

**PENGARUH *COATING MAGGOT OIL* DAN *PALM STEARIN* PADA
BUAH NANAS (*Ananas Comosus* (L.)) SELAMA
PENYIMPANAN SUHU DINGIN**

(SKRIPSI)

Oleh

Gira Laura Sihombing

2114071035



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

ABSTRAK

PENGARUH *COATING MAGGOT OIL* DAN *PALM STEARIN* PADA BUAH NANAS (*Ananas Comosus* (L.)) SELAMA PENYIMPANAN SUHU DINGIN

Oleh

Gira Laura Sihombing

Nanas Madu (MD2) (*Ananas comosus* (L.)) merupakan buah tropis bernilai ekonomi tinggi namun memiliki masa simpan terbatas akibat tingginya laju respirasi dan kerentanan terhadap kerusakan fisiologis selama penyimpanan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas *edible coating* berbahan *maggot oil* dan *palm stearin* dalam memperpanjang umur simpan dan menjaga mutu buah nanas selama penyimpanan pada suhu 7°C. Perlakuan yang diuji meliputi *maggot oil* dalam tiga konsentrasi (12,5%, 15%, 17,5%) dengan penambahan emulsifier Tween 80, serta pembanding berupa *OE wax* dan *palm stearin*. Evaluasi mutu dilakukan berdasarkan parameter susut bobot, laju respirasi, total padatan terlarut (TPT), kekerasan, vitamin C, keasaman, pertumbuhan jamur (*mold*) dan *shell pitting* selama 35 hari penyimpanan. Hasil menunjukkan bahwa *coating maggot oil* 15% paling efektif dalam menekan susut bobot dan mempertahankan kadar air buah. Sementara itu, *palm stearin* menunjukkan performa terbaik dalam memperlambat pematangan, ditunjukkan oleh tekstur yang lebih stabil dan warna kulit yang masih dominan hijau. Peningkatan nilai respirasi dan TPT teramati hingga hari ke-14, sejalan dengan puncak aktivitas metabolik buah. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan *edible coating* berbahan alami berpotensi besar

dalam memperpanjang daya simpan dan menjaga kualitas pascapanen buah tropis. Aplikasi ini juga mendukung prinsip keberlanjutan melalui pemanfaatan limbah biologis sebagai bahan fungsional dalam pengemasan pangan.

Kata kunci: *maggot oil*, *palm stearin*, nanas MD2, *edible coating*, penyimpanan dingin

ABSTRACT

THE EFFECT OF *MAGGOT OIL* AND *PALM STEARIN COATING* ON PINEAPPLE (*Ananas comosus* (L.)) DURING COLD STORAGE

By

Gira Laura Sihombing

MD2 pineapple (*Ananas comosus* (L.)) is a high-value tropical fruit commodity with a relatively short shelf life due to its high respiration rate and susceptibility to physiological deterioration during storage. This study aimed to evaluate the effectiveness of edible coatings based on maggot oil and palm stearin in extending shelf life and maintaining postharvest quality during cold storage at 7°C. Treatments included maggot oil at three concentrations (12.5%, 15%, and 17.5%) combined with Tween 80 emulsifier, and comparison with OE wax and palm stearin coatings. Quality parameters assessed over 35 days included weight loss, respiration rate, total soluble solids (TSS), firmness, vitamin C, titra tabel acidity, mold development, and shell pitting. Results showed that 15% maggot oil coating was most effective in minimizing weight loss and preserving moisture content. Palm stearin demonstrated the best performance in delaying ripening, indicated by lower skin yellowing and more tabel texture. A peak in respiration and TSS was observed on day 14, consistent with the climacteric phase of fruit ripening. Overall, the application of natural-based edible coatings effectively reduced physiological

and microbial deterioration during cold storage. These findings support the use of bio-based coating materials as a sustainable postharvest strategy to enhance the shelf life and quality of tropical fruits, while promoting circular economy through the utilization of agricultural by-products.

Keywords: *maggot oil, palm stearin, MD2 pineapple, edible coating, cold storage*

**PENGARUH *COATING MAGGOT OIL* DAN *PALM STEARIN* PADA
BUAH NANAS (*Ananas Comosus* (L.)) SELAMA
PENYIMPANAN SUHU DINGIN**

Oleh
GIRA LAURA SIHOMBING

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada
**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universtas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

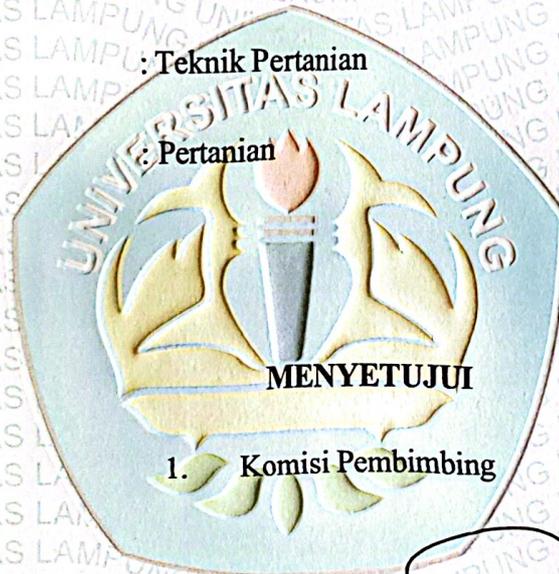
Judul Skripsi : **PENGARUH COATING MAGGOT OIL DAN PALM STEARIN PADA BUAH NANAS (*Ananas Comosus* (L.)) SELAMA PENYIMPANAN SUHU DINGIN**

Nama Mahasiswa : **Gira Laura Sihombing**

No. Pokok Mahasiswa : **2114071035**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



1. **Komisi Pembimbing**

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

Cicih Sugianti, S. TP., M. Si., Ph.D.
NIP. 198805222012122001

2. **Ketua Jurusan Teknik Pertanian**

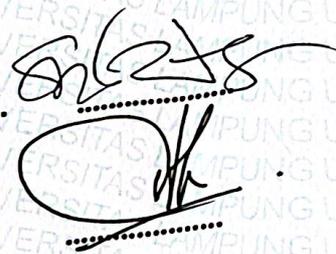
Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.
NIP. 197801022003121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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



Sekretaris

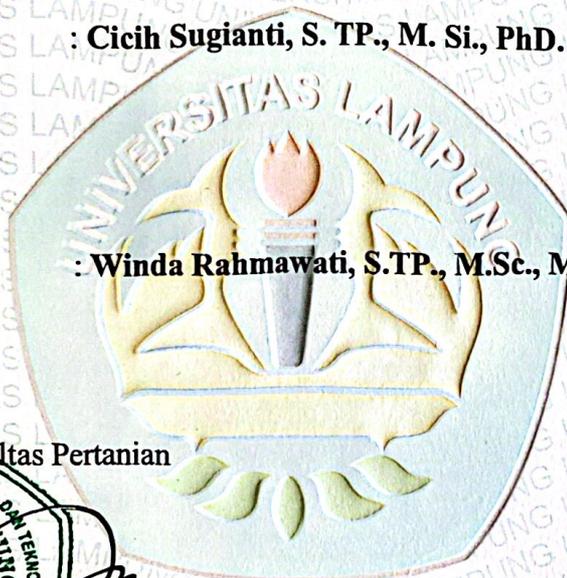
: Cicih Sugianti, S. TP., M. Si., PhD.



Penguji Bukan

Pembimbing

: Winda Rahmawati, S.TP., M.Sc., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Khawanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 Agustus 2025

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya Gira Laura Sihombing NPM 2114071035.

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini merupakan hasil tulisan saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **Ir. Sri Waluyo, S.TP., M.Si., Ph.D., IPU.** dan **Cicah Sugianti, S. TP., M. Si., PhD.** berdasarkan ilmu pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri berdasarkan hasil rujukan beberapa sumber terpercaya lain seperti buku, jurnal dan lain sebagainya yang telah dipublikasikan atau dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung, 19 September 2025

Yang membuat pernyataan,



Gira Laura Sihombing

NPM. 2114071035

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Duri Kecamatan Mandau, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau pada tanggal hari Minggu tanggal 23 Maret 2003. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara, putri dari pasangan Bapak Marisi Sihombing dan Ibu Lamhot Siburian. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak – Kanak (TK) Santo Yosef pada tahun 2007, Sekolah Dasar (SD) di SD Santo Yosef pada tahun 2009, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Santo Yosef pada tahun 2015 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Mandau pada tahun 2018. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, pada tahun 2022 mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Gabungan Mahasiswa Pecinta Alam Pertanian (GUMPALAN) tingkat fakultas pertanian. Pada tahun 2022 menjadi panitia perlombaan tingkat nasional yaitu KIBAR IX yang diselenggarakan oleh UKM GUMPALAN FP UNILA berperan sebagai bendahara. Pada tahun 2023 menjadi asisten dosen dalam mata kuliah Fisika Dasar. Selain itu, penulis pernah menjabat sebagai Ketua Umum UKM Gabungan Mahasiswa Pecinta Alam Pertanian (GUMPALAN) periode 2023.

Pada tanggal 4 Januari 2024, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2024 selama 40 hari di Desa Bumi Dana, Kecamatan Way Tuba, Kabupaten Way Kanan. Sementara itu pada tanggal 1 Juli 2024, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Pineapple dengan judul “Mempelajari Pengaruh *Coating Maggot Oil* Pada Buah Nanas Selama Penyimpanan Suhu Dingin Di PT Great Giant Pineapple”.

HALAMAN PERSEMBAHAN

In The Name Of Jesus Christ

Aku berkata kepada TUHAN, “Engkaulah Tuhanku, Engkaulah kebahagiaanku,
tidak ada yang melebihi Engkau!”

(Mazmur 16:2)

Jalan Allah itu sempurna; janji Tuhan itu teruji;
Dialah perisai bagi semua orang yang berlindung kepada – Nya.

(Mazmur 18:31)

“Sebab Tuhan, Dia sendiri akan berjalan di depanmu, Dia sendiri akan menyertai
engkau, Dia tidak akan membiarkan engkau dan tidak akan meninggalkan engkau;
janganlah takut dan janganlah cemas”

(Ulangan 31:8)

Teristimewa kupersembahkan skripsi ini untuk :

Bapaku terhebat dan Mamaku tersayang.

Dua orang paling berjasa dalam hidup saya. Terimakasih yang tak terhingga atas
limpahan kasih sayang dan cinta yang tulus, doa yang tak pernah putus, materi,
motivasi, nasehat, perhatian dan pengorbanan yang diberikan selalu.

I love you more more more

SANWACANA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Tuhan Yesus Kristus untuk setiap penyertaan – Nya di setiap proses yang terjadi di dalam hidup penulis dan pintu kasih yang senantiasa terbuka dan memberikan harapan untuk terus melangkah maju sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh *Coating Maggot Oil* dan *Palm Stearin* Pada Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.)) Selama Penyimpanan Suhu Dingin”** dengan baik dan maksimal. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penulisan skripsi ini tidak akan dapat berjalan dengan baik tanpa adanya dukungan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak untuk kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih dengan segala ketulusan hati kepada :

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU., selaku dosen Pembimbing Utama sekaligus Pembimbing Akademik (PA) selama menempuh Pendidikan di Jurusan Teknik Pertanian. Bukan hanya membimbing secara akademik tetapi juga menjadi pengarah, penyemangat dan motivator yang luar biasa. Terimakasih atas waktunya, kesabaran dan perhatian yang Bapak berikan selama proses penyusunan skripsi ini. Semoga Tuhan senantiasa melimpahkan kesehatan, keberkahan serta balasan terbaik untuk setiap kebaikan Bapak;
4. Cicih Sugianti, S. TP., M. Si., Ph.D., selaku dosen pembimbing kedua yang

telah memberikan bimbingan, nasehat, kritik, dan saran serta motivasi selama proses penyusunan skripsi. Terimakasih telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan ketulusan;

