelitian di PT Great Giant Pineapple pada bulan Juni hingga Agustus 2022. Selama menempuh pendidikan Pascasarjana, Penulis aktif membantu kegiatan di Program Studi Magister Agronomi.

PERSEMBAHAN

*Dengan penuh rasa syukur dan atas Ridho Allah Subhanahu Wa Ta'ala,
Karya ini kupersembahkan kepada:*

*Keluargaku tercinta, ayahanda Fahmi, ibunda Yanti, kakak Miya, kakak Intan, dan
adik Yafi 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.*

*Serta Almamater Tercinta
Magister Agronomi
Fakultas Pertanian
Universitas Lampung*

“Struggle that you do today is the single way to build a better future”

*“Successsful people don't fear failure but understand that it's necessary to learn and
grow from” -Robert Kiyosaki*

SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala nikmat, karunia, serta hidayah yang diberikan sehingga Penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Sholawat beriring salam senantiasa diberikan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasallam*.

Dalam penyusunan tesis ini Penulis banyak mendapat bantuan baik materil, ilmu, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung;
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Magister Agronomi sekaligus dosen Pembimbing Akademik. Terimakasih atas ide, saran, waktu, dan motivasi yang diberikan dari awal Penulis menempuh pendidikan hingga Penulis dapat menyelesaikan tesis ini;
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Soesiladi Esti Widodo, M.Sc., selaku dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan ide, saran, waktu, motivasi, nasihat, bimbingan, kesabaran dan kebaikan hati kepada Penulis sehingga Penulis dapat menyelesaikan tesis ini;

6. Bapak Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc., selaku dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan nasihat, saran, kritik, waktu, motivasi, bimbingan, dan kebaikan hati dalam menyelesaikan tesis ini;
7. Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si. Ph.D.IPU, selaku dosen Pembimbing Ketiga yang telah memberikan nasihat, saran, kritik, waktu, motivasi, bimbingan, dan kebaikan hati dalam menyelesaikan tesis ini;
8. Dr. Ir. Darwin H. Pangaribuan, M.Sc., selaku dosen Penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan kebaikan hati dalam membantu menyelesaikan tesis ini;
9. Penulis menyampaikan terima kasih yang sangat besar kepada keluarga tersayang Ibu Yanti Yulia, Bapak M. Fahmi Zakir, kakak Intan Septia, dan Adik M. Yafi Fahmi atas curahan kasih sayang yang tiada tara, pendidikan moril, spiritual dan bantuan materil dalam kehidupan Penulis;
10. Teman-teman Magister Agronomi angkatan 2021 dan Mas Anwar, yang telah memberi motivasi, bantuan, perhatian, kebersamaan dan kebaikan hatinya selama perkuliahan;
11. Teman-teman dan kakak-kakak di Pascasarjana Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
12. Almamater tercinta Universitas Lampung

Penulis berharap semoga Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* memberikan balasan atas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Bandar Lampung, 13 April 2023

Penulis,

Putri Mariska Fahmi

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Nanas (<i>Ananas comosus</i> L. Merr)	5
2.2 Pelapisan Buah	6
2.2.1 Stearin kelapa sawit	8
2.2.2 Kitosan	9
2.2.3 Gel lidah buaya	10
2.3 <i>Internal Browning</i>	11
III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Rancangan Penelitian	13
3.3 Alur Kegiatan	14
3.4 Variabel Pengamatan.....	15
3.4.1 Pengukuran laju respirasi.....	15
3.4.2 Susut bobot	16
3.4.3 Pengukuran °Brix	17
3.4.4 Pengukuran asam bebas dan tingkat kemanisan	17
3.4.5 Pengukuran vitamin C	18
3.4.6 Pengukuran glukosa, fruktosa, dan sukrosa.....	19
3.4.7 Pengukuran gambaran pelapisan.....	19
3.4.8 Pengukuran <i>internal browning</i> (IB).....	20
3.4.9 <i>Thermal image</i>	20

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
V. SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	41
Hasil analisis statistik variabel pengamatan dengan uji BNT 5% menggunakan aplikasi Minitab 19 dan R Program pada hari ke-35 pengamatan.....	47
Chitosan-based fruit coating as postharvest treatments on two pineapples (<i>Ananas comosus</i> L. Merr) clones	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai rata-rata pengaruh pelapisan buah pada total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix) 2 klon nanas selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	42
2. Nilai rata-rata pengaruh pelapisan buah pada asam bebas 2 klon nanas selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	42
3. Nilai rata-rata pengaruh pelapisan buah pada tingkat kemanisan 2 klon nanas selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	43
4. Nilai rata-rata pengaruh pelapisan buah pada glukosa, fruktosa, dan sukrosa 2 klon nanas selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	43
5. Nilai rata-rata pengaruh pelapisan buah pada penyusutan bobot 2 klon nanas selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	44
6. Nilai rata-rata pengaruh pelapisan buah pada kandungan vitamin C 2 klon nanas selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	44
7. Nilai rata-rata pengaruh pelapisan buah pada internal browning 2 klon nanas selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	45
8. Nilai rata-rata pengaruh pelapisan buah pada laju respirasi 2 klon nanas selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	45
9. Pengaruh pelapisan buah pada suhu permukaan kulit buah 2 klon nanas selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	46
10. Analisis ragam variabel total padatan terlarut.....	47
11. Analisis ragam variabel asam bebas	48

12. Analisis ragam variabel tingkat kemanisan.....	48
13. Analisis ragam variabel glukosa	49
14. Analisis ragam variabel fruktosa.....	50
15. Analisis ragam variabel sukrosa.....	51
16. Analisis ragam variabel susut bobot	51
17. Analisis ragam variabel vitamin C.....	52
18. Analisis ragam variabel laju respirasi	53
19. Analisis ragam variabel internal browning	54
20. Analisis ragam variabel thermal image.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Indeks kematangan nanas.....	6
2. Alur kegiatan.....	14
3. Perubahan total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix) 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	23
4. Perubahan nilai asam bebas 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	23
5. Perubahan tingkat kemanisan 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	24
6. Perubahan kandungan glukosa 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	25
7. Perubahan kandungan fruktosa 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	25
8. Perubahan kandungan sukrosa 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	26
9. Perubahan kandungan vitamin C 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	27
10. Perubahan persentase susut bobot 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	28
11. Perubahan skala internal browning 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7°C	29

12. Keterjadian internal browning buah nanas klon GP3 pada pengamatan (a) H-7, (b) H-14, (c) H-21, (d) H-28, dan (e) H-35 dengan perlakuan tanpa pelapisan.....	30
13. Keterjadian internal browning buah nanas klon MD2 pada pengamatan (a) H-7, (b) H-14, (c) H-21, (d) H-28, dan (e) H-35 dengan perlakuan tanpa pelapisan.....	30
14. Perubahan laju respirasi 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7 °C	31
15. Perubahan suhu 2 klon nanas (a) dan pelapis (b) selama 35 hari penyimpanan pada suhu 7 °C;.....	32
16. Foto pelapis buah kontrol (a), kitosan (b), kitosan+aloe vera (c), dan kitosan+palm stearin (d) menggunakan scanning electron microscope pada permukaan kulit buah nanas klon MD2.....	33
17. Foto pelapis buah kontrol (a), kitosan (b), kitosan+aloe vera (c), dan kitosan+palm stearin (d) menggunakan scanning electron microscope pada permukaan kulit buah nanas klon GP3	34

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Nanas (*Ananas comosus* L.) adalah salah satu buah penting yang banyak tumbuh di daerah tropis. Terdapat beberapa klon nanas yang banyak dibudidayakan di Indonesia, yaitu klon nanas GP3 dan MD2. Klon nanas GP3 merupakan klon buah nanas yang populer digunakan dalam industri pengalengan buah. Klon nanas GP3 juga memiliki produktifitas yang tinggi sehingga perlu dicoba untuk merambah pasar nanas segar, sedangkan klon nanas MD2 merupakan klon buah yang biasa didistribusikan dalam bentuk buah segar. Klon MD2 dikenal lebih tahan dengan *internal browning* (IB) dibandingkan dengan klon GP3 (Bartholomew, 2002). IB merupakan kerusakan fisiologis yang disebabkan karena suhu dingin (Lu *et al.*, 2011). Buah nanas yang lebih tahan terhadap IB biasanya lebih cocok untuk diproduksi dan didistribusikan dalam bentuk buah segar.

