

**PENGARUH WARNA *SHADING NET* TERHADAP KUALITAS DAN
UMUR PANEN BUAH NANAS (*Ananas comosus* L. Merr.) MD-2**

(Tesis)

Oleh

**Wilda Yanti
2424011003**



**MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGARUH WARNA *SHADING NET* TERHADAP KUALITAS DAN UMUR PANEN BUAH NANAS (*Ananas comosus* L. Merr.) MD-2

Oleh

WILDA YANTI

Permintaan buah nanas segar di pasar global saat ini didominasi oleh varietas MD2, hal ini berkaitan dengan rasa yang lebih manis, warna daging kuning keemasan, keasaman rendah dan umur simpan yang lebih panjang dibandingkan kultivar sebelumnya. *Sunburn* merupakan salah satu kerusakan fisiologis yang dapat menyebabkan kerusakan dan kehilangan hasil produk. Penelitian ini dirancang untuk mengevaluasi efektivitas aplikasi *shading net* berwarna sebagai perlakuan pra-panen dalam memodifikasi iklim mikro di sekitar buah, dengan tujuan menurunkan kejadian *sunburn* sekaligus mempertahankan kualitas fisik dan kimia nanas klon MD-2. Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan tujuh perlakuan, yaitu kontrol (tanpa penutup), *bagging* kertas daur ulang yang lazim digunakan industri, serta lima warna *shading net* (hitam, putih, merah, hijau, dan biru) yang diaplikasikan pada umur buah 78 hari setelah *forcing* dan dievaluasi saat buah mencapai tingkat kematangan 10-20% atau *shell color* 2 (SC2). Parameter yang diamati meliputi intensitas *sunburn*, umur panen, atribut fisik (bobot, panjang, diameter, panjang *crown*), warna daging buah, kekerasan daging buah, total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix), total asam tertitrasi (*acidity*), dan kandungan vitamin C. Semua perlakuan pelindung secara signifikan ($p < 0,05$) mengurangi insiden *sunburn* dibandingkan kontrol. *Shading net* biru dan hijau sangat efektif (reduksi hingga 96,5%) serta meningkatkan kadar vitamin C sebesar 17–23% dibanding kontrol, sehingga meningkatkan penampilan visual dan nilai nutrisi. Perlakuan ini meminimalkan kerusakan fisiologis, mempertahankan antioksidan, serta meningkatkan kualitas pasca-panen, stabilitas penyimpanan, dan daya saing pasar. *Shading net* hitam meningkatkan ukuran buah 33,06% tanpa mengurangi $^{\circ}$ Brix atau *acidity*, menjaga keseimbangan rasa dan meningkatkan produksi. Hasil ini menegaskan peran *Shading net* hijau, biru, dan hitam dalam optimalisasi kualitas fisiokimia dan performa pasca-panen, sebagai alternatif pra-panen yang efisien dibandingkan *bagging* untuk produksi MD2 kelas ekspor.

Kata kunci: Industri, intensitas cahaya, sifat fisikokimia, pra-panen, kerugian pasca-panen.

ABSTRACT

EFFECT OF SHADING NET COLOR ON FRUIT QUALITY AND HARVEST AGE OF MD2 PINEAPPLE (*Ananas comosus* L. Merr.)

By

Wilda Yanti

Global fresh pineapple market is dominated by MD2 cultivar due to superior sweetness, golden yellow flesh color, lower acidity, and longer shelf life compared with earlier cultivars. Despite the advantages, sunburn causes significant surface damage and yield loss. Therefore, this research aimed to evaluate the effectiveness of colored shading net application as a preharvest treatment to modify the fruit microclimate and reduce sunburn incidence. The experiment was arranged in a completely randomized design with seven treatments. These included a control without cover, recycled paper bagging, and five shading nets of different colors, namely black, white, red, green, and blue. Treatments were applied at 78 days after forcing, and evaluations were made when fruits were at the 10–20% stage of maturity or shell color 2 (SC2). The parameters included the extent of sunburn, age at harvest, physical characteristics (weight, length, diameter, and length of the crown), and attributes of fruits, color of the flesh, firmness, total soluble solids (°Brix), titratable acidity, and vitamin C levels. The results showed that all protective treatments significantly reduced sunburn compared with the control. Blue and green shading nets provided the most effective protection against sunburn (up to 96.5%) and increased vitamin C content by 17–23% compared to the control, directly enhancing the visual appearance and nutritional value of the fruit. By minimizing physiological damage and preserving antioxidant content, these treatments contribute to improved postharvest quality, greater storage stability, and higher market acceptance. Meanwhile, the black shading net increased fruit size by 33.06% without reducing °Brix or acidity, showing that sweetness and flavor balance were maintained with yield improvement. Collectively, these results report the significant role of green, blue, and black shading nets in improving overall food quality and postharvest performance, while offering a simpler and more efficient preharvest alternative to bagging for export-grade MD2 fruit production.

Keywords: Industry, light intensity, physicochemical, preharvest, postharvest losses.