5. Winda Rahmawati, S.TP., M.Sc., M.Si. selaku dosen pembahas yang telah memberikan nasehat, kritik, dan saran sebagai perbaikan selama proses penyusunan skripsi;
6. Teristimewa kepada kedua orangtua Bapak Marisi Sihombing dan Ibu Lamhot Siburian, dua orang paling berjasa dalam hidup saya. Terimakasih atas segalanya, terimakasih doa, dukungan dan cinta yang tiada henti – hentinya kalian berikan kepada penulis. Terimakasih telah menjadi orangtua yang supportif. Terimakasih atas kepercayaan yang telah diberikan atas izin merantau dari kalian. Terimakasih telah berjuang bersama, mengorbankan banyak waktu, tenaga dan upaya untuk mendukung peneliti dalam meraih gelar ini. Tanpa kalian, orangtua yang sangat luar biasa, pencapaian ini tidak bisa terwujud karena kalian sumber inspirasi dan kekuatan bagi penulis. Kepada Bapaku sayang, terimakasih karena telah mendukung setiap perjalanan Gira, selalu memberikan kasih sayang yang sangat luar biasa, semangat dan doa yang terbaik. Semoga Bapak dan Mamak sehat selalu dan panjang umur, karena Bapak dan Mamak harus ada disetiap perjalanan hidupku;
7. Terimakasih kepada Yanti Theresia Sihombing, S. Kom selaku kakak terbaik penulis. Terimakasih sudah menjadi panutan, menemani, menjadi *mood booster*, mendoakan, memberikan semangat, dukungan, motivasi untuk terus maju dan berproses menjadi pribadi yang lebih baik;
8. Tim PT Great Giant Pineapple yaitu 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;
9. Berterimakasih kepada GUMPALAN FP UNILA, tempat saya dibesarkan dan ditempah selama menembuh perkuliahan. Bersyukur untuk pengalaman berharga yang penulis dapatkan dan bersyukur telah menjadi keluarga penuh dengan NIA G.XXVII.131.AE. Kemanapun kita melangkah setelah ini, semoga hal – hal baik selalu menghampiri kita;

10. Terimakasih orang – orang yang tidak sedarah namun kebbaikannya melebihi apapun. Terimakasih karena mengizinkan rumahnya ku pijak, terimakasih untuk kepeduliannya, tidak pernah perhitungan dalam hal apapun, semoga hidup kalian bahagia selalu;
11. Terakhir, kepada diri saya sendiri, Gira Laura Sihombing. Apresiasi sebesar – besarnya karena bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih untuk senantiasa meyakinkan dirimu bahwa setiap fase kehidupan yang dihadapi bertujuan untuk membentukmu menjadi lebih tangguh dan dewasa. Berbanggalah pada dirimu sendiri, karena telah menjadi pahlawan dalam cerita hidupmu sendiri. Proud of my self! Aku meyakini bahwa setiap orang memiliki garis finish-nya masing-masing. Start in the name of the Lord Jesus and end with Praise to God.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini belum sempurna. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan menambah wawasan bagi setiap orang yang membacanya.

Bandar Lampung, 18 September 2025
Penulis

Gira Laura Sihombing

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Hipotesis Penelitian.....	5
1.6. Batasan Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Buah Nanas (<i>Ananas comosus</i>).....	6
2.2. Mutu Buah Nanas.....	7
2.3. Teknologi Memperpanjang Umur Simpan Buah Nanas	11
2.4. Pengaruh <i>Edible coating</i> Terhadap Umur Simpan.....	13
2.5. <i>Maggot oil</i> Sebagai <i>Coating</i>	14
2.6. <i>Palm stearin</i> Sebagai <i>Coating</i>	16
2.7. <i>Hydrophilic-Lipophilic Balance</i> (HLB)	18
2.8. Perbandingan <i>Oil-Based</i> dan <i>Wax-Based Coating</i>	19
III. METODOLOGI PENELITIAN	20

3.1. Waktu dan Tempat	19
3.2. Alat dan Bahan	19
3.3 Rancangan Percobaan	20
3.4. Proses Pelapisan Buah Nanas.....	22
3.5. Prosedur Penelitian.....	21
3.6. Analisis Data	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Deskriptif Buah Nanas	32
4.2. Susut Bobot	35
4.3. Laju Respirasi.....	39
4.4. Total Padatan Terlarut (TPT)	39
4.5. Vitamin C.....	45
4.6. <i>Acidity</i>	47
4.7. Kekerasan.....	50
4.8. <i>Mold</i>	52
4.9. <i>Shell Pitting</i> (%).....	54
4.10. Model Respirasi	57
V. KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rancangan Percobaan	19
Tabel 2. Petunjuk <i>Shell Pitting</i> PT Great Giant Pineapple	26
Tabel 3. Uji Anova Susut Bobot	30
Tabel 4. Uji Anova Respirasi	34
Tabel 5. Uji Anova Total Padatan Terlarut.....	36
Tabel 6. Uji Anova Vitamin C	39
Tabel 7. Uji Anova <i>Acidity</i>	42
Tabel 8. Uji Lanjut BNT <i>Acidity</i>	42
Tabel 9. Uji Anova Kekerasan	44
Tabel 10. Uji Anova <i>Mold</i>	46
Tabel 11. Uji Lanjut BNT <i>Mold</i>	47
Tabel 12. Uji Anova <i>Shell Pitting</i>	48
Tabel 13. Uji Lanjut BNT Interaksi Terhadap <i>Shell Pitting</i>	49
Tabel 14. Model Eksponensial Respirasi Buah Nanas.....	50
Tabel 15. Hasil Pemodelan Orde-1	52
Tabel 16. Hasil Fitting Model Logistik per Perlakuan.....	53
Tabel 17. SPSS Anova Susut Bobot	74
Tabel 18. SPSS Uji Lanjut Pelapis Susut Bobot	74
Tabel 19. SPSS Uji Lanjut Waktu Susut Bobot.....	75
Tabel 20. SPSS Anova Vitamin C	76
Tabel 21. SPSS Uji Lanjut Pelapis Vitamin C	77
Tabel 22. SPSS Uji Lanjut Waktu Vitamin C.....	78
Tabel 23. SPSS Anova Total Padatan Terlarut	79
Tabel 24. SPSS Uji Lanjut Total Padatan Terlarut	80
Tabel 25. SPSS Anova Kekerasan	81
Tabel 26. SPSS Uji Lanjut Waktu Kekerasan.....	82

Tabel 27. SPSS Anova <i>Acidity</i>	83
Tabel 28. SPSS Uji Lanjut Pelapis <i>Acidity</i>	83
Tabel 29. SPSS Uji Lanjut Waktu <i>Acidity</i>	85
Tabel 30. Uji Lanjut BNT Waktu Terhadap <i>Acidity</i>	86
Tabel 31. SPSS Anova <i>Shell Pitting</i>	86
Tabel 32. SPSS Uji Lanjut Pelapis Terhadap <i>Shell Pitting</i>	87
Tabel 33. Uji Lanjut BNT Pelapis Terhadap <i>Shell Pitting</i>	88
Tabel 34. SPSS Uji Lanjut Waktu Terhadap <i>Shell Pitting</i>	88
Tabel 35. Uji Lanjut BNT Waktu Terhadap <i>Shell Pitting</i>	89
Tabel 36. SPSS Anova <i>Mold</i>	90
Tabel 37. SPSS Uji Lanjut Waktu Terhadap <i>Shell Pitting</i>	90
Tabel 38. Uji Lanjut BNT Waktu Terhadap <i>Mold</i>	91
Tabel 39. SPSS Anova Respirasi	92
Tabel 40. SPSS Uji Lanjut Waktu Terhadap Respirasi.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Petunjuk warna <i>Shell Color</i> PT Great Giant Pineapple	9
Gambar 2. <i>Palm stearin</i>	15
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 4. Visual Nanas Setelah diberi <i>Coating</i>	27
Gambar 5. Rerata Susut Bobot Pada Berbagai Jenis Pelapis dengan Notasi Hasil Uji Lanjut BNT 5%.....	31
Gambar 6. Rerata Susut Bobot Pada Hari Penyimpanan dengan Notasi Hasil Uji Lanjut BNT 5%.....	32
Gambar 7. Rerata Laju Respirasi Pada Hari Penyimpanan dengan Notasi Hasil Uji Lanjut BNT 5%.....	34
Gambar 8. Rerata Total Padatan Terlarut Pada Hari Penyimpanan dengan Notasi Hasil Uji Lanjut BNT 5%.....	37
Gambar 9. Rerata Vitamin C Pada Hari Penyimpanan dengan Notasi Hasil Uji Lanjut BNT 5%.....	40
Gambar 10. Rerata Kekerasan Pada Hari Penyimpanan dengan Notasi Hasil Uji Lanjut BNT 5%.....	45
Gambar 11. Perubahan Susut Bobot Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	65
Gambar 12. TPT Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan Suhu Dingin	66
Gambar 13. Perubahan Kekerasan Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	74
Gambar 14. Perubahan <i>Mold</i> Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	67
Gambar 15. Perubahan <i>Acidity</i> Buah Nanas MD2 Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	75

Gambar 16. Perubahan Vitamin C Buah Nanas Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	68
Gambar 17. Perubahan <i>Shell Pitting</i> Buah Nanas Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	68
Gambar 18. Perubahan Respirasi Buah Nanas Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	69
Gambar 19. Laju Respirasi <i>Maggot oil</i> 12,5% Buah Nanas Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	69
Gambar 20. Laju Respirasi <i>Maggot oil</i> 15% Buah Nanas Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	70
Gambar 21. Laju Respirasi <i>Maggot oil</i> 17,5% Buah Nanas Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	70
Gambar 22. Laju Respirasi <i>OE wax</i> Buah Nanas Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	71
Gambar 23. Laju Respirasi <i>Palm stearin</i> Nanas Selama Penyimpanan Suhu Dingin.....	71
Gambar 24. Laju Respirasi Kontrol Nanas Selama Penyimpanan Suhu Dingin ..	72
Gambar 25. Model Matlab Respirasi Buah Pada Matlab.....	72

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Nanas (*Ananas comosus* (L.)) merupakan salah satu jenis tanaman buah hortikultura yang telah dikenal masyarakat umum. Mengingat iklim di Indonesia yang sangat mendukung pertumbuhan tanaman ini maka nanas mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan dan dibudidayakan di Indonesia. Buah nanas juga menjadi bagian utama dalam perdagangan buah tropis di dunia, karena banyak diminati baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Nanas dapat mengalami kerusakan pada masa prapanen, pascapanen, pengolahan, dan penyimpanan. Tanda – tanda kerusakan pada buah nanas meliputi terjadinya perubahan warna, berkurangnya aroma, munculnya bau tidak sedap, kehilangan vitamin C, pelunakan, dan perubahan tekstur (Paisal dkk., 2019).

Buah nanas merupakan buah tropis yang populer dan sering dikonsumsi sehingga menjadi salah satu komoditas buah unggulan dengan volume ekspor cukup tinggi di Indonesia. Menurut laporan Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2021), produksi nanas mencapai 2,8 juta ton pada tahun 2021. Provinsi Lampung menjadi penghasil nanas terbesar di Indonesia dengan total produksi sebanyak 705.883 ton pada tahun 2021. Beberapa provinsi lain yang juga memproduksi nanas cukup besar adalah Sumatera Selatan pada tahun 2021 dengan jumlah produksi sebanyak 476.074 ton.

Buah nanas memiliki banyak jenis, salah satu jenis yang banyak disukai masyarakat Indonesia yaitu buah nanas madu. Rasa nanas madu lebih manis dan segar dibandingkan nanas biasa sehingga jenis ini sangat diminati. Tanaman nanas madu memiliki salah satu tanaman buah-buahan yang memiliki prospek yang penting di

Indonesia karena rasa manisnya yang lebih tinggi dari nanas biasa sehingga digemari oleh masyarakat Indonesia. Kultivar MD2, yang lebih dikenal oleh masyarakat sebagai nanas madu, merupakan salah satu jenis nanas yang sangat populer di Provinsi Lampung. Nanas MD2 umumnya dikonsumsi sebagai buah segar karena memiliki cita rasa manis dengan sedikit keasaman. Dibandingkan dengan varietas lain seperti GP3, kulit nanas MD2 tampak lebih cerah, menjadikannya pilihan favorit untuk konsumsi segar. Selain itu, kulit nanas MD2 relatif tebal sehingga membuatnya lebih tahan terhadap kerusakan selama proses ekspor (Leon, 2012).

Nanas madu mengandung bakteri *Acetobacter xylinum*. Nanas madu memiliki daging serat lebih lunak serta banyak mengandung air. Hal ini yang menjadikan nanas madu 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, saos nanas, sambel nanas dan lain sebagainya. Sehingga nanas madu sangat cocok dibudidayakan sebagai tanaman buah komersial (Dinas Pertanian Purbalingga, 2018).