Nanas di pasar buah segar memerlukan perlakuan pascapanen untuk mempertahankan kualitas buah karena dapat menyebabkan buah mengalami kerusakan lebih cepat. Peningkatan reaksi biokimia transformasi pati menjadi gula membuat buah tinggi akan gula. Dengan demikian, nanas memiliki umur simpan pascapanen yang pendek pada suhu ruang dan menurunkan kualitas dengan cepat (Lu *et al.*, 2011). Umur simpan yang pendek merupakan kekurangan utama dalam perdagangan dan ekspor buah nanas segar. Perlakuan penyimpanan pada suhu dingin efektif dalam menghambat perkembangan pembusukan di buah nanas, tetapi dapat menyebabkan gejala cedera dingin, terutama *internal browning*.

Pelapisan buah merupakan salah satu perlakuan pascapanen yang bisa digunakan untuk mempertahankan kualitas buah. Pelapisan (*coating*) merupakan suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan oksigen sehingga proses penuaan diperlambat. Bahan pelapis untuk buah seharusnya menggunakan bahan yang tidak mencemari lingkungan dan aman untuk dikonsumsi manusia. Kitosan adalah bahan pelapis alami yang tidak beracun dan aman bagi kesehatan. Pelapisan buah merupakan usaha penundaan kemasakan (*ripening*) yang bertujuan untuk memperpanjang umur simpan produk hortikultura (Ahmad *et al.*, 2014).

Dalam penelitian ini, bahan baku pelapisan buah yang digunakan berasal dari kitosan, gel lidah buaya, dan stearin kelapa sawit yang merupakan produk turunan sawit sebagai bahan baku utama. Kitosan merupakan bahan pelapis yang telah lama digunakan untuk melapisi buah. Nurhayati dan Agusman (2011) menyatakan bahwa kitosan memiliki keunggulan sebagai pelapis, di antaranya adalah bersifat *biodegradable*, dapat dimakan dan memiliki aktivitas anti mikroba. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian mengenai potensi ekspor dan peluang pasar nanas segar Indonesia ke mancanegara sehingga dapat dimanfaatkan untuk perluasan dan pengembangan usaha. Saat ini penggunaan pelapisan buah di berbagai agroindustri buah masih sangat bergantung pada produk impor sehingga diperlukan alternatif bahan yang bisa diproduksi secara mandiri dan mudah diperoleh.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui potensi klon nanas GP3 untuk diproduksi dalam bentuk buah segar;
2. Mengetahui jenis pelapis yang paling baik untuk klon nanas MD2 dan GP3;
3. Mengetahui adanya interaksi antar perlakuan klon dan pelapis yang diberikan.

1.3 Kerangka Pemikiran

Klon nanas GP3 yang saat ini digunakan untuk memproduksi nanas kaleng dirasa perlu dicoba untuk merambah pasar nanas segar, namun klon nanas GP3 kurang tahan terhadap keterjadian *internal browning*. Klon nanas MD2 dikenal lebih tahan terhadap *internal browning* sehingga kebanyakan diproduksi untuk didistribusikan dalam bentuk buah segar (Cano-Reinoso *et al.*, 2022). *Internal browning* dapat disebabkan oleh adanya penurunan suhu penyimpanan yang dapat menyebabkan kerusakan. *Internal browning* harus dikendalikan karena dapat berdampak pada kualitas dan penampilan buah pada saat dibelah. Penelitian Hong *et al.* (2013) menunjukkan bahwa *internal browning* dipengaruhi oleh aktivitas enzim polifenol oksidase (PPO) yang dapat menyebabkan warna kecoklatan pada daging buah.

Perlakuan suhu dingin diperlukan untuk menjaga kualitas buah, namun perlu adanya perlakuan lain guna memperpanjang umur simpan buah, yaitu dengan pelapisan buah. Pelapisan permukaan dapat menunda pemasakan buah dengan memodifikasi atmosfer internalnya (menurunkan O₂ dan/atau meningkatkan CO₂, serta menghambat biosintesis dan aksi etilen) yang bekerja pada permeasi kulit terhadap gas. Pada buah dan sayuran berprospek untuk dapat memperbaiki kualitas tampilan dan umur simpan (Baldwin *et al.*, 2011). Prinsip dari pelapisan buah adalah untuk menutup pori-pori pada kulit buah yang menjadi jalur keluar masuknya gas, air, dan lain-lain. Penelitian Youryon *et al.* (2018) menunjukkan bahwa buah nanas yang tidak diberikan perlakuan pelapisan buah mengandung enzim phenylalanine ammonia lyase (PAL) yang umumnya menghasilkan senyawa fenolik. Fenol merupakan substrat bagi aktivitas enzim PPO yang menyebabkan keterjadian *internal browning* yang tinggi

Kitosan merupakan salah satu bahan pelapis yang sering digunakan untuk melapisi buah. Kitosan merupakan bahan yang terbuat dari limbah pengolahan industri perikanan, seperti udang dan rajungan. Penelitian Prabasari *et al.* (2022) menunjukkan bahwa kitosan dapat menjaga kualitas buah secara fisik maupun kimiawi, seperti menjaga penurunan susut bobot,

menghindari keterjadian kerusakan akibat suhu dingin, dan mempertahankan kandungan gula, senyawa fenol, serta asam bebas buah nanas. Seperti yang disebutkan sebelumnya, senyawa fenol merupakan substrat bagi enzim yang dapat menyebabkan *internal browning*.

Pelapisan buah dengan menggunakan campuran kitosan dengan bahan alami seperti stearin kelapa sawit dan gel lidah buaya masih jarang dilakukan. Stearin kelapa sawit sendiri dikenal dapat membantu menjaga struktur dan bentuk produk selama fluktuasi suhu penyimpanan terjaga (Pande *et al.*, 2012). Penelitian yang telah dilakukan Rahim (2011) menunjukkan bahwa penggunaan campuran kitosan dan stearin dapat memperpanjang umur simpan buah dan menghambat laju respirasi. Penggunaan campuran gel lidah buaya dikenal aman karena menggunakan bahan yang alami. Penelitian Basumatary *et al.* (2021), buah nanas yang diaplikasikan gel lidah buaya menunjukkan tampilan yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa pelapis, mengurangi terjadinya susut bobot, menunda pemasakan, dan mengurangi keterjadian oksidasi yang dapat menyebabkan pencoklatan.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Klon GP3 berpotensi sebagai alternatif untuk didistribusikan dalam bentuk nanas segar seperti klon MD2;
2. Pelapisan buah dengan bahan kitosan+bahan alami akan memberikan hasil yang paling baik dalam menjaga kualitas buah nanas dibandingkan tanpa pelapis dan tanpa bahan alami;
3. Terdapat interaksi antara perlakuan klon dan pelapis buah yang diberikan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

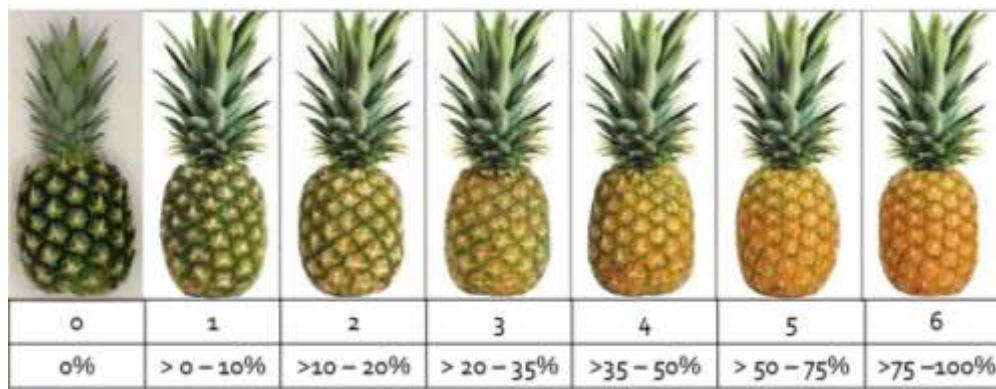
2.1 Nanas (*Ananas comosus* L. Merr)

Nanas memiliki beberapa varietas yang memiliki karakteristik masing-masing seperti *Smooth Cayenne*, *Queen*, dan *Spanish*. Adapun *Spanish* ada 2 macam yaitu *Red Spanish* dan *Green Spanish*. Namun yang paling sering ditanam oleh petani di Indonesia adalah *Smooth Cayenne* dan *Queen*. *Smooth Cayenne* biasanya digunakan sebagai buah kalengan (Prabasari *et al.*, 2022). Ciri kelompok ini adalah tepi daun tidak berduri, atau duri hanya terletak pada bagian ujung daun, mata lebar, daging buah berwarna kuning pucat dan tembus cahaya (transparan) serta mengandung banyak air. *Queen* banyak dikonsumsi dalam bentuk buah segar. Ciri kelompok ini adalah tepi daun berduri, buah berukuran kecil, daging buah berwarna kuning keemasan, renyah, serta tidak transparan. *Spanish* mempunyai ciri antara lain: daging buah mengandung banyak air, berserat dan transparan, serta rasa kurang manis dibandingkan dengan *Smooth Cayenne* dan *Queen*. Klon nanas GP3 termasuk ke dalam varietas *Smooth Cayenne* (Soeranto, 2016). Klon nanas MD2 banyak dibudidayakan untuk memenuhi kebutuhan nanas segar karena rasanya yang manis, kandungan vitamin C yang tinggi, bentuknya yang konsisten, dan masa simpannya yang panjang (Ahmad *et al.*, 2014).

Nanas merupakan buah non klimakterik karena laju respirasinya rendah. Berbagai upaya perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan buah pasca panen, mulai dari penyimpanan pada suhu rendah, mencuci buah larutan disinfektan dan perawatan pelapisan (Prabasari *et al.*, 2022). Penyimpanan buah nanas merupakan hal penting yang perlu dilakukan agar dapat mempertahankan masa simpannya. Penyimpanan pada

suhu rendah telah terbukti dapat memperpanjang masa simpan buah nanas segar. Suhu di bawah 8 °C merupakan suhu yang optimal untuk penyimpanan buah nanas (Martínez-Ferrer *et al.*, 2002). Buah nanas yang sudah dipanen tetap melakukan proses metabolisme. Proses metabolisme saat pascapanen buah akan menimbulkan beberapa hal, yaitu mempercepat proses hilangnya gizi buah dan mempercepat proses penuaan (Wills *et al.*, 2007).

Buah nanas yang didistribusikan biasanya tingkat kematangannya sesuai dengan permintaan konsumen. Nanas umumnya mencapai kematangan (*maturation*) selama 120 - 170 hari dari mulai berbunga. Untuk memperoleh buah nanas dengan tingkat kematangan (*maturation*) sempurna umumnya masih dipilih secara manual. Klasifikasi buah nanas bisa dilihat dalam 7 indeks, yaitu dari nanas berwarna hijau tua atau mentah hingga nanas berwarna orange kuning atau matang penuh (Lustini, 2019). Klasifikasi tingkat kematangan buah nanas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Indeks kematangan nanas

2.2 Pelapisan Buah

Pelapis buah digunakan pada produk untuk memberikan pertahanan terhadap transmisi gas dan uap air, serta memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis (Baldwin *et al.*, 2011). Terdapat dua jenis pelapis yang *edible*, yaitu *edible*

coating dan *edible film*. Perbedaan antara *edible coating* dan *edible film* adalah *coating* diaplikasikan secara langsung pada permukaan bahan pangan, sementara *film* adalah lapisan tipis yang diaplikasikan setelah sebelumnya dicetak dalam bentuk lembaran (Winarti *et al.*, 2012). Penggunaan kitosan dan bahan alami lainnya merupakan contoh dari *edible coating*.

Edible coating adalah suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan menghindari kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dan pencoklatan buah dapat diperlambat. Lapisan yang ditambahkan di permukaan buah ini tidak berbahaya bila ikut dikonsumsi bersama buah. Pemanfaatan *edible coating* merupakan salah satu metode untuk memperpanjang umur simpan dari produk pertanian, mengurangi penurunan kualitas dan kehilangan hasil. *Edible coating* pada buah dan sayuran berprospek untuk dapat memperbaiki kualitas tampilan dan umur simpan buah atau sayuran (Baldwin *et al.*, 2012). Cara pengaplikasian *coating* bergantung pada bentuk, ukuran dan sifat dari produk yang ingin dilapisi. Metode untuk aplikasi *coating* pada buah dan sayuran terdiri atas beberapa cara, yakni metode pencelupan (*dipping*), pembusaan, penyemprotan (*spraying*), penuangan (*casting*), dan aplikasi penetesan terkontrol. Metode pencelupan (*dipping*) merupakan metode yang paling banyak digunakan terutama pada sayuran, buah, daging, dan ikan. Produk dicelupkan ke dalam larutan yang digunakan sebagai bahan *coating*.

Edible coating/film yang dibuat dari polisakarida (karbohidrat), protein, dan lipid memiliki banyak keunggulan seperti *biodegradable*, dapat dimakan, *biocompatible*, penampilan yang estetik, dan kemampuannya sebagai penghalang (*barrier*) terhadap oksigen dan tekanan fisik selama transportasi dan penyimpanan. *Edible coating/film* berbahan dasar polisakarida berperan sebagai membran permeabel yang selektif terhadap pertukaran gas O₂ dan CO₂ sehingga dapat menurunkan tingkat respirasi pada buah dan sayuran. Keuntungan lain *coating* berbahan dasar polisakarida adalah memperbaiki rasa, tekstur, dan warna,

meningkatkan stabilitas selama penjualan dan penyimpanan, memperbaiki penampilan, dan mengurangi tingkat kebusukan (Winarti *et al.*, 2012).

Pelapisan buah erat hubungannya dengan keterjadian respirasi. Respirasi adalah proses pemecahan komponen organik (zat hidrat arang, lemak, dan protein) menjadi produk yang lebih sederhana dan energi. Komoditi dengan laju respirasi tinggi akan menunjukkan kecenderungan lebih cepat rusak. Menurunkan laju respirasi sampai batas minimal pemenuhan kebutuhan energi sel tanpa menimbulkan fermentasi akan dapat memperpanjang umur ekonomis produk nabati. Permukaan kulit buah yang tidak dilapisi meningkatkan difusi oksigen ke dalam sel internal sehingga meningkatkan respirasi sel (Finnegan *et al.*, 2012). Respirasi menghasilkan panas karena gula, lemak, dan protein dalam sel tanaman dioksidasi. Hilangnya cadangan makanan yang disimpan ini melalui respirasi berarti penurunan nilai makanan, hilangnya rasa, kehilangan bobot yang dapat dijual, dan kerusakan yang lebih cepat (Mufidah *et al.*, 2022). Secara umum, semakin tinggi laju respirasi produk, semakin pendek masa simpannya. Jadi, suatu kemungkinan untuk memperpanjang umur simpan produk adalah dengan meminimalkan laju respirasinya.