Salah satu cara menyimpan sayuran atau buah – buahan dalam jangka waktu yang lama adalah dengan cara pemberian *edible coating* pada buah tersebut. *Coating* merupakan lapisan tipis yang menutupi produk. Lapisan ini berfungsi untuk melindungi produk dari kerusakan dan tidak berbahaya apabila ikut dimakan bersama buah. Kitosan mempunyai potensi yang cukup baik sebagai pelapis buah-buahan, misalnya nanas. Pemberian *edible coating* terhadap buah nanas membantu menghambat respirasi yang terjadi pada buah nanas. Selain itu *edible coating* juga menekan mikroorganisme agar buah nanas tidak terjadi pencoklatan. Sangat penting bagi setiap produk, terutama yang akan diekspor ke luar negeri, untuk memperpanjang umur simpan produk (Fauziati, 2016).

Saat ini, produk nanas segar PT Great Giant Pineapple berumur sekitar 26-32 hari setelah panen dengan penyimpanan suhu rendah. Teknik *waxing* atau *packing* berpotensi dapat memperpanjang umur simpan lebih lama dibandingkan

sebelumnya. Kitin dan kitosan adalah polimer yang banyak digunakan untuk berbagai tujuan aplikasi. Polimer jenis ini ditemukan pada organisme krustaseae dan serangga *Hermetia illucens* (*maggot*) merupakan salah satu serangga yang cangkangnya mengandung kitin. Sifat fisikokimia dari kitin yang diekstrak ditentukan oleh sumber organisme kitin.

Menurut Bourtoom (2008) menyatakan bahwa kitosan memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan semi-permeabel, yang dapat memodifikasi atmosfer internal. Kemampuan tersebut dapat menunda pematangan pada buah-buahan dan sayuran dan mengurangi tingkat transpirasi. Menurut Komi *et al.*, (2016) juga menyatakan bahwa kitin dan kitosan keduanya merupakan biokompatibel, *biodegradable*, dan *biopolimer* yang tidak beracun. Ketika sudah menjadi sebuah lapisan *edible coating*, lapisan tipis yang melapisi makanan ini dapat dimakan dan memiliki kemampuan untuk membatasi migrasi air uap, oksigen, dan CO₂ (Aitboulahsen *et al.*, 2018).

Selain *maggot oil*, bahan potensial lainnya adalah *OE* yang berasal dari limbah pertanian atau buah-buahan, yang mengandung senyawa fenolik dan antioksidan. Bahan – bahan ini telah terbukti menunjukkan kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan memperlambat laju oksidasi lemak pada buah secara *in vitro* (Akinmoladun *et al.*, 2010). Bahan lain yang juga memiliki potensi besar adalah *palm stearin*, yaitu limbah padat yang dihasilkan dari proses stearinisasi tandan kosong kelapa sawit yang kaya akan lignoselulosa dan senyawa bioaktif seperti flavonoid dan tanin yang memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba (Putri *et al.*, 2018).

Penyimpanan suhu rendah dapat memperpanjang umur simpan buah nanas, hal ini sangat dibutuhkan oleh para produsen maupun pedagang. Penyimpanan pada suhu dingin pada buah – buahan juga merupakan strategi efektif dalam membantu memperlambat laju metabolisme dan pertumbuhan mikroorganisme (Saltveit, 2004). Namun penyimpanan suhu dingin pada buah nanas MD2 seringkali tidak cukup untuk menjaga atau mempertahankan kualitasnya dalam rentang waktu yang lama. Hal ini terjadi karena buah ini sangat sensitif terhadap *chilling injury*

(kerusakan yang disebabkan oleh suhu rendah) yang dapat memicu *internal browning* dan kerusakan tekstur. Oleh karena itu, diharapkan kombinasi pelapis dan penyimpanan suhu dingin bekerja sama untuk memberikan efek sinergis dalam mempertahankan kualitas buah (Wang, 2010).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana Pengaruh *Coating Maggot oil* dan *Palm stearin* Pada Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) MD2 Selama Penyimpanan Suhu Dingin. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi penting tentang potensi aplikasi pelapis inovatif berbasis bahan alami. Tujuannya adalah untuk mempertahankan kualitas buah nanas MD2 pascapanen, mengurangi kerugian dan meningkatkan nilai ekonomis komoditas buah serta berkontribusi dalam mendukung kemajuan perkembangan teknologi pangan berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga dapat bermanfaat sebagai referensi untuk memilih bahan *coating* alami terbaik untuk mempertahankan kualitas buah nanas selama penyimpanan suhu dingin, baik untuk pasar maupun ekspor.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pemberian *coating maggot oil* dengan *emulsifier Tween 80* terhadap mutu pada buah nanas?
2. Berapakah dosis *maggot oil* dengan campuran *emulsifier Tween 80* yang memberikan pengaruh terbaik terhadap kualitas dan umur simpan buah nanas?
3. Apakah *coating maggot oil* ataupun *palm stearin* memiliki performa yang lebih baik dibandingkan *coating OE yang existing* digunakan oleh PT Great Giant Pineapple?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui pengaruh pemberian *coating maggot oil* dan *palm stearin* terhadap kualitas pada buah nanas MD2 pada penyimpanan suhu dingin.
2. Membandingkan performa kualitas pada buah nanas yang diberikan berbagai jenis *coating* pada penyimpanan suhu dingin..

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada produsen dan masyarakat pada umumnya tentang pelapis buah nanas yang mampu menjaga mutu dan daya simpan buah nanas

1.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini antara lain :

1. Pemberian *coating maggot oil* maupun *palm stearin* berpengaruh terhadap kualitas buah nanas selama penyimpanan suhu dingin.
2. Semakin besar konsentrasi *maggot oil* dengan campuran *emulsifier Tween 80* sebagai pengemulsi minyak dalam air maka semakin panjang umur simpan dan ketahanan mutu pada buah nanas selama penyimpanan suhu dingin.

1.6. Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Jenis buah yang digunakan pada penelitian ini yaitu nanas madu segar (MD2) dengan tingkat kematangan 1 (SC-1) yang diperoleh dari PT Great Giant Pineapple.
2. Penelitian ini akan dilakukan pada suhu dingin (7°C).
3. Pemberian *coating maggot oil*, OE dan *palm stearin* dengan cara disiram.
4. Nanas menggunakan *crown*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Buah Nanas (*Ananas comosus* (L..))

Tanaman nanas (*Ananas comosus* (L..)) merupakan salah satu jenis tanaman yang mampu beradaptasi pada lingkungan kering dan iklim tropis. Tanaman nanas yang dikenal sebagai tanaman CAM (*Crassulacean Acid Metabolisme*) dapat menutup stomatanya pada siang hari untuk memperlambat laju respirasi. Pada malam hari, tanaman ini membuka stomatanya untuk memulai terjadinya reaksi gelap fotosintesis yang menyerang karbon dioksida dalam bentuk asam organik yang digunakan untuk proses fotosintesis (Safitri, 2015).

Nanas (*Ananas comosus* (L..)) adalah tanaman buah tropis dari famili *Bromeliaceae* yang berasal dari wilayah Amerika Selatan, khususnya Brasil dan Paraguay. Tanaman ini kemudian menyebar ke berbagai daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Sebagai tanaman buah, nanas termasuk dalam kategori buah non-klimaterik dan banyak dikonsumsi dalam bentuk segar, olahan, maupun sebagai bahan baku industri makanan. Tanaman nanas memiliki buah majemuk yang terbentuk dari bakal bunga yang menyatu dan berbentuk seperti roset daun berdiri. Buah nanas memiliki bentuk silindris dengan kulit bersisik, daging buah berwarna kuning hingga keemasan dan rasa manis dengan sedikit keasaman (Paull & Duarte, 2011).

Nanas kaya akan nutrisi penting yang bermanfaat bagi kesehatan. Buah ini merupakan sumber yang sangat baik untuk vitamin C, antioksidan kuat yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh dan kesehatan kulit. Selain itu, nanas mengandung mangan dalam jumlah tinggi, mineral esensial untuk metabolisme tulang dan energi. Nanas juga menyediakan serat pangan, yang penting untuk

pencernaan yang sehat, serta berbagai vitamin B dan mineral lainnya (USDA, 2019). Salah satu komponen unik yang ditemukan pada nanas adalah enzim bromelain. Bromelain adalah kompleks enzim proteolitik yang memiliki berbagai manfaat kesehatan, termasuk membantu pencernaan protein, mengurangi peradangan, dan mempercepat penyembuhan luka (Maurer, 2001). Kandungan bromelain inilah yang terkadang menyebabkan sensasi "gatal" atau kesemutan di lidah saat mengonsumsi nanas segar.

Dalam tata nama botani atau sistematika tumbuhan (taksonomi) tumbuhan, buah nanas (*Ananas comosus* (L.)) dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Nuraini, 2014) :

Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)
Divisi : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)
Kelas : *Angiospermae* (berbiji tertutup)
Ordo : *Farinosae* (Bromeliales)
Famili : *Bromeliaceae*
Genus : *Ananas*
Spesies : *Ananas Comosus*

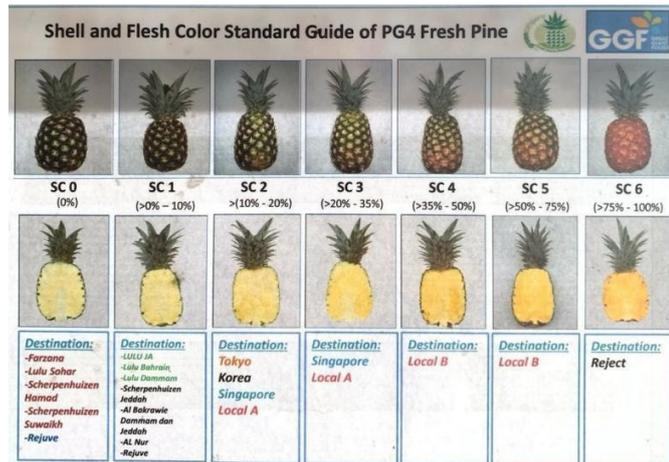
2.2. Mutu Buah Nanas

Kualitas buah nanas adalah faktor penting dalam rantai pasok hortikultura, karena berpengaruh langsung terhadap harga jual, penerimaan oleh konsumen, serta peluang untuk diekspor. Evaluasi kualitas nanas mencakup gabungan dari sifat fisik, kimia, dan sensorik yang mesti memenuhi kriteria tertentu, baik untuk konsumsi segar maupun untuk keperluan industri pengolahan. Beberapa parameter mutu buah meliputi tampilan visual, tekstur, rasa, nilai gizi dan aspek keamanan. Penampilan mencakup ukuran (besar dan berat), bentuk (diameter dan keseragaman), intensitas dan keseragaman warna, tingkat kilauan permukaan, kerusakan baik dari luar maupun dalam. Penilaian tekstur mencakup tingkat kekerasan, kelembutan, kesegaran, rasa dan kandungan mineral. Standar mutu buah nanas yang layak dikonsumsi mencakup tingkat kematangan, kekerasan yang sesuai, keseragaman

dalam ukuran dan bentuk, bebas dari kerusakan dan kelayuan, memar atau retak (Kader, 2002).

Tingkat kematangan merupakan salah satu indikator mutu yang paling penting. Mengingat nanas termasuk dalam kategori buah non-klimakterik yang dimana proses panen harus dilakukan saat buah mencapai kematangan yang optimal agar cita rasa dan aroma yang dihasilkan maksimal. Umumnya tingkat kematangan ini sering dinilai berdasarkan perubahan warna kulit dari hijau ke kuning, meskipun tidak semua varietas menunjukkan hubungan langsung antara warna kulit dan kematangan bagian dalam. *Shell color* (SC) atau warna kulit merupakan indikator warna permukaan buah nanas yang menunjukkan tingkat kematangan (*maturity*) buah. Perubahan dari buah yang masih mentah (*unripe*) menjadi matang (*ripe*) ditandai dengan perubahan warna kulit mata nanas dari hijau menjadi kekuningan. Proses perubahan ini dimulai dari bagian bawah nanas yang terhubung dengan tangkai buah, lalu bergerak naik menuju bagian kulit mata buah nanas yang dekat dengan mahkota nanas (Paull, 2011).

Shell color (SC) terdiri menjadi 7 tingkat kematangan, dimulai dari SC-0 yang ditandai dengan seluruh permukaan kulit berwarna hijau dan hanya menunjukkan sedikit warna kulit mata yang terlihat pucat kekuningan (0% warna kuning). Pada tahap SC-1 perubahan belum signifikan dibanding SC-0 di mana yang membedakan adalah pada mata buah yang mulai menunjukkan warna kuning yang lebih jelas (> 0-10). SC-2 ditandai dengan perluasan area kuning pada mata buah, mencakup lebih dari 10–20% permukaan. Di tahap SC-3 menunjukkan bahwa warna kuning mulai menyebar sedikit ke bagian bawah nanas (> 20–35). Pada SC-4 menunjukkan penyebaran warna kuning lebih jelas, menjangkau dari bagian bawah hingga tengah buah (> 35-50). SC-5 menunjukkan penyebaran warna kuning yang meluas dari bagian bawah hingga mendekati bagian atas buah nanas (> 50–75). Sementara pada SC-6 merupakan tahap akhir di mana warna kuning pada nanas telah merata di seluruh permukaan buah nanas dari dasar hingga ke bagian atas (> 75–100). Pada Gambar 1 dapat dilihat lebih spesifik mengenai SC.