2.2.1 Stearin kelapa sawit

Stearin kelapa sawit merupakan bahan yang dapat dijadikan pelapis buah dan termasuk ke dalam kategori pelapis lipida. Stearin adalah fraksi *Crude Palm Oil* (CPO) yang berwujud padat pada suhu kamar. Stearin sawit adalah fraksi minyak sawit yang lebih keras, mengandung proporsi asam lemak jenuh dengan titik leleh 48–50 °C yang lebih tinggi. Stearin sawit memiliki berbagai komposisi, seperti kandungan lemak padat, dan nilai yodium. Stearin kelapa sawit sebagai pelapis memiliki fungsi untuk menjaga struktur dan bentuk produk selama penyimpanan (Pande *et al.*, 2012). Pemanfaatan stearin pada pembuatan *edible coating* mempunyai fungsi sebagai komponen hidrofobik yaitu sebagai bahan untuk

menahan masuknya uap air, fleksibilitas serta dapat menimbulkan efek kilap (Fauziati *et al.*, 2016).

Pelapis buah berbahan dasar lipid/lemak serta bahan tambahan yang bersifat hidrofobik seperti lemak dan asam lemak yang dapat meningkatkan sifat penghalang terhadap kelembaban dan mampu mempertahankan ketahanan terhadap uap, gas atau cairan, dan sifat sensoris produk yang diberi *coating* (Adiningsih dan Fauziati, 2018). Penelitian yang dilakukan Fauziati *et al.* (2016) menunjukkan bahwa penggunaan stearin sebagai pelapis yang dikombinasikan dengan gelatin diperoleh hasil terbaik yaitu stearin 0.1% dengan hasil uji susut bobot terendah pada hari ke 12 sebesar 5.598% untuk perlakuan celup dan dapat mempertahankan kandungan vitamin C sebesar 40.3 mg/100 gram serta dapat mempertahankan antioksidan sampai 12 hari dengan kandungan antioksidan 74.7%.

2.2.2 Kitosan

Kitosan merupakan pelapis alami yang dapat dimakan, dibentuk untuk melapisi makanan yang berfungsi sebagai penghalang terhadap kelembapan dan oksigen penyebab terjadinya transpirasi dan respirasi (Henriette *et al.*, 2010). Kitosan merupakan limbah dari pengolahan industri perikanan, seperti udang dan rajungan. Limbah kulit udang memiliki kadar kitin berkisar 15 – 20% (Swastawati *et al.*, 2008). Pelapisan kitosan dapat memperpanjang masa simpan, mengontrol kerusakan buah dan menurunkan kecepatan respirasi. Kitosan dapat diaplikasikan pada buah dengan cara dicelupkan, direndam dan disemprot (Morhsed *et al.*, 2011).

Kitosan memiliki sifat kimia yang tidak larut di dalam air, alkali pekat, alkohol dan aseton, tetapi larut dalam asam lemah seperti asetat dan formiat. Asam organik seperti asam hidroklorida dan asam netral dapat melarutkan kitosan pada pH tertentu dalam keadaan hangat dan pengadukan lama, tetapi hanya sampai derajat

terbatas. Sebagai antibakteri, kitosan memiliki sifat mekanisme penghambatan, yang mana kitosan akan berikatan dengan protein membran sel, yaitu glutamat yang merupakan komponen membran sel. Selain berikatan dengan protein membran sel, kitosan juga berikatan dengan fosfolipid membran sel, terutama fosfatidil kolin (PC), sehingga meningkatkan permeabilitas *inner membrane* (IM) (Sachan *et al.*, 2015). Pelapisan kitosan menyebabkan pori-pori buah lebih tertutup dibandingkan dengan sampel yang tidak dilapisi sehingga transpirasi buah dapat ditekan selama penyimpanan.

Kitosan memiliki kemampuan sebagai pelapisan untuk meningkatkan daya simpan, dan menurunkan laju respirasi sehingga kerusakan dan pematangan buah maupun sayuran dapat terhambat (Jianglian dan Shaoying, 2013). Penelitian Yage *et al.* (2010) menyatakan bahwa pemberian konsentrasi kitosan 4% yang disimpan pada suhu 8 °C selama 35 hari sifat fisik dipertahankan dengan baik tidak mengalami susut buah dan kerutan terhadap buah. Peneliti lain (Raymond *et al.*, 2012) menyatakan bahwa kitosan 0.5%, 1% dan 2%, mikrobiologis jumlah sel yang hidup total menurun dengan meningkatnya konsentrasinya. Terdapat penelitian yang menyatakan bahwa kitosan memperlambat penurunan susut bobot, total padatan terlarut, total asam dan vitamin C (Maghfiroh *et al.*, 2018).

2.2.3 Gel lidah buaya

Kandungan polisakarida yang terkandung dalam gel lidah buaya dapat menghambat transfer gas CO₂ dan O₂, dan mengandung banyak komponen yang dapat menghambat kerusakan produk pascapanen yang berfungsi sebagai anti mikroba. Gel lidah buaya (*Aloe vera* L.) merupakan polisakarida yang banyak mengandung komponen penghambat kerusakan pascapanen pada produk pangan segar dan mampu menjaga kelembapan dengan cara mengendalikan kehilangan air. Gel lidah buaya bekerja dengan membuat penghalang antara buah dengan lingkungan sehingga dapat mengurangi jumlah oksigen yang tersedia untuk

menghindari degradasi senyawa bioaktif. Gel lidah buaya sebagai penghalang juga dapat menurunkan pertukaran gas antara buah dengan lingkungan demikian pula dengan laju respirasinya sehingga dapat menghambat proses pemasakkan (*ripening*) (Nicolau-Lapeña *et al.*, 2020). Penelitian Mufidah *et al.* (2022) menunjukkan bahwa pemberian *edible coating* lidah buaya pada buah nanas berpengaruh terhadap penurunan kadar air yang lebih rendah, susut bobot yang rendah dan organoleptik meliputi warna, aroma, tekstur dan rasa. Gel lidah buaya bekerja dengan membuat penghalang antara buah dengan lingkungan sehingga dapat mengurangi jumlah oksigen yang tersedia untuk menghindari degradasi senyawa bioaktif.

Pelapis gel lidah buaya dapat menghambat laju produksi etilen sehingga dapat menunda pemasakkan (*ripening*) buah, degradasi klorofil, akumulasi antosianin dan karotenoid pada akhirnya dapat memperlambat perubahan warna kulit buah. Pelapis gel lidah buaya dengan campuran gliserin 7%, 8% dan 9% diduga dapat memperlambat laju respirasi dan transpirasi yang terjadi sehingga kehilangan air dapat diperkecil. Menurut Morillon *et al.* (2002), gel lidah buaya bersifat higroskopis sehingga ketika digunakan sebagai bahan pelapis maka gel tersebut akan membentuk penghalang pada kulit buah yang dapat mencegah hilangnya air. *Edible coating* lidah buaya dapat menghambat produksi etilen sehingga dapat menunda proses pemasakkan (*ripening*), sintesis karotenoid, akumulasi antosianin serta degradasi klorofil yang menyebabkan tertundanya perubahan warna pada buah.

2.3 Internal Browning

Internal browning adalah suatu gejala kerusakan fisiologis pada suatu produk yang ditandai dengan perubahan warna menjadi kecoklatan pada bagian tengah daging buah. *Internal Browning* (IB) merupakan gangguan fisiologis buah nanas yang paling banyak disebabkan oleh paparan suhu rendah setelah panen. Gejala dari cedera dingin,

terutama IB banyak diamati selama penyimpanan dingin buah nanas. Terjadinya IB disebabkan oleh perpindahan suhu yang ekstrim, dari suhu yang rendah langsung ke suhu yang tinggi. IB menyebabkan ketidakpuasan konsumen yang cukup besar karena warna daging buah yang berubah selama masa penyimpanan. Penelitian yang dilakukan oleh Hong *et al.* (2013) menunjukkan bahwa aktivitas PPO berhubungan langsung dengan perkembangan gejala IB nanas penyimpanan buah pada suhu penyimpanan yang berbeda. Ada hubungan antara peningkatan gejala IB dengan peningkatan suhu, dan nilai terbesar terdapat pada buah yang disimpan pada suhu 25°C, diikuti oleh buah yang disimpan pada suhu 10 dan 6°C.

Pembentukan warna coklat karena terjadinya oksidasi senyawa-senyawa fenol dan polifenol oleh enzim fenolase dan polifenolase membentuk quinon, yang selanjutnya berpolimerisasi membentuk melanin (pigmen berwarna coklat). Untuk terjadinya reaksi browning enzimatis diperlukan adanya 4 komponen fenolase dan polifenolase (enzim), senyawa-senyawa fenol dan polifenol (substrat), oksigen dan ion tembaga yang merupakan sisi aktif enzim. Proses perubahan warna buah yang terjadi selama penyimpanan disebabkan oleh adanya proses perombakan pigmen yang ada pada jaringan buah seiring terjadinya proses respirasi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium *Research and Development Postharvest* di PT. Great Giant Pineapple (PT GGP) PG4 yang berlokasi di Jl. Taman Nasional Way Kambas Raja Basa Lama I, kecamatan Labuhan Ratu, Lampung Timur. Penelitian dilakukan mulai dari Juli 2022 hingga Agustus 2022. Waktu pengamatan dilakukan pada hari ke 0, 7, 14, 21, 28 dan 35 setelah aplikasi dan penyimpanan pada *Cold Storage* bersuhu 7 °C.

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 2 x 4, dengan lima ulangan pada masing-masing perlakuan di setiap pengamatannya.

Faktor pertama adalah klon nanas, yaitu:

G: Klon GP3

M: Klon MD2

Faktor kedua adalah jenis pelapis buah, yaitu:

K: Kontrol tanpa pelapis

C: Pelapis kitosan 1% (b/v)

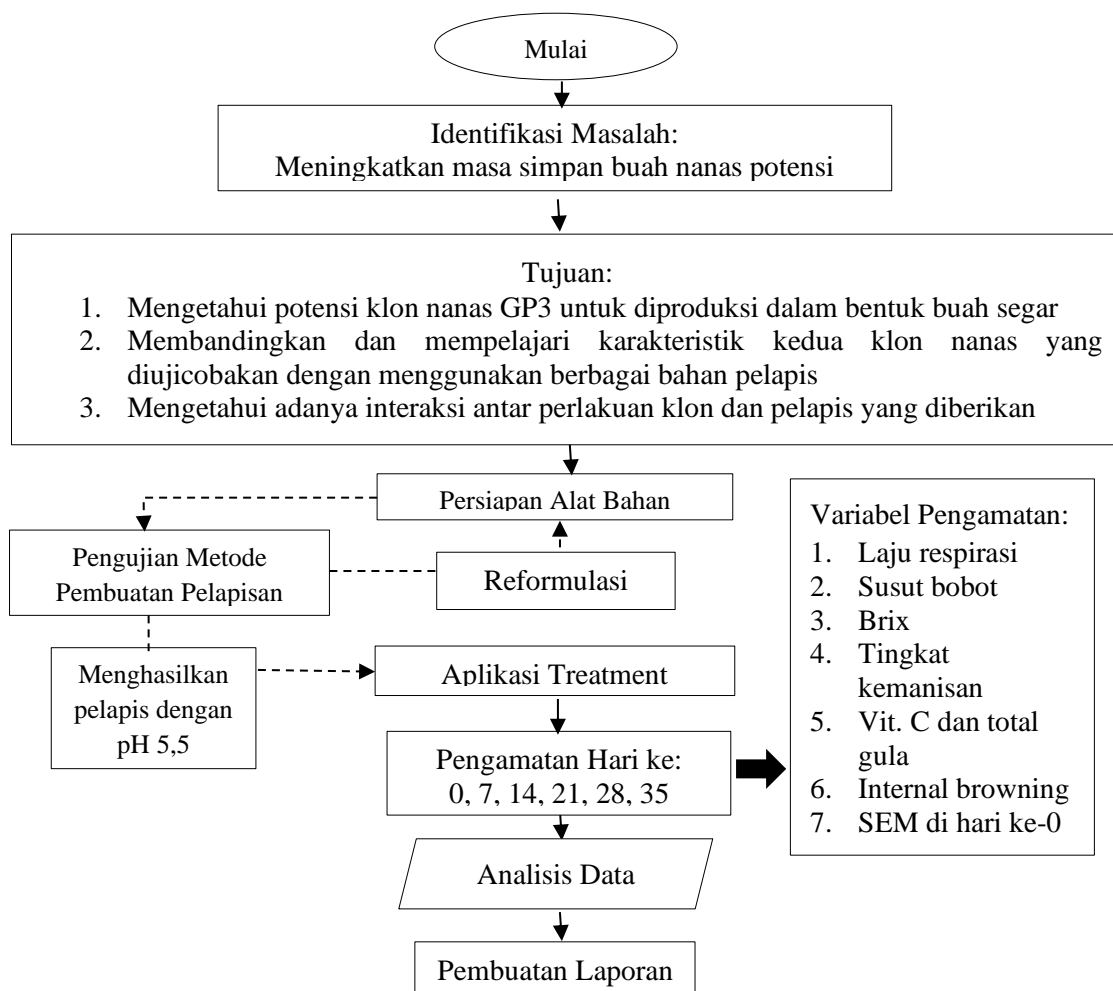
A: Pelapis kitosan 1% (b/v) + Gel lidah buaya 25% (b/v)

P: Pelapis kitosan 1% (b/v) + Stearin kelapa sawit 1% (b/v)

Kombinasi perlakuan yang dihasilkan adalah 8 dan 5 kali ulangan sehingga menghasilkan 40 satuan percobaan. Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila terdapat pengaruh perlakuan analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% menggunakan *statistical program* Minitab 19, R Program, dan MATLAB.

3.3 Alur Kegiatan

Alur kegiatan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Alur kegiatan

Bahan pembuat pelapis buah terdiri atas:

1. Stearin kelapa sawit yang dilelehkan pada suhu 60 °C
2. Kitosan = 1% b/v
3. *Citric acid* yang telah dilarutkan = 2% b/v
4. Tween 80/ Polysorbate 80 = 2% v/v
5. Gel lidah buaya= 25% b/v

Alur pembuatan pelapis kitosan 1% + stearin kelapa sawit:

1. Kitosan dilarutkan dengan larutan *citric acid* pada suhu 40 °C;
2. Setelah kitosan larut, larutan stearin kelapa sawit ditambahkan dengan perbandingan 1:1;
3. Tween 80 ditambahkan pada larutan kitosan dan stearin kelapa sawit;
4. Larutan diaduk selama 4 menit dengan *magnetic stirrer*;
5. Larutan pelapis sudah siap untuk diaplikasikan pada buah.