Gambar 1. Petunjuk warna *Shell Color* PT Great Giant Pineapple

Kematangan internal buah dapat dievaluasi dengan lebih akurat melalui perbandingan Total Padatan Terlarut (TPT) dan keasaman. Total Padatan Terlarut (TPT), yang sebagian besar terdiri dari gula, adalah indikator utama dalam menentukan tingkat kemanisan dari buah. Buah nanas yang memiliki TPT yang tinggi biasanya lebih diminati oleh konsumen di Indonesia. Bersamaan dengan TPT, keasaman tertitrasi (TA) juga menunjukkan jumlah kandungan asam organik terutama asam sitrat yang juga memiliki peran penting. Rasio TPT/TA sering dijadikan sebagai indeks kematangan dan keseimbangan cita rasa. Semakin tinggi rasio tersebut, semakin kuat kesan manis yang dirasakan pada buah (Lu *et al.*, 2011).

Menurut Bartholomew., *et al* (2003) tekstur atau kekerasan daging buah merupakan salah satu atribut mutu fisik yang sangat krusial dalam menentukan kualitas buah. Nanas yang bermutu tinggi seharusnya memiliki daging buah yang renyah tetapi tidak terlalu keras dan tidak boleh terlalu lunak atau berair. Selama proses penyimpanan pascapanen, tekstur cenderung melunak yang terjadi akibat degradasi dinding sel dan pektin, yang menjadi indikator penurunan mutu buah. Selain itu, penting untuk memastikan buah bebas dari kerusakan fisik seperti memar, lecet atau luka, terhindar dari serangan hama dan penyakit serta tidak menunjukkan tanda-tanda pembusukan, yang semuanya merupakan faktor dasar dari kualitas nanas. Kerusakan fisik dapat mempermudah masuknya mikroorganisme penyebab infeksi, sedangkan pembusukan dapat langsung menyebabkan kerugian ekonomi yang besar.

2.3. Teknologi Memperpanjang Umur Simpan Buah Nanas

Beberapa metode telah dikembangkan untuk memperpanjang masa simpan tanpa mengurangi nilai kandungan gizinya, salah satunya adalah teknik *hurdle*. Teknik ini merupakan gabungan dari berbagai metode baik yang konvensional maupun inovatif, dengan tujuan utama menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dalam makanan. Metode ini dikembangkan sebagai respons terhadap meningkatnya permintaan konsumen akan makanan sehat dengan kandungan nutrisi yang masih terjaga serta makanan yang *ready-to-eat* dengan mengandung sedikit bahan pengawet kimia. Dalam penerapannya, teknik ini sering digunakan sebagai metode pengawetan pada sayuran dan buah segar, contohnya dengan melapisi buah atau sayur segar dengan *edible coating*. Oleh karena itu, berbagai penelitian telah dilaksanakan untuk menemukan formulasi *edible coating* yang paling sesuai dengan karakteristik masing – masing jenis buah dan sayur guna memperpanjang umur simpan bahan pangan tersebut (Prakash *et al.*, 2020).

Penyimpanan pada suhu rendah juga merupakan strategi paling efektif dalam menekan aktivitas respirasi dan metabolisme, memperlambat proses penuaan, pematangan dan pelunakan, mencegah terjadinya perubahan warna dan tekstur, kehilangan air dan pelayuan, serta mengurangi aktivitas mikroorganisme penyebab kerusakan. Namun, perlu diwaspadai bahwa beberapa buah yang disimpan pada suhu rendah beresiko mengalami *chilling injury*. Pada buah nanas utuh, penyimpanan dalam suhu 7,5–12°C dengan kelembaban relatif 70–95% diketahui dapat memperpanjang umur simpannya hingga 2–4 minggu (Harnanik, 2012).

Pembekuan adalah salah satu metode paling efektif untuk memperpanjang masa simpan buah. Melalui proses pembekuan mampu mempertahankan warna asli, *flavor* dan kandungan nutrisi, sekaligus memperlambat reaksi degradasi serta mencegah aktivitas mikroorganisme. Meskipun demikian, beberapa reaksi kimia, fisika dan biokimia masih dapat berlangsung selama proses pembekuan. Proses pembekuan dengan menurunkan suhu hingga -18°C yang merupakan titik di mana air sebagai komponen utama buah mulai membentuk kristal es yang menyebabkan penurunan nilai *water activity* (*aw*). Hal ini membuat reaksi kimia, biokimia, dan

pertumbuhan mikroba berjalan lebih lambat. Jika suhu ini dipertahankan secara stabil selama penyimpanan, buah dapat diawetkan hingga satu tahun atau bahkan lebih. Di antara berbagai metode pengeringan, *freeze drying* atau pengeringan beku diketahui menghasilkan produk dengan kualitas terbaik (Harnkarnsujarit, 2011).

Buah nanas sangat rentan terhadap mikroorganisme yang menyebabkan pembusukan, khususnya pada buah yang mengandung kadar air tinggi. Salah satu tantangan utama dalam penanganan pasca panen nanas madu adalah umur simpannya yang sangat singkat yaitu 3-5 hari. Hal ini disebabkan karena tingkat respirasi yang tinggi dan produksi etilen selama proses pematangan. Berbagai strategi penanganan pasca panen telah diterapkan seperti pengemasan plastik, penggunaan enzim yang menghambat produksi etilen atau pengoksidasian etilen seperti MnO_4 yang terbukti secara efektif tanpa merusak kualitas buah. *Plastic film* dapat melindungi buah agar tidak kehilangan air sehingga buah tetap segar. Permeabilitas uap air yang rendah meningkatkan kelembaban di dalam kemasan, menurunkan suhu dan mengurangi kehilangan air akibat respirasi. Sistem pengemasan ini menciptakan atmosfer yang dimodifikasi dengan konsentrasi CO_2 yang lebih tinggi dibandingkan O_2 , sehingga dapat memperlambat proses pematangan, mengurangi produksi etilen dan memperlambat pembusukan (Aini, 2012).

Modified Atmosphere Packaging (MAP) atau pengemasan dengan atmosfer termodifikasi didefinisikan sebagai teknik pengaturan komposisi gas di dalam dan sekitar produk segar dalam kemasan, yang disesuaikan dengan proses respirasi dan transpirasi produk tersebut. Dalam sistem ini, konsentrasi oksigen umumnya dikurangi seminimal mungkin untuk menghambat pertumbuhan bakteri perusak, namun pada beberapa kasus, oksigen dengan kadar tinggi juga digunakan untuk menekan laju respirasi pada buah-buahan. Beberapa faktor seperti permeabilitas kemasan, konsentrasi awal gas suhu penyimpanan dan berat bahan dapat berpengaruh langsung terhadap masa simpan nanas yang dikemas menggunakan metode MAP. Meskipun MAP telah diterapkan secara komersial, namun masih menjadi subjek berbagai penelitian. Penggunaan gas tambahan seperti etilen, klorin, dan sulfur dioksida dalam sistem MAP juga telah dikaji, tetapi belum banyak

diterapkan secara luas dalam komersialisasi karena pertimbangan keamanan, regulasi, dan biaya (Sandhya, 2010).

2.4. Pengaruh *Edible coating* Terhadap Umur Simpan

Edible coating merupakan suatu lapisan tipis yang dapat berfungsi sebagai penghalang, sehingga sayuran/buah tidak kehilangan kelembapan dan bersifat permeabel terhadap gas-gas tertentu. *Edible coating* merupakan salah satu alternatif untuk menggantikan plastik, yaitu sebagai penahan untuk mengendalikan transfer uap air, pengambilan oksigen dan transfer lipid. Keunggulan *edible coating* adalah bersifat biodegradable (Darni, dkk., 2009).

Edible coating adalah suatu lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan. *Edible coating* digunakan untuk melapisi makanan atau diletakkan diantara komponen makanan yang berfungsi sebagai penghalang terhadap perpindahan massa (kelembapan, oksigen, cahaya, lipid, zat terlarut). Penggunaan *edible coating* dewasa ini sudah sangat berkembang untuk memperpanjang umur simpan buah-buahan dan sayuran (Miskiyah, dkk., 2011).

Edible coating didefinisikan sebagai lapisan tipis yang dapat dimakan (protein, polisakarida atau lipid) dan memiliki potensi sebagai penghalang selektif terhadap kelembapan, karbon dioksida dan oksigen, meningkatkan sifat mekanik dan tekstur, mencegah kehilangan rasa, dan bertindak sebagai bahan aditif pada makanan (Gonzalez, 2010). *Edible coating* dapat berfungsi sebagai pembawa komponen makanan seperti antioksidan, antimikroba, vitamin, mineral dan sebagai pengawet untuk mempertahankan rasa dan warna produk kemasan tersebut. Selain itu bahan yang digunakan untuk membuat *edible coating* relatif murah, mudah diurai secara biologis (*biodegradable*), dan teknik membuatnya sederhana (Yulianti dan Ginting, 2012).

2.5. *Maggot oil* Sebagai *Coating*

Penerapan *edible coating* dengan bahan alami seperti *maggot oil* (minyak larva) pada buah-buahan tropis, termasuk nanas (*Ananas comosus* (L.)), merupakan suatu pendekatan inovatif yang bertujuan untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kualitas buah selama penyimpanan dingin. *Maggot oil* diekstrak dari larva lalat *Hermetia illucens*, yang diketahui kaya akan asam lemak jenuh dan tak jenuh, serta memiliki karakteristik antimikroba dan antioksidan yang berpotensi dapat mencegah kerusakan karena mikroba dan oksidatif pada permukaan buah (Widjastuti *et al.*, 2020).

Minyak *maggot* memiliki kandungan asam laurat yang cukup tinggi, yaitu sekitar 40–60% dari total asam lemaknya. Kandungan asam laurat ini menjadi salah satu faktor utama efektivitas *maggot oil* sebagai pelapis. Asam laurat dan monogliserida dari asam laurat, seperti monolaurin, telah banyak diteliti dan terbukti memiliki kemampuan antimikroba spektrum luas terhadap berbagai bakteri Gram-positif, beberapa bakteri Gram-negatif hingga virus beramplop. Asam laurat dikenal dapat menghalangi pertumbuhan bakteri Gram-positif dan beberapa Gram-negatif, sehingga efektif dalam menghambat perkembangan mikroorganisme perusak pada permukaan buah nanas. Dengan demikian, penerapan *coating maggot oil* secara langsung dapat memperlambat kerusakan baik fisiologis maupun mikrobiologis pada buah selama masa penyimpanan (Spranghers *et al.*, 2018).

Coating maggot oil juga berperan sebagai penghalang terhadap pertukaran gas, khususnya oksigen dan karbon dioksida, yang mempengaruhi laju respirasi buah. Pengurangan laju respirasi ini sangat penting mengingat buah nanas termasuk buah klimaterik yang sangat peka terhadap pelunakan dan penurunan kualitas apabila tidak segera dikonsumsi atau diolah. Oleh karena itu, penggunaan *maggot oil* sebagai bahan *coating* dapat membantu mempertahankan tekstur dan tampilan fisik buah (Yahia, 2011).

Selain memperlambat proses respirasi, lapisan *maggot oil* juga efektif dalam mengurangi kehilangan air dari buah nanas akibat penguapan. Kehilangan air adalah faktor utama yang menyebabkan penyusutan bobot, pelayuan dan timbulnya

keriput pada buah yang masih segar. Lapisan minyak membentuk penghalang fisik terhadap uap air, sehingga dapat menjaga kelembapan buah dan memperpanjang kesegarannya selama masa penyimpanan (Bourtoom, 2008).

Salah satu keunggulan lain dari *maggot oil* adalah sifat bioaktifnya. Kandungan senyawa seperti lipid kompleks, ester, dan senyawa volatil lainnya dapat memberikan perlindungan tambahan terhadap stres oksidatif. Perlindungan ini sangat penting dalam menjaga stabilitas warna, aroma, dan kandungan nutrisi buah nanas yang cenderung mudah terdegradasi selama penyimpanan dalam jangka panjang (Putra *et al.*, 2021).