Alur pembuatan pelapis kitosan 1% + gel lidah buaya

1. Kitosan dilarutkan dengan larutan *citric acid* pada suhu 40 °C;
2. Setelah kitosan larut, gel lidah buaya sebanyak 250 mL dan akuades ditambahkan hingga 1 L;
3. Larutan diaduk dengan *magnetic stirrer*;
4. Larutan pelapis sudah siap untuk diaplikasikan pada buah.

3.4 Variabel Pengamatan

3.4.1 Pengukuran laju respirasi

Hal pertama yang dilakukan adalah dengan mengukur volume bebas pada toples ukuran 13 L yang akan digunakan dengan menggunakan Hukum Archimedes. Toples dipenuhi dengan air, kemudian dimasukkan buah nanas ke dalam toples berisi air. Jumlah air yang keluar dari toples dihitung untuk mengetahui volume buah nanas.

Volume bebas toples merupakan selisih antara volume penuh toples dan volume buah nanas. Nanas dan toples yang digunakan sebagai *respiration chamber* ditimbang untuk mendapatkan data bobot awal dan dilakukan pengukuran volume buah nanas. buah nanas yang sudah bersih dimasukkan ke dalam toples gelas yang sudah diberikan beberapa perlakuan pelapisan. Alat *data logger* suhu AMF102 untuk pengukur CO₂ dimasukkan ke dalam toples lalu toples ditutup rapat. Alat disetel untuk mengukur jumlah CO₂ selama 1 jam. Jumlah CO₂ diperoleh dengan menyetel *data logger* suhu AMF102 selama 5 menit sekali selama 1 jam sehingga menghasilkan 13 data. Setelah 1 jam pengukuran, alat dikeluarkan dan data dimasukkan ke dalam komputer. Pada minggu berikutnya atau pada saat pengamatan selanjutnya dilakukan kembali pengukuran laju respirasi dengan cara yang sama. Laju respirasi dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Laju respirasi (ml CO}_2\text{/kg. jam)} = \frac{[(\text{GCO}_2)\text{T} - (\text{GCO}_2)\text{T}+1]}{W} \times \frac{Fv}{\Delta T}$$

Keterangan:

GCO₂ = selisih kandungan gas CO₂ 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)

3.4.2 Susut bobot

Pengukuran susut bobot dilakukan menggunakan timbangan digital. Pengukuran dilakukan sebelum buah nanas disimpan dan setiap kali pengamatan. Selanjutnya, nilai susut bobot didapatkan dengan menghitung selisih bobot awal dan bobot akhir pengamatan. Selisih nilai tersebut dihitung dengan satuan persen (%).

3.4.3 Pengukuran °Brix

Pengukuran °Brix atau total padatan terlarut menggambarkan tingkat kemanisan buah nanas. Langkah kerjanya adalah dengan menyediakan air perasan buah nanas dengan cara bagian daging buah nanas diambil, dipotong menjadi bagian yang lebih kecil, dan buah nanas diperas dengan menggunakan kain saringan peras, air yang keluar ditampung di dalam wadah. Air perasan diteteskan secukupnya pada kaca sensor alat pengukur *Refractometer* ATAGO Master-53 Alpha dan dilihat kesejajaran garis biru pada alat tersebut sejajar dengan angka yang menunjukkan derajat °Brix dari perasan buah nanas.

3.4.4 Pengukuran asam bebas dan tingkat kemanisan

Pengukuran tingkat kemanisan dilakukan dengan cara membandingkan nilai total padatan terlarut dengan nilai asam bebas. Pengukuran asam bebas bertujuan untuk mengetahui nilai asam bebas yang terkandung di dalam buah. Prosedur kerja pengukuran asam bebas menggunakan metode titrasi NaOH 0,1 N. Larutan NaOH 0,1 N dimasukkan ke dalam tabung buret ukuran 25 mL. Sampel perasan buah nanas diambil sebanyak 5 mL ke dalam tabung erlenmayer ukuran 10 mL kemudian dimasukkan larutan fenolftalein 1% sebanyak 3 tetes ke dalam larutan sampel. Cairan NaOH diteteskan ke dalam sampel perasan buah nanas sambil digoyangkan hingga larutan tersebut berubah warna menjadi pink muda. Volume NaOH yang digunakan dicatat. Asam organik yang dikandung oleh buah nanas adalah asam malat, asam oksalat, dan didominasi oleh asam sitrat (Krueger *et al.*, 1992). Rumus yang digunakan untuk menghitung asam bebas dari perasan nanas tersebut (Shamsudin *et al.*, 2020).

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

Keterangan:

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

$$\text{Tingkat kemanisan} = \frac{\text{Nilai padatan terlarut}}{\text{Nilai asam bebas}}$$

3.4.5 Pengukuran vitamin C

Pengukuran vitamin C dilakukan dengan metode *Association of Official Analytical Chemist* (AOAC), titrasi dengan 2,6-dichloroindophenol. Prosedur kerjanya adalah menyediakan air perasan buah nanas dengan cara bagian daging buah nanas diambil, dipotong menjadi bagian yang lebih kecil, dan buah nanas diperas dengan menggunakan kain saringan peras, air yang keluar ditampung di dalam wadah. Larutan reagen 2,6-dichloroindophenol dimasukkan ke dalam tabung buret gelap ukuran 50 mL. Sampel perasan buah nanas diambil sebanyak 5 mL ke dalam tabung erlenmeyer ukuran 10 mL kemudian dimasukkan larutan HPO_3 dari Merck sebanyak 2 mL ke dalam larutan sample. Lalu, cairan reagent 2,6-dichloroindophenol diteteskan ke dalam larutan sampel air perasan sambil digoyangkan hingga larutan tersebut berubah warna menjadi pink muda. Volume reagent 2,6-dichloroindophenol yang digunakan dihitung menggunakan rumus.

$$\text{Dye factor} = \frac{C}{a - b}$$

Keterangan:

C = volume larutan standar dengan menggunakan asam askorbat yang digunakan sebagai standar pengukuran awal

a = ml titrasi larutan standar

b = ml titrasi blanko (0 mL)

$$\text{Vitamin C (mg/L)} = \frac{(x - b) \times D \times 1000}{V}$$

Keterangan:

x = ml titrasi sampel

b = ml titrasi blanko (0 mL)

D = dye faktor

V = volume sampel

3.4.6 Pengukuran glukosa, fruktosa, dan sukrosa

Pengukuran glukosa, fruktosa, dan sukrosa menggunakan alat *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) HITACHI U2000, yaitu suatu metode pemisahan molekul dengan media cair yang diberikan tekanan tinggi. Prinsip kerja HPLC adalah pemisahan komponen analit berdasarkan kepolarannya, setiap campuran yang keluar akan terdeteksi dengan detektor dan direkam dalam bentuk kromatogram. (Kusuma dan Metantryana, 2016). Fase gerak yang digunakan terdiri dari 50 mM larutan fosfat yang dibuat dari 6,8 g kalium dihidrogen fosfat dalam 900 mL akuades, selanjutnya pH disesuaikan dengan menambahkan asam fosfat sampai pH 2,8. Larutan ditambahkan kembali dengan akuades sampai 1 L. fase gerak disaring dengan menggunakan kertas saring. Alat HPLC diatur pada suhu ruang 25 °C dengan panjang gelombang 210 nm. Laju alir fase gerak adalah 0,7 mL/menit. Kemudian, HPLC dibiarkan hingga baseline stabil. Sampel sebanyak 5 g yang telah dilarutkan dengan fase gerak diambil sebanyak 100 µL kemudian disaring menggunakan kertas saring dan disuntikkan ke dalam HPLC.

3.4.7 Pengukuran gambaran pelapisan

Pengukuran gambaran pelapisan buah nanas pada berbagai jenis pelapis diamati menggunakan SEM (Scanning electron microscope) di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (UPT LT-SIT) Unila. Tahapan utama preparasi sampel sebelum diamati menggunakan SEM adalah pemotongan sampel dengan orientasi yang diinginkan, fiksasi, dan pengeringan, serta melapisi dengan lapisan konduktif. Tahapan fiksasi dilakukan untuk menjaga struktur asli dari sampel agar tidak mudah kempis atau hancur. Fiksasi yang umumnya dilakukan memiliki dua tahap, yaitu tahapan pertama menggunakan *glutaraldehyde* dari Merck ditambah dengan *sodium cacodylate buffer* 0,2 M pH 7,4 kemudian tahapan kedua adalah menggunakan *osmium tetroxide* 4% pada buffer. Dehidrasi bertujuan untuk menghilangkan kandungan air dari sampel. Pengeringan biasanya dilakukan menggunakan *critical point drying* (CPD) yang

bertujuan untuk menghilangkan kandungan cairan dari sampel tanpa membuat sampel menjadi kempis. Pelapisan dengan material konduktif dapat dilakukan menggunakan *sputtering machine* TMAX-SD900C dengan arus tetap 18mA.

Tahapan selanjutnya adalah fiksasi menggunakan formaldehyd solution 37% AR CDH *Fine*, dehidrasi, dan *paraffin embedding*. Sampel yang telah ditanam dalam *paraffin* kemudian disayat menggunakan mikrotom dengan ketebalan akhir sampel adalah 3 μ m, kemudian sayatan diletakkan di atas *cover glass*. Selanjutnya, dilakukan deparafinasi terhadap sayatan tersebut, yaitu melakukan pencucian dengan *xylene* dari Merck pada suhu 37°C selama 4x30 menit. Setelah itu sampel dicuci menggunakan ethanol 100% pada suhu ruang selama 4x15 menit. Sebelum diamati dengan SEM, sampel direkatkan dengan *carbon tape* pada *sample stage* kemudian dilapisi dengan lapisan konduktif, yaitu lapisan emas menggunakan *sputtering machine* TMAX-SD900C dengan arus tetap 18mA.

3.4.8 Pengukuran *internal browning* (IB)

Buah dipotong memanjang menjadi dua bagian untuk menentukan IB. Untuk setiap buah, intensitas IB secara visual dinilai dari 0 (tidak ada internal kecoklatan) hingga 5 (pencoklatan internal maksimum). Skor IB sederhana berkisar antara 0 sampai 5: skor 0, tidak ada gejala; skor 1, bintik-bintik tembus kecil berubah menjadi coklat (tidak lebih dari 5% dari luas permukaan); skor 2, sekitar 10% luas permukaan jaringan menunjukkan gejala IB; skor 3, sekitar 20% permukaan jaringan menunjukkan gejala IB; skor 4, sekitar 30% luas permukaan jaringan menunjukkan gejala IB; skor 5, lebih dari 30% luas permukaan jaringan menunjukkan gejala IB (Youryon *et al.*, 2018).

3.4.9 *Thermal image*

Thermal camera adalah sebuah kamera yang menangkap dan membuat gambar dari sebuah objek dengan menggunakan radiasi infra merah untuk mewakili suhu objek

yang ditangkap, proses ini disebut *thermal image*. Prosedur dalam akuisisi *thermal image* adalah sebagai berikut.

1. Bahan uji diaklimatisasi selama setidaknya 12 jam agar menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan akuisisi citra.
2. Peralatan akuisisi citra disiapkan dan diset. Kamera FLIR E4 dihidupkan dan disambungkan kabel datanya dengan komputer.
3. Buah diletakkan di dalam kotak berukuran 60 cm x 40 cm x 40 cm tepat di bawah kamera. Jarak antara kamera dengan dasar *chamber* adalah 25 cm.
4. Untuk setiap sampel buah, akuisisi citra dilakukan sebanyak 3 kali dengan interval waktu 1 menit.
5. Data citra yang terekam dalam komputer dinamai dengan kode tertentu dan disimpan dalam ruang penyimpanan komputer untuk dilakukan langkah analisis pada tahap selanjutnya.

Setelah pengambilan citra, tahap selanjutnya adalah pengolahan citra termal menggunakan program Matlab (versi R2017b). Algoritma yang dibangun adalah sebagai berikut.

1. File data citra dibaca dan disimpan pada memori komputer.
2. *Region of Interest* (ROI) ditetapkan, yaitu diambil bagian obyek citra yang akan menjadi obyek untuk diproses informasinya.
3. Obyek *color bar* diambil, untuk dicari hubungan warna terhadap suhu.
4. Obyek citra berwarna dikonversi menjadi obyek citra abu-abu dilakukan, kemudian nilai intensitasnya dibuat sebagai nilai titik ambang.
5. Pengonversian nilai intensitas citra menjadi nilai besaran suhu dilakukan dengan menggunakan persamaan konversi hubungan warna (*color bar*) dengan suhu.
6. Bidang pada obyek buah diambil sebagai sampel untuk memperoleh informasi suhu buah.
7. Suhu terendah, suhu tertinggi, nilai rerata suhu dan standar deviasinya ditentukan.
8. Hasil analisis direkam pada data luaran program Matlab.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Klon GP3 tidak disarankan untuk didistribusi secara ekspor sebagai buah segar karena semakin lama masa simpannya, maka tingkat kemanisannya akan lebih rendah dibandingkan dengan nanas klon MD2. Klon nanas GP3 mengandung vitamin C yang jauh lebih rendah dan kemunculan *internal browning* yang lebih cepat dibandingkan dengan klon MD2, sehingga belum mampu menyaingi klon MD2.
2. Jenis-jenis pelapis yang digunakan pada kedua klon memiliki pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tanpa pelapis pada variabel °Brix, asam bebas, tingkat kemanisan, vitamin C, dan laju respirasi. Namun, jenis-jenis pelapis yang digunakan pada kedua klon tidak memiliki pengaruh yang nyata antar pelapisnya.
3. Jenis-jenis pelapis yang diaplikasikan pada kedua klon tidak menunjukkan adanya interaksi yang nyata pada sebagian besar variabel.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat disampaikan adalah 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. Analisis SEM pada penelitian ini menunjukkan hasil

porositas yang hanya dapat menilai bagian permukaannya saja sehingga perlu analisis yang bisa menunjukkan pelapis lebih detail lagi agar dapat melihat fungsi masing-masing pelapis. Analisis akhir pelapis pada permukaan kulit buah diperlukan untuk mengetahui keadaan pelapis buah hingga akhir pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetunji, C.O., Fawole, O.B., Arowora, K.A., Nwaubani, S.I., Ajayi, E.S., Oloke, J.K., Majolagbe, O.M., Ogundele, B.A., Aina, J.A. and Adetunji, J.B. 2012. Effects of edible coatings from Aloe vera gel on quality and postharvest physiology of *Ananas comosus* (L.) fruit during ambient storage. *Global Journal of Science Frontier Research Bio-Tech & Genetics*. 12(5): 39-43.
- Adiningsih, Y., dan Fauziati, A.P. 2018. Karakteristik edible film berbasis karagenan dan stearin sawit sebagai kemasan pangan. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 2(2): 99-106.
- Ahmad, U., Darmawati, E., dan Refilia, N. R. 2014. Kajian metode pelilinan terhadap umur simpan buah manggis (*Garcinia mangostana*) semi-cutting dalam penyimpanan dingin. *J. Ilmu Pertanian Indonesia*. 19(2): 104–110.
- Amelia, J.R., Hasanudin, U. and Suroso, E., 2019. Potensi biogas dari proses rekayasa aklimatisasi bioreaktor akibat perubahan substrat pada industri bioethanol. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 8(3): 224-233.
- Baldwin, E.A., Hagenmaier, R., dan Bai, J. 2011. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. CRC press.
- Bartholomew, K.G.R. 2002. *The Pineapple Botany, Production and Uses*, 1st Editio. Honolulu. United States.
- Basumatary, I.B., Mukherjee, A., Katiyar, V., Kumar, S. and Dutta, J. 2021. Chitosan-based antimicrobial coating for improving postharvest shelf life of pineapple. *Coatings*. 11(11): 1366
- Benítez, S., Soro, L., Achaerandio, I., Sepulcre, F. and Pujolá, M. 2014. Combined effect of a low permeable film and edible coatings or calcium dips on the quality of fresh-cut pineapple. *Journal of Food Process Engineering*. 37(2): 91-99.