Aplikasi *maggot oil* dalam bentuk emulsi atau dikombinasikan dengan bahan pendukung seperti polisakarida misalnya kitosan atau alginate dapat meningkatkan kestabilan lapisan *coating* serta memberikan efek sinergis dalam pengendalian mikroorganisme dan permeabilitas terhadap gas. Selain itu, kombinasi bahan ini juga turut memengaruhi ketebalan lapisan dan penampilan visual buah, yang merupakan faktor penting sebagai daya tarik dan penerimaan konsumen (Aider, 2010).

Meski memiliki potensi yang menjanjikan, penggunaan *maggot oil* sebagai *edible coating* masih tergolong inovasi baru, khususnya dalam penerapannya pada buah tropis seperti nanas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam berbagai kondisi penyimpanan, serta dampaknya terhadap sifat organoleptik buah seperti rasa, aroma, dan warna buah (Surya *et al.*, 2022). Penelitian semacam ini sangat penting untuk mendukung penerapan *maggot oil* dalam industri pascapanen buah tropis secara lebih luas. Dengan kemampuannya yang antimikroba, penurunan respirasi dan pengendalian kehilangan air, *coating* berbahan dasar *maggot oil* menawarkan alternatif yang ramah lingkungan dan memiliki nilai tambah tinggi dalam upaya memperpanjang masa simpan nanas MD2 selama penyimpanan dingin. Pendekatan ini juga sejalan dengan tren pemanfaatan limbah biologis sebagai bahan fungsional dalam teknik pengawetan pangan modern.

2.6. *Palm stearin* Sebagai *Coating*



Gambar 2. *Palm stearin*

Palm stearin, atau yang juga dikenal sebagai *stearinized palm oil* (minyak sawit stearin), merupakan fraksi padat dari minyak sawit yang diperoleh melalui proses stearinisasi tandan buah segar kelapa sawit dan memiliki potensi sebagai bahan dasar *edible coating*. Minyak ini mengandung senyawa bioaktif seperti asam lemak bebas, tokoferol, karotenoid dan fitosterol yang berguna untuk menjaga keawetan produk pangan, termasuk buah tropis seperti nanas (*Ananas comosus* (L.)). Dalam konteks penyimpanan buah, penggunaan *palm stearin* sebagai lapisan pelindung bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas fisik dan kimia buah selama penyimpanan suhu dingin (Sundram *et al.*, 2003).

Sebagai bahan *edible coating*, *palm stearin* bekerja dengan menciptakan lapisan tipis yang bersifat hidrofobik pada permukaan buah nanas, sehingga dapat menurunkan laju kehilangan air yang disebabkan oleh transpirasi. Penurunan laju transpirasi ini sangat penting karena nanas memiliki kecenderungan mengalami penyusutan bobot yang cukup signifikan selama penyimpanan, terutama pada suhu rendah dengan kelembapan yang tidak terkontrol. Dengan adanya lapisan minyak ini, kelembapan di dalam buah dapat dipertahankan lebih lama sehingga tekstur buah tetap segar dan renyah. Selain berfungsi untuk mengurangi kehilangan air, *palm stearin* juga berfungsi untuk memperlambat laju respirasi buah. Nanas termasuk buah non-klimaterik yang terus melakukan proses respirasi setelah dipanen. Lapisan minyak yang terbentuk pada permukaan buah bertindak sebagai penghalang parsial terhadap difusi oksigen dan karbon dioksida, sehingga dapat menekan proses metabolisme di dalam buah. Penurunan laju respirasi ini

berhubungan langsung dengan melambatnya proses pematangan dan pembusukan pada buah (Kader, 2002).

Palm stearin juga mengandung antioksidan alami seperti vitamin E (tokoferol dan tokotrienol) serta β -karoten yang mampu menghambat terjadinya reaksi oksidasi lemak dan pigmen pada permukaan buah. Senyawa – senyawa ini berkontribusi dalam menjaga kestabilan warna cerah khas nanas MD2, yang menjadi salah satu indikator visual penting dalam penilaian mutu bagi konsumen. Stabilitas warna kulit dan daging buah nanas yang stabil selama penyimpanan akan meningkatkan daya tarik produk di pasar (Sulaiman *et al.*, 2004).

Palm stearin mengandung senyawa antimikroba yang terutama terdiri dari asam lemak rantai panjang dan fitosterol, yang mampu berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan. Perlindungan ini sangat penting untuk menghindari munculnya bercak hitam atau lendir pada kulit nanas selama penyimpanan suhu dingin. Perlindungan mikroba yang efektif akan memperpanjang masa simpan sekaligus menjaga keamanan pangan (Ghosh *et al.*, 2014).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *edible coating* berbasis minyak sawit dapat memberikan hasil yang optimal yang bila dikombinasikan dengan bahan lain seperti polisakarida atau protein. Hal ini terjadi karena kombinasi tersebut dapat meningkatkan kestabilan *film* dan daya rekat terhadap permukaan buah. Meskipun demikian, penggunaan *palm stearin* secara tunggal juga terbukti efektif dalam mempertahankan kualitas organoleptik buah selama penyimpanan. Hal ini membuktikan bahwa *palm stearin* dapat digunakan baik secara mandiri maupun dalam formulasi kombinatif (Arnon *et al.*, 2015).

Dengan kemampuannya dalam menghambat transpirasi, menekan laju respirasi dan pertumbuhan mikroba serta kemampuannya dalam menjaga kualitas visual dan sensorik buah, *palm stearin* menunjukkan potensi yang besar sebagai bahan alternatif *edible coating* alami untuk menjaga kualitas buah nanas MD2 selama penyimpanan suhu dingin. Penggunaan *palm stearin* sebagai *edible coating* juga selaras dengan prinsip keberlanjutan dan pemanfaatan limbah dari industri sawit.

Sebagai hasil samping dari proses produksi minyak sawit, fraksi ini dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan bernilai tambah dalam penanganan pascapanen hortikultura. Penggunaan *palm stearin* tidak hanya membantu mengurangi limbah industri kelapa sawit, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan ekonomi sirkular di sektor agroindustri (Nasution *et al.*, 2020).

2.7. Hydrophilic–Lipophilic Balance (HLB)

Konsep *Hydrophilic–Lipophilic Balance* (HLB) pertama kali diperkenalkan oleh Griffin (1949) untuk menjelaskan seberapa seimbang sifat “suka air” (hidrofilik) dan “suka minyak” (lipofilik) pada suatu surfaktan. Surfaktan adalah senyawa yang bisa menurunkan tegangan permukaan antara dua fase yang berbeda (misalnya minyak dan air) sehingga keduanya bisa bercampur lebih mudah. Nilainya ada di skala 0–20. Kalau nilainya kecil, berarti lebih condong ke minyak dan cocok buat bikin emulsi tipe *water in oil* (W/O). Sebaliknya kalau nilainya besar, surfaktan lebih suka air sehingga pas untuk emulsi *oil in water* (O/W). Nah, dalam pembuatan *edible coating* berbasis minyak, angka HLB ini penting banget karena minyak pada dasarnya tidak bisa campur dengan air tanpa bantuan surfaktan yang pas (McClements, 2015).

Bahan-bahan seperti *palm stearin*, *palm olein* (OE), dan *maggot oil* semuanya bersifat lipofilik. *Palm stearin* lebih padat karena banyak mengandung asam lemak jenuh, jadi HLB yang dibutuhkannya cenderung rendah. Sementara itu, *maggot oil* dari larva *Hermetia illucens* L. punya kandungan asam laurat dan oleat (asam lemak tak jenuh tunggal). Selain sifat lipofiliknya, *maggot oil* juga menarik karena bisa bersifat antimikroba alami (Spranghers *et al.*, 2017). Tapi, sama seperti *palm stearin*, *maggot oil* tetap butuh surfaktan dengan HLB tinggi supaya stabil ketika dicampur dalam larutan berbasis air.

Di sinilah Tween 80 berperan. Tween 80 adalah surfaktan hidrofilik dengan HLB tinggi yang berperan penting untuk membuat emulsi O/W stabil. Surfaktan ini punya HLB sekitar 15–15,6, artinya sangat hidrofilik dan cocok untuk membuat emulsi O/W. Dengan Tween 80, *maggot oil* bisa tercampur rata di air, tidak cepat

terpisah dan membentuk lapisan *coating* yang halus di permukaan buah. Lapisan ini bukan cuma menahan air dan gas supaya buah lebih awet, tapi juga bisa mengoptimalkan manfaat bioaktif dari minyak, misalnya sebagai antimikroba alami. Hasilnya, buah nanas bisa lebih tahan lama selama penyimpanan dingin (Tadros, 2013).

2.8. Perbandingan *Oil-Based* dan *Wax-Based Coating*

Pelapis berbasis minyak (*oil-based coating*) dan lilin (*wax-based coating*) memiliki sifat dan cara kerja yang berbeda dalam melindungi buah selama penyimpanan. *Coating* minyak, seperti *palm stearin*, *minyak maggot* umumnya membentuk lapisan tipis dan fleksibel di permukaan buah. Lapisan ini bersifat hidrofobik, sehingga membantu memperlambat kehilangan air dan mengatur pertukaran gas O₂ dan CO₂ agar respirasi buah lebih terkendali (Agusta *et al.*, 2022). Namun, karena sifatnya yang *relative* tipis, efektivitasnya biasanya hanya bertahan di awal penyimpanan. Seiring waktu, lapisan bisa retak atau rusak akibat gesekan atau perubahan suhu, sehingga perlindungan terhadap kehilangan air menurun dan kulit buah bisa mengalami pengerutan atau *shell pitting* (Wang *et al.*, 2014).

Di sisi lain, *coating* berbasis lilin memiliki karakteristik yang lebih keras, tebal dan mampu memberikan permukaan buah yang mengkilap pada buah. Lapisan ini menutup pori – pori kulit buah lebih rapat, sehingga lebih efektif menahan kehilangan air dan menjaga kesegaran dalam jangka lebih. Itulah sebabnya buah ekspor seperti apel, jeruk, atau pepaya sering menggunakan *wax coating* untuk pengiriman dan penyimpanan panjang. Meski begitu, jika lapisan lilin terlalu tebal, respirasi buah bisa terganggu, kadar CO₂ di jaringan meningkat, dan timbul rasa atau aroma yang tidak diinginkan (*off-flavor*). Singkatnya, *coating* minyak lebih cocok untuk memperpanjang umur simpan jangka pendek hingga menengah, sementara lilin lebih efektif untuk penyimpanan jangka panjang, dengan catatan aplikasinya harus tepat agar tidak mengganggu fisiologi normal buah (González *et al.*, 2010).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan April – Mei 2025 di Laboratorium Research and Development Postharves PT Great Giant Pineapple, Labuhan Ratu, Lampung Timur dan Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pascapanen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah refraktometer yang digunakan untuk mengukur kadar atau konsentrasi bahan atau zat terlarut (*Brix*), penetrometer untuk mengukur tingkat kematangan pada buah berdasarkan tingkat kekerasannya, pisau untuk membelah buah, cawan, timbangan digital untuk mengukur berat buah, sarung tangan, statif sebagai penyangga dalam proses titrasi, gelas ukur, laptop yang sudah terinstal HT Communication dan alat CO₂ Data Logger Tool untuk mengukur laju respirasi buah nanas. Sedangkan bahan yang digunakan adalah *palm stearin*, *maggot oil*, OE, *aquades*, emulsifier Tween 80, nanas (MD2) dengan *Shell color 1* dan size 8 yang diperoleh dari PT. Great Giant Pineapple Lampung.

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap factorial (RAL) dua arah. Faktor pertama jenis *coating* (*maggot oil*, OE dan *palm steatin*) dan faktor kedua yaitu lama penyimpanan (hari). Buah kontrol juga dipersiapkan sebagai pembanding. Penelitian ini menggunakan ulangan sebanyak 3 kali pengulangan.

Rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Rancangan Percobaan

Masa Simpan	Jenis <i>Coating</i>					
	A1	A2	A3	A4	A5	K
H0	A1H0U1	A2H0U1	A3H0U1	A4H0U1	A5H0U1	K1H0U1
	A1H0U2	A2H0U2	A3H0U2	A4H0U2	A5H0U2	K1H0U2
	A1H0U3	A2H0U3	A3H0U3	A4H0U3	A5H0U3	K1H0U3
H7	A1H7U1	A2H7U1	A3H7U1	A4H7U1	A5H7U1	K1H7U1
	A1H7U2	A2H7U2	A3H7U2	A4H7U2	A5H7U2	K1H7U2
	A1H7U3	A2H7U3	A3H7U3	A4H7U3	A5H7U3	K1H7U3
H14	A1H14U1	A2H14U1	A3H14U1	A4H14U1	A5H14U1	K1H14U1
	A1H14U2	A2H14U2	A3H14U2	A4H14U2	A5H14U2	K1H14U2
	A1H14U3	A2H14U3	A3H14U3	A4H14U3	A5H14U3	K1H14U3
H21	A1H21U1	A2H21U1	A1H21U1	A1H21U1	A5H21U1	K1H21U1
	A1H21U2	A2H21U2	A1H21U2	A1H21U2	A5H21U2	K1H21U2
	A1H21U3	A2H21U3	A1H21U3	A1H21U3	A5H21U3	K1H21U3
H28	A1H28U1	A2H28U1	A3H28U1	A4H28U1	A5H28U1	K1H28U1
	A1H28U2	A2H28U2	A3H28U2	A4H28U2	A5H28U2	K1H28U2
	A1H28U3	A2H28U3	A3H28U3	A4H28U3	A5H28U3	K1H28U3
H32	A1H32U1	A2H32U1	A1H32U1	A1H32U1	A5H32U1	K1H32U1
	A1H32U2	A2H32U2	A1H32U2	A1H32U2	A5H32U2	K1H32U2
	A1H32U3	A2H32U3	A1H32U3	A1H32U3	A5H32U3	K1H32U3
H35	A1H35U1	A2H35U1	A3H35U1	A4H35U1	A5H35U1	K1H35U1
	A1H35U2	A2H35U2	A3H35U2	A4H35U2	A5H35U2	K1H35U2
	A1H35U3	A2H35U3	A3H35U3	A4H35U3	A5H35U3	K1H35U3

Keterangan :

- K : Kontrol (Tanpa Perlakuan)
- A : *Coating Maggot oil* dengan komposisi 12,5%
- B : *Coating Maggot oil* dengan komposisi 15%
- C : *Coating Maggot oil* dengan komposisi 17,5%
- D : *Coating OE* dengan komposisi 12%
- E : *Palm stearin* dengan komposisi 0,1%

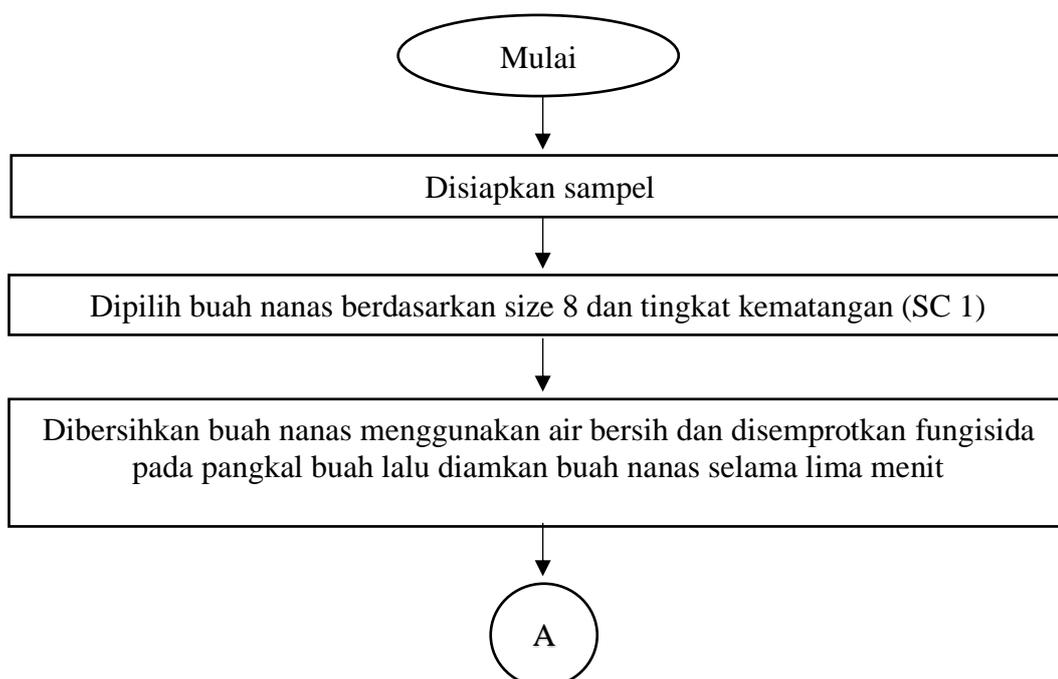
Pada penelitian ini menggunakan 6 jenis perlakuan yang berbeda dengan total jumlah sampel yaitu 18 buah untuk perlakuan non-destruktif dan 126 buah untuk perlakuan destruktif sehingga jumlah buah yang dibutuhkan sebanyak 144 buah nanas MD2.

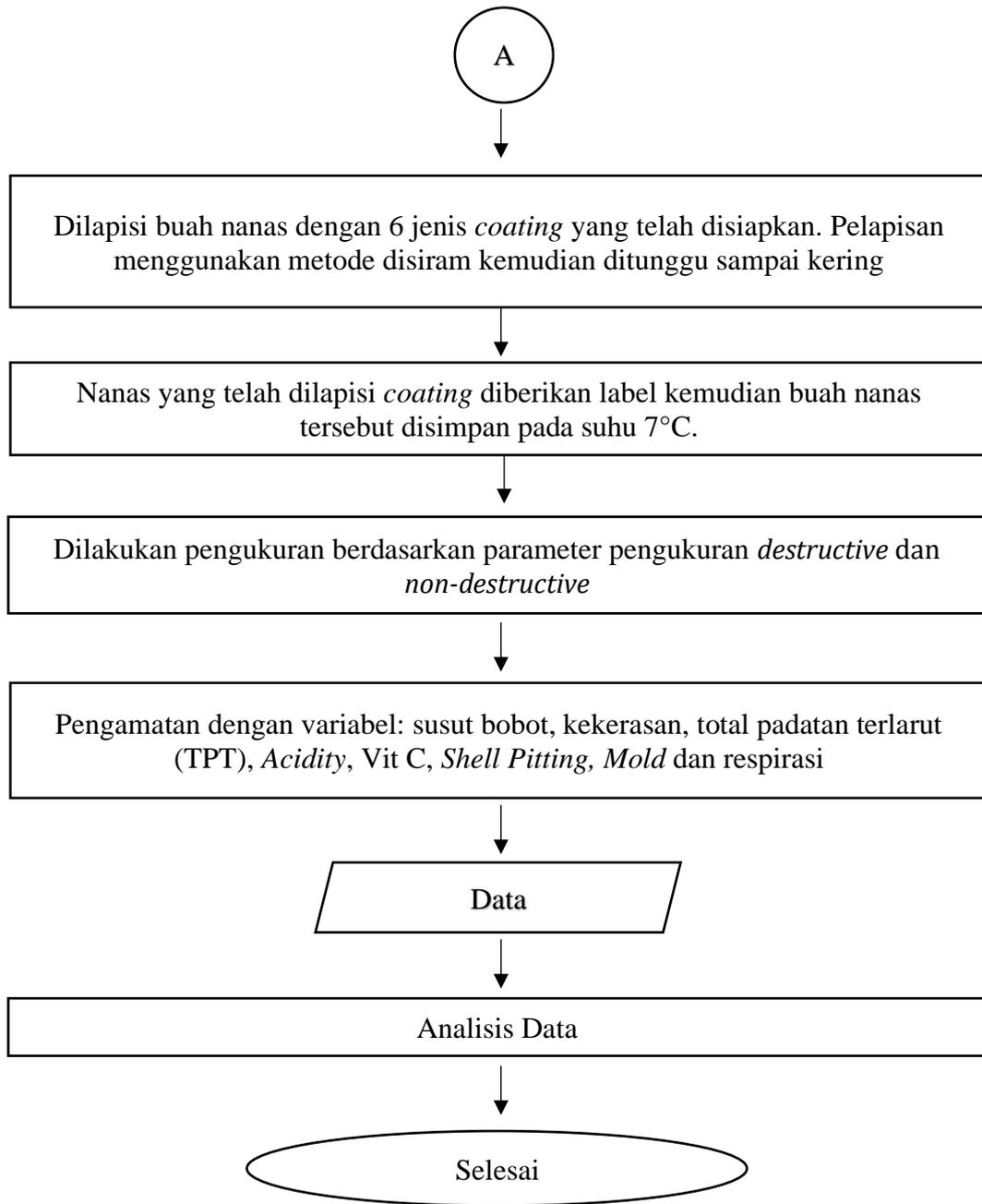
3.4. Proses Pelapisan Buah Nanas

Buah nanas segar MD2 *shell color 1* (SC1) dan *size 8* yang baru dipanen dibersihkan dengan air lalu ditiriskan selama ± 15 menit. Selanjutnya disemprot larutan fungisida pada bagian bonggol untuk membunuh atau menghambat pertumbuhan jamur pada buah nanas. Setelah pelapisan merata, didiamkan selama ± 15 menit. Tahap berikutnya dilakukan pelapisan dengan teknik penyiraman, yaitu melarutkan *coating* secara merata dari pangkal *crown* buah hingga bagian bawah. Penyiraman diulang sebanyak dua kali untuk memastikan seluruh permukaan buah terlapisi secara homogen. Setelah proses pelapisan selesai, buah dikemas dalam kardus dan disimpan pada ruang penyimpanan bersuhu 7 °C. Pada penelitian ini menggunakan emulsifier Tween 80 dengan dosis 0,25% (2,5 ml). Pemilihan dosis 2,5% dipilih sebagai titik tengah “*sweet spot*” yang memberikan keseimbangan optimum bagi larutan dimana lapisan menjadi cukup kuat, penetrasi dan konsentrasi terjaga dan biaya moderat.

3.5. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mengikuti bagan alir yang ditampilkan pada Gambar 3





Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Tahapan yang dilakukan yaitu :

1. Persiapan Sampel

Disiapkan 126 buah nanas MD2 dengan *shell color 1* (SC-1) dan *size 8*.

2. Pembersihan, Pelapisan *Coating* dan Pelabelan

Cuci buah nanas dengan air kaporit lalu didiamkan beberapa saat hingga kering. Setelah itu buah nanas dilumuri dengan larutan *coating* dengan 5 perlakuan yang berbeda. Setelah pelapisan selesai, nanas dibiarkan sampai *coatingnya* sedikit kering dan tidak menetes lagi. Kemudian nanas diberi label nama sesuai dengan jenis perlakuannya. Pemberian label pada masing-masing sampel dimaksudkan untuk memudahkan kita saat pengambilan data. Kemudian nanas dimasukkan ke dalam wadah (kardus *sunpride*) lalu disimpan dalam *cold storage* yang bersuhu 7°C.

3. Parameter Pengukuran

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dari hari ke 0, 7, 14, 21, 28, 31, dan 35 waktu penyimpanan. Data yang diambil meliputi:

a. Susut Bobot

Susut bobot merupakan salah satu parameter mutu terukur yang dapat digunakan untuk melihat pengaruh perlakuan selama masa penyimpanan. Parameter ini sangat penting karena dapat mengetahui penurunan bobot yang terjadi akibat proses respirasi. Susut bobot diperoleh dari selisih antara berat awal produk dengan berat akhir selama masa penyimpanan. Alat yang digunakan yaitu timbangan digital.

$$\text{Susut bobot} = \frac{(b_o - b_t)}{b_o} \times 100\%$$

Di mana b_o adalah bobot awal sampel (gram) dan b_t adalah bobot sampel pada waktu pengamatan.

b. Laju Respirasi

Pada pengukuran laju respirasi ini alat ukur karbon dioksida (HT- 2000 Detektor karbon), laptop dan toples disiapkan. Langkah awal yang dilakukan yaitu dimasukkan nanas yang diketahui bobotnya ke dalam toples. Lakukan *setting* HT-2000 menggunakan laptop untuk mengambil

data respirasi setiap interval 5 menit selama 1 jam. Setelah itu dimasukkan HT-2000 ke dalam toples yang sudah berisi nanas lalu ditutup toples dengan rapat dan ditunggu selama 1 jam agar data yang didapat berjalan konstan. Setelah 1 jam tutup toples dibuka, alat HT-2000 diambil kemudian disambungkan ke laptop untuk pemindahan data respirasi buah tersebut. Data yang sudah didapat melalui HT-2000 diolah menggunakan rumus:

$$\text{Laju Respirasi (ml CO}_2\text{/ kg.jam)} = \frac{[(GCO_2)_t - (GCO_2)_{t+1}]}{W} \times \frac{Fv}{\Delta t} \dots\dots(1)$$

Keterangan :