- Cano-Reinoso, D.M., Soesanto, L.K. and Wibowo, C. 2022. Effect of pre-and postharvest treatments with salicylic acid on physicochemical properties of pineapple cv. MD2. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 21(3): 1-19.
- Fauziati, F., Adiningsih, Y. and Priatni, A. 2016. Pemanfaatan stearin kelapa sawit sebagai edible coating buah jeruk. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 10(1): 64-69.
- Finnegan, E., Mahajan, P.V., O'Connell, M., Francis, G.A. and O'Beirne, D. 2013. Modelling respiration in fresh-cut pineapple and prediction of gas permeability needs for optimal modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*. 79: 47-53.
- Henriette, M.C., Azeredo, B.D., dan Assis, O.B.G. 2010. Chitosan edible films and coating review. *Embrapa tropical agroindustry*. 179-194.
- Hong, K., Xu, H., Wang, J., Zhang, L., Hu, H., Jia, Z., Gu, H., He, Q. and Gong, D., 2013. Quality changes and internal browning developments of summer pineapple fruit during storage at different temperatures. *Scientia Horticulturae*. 151: 68-74.
- Hounhouigan, M.H., Linnemann, A.R., Ingenbleek, P.T., Soumanou, M.M., van Trijp, H.C. and Van Boekel, M.A. 2014. Effect of physical damage and storage of pineapple fruits on their suitability for juice production. *Journal of Food Quality*. 37(4): 268-273.
- Jianglian, D., and Shaoying, Z. 2013. Application of chitosan based coating in fruit and vegetable preservation. *J Food Process Technol*. 4, 227
- Krueger, D.A., Krueger, R.G. and Maciel, J. 1992. Composition of pineapple juice. *Journal of AOAC International*. 75(2): 280-282.
- Kusuma, A.S.W. dan Metantryana, R. 2016. Penggunaan instrumen high-performance liquid chromatography sebagai metode penentuan kadar kapsaisin pada bumbu masak kemasan "bumbu marinade ayam special" merek sasa. *Farmaka*. 14(2): 41-46.
- Lu, W., Luo, Y., Chang, G. and Sun, X. 2011. Synthesis of functional SiO₂-coated graphene oxide nanosheets decorated with Ag nanoparticles for H₂O₂ and glucose detection. *Biosensors and Bioelectronics*. 26(12): 4791-4797.
- Luengwilai, K., Beckles, D.M. and Siriphanich, J. 2016. Postharvest internal browning of pineapple fruit originates at the phloem. *Journal of Plant Physiology*. 202: 121-133.

- Lustini, A. 2019. Klasifikasi tingkat kematangan buah nanas menggunakan ruang warna red–green–blue dan hue–saturation–intensity. *Jurnal Digital Teknologi Informasi*. 2(1): 1-8.
- Maghfiroh, A.D. Sofa, Aprilia, A., dan Affandi, A.R. 2018. Efektivitas penambahan kitosan dan ekstrak jeruk nipis dalam pembuatan antimicrobial edible coating dan aplikasinya pada fresh-cut jambu biji kristal. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. 2(1): 82 – 90.
- Martínez-Ferrer, M., Harper, C., Pérez-Munoz, F. and Chaparro, M. 2002. Modified atmosphere packaging of minimally processed mango and pineapple fruits. *Journal of Food Science*. 67(9): 3365-3371.
- Morillon, V., Debeaufort, F., Blond, G., Capelle, M., and Voilley, A. 2002. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 42(1): 67-89.
- Morshed, A., Bashir, A., Khan, M.H. and Alam, M.K. 2011. Antibacterial activity of shrimp chitosan against some local food spoilage bacteria and food borne pathogens. *Bangladesh journal microbiol*. 28 (1): 45-47.
- Mufidah, N., Narwati, N., Sunarko, B. dan Kriswandana, F. 2022. Pengaruh penambahan konsentrasi CMC dan gliserol pada larutan edible coating gel lidah buaya (*Aloe vera* L.) terhadap mutu buah nanas (*Ananas comosus*). *Jurnal Penelitian Kesehatan "SUARA FORIKES"(Journal of Health Research "Forikes Voice")*. 13(2): 372-387.
- Nicolau-Lapeña, I., Colàs-Medà, P., Alegre, I., Aguiló-Aguayo, I., Muranyi, P., dan Viñas, I. 2020. *Aloe vera gel: an update on its use as a functional edible coating to preserve fruits and vegetables*. *Progress in organic coatings*.
- Nurhayati dan Agusman. 2011. Edible film kitosan dari limbah udang sebagai pengemas pangan ramah lingkungan. *Squalen*. 6(1): 38-44.
- Pande, C.C. Akoh, and Lai, O.M. 2012. *Food Uses of Palm Oil and Its Components*. AOCS Press.
- Prabasari, I., Pamungkas, U.R.R. and Setiawan, C.K. 2022, February. Effect of Pre-cooling and Chitosan Treatment on Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) Quality During Cold Storage. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 985(1): p. 012046). IOP Publishing.
- Raymond, L.V., Zhang, M., and Azam, R. 2012. Effect of chitosan coating on physical and microbial characteristics of fresh-cut green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Nutrition*. 11(10).

- Sachan, R.S.K., Das, S., Singh, S. and Khanna, C., 2020. Food packaging formulation using chitosan and bacteriocin as antimicrobial agents. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 7(7): 2020.
- Shamsudin, R., Zulkifli, N.A. and Zaman, A.K. 2020. Quality attributes of fresh pineapple-mango juice blend during storage. *International Food Research Journal*. 27(1): 141-149.
- Soeranto, H. 2016. Plant mutation breeding of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) using gamma irradiation for improvement of smooth cayenne variety. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 12(1): 13-21.
- Swastawati, F, Wijayanti, I., dan Susanto, E. 2008. Pemanfaatan limbah kulit udang menjadi edible coating untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Jurusan Perikanan Universitas Diponegoro. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 4(4): 101-106.
- Wills, R.B.H., Soegiarto, L. and Bowyer, M.C. 2007. Use of a solid mixture containing diethylenetriamine/nitric oxide (DETANO) to liberate nitric oxide gas in the presence of horticultural produce to extend postharvest life. *Nitric oxide*. 17(1): 44-49.
- Winarti, C., Miskiyah, dan Widianingrum. 2012. Teknologi produksi dan aplikasi pengemas edible antimikroba berbasis pati. *J. Litbang Pert*. 31(3): 85-93
- Yage, X., Xihong, L., Xu, Q., Yun, J., and Lu, Y. 2010. Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*. 124: 1443–1450.
- Youryon, P., Supapvanich, S., Kongtrakool, P. and Wongs-Aree, C. 2018. Calcium chloride and calcium gluconate peduncle infiltrations alleviate the internal browning of Queen pineapple in refrigerated storage. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 59(2): 205-213.