GCO_2 : Selisih kandungan gas CO_2 dalam mL/L selama pengukuran 5 menit sekali

t : Waktu penyimpanan per jam

Δt : Selisih waktu antara pengukuran gas 5 menit sekali (jam)

c. Total Padatan Terlarut (*Brix*)

Pengukuran total padatan terlarut (*Brix*) menggunakan alat yang disebut refraktometer. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat jus dari perasan buah nanas. Dipastikan refraktometer sudah disiapkan dan tisu yang digunakan sebagai media untuk membersihkan tetesan jus nanas yang ada pada lensa refraktometer. Setelah semuanya disiapkan cara penggunaan refraktometer ini yaitu, mengarahkan refraktometer pada cahaya terang lalu ditetaskan perasan jus nanas pada pembacaan skala, kemudian dilihat skala yang dihasilkan melalui lubang teropong. Jika skala *blur*, diputar skalanya hingga pembacaan skala tampak jelas. Pastikan garis batas biru tepat skala $^{\circ}$ Brix (% maks. Sukrosa). Setelah kalibrasi selesai, kaca prisma dibersihkan dengan menggunakan *aquades* dan tisu.

d. Vitamin C

Metode pengukuran vitamin C yang digunakan yaitu dengan cara titrasi DCPIP (2,6 – diklorofenol indofenol) yang dimasukkan ke dalam tabung buret. Sampel buah nanas yang sudah diperas sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer kemudian ditambahkan 3 tetes larutan HPO. Kemudian ditetaskan larutan 2,6-dikloroindopenol indophenol dalam larutan HPO dan jus nanas sambil digoyangkan hingga menjadi biru muda dan dicatat volume NaOH yang telah digunakan. Vitamin C dapat diketahui dengan menggunakan rumus di bawah ini

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

Ket :

x : volume titran sampel (mL)

b : volume titran blanko (mL)

D : normalitas / molaritas (eq/L)

1000 : faktor konversi gram menjadi L

V : volume sampel yang dititrasi (mL)

e. Acidity

Metode yang digunakan untuk pentuan *acidity* adalah dengan cara titrasi larutan NaOH 0,1 N yang dimasukkan ke dalam tabung buret. Sampel buah nanas yang sudah diperas sebanyak 5 mL dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer kemudian ditambahkan 3 tetes larutan fenolftalein 1%. Setelah itu, larutan NaOH ditetaskan ke dalam larutan sambil digoyangkan hingga warna larutan berubah warna menjadi merah muda dan catat volume NaOH yang telah digunakan dengan menggunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui nilai *acidity* pada sampel buah.

$$\text{Acidity (g/L)} = \frac{N (\text{Eq/L}) \times V \text{ NaOH (mL)} \times BE (\text{g/eq})}{V \text{ sampel (mL)}}$$

Ket :

- N : Normalitas NaOH yaitu 0,10 (eq/L)
V NaOH : Volume NaOH (mL)
V sampel : Volume sampel yaitu 5 mL
BE : Berat ekuivalen yaitu 64,04 g/eq

d. Kekerasan

Pengukuran kekerasan buah menggunakan penetrometer. Diletakkan potongan nanas pada penetrometer kemudian pastikan alat sudah nol dan tegak lurus dengan buah. Penggunaan penetrometer dilakukan dengan menusuk buah menggunakan jarum probe pelan-pelan dan terus menekan sensor hingga menembus daging buah, setelah menembus daging buah dibaca dan dicatat nilai yang tertera pada penetrometer dengan satuan newton.

e. *Mold*

Mold atau jamur merupakan mikroorganisme yang dapat tumbuh pada buah nanas, bahkan saat buah disimpan dalam suhu rendah. Walaupun suhu dingin dapat memperlambat pertumbuhannya, beberapa jenis jamur tetap masih mampu berkembang biak dan merusak buah. Jamur-jamur ini, seperti *Penicillium* atau *Aspergillus*, akan mengeluarkan enzim yang memecah jaringan buah menyebabkan tekstur menjadi lunak, berair dan tidak layak untuk dikonsumsi. Selain itu, beberapa jenis jamur juga berpotensi menghasilkan mikrotoksin yang berbahaya bagi kesehatan jika ikut dikonsumsi.

Salah satu metode sederhana untuk menilai keberadaan dan tingkat keparahan kontaminasi jamur adalah melalui pendekatan kualitatif atau pengamatan visual. Metode ini tidak memerlukan peralatan laboratorium kompleks, melainkan mengandalkan pengamatan langsung terhadap ciri fisik buah. Tanda – tanda keberadaan jamur dapat dikenali melalui munculnya bercak yang tampak berbulu atau berserabut. Ciri ini adalah bentuk penampilan jamur yang paling umum, biasanya berwarna putih,

hijau, hitam atau abu-abu. Selain itu, perubahan warna kulit pada buah bisa menjadi tampak gelap, coklat atau kehitaman pada area yang terinfeksi, tekstur buah menjadi lunak atau lembek serta munculnya bau apek atau busuk yang juga menjadi indikator adanya serangan jamur.

Pengamatan visual terhadap pertumbuhan *mold* pada buah nanas dapat dilakukan menggunakan sistem *skoring* sederhana yang mencakup pada persentase area yang terinfeksi dan tingkat keparahan kerusakan, sebagai berikut :

- Skor 0 (tidak terinfeksi): Permukaan buah nanas sepenuhnya tampak bersih dan tidak menunjukkan adanya indikasi keberadaan jamur.
- Skor 1 (infeksi sangat ringan): Jamur hanya muncul dalam bentuk bercak kecil dan tersebar secara sporadis, mencakup kurang dari 5% area permukaan. Umumnya sulit dikenali tanpa pengamatan dekat.
- Skor 2 (infeksi ringan): Bercak jamur terlihat lebih jelas, menutupi sekitar 5% hingga 25% dari permukaan buah.
- Skor 3 (infeksi sedang): Area yang terinfeksi jamur meluas, mencakup sekitar 25% hingga 50% permukaan buah. Buah mulai menunjukkan pelunakan di bagian yang terkontaminasi.
- Skor 4 (infeksi berat): Hampir seluruh permukaan buah (lebih dari 50%) terkontaminasi oleh jamur. Pembusukan terlihat jelas dan buah sudah dalam kondisi sangat lunak atau berair.

f. *Shell Pitting*

Shell pitting (SP) merupakan metode penilaian terhadap jumlah kerutan yang muncul pada kulit buah nanas selama penyimpanan. *Shell pitting* dapat diketahui dengan observasi visual secara langsung (manual) dengan cara menghitung jumlah kerutan pada tiga sisi nanas di mana setiap sisi terdiri dari sepuluh mata buah nanas yang diamati. Adapun kriteria *shell pitting* pada kulit buah nanas terbagi menjadi tiga kategori penelitian yaitu kategori berat (apabila seluruh mata buah nanas mengalami kerutan), kategori sedang (bila sebagian mata buah nanas mengalami kerutan),

kategori ringan (jika hanya sedikit mata buah yang mengalami kerutan). Rincian lebih lanjut mengenai klasifikasi ini disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Petunjuk *Shell Pitting* PT Great Giant Pineapple

Ringan	Sedang	Berat
Terjadi sedikit keriput di bagian pinggir mata buah	Terjadi domi-nansi keriput di bagian pinggir mata buah	Terjadi keriput di seluruh bagian pinggir mata buah
Keriput berwarna kehijauan	Keriput berwarna kehitaman	Keriput berwarna kehitaman
Mata buah masih keras bila ditekan	Mata buah masih keras bila ditekan	Mata buah lunak bila ditekan

Selain itu, untuk mencari persentase shell pitting pada buah nanas dapat diketahui menggunakan rumus :

$$\text{Shell Pitting (\%)} = \frac{(n \text{ ringan} \times 1) + (n \text{ sedang} \times 2) + (n \text{ berat} \times 3)}{30 \times 3} \times 100 \%$$

g. Pemodelan Laju Respirasi

Pemodelan Laju respirasi yang digunakan yaitu :

- Model Eksponensial

Model ini merupakan perubahan laju respirasi proporsional terhadap nilai sebelumnya. Kelemahannya, model ini hanya bisa menunjukkan pola naik saja atau turun saja, tidak bisa menjelaskan puncak respirasi. Rumus ini menjelaskan bahwa laju respirasi bisa meningkat atau menurun secara eksponensial tergantung nilai k. Bentuk persamaan umum dari model ini adalah

$$R(t) = R_0 \cdot e^{kt}$$

Ket :

R_0 : laju respirasi awal (mg.CO₂. kg.jam)
 k : konstanta laju perubahan
 t : waktu penyimpanan (hari)
 e : bilangan eksponensial

- Model Orde 1 (*First – Order Kinetics*)

Model ini hampir sama seperti eksponensial, hanya saja k selalu positif sehingga nilai menjadi -k yang menandakan respirasi menurun seiring waktu. Jadi bentuk khusus dari model ini selalu turun (*decay*). Model ini cocok sekali untuk buah non-klimaterik (seperti nanas, jeruk, atau anggur) yang setelah dipanen tidak mengalami puncak respirasi, tapi perlahan-lahan menurun. Persamaan umum dari model ini adalah :

$$R(t) = R_0 \cdot e^{-kt}$$

Ket :

R_0 : laju respirasi awal (mg.CO₂. kg.jam)
 k : konstanta laju perubahan
 t : waktu penyimpanan (hari)
 e : bilangan eksponensial

- Model *Logistic*

Model logistik menggambarkan pola ini seperti kurva berbentuk huruf S (sigmoid). Keunggulannya, model ini bisa menjelaskan seluruh perjalanan respirasi: dari awal, naik, puncak, sampai stabil kembali. Persamaan umum dari model ini adalah :

$$R(t) = \frac{R_{max}}{1 + e^{-k(t-t_0)}}$$

Ket :

R max : laju respirasi maksimum
 K : konstanta kecepatan perubahan
 t₀ : waktu saat laju perubahan paling cepat (titik infleksi).

3.6. Analisis Data

Data yang telah diperoleh nantinya akan dianalisa dengan menggunakan analisis Rancangan Acak Lengkap Faktorial berdasarkan rancangan percobaan yang telah dibuat. Analisa atau pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software Microsoft Excel* dengan metode uji *Anova* dan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil analisis atau pengolahan data akan disajikan dalam bentuk *tabel* dan atau grafik serta diuraikan secara deskriptif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Pemberian *edible coating* dengan bahan dasar alami seperti *maggot oil* dan *palm stearin* terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap parameter mutu buah nanas selama penyimpanan dingin. Pengaruh tersebut terutama terlihat pada parameter yang utama yaitu susut bobot, *shell pitting* dan *mold* sementara untuk parameter pendukung lainnya yaitu kekerasan buah, kadar vitamin C, *acidity*, total padatan terlarut dan laju respirasi. Artinya, penggunaan *edible coating* dapat menjadi strategi yang efektif dalam menjaga mutu fisik dan kimia buah nanas selama penyimpanan dingin. Perlakuan *coating* dengan *maggot oil* pada konsentrasi 15% menunjukkan kinerja paling optimal dibandingkan perlakuan lainnya dalam mempertahankan kualitas buah nanas MD2. *Coating* ini secara konsisten mampu menekan laju susut bobot hingga 11% pada hari ke-35 penyimpanan, mempertahankan kekerasan buah, menurunkan laju respirasi, serta menjaga kadar vitamin C agar tidak turun secara drastis. Keberhasilan ini berkaitan erat dengan kemampuan *maggot oil* dalam membentuk lapisan semi-permeabel yang efektif mengurangi transpirasi dan respirasi tanpa mengganggu keseimbangan gas internal buah.
- 2 Penggunaan *palm stearin* sebagai bahan *coating* menunjukkan efektivitas yang lebih rendah dibandingkan *maggot oil* dan *OE wax*. Meskipun *palm stearin* memiliki sifat hidrofobik yang mampu mengurangi kehilangan air, namun pada beberapa parameter seperti susut bobot dan respirasi, *palm*

stearin tidak mampu menekan degradasi mutu buah secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh struktur lapisan *coating* yang kurang stabil atau kurang merata sehingga efektivitasnya menjadi terbatas. Semakin lama penyimpanan berlangsung, maka semakin besar penurunan mutu buah, terutama dalam hal susut bobot, kekerasan, dan kandungan gizi seperti vitamin C. Meskipun *edible coating* mampu memperlambat laju penurunan mutu, namun tetap tidak dapat sepenuhnya menghentikan proses degradasi alami buah. Oleh karena itu, pemilihan *coating* yang efektif sangat penting dalam mengoptimalkan masa simpan buah.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh, maka disarankan beberapa hal berikut ini:

- 1 Penggunaan *edible coating* berbasis *maggot oil* konsentrasi 15% sangat direkomendasikan untuk diaplikasikan dalam proses penyimpanan dingin buah nanas MD2. Perlakuan ini terbukti paling efektif dalam menjaga mutu fisik dan kimia buah selama penyimpanan hingga 35 hari. Hal ini dapat menjadi solusi inovatif dan aplikatif dalam pengelolaan pascapanen nanas, khususnya untuk kebutuhan ekspor dan distribusi jarak jauh.
- 2 Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait aspek organoleptik (rasa, aroma, dan penampakan visual) dari buah nanas yang diberi *coating*, khususnya dengan *maggot oil*. Hal ini penting untuk memastikan bahwa penggunaan *coating* tidak menimbulkan efek negatif terhadap preferensi konsumen.
- 3 Perlu dilakukan uji ketebalan *coating* untuk mengetahui apakah *coating* bekerja secara maksimal untuk memastikan kualitas dan ketahanan lapisan yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, D. A., Suryaningrum, T. D., & Putri, F. D., 2022. *Edible coating berbasis minyak nabati untuk mempertahankan mutu buah segar selama penyimpanan*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 33(1), 45–54. <https://doi.org/10.6066/jtip.2022.xxx>
- Aider, M., 2010. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. *LWT-Food Science and Technology*, 43(6), 837–842.
- Aini, 2012. *Pengaruh Jenis Kemasan Plastik Terhadap Kualitas dan Umur Simpan Buah Nanas Madu*. Penerbit Bumi Aksara, Yogyakarta.
- Aitboulahsen Mohamed, Zantar Said, Laglaoui Amin, Chairi Hicham, Arakrak AbdelhLUay, Bakkali Mohammed, and Zerrouk Hassani Mounir, 2018. *Gelatin-Based Edible Coating Combined with Mentha pulegium Essential Oil as Bioactive Packaging for Strawberries*. *Hindawi Journal of Food Quality* Volume 2018, Article ID 8408915, 7 pages. Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Abdelmalek Essa[^]adi University
- Akinmoladun, F. O. Akinrinlola, B. L., & Farombi, E. O., 2010. Phytochemical constituents and antioxidant activity of extract from the leaves of *Ocimum gratissimum*. *Scientific Research and Essays*, 5(3), 230-233.
- Arnon, H., Zaitsev, Y., Porat, R., & Poverenov, E., 2015. Effects of carnauba wax nanoemulsions *edible coating* on postharvest quality and storability of citrus fruit. *Food Chemistry*, 168, 305–312.

- Bari, Luthfunnesa., 2006. Nutritional Analysis of Two Local Varieties of Papaya (Carica Papaya L.) at Different Maturation Stages. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 9(1): 137–40.
- Bourtoom, T., 2008. Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties. *International Food Research Journal*, 15, 237-248.
- Darni, Yuli, Utami, Herti, dan Arsiyah, Siti Nur., 2009. *Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradabel Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut (Euchema spinossum)*. Lampung. Universitas Lampung.
- Dinas Pertanian Purbalingga, 2018. *Profil komoditas unggulan daerah: Nanas madu Purbalingga*. Purbalingga: Dinas Pertanian Kabupaten Purbalingga.
- Fahmi PM, Widodo SE, Karyanto A, and Waluyo S., 2023. *Chitosan-based fruit coating as postharvest treatments on two pineapples (Ananas comosus L. Merr) clones*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1208: 012029.
- Fauziati, 2016. "Pemanfaatan Stearin Kelapa Sawit sebagai *Edible Coating* Buah Jeruk." *Jurnal Riset Industri*, vol. 10, no. 1, Jun. 2016, pp. 64-69.
- Ghosh, P., Mitra, S., & Dey, N., 2014. Application of natural antioxidants from palm oil in food preservation. *Journal of Food Science and Technology*, 51(4), 743–749.
- González-Aguilar,. G.A., 2010. Antioxidant Enrichment and Antimicrobial Protection of Fresh-Cut Fruits Using Their Own by Products: Looking for Integral Exploitation. *Journal of Food Science*, 75, R175-R181
- Guo, Yongfeng, 2018. *Plant Senescence: Methods and Protocols*, Methods in Molecular Biology, vol. 1744, Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7672-0_1.

- Harnanik, D., 2012. *Pengaruh jenis kemasan dan suhu penyimpanan terhadap kualitas buah nanas (Ananas comosus L.)*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Harnkarnsujarit, N., & Charoenrein, S., 2011. Influence of freezing and thawing on quality of frozen fruits. *International Food Research Journal*, 18(3), 869–876.
- Kader, A. A., 2002. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California Agriculture and Natural Resources Publication 3311.
- Kays, S. J., & Paull, R. E., 2004. *Postharvest Biology* (2nd ed.). Exon Press.
- Kusumiyati., Mubarak, S., Sutari, W., Farida., Hadiwijaya, Y., & Putri, I. E., 2017. Kualitas Sawo (*Achras zapota L.*) Kultivar Sukatali Selama Penyimpanan. *Jurnal Agrikultura*, 28(2), 904.
- Komi Ali Elieh Daniel and Hamblin R Michael., 2016. Chitin and Chitosan: Production and Application of Versatile Biomedical Nanomaterials. *International Journal of Advanced Research (2016), Volume 4, Issue 3, 411-427*. Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Lastriyanto, A., Yulianingsih, R., Sumarlan, S. H., & Melati, R. M., 2016. Karakterisasi kimia keripik apel manalagi hasil penggorengan vakum dengan menggunakan minyak goreng berulang. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 4(2), 157-172.
- Leon, R.G. and Kellon, D., 2012. Characterization of MD-2 Planting Density and Fertilization Using a Grower Survey. *HortTechnology*, 22, 644-650.
- Lu, P., Zhang, C., & Li, J., 2011. Effect of different storage temperatures on sugar and organic acid metabolism in harvested loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 60(2), 147–153.
- Maurer, H. R., 2001. Bromelain: Biochemistry, pharmacology and medical use.

Cellular and Molecular Life Sciences, 58(9), 1234–1245.
<https://doi.org/10.1007/PL00000936>

- Miskiyah, Windaningrum, Winarti, C., 2011. Aplikasi *Edible coating* Berbasis Pati Sagu Dengan Penambahan Vitamin C Pada Paprika: *Preferensi Konsumen Dan Mutu Mikrobiologi*. *J. Hort*, 2(1), 68-76.
- Misran, M., Rahim, R. A., & Haron, M., 2021. *Storage time effect on sugar content and quality of MD2 pineapple*. *Journal of Tropical Agriculture*, 59(1), 35–41
- Muhammad Arif Syakban, Fitri Lestari¹ Bayu Nugraha, Sri Rahayoe¹, 2023. *Coating Performance Based on Palm Oil Derivatives Compared to Plant-Based and OPE-Based on Pineapple Fruit*. Department of Agricultural Engineering and Biosystem, Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia.
- Muhamad Julian Nugraha Kamaluddin¹ dan Mustika Nuramalia Handayani, 2018. *Pengaruh Perbedaan Jenis Hidrokoloid Terhadap Karakteristik Fruit Leather Pepaya*. *Program Studi Pendidikan Teknologi Agroindustri, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia*.
- Mutu, S., Nenas, B., & Segar, L. M., 2010. *Pengaruh Edible Film Kitosan Terhadap Umur Simpan*.
- Nasution, M. M., Fitriani, S., & Ramadhani, D., 2020. *Potensi limbah industri sawit sebagai bahan baku industri pangan*. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 8(2), 120–128.
- Nuraini D., (2014). *Aneka daun berkhasiat untuk obat*. Yogyakarta: Gava Media.
- Paisal Akbar, Neneng Neni, dan Ikeu Rasmilah, 2019. *Pengaruh Pertanian Nanas terhadap Kesejahteraan Masyarakat di Desa Jalan Cagak Kecamatan Jalan Cagak Kabupaten Subang*
- Paniagua C, Posé S, Morris VJ, Kirby AR, Quesada MA, Mercado JA., 2014. *Fruit softening and pectin disassembly: an overview of nanostructural pectin modifications assessed by atomic force microscopy*. *Ann Bot*. 2014

Oct;114(6):1375-83. doi: 10.1093/aob/mcu149. Epub 2014 Jul 25. PMID: 25063934; PMCID: PMC4195560.

- Prakash, A., Baskaran, R., Paramasivam, N., Vadivel, V., & Venkatesan, T., 2020. Essential oils as natural food antimicrobial agents: A review. *Food Control*, 111, 107–118. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107118>
- Putra, R. E., Mahfud, M., & Prasetya, A., 2021. Karakteristik minyak larva *Hermetia illucens* sebagai bahan baku *edible coating*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 32(1), 19–28.
- Putri, R. A., Susilowati, R., & Suryani, A., 2018. Pemanfaatan *palm stearin* sebagai pengawet alami dalam bahan pangan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 19(1), 45–52.
- Robert E. Paull and Ching Cheng Chen, 2014. Pineapple: Postharvest Quality-Maintenance Guidelines. College Of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawai'i at Manoa.
- Safitri, 2015. PERKEMBANGAN MORFOLOGI DAN ANATOMI AKAR NANAS (*Ananas comosus* (L.) Merr.) YANG TUMBUH PADA TIGA TIPE AIR YANG BERBEDA. Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- Saltveit, M. E., 2004. Effect of chilling on respiration and ethylene production in horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 34(2), 101-114.
- Sandhya, 2010. *Modified Atmosphere Packaging Of Fresh Produce: Current Status And Future Need*. *J. Food Sci. Technol.* 43:381-392
- Saxena, S., B.B. Mishra, R. Chander, and A. Sharma, 2009. *Shelf stabil intermediate moisture pineapple (*Anenas comosus*) slices using hurdle technology*. *J. Food Sci. Technol.* 42. 1681-1687.
- Sprangers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Owyn, A., De Meulenaer, B., & De Smet,

- S., 2018. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(3), 1036–1043
- Sundram, K., Sambanthamurthi, R., & Tan, Y. A., 2003. Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 12(3), 355–362.
- Sulaiman, S. F., Sajak, A. A. B., Ooi, K. L., & Seow, E. M., 2004. Effect of temperature and storage duration on the physicochemical characteristics of pineapple fruit. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 32(1), 29–36.
- Surya, I., Fitriani, L., & Yuliana, M., 2022. Aplikasi *edible coating* minyak larva pada buah tropis: Tinjauan literatur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan Tropis*, 3(1), 15–22.
- Tadros, T. F., 2013. *Emulsion formation and stability*. Weinheim: Wiley-VCH. <https://doi.org/10.1002/9783527647941>
- U.S. Department of Agriculture (USDA)., 2019. *FoodData Central*. Beltsville, MD: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Retrieved from <https://fdc.nal.usda.gov>
- Yahia, E. M., 2011. *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*. Woodhead Publishing.
- Yongki, A dan Nurlina, 2014. Aplikasi *Edible Coating* Dari Pektin Jeruk Songhi Pontianak (*Citrus Nobilis Var Microcarpa*) Pada Penyimpanan Buah Tomat. Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Vol. 3 No. 4.
- Youryon, .P., Keereedat, .W. et Supapvanich, .S., 2020. *Effects of simultaneous cyanocobalamin and calcium gluconate treatment on chilling injury alleviation of 'Queen' pineapple by using peduncle infiltration*. *Fruits*. 75, 6 (nov. 2020), 273–280. DOI:<https://doi.org/10.17660/th2020/75.6.4>.
- Yulianti. R dan E. Ginting. 2012. Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film Dari

Umbi-Umbian Yang Dibuat Dengan Penambahan Plasticizer. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan Dan Umbi-Umbian. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 31(2) : 131-136.

Wang, C. Y., 2010. *Chilling injury of horticultural crops*. CRC Press.

Widjastuti, T., Wiradimadja, R., & Darwati, S., 2020. Potential of maggot (*Hermetia illucens*) oil as an antimicrobial agent in food preservation. *International Journal of Veterinary Science*, 9(1), 97–102

Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D., 2007. *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. UNSW Press.

Zhao H., Jiao W., Cui K., Fan X., Shu C., Zhang W., Cao J., Jiang W., 2019. Near-Freezing Temperature Storage Enhances Chilling Tolerance in Nectarine Fruit through Its Regulation of Soluble Sugars and Energy Metabolism. *Food Chem.* 2019;289:426–435. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.03.088.

Ziaurrahman, A., Widodo, S.E., Karyanto, A. and Waluyo, S., 2024. *Responses of GP3 and MD2 pineapple clones to the postharvest application of wax and chitosan-based coatings*. Study Program of Magister of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Lampung, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia, 35141