Judul Tesis : **PENGARUH WARNA SHADING NET
TERHADAP KUALITAS DAN UMUR
PANEN BUAH NANAS (*Ananas
comosus* L. Merr.) MD-2**

Nama Mahasiswa : **Wilda Yanti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **242401003**

Program Studi : **Magister Agronomi**


Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. **Komisi Pemimbing**



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



Dr. David Chandra, S.P., M.Si.
NIP 198610212010011005

2. **Ketua Program Studi Magister Agronomi**



Prof. Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S.
NIP 196209281987031001

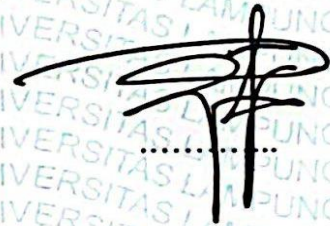
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



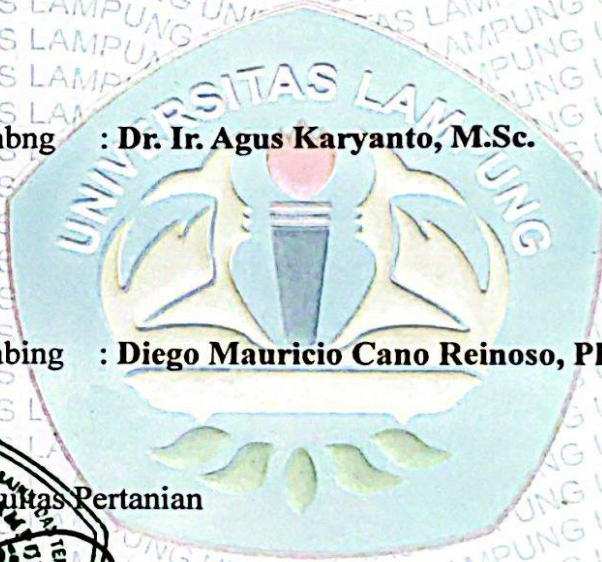
Pembimbing kedua : Dr. David Chandra, S.P., M.Si.



Penguji 1 Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.



Penguji 2 Bukan Pembimbing : Diego Mauricio Cano Reinoso, Ph.D.

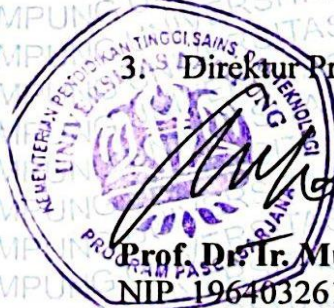


Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002



3. Direktur Program Pascasarjana

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



Tanggal Lulus Ujian Tesis: April 2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa tesis saya yang berjudul **“PENGARUH WARNA *SHADING NET* TERHADAP KUALITAS DAN UMUR PANEN BUAH NANAS (*Ananas comosus* L. Merr) MD-2”** 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 orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung,
Penulis

April 2026



Wilda Yanti
2424011003

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrohiim

**Kupersembahkan hasil karya yang sederhana ini
untuk orang-orang yang luar biasa dalam hidupku:**

“Ayahanda dan Ibunda tercinta”

yang telah mempersembahkan
arti kehidupan melalui jerih payah, peluh keringat, rintihan, nasihat dalam proses
hidup yang cukup panjang.
Serta selalu memberikan curahan kasih sayang, dukungan dan doa serta restu yang
Tiada hentinya hingga sekarang dan sampai nanti.

“Kakak-Kakak Ku”

Syaifulloh dan Madian Azhar
Terimakasih atas curahan kasih sayang dan bantuan yang telah kalian berikan.

Seluruh keluarga besarku dan sahabat terbaik yang selalu memberi
warna dan pelajaran padaku, dari yang mengajarkan arti hidup
sampai membantu dalam proses penyusunan karya yang sederhana ini

Terimakasih untuk saudara-saudara seperjuangan di Jurusan Magister Agronomi,
Semoga amal kebaikan yang telah dilakukan mendapatkan balasan
Dari Allah *Subhanahu wa Ta'ala*.

“ALMAMATER TERCINTA UNIVERSITAS LAMPUNG”

“yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman”

MOTTO

“Ingatlah, sesungguhnya pertolongan Allah SWT itu sangat dekat”
(Q.S. Al-Baqoroh : 214)

“Sesungguhnya Allah SWT tidak merubah nasib sesuatu kaum, sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”
(Q.S. Ar-ra’d : 11)

“Kita mungkin mengalami banyak kegagalan tetapi kita tidak boleh terkalahkan
(Maya Angelou)

“Anda saat ini adalah produk anda masa lalu,
Anda masa depan adalah produk anda saat ini”
(Syaifulloh)

“Jangan batasi kebesaran Tuhanmu hanya dengan pikiranmu,
Bukankah hidup penuh dengan keajaiban, jadi teruslah berjuang.”
(Wilda Yanti)

SANWACANA

Alhamdulillah, puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat 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 Wa Sallam*. 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. Prof. Dr. Ir Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Program pascasarjana Universitas Lampung;
4. Prof. Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S., selaku Ketua Program Studi Magister Agronomi;
5. Prof. Dr. Ir. Soesiladi Esti Widodo, M.Sc., selaku Pembimbing Utama penelitian. Terimakasih atas ide, saran-saran, waktu, kesabaran, motivasi bimbingan dan kebaikan hati yang diberikan dari awal Penulis menempuh pendidikan hingga Penulis dapat menyelesaikan tesis ini;
6. Dr. David Chandra, S.P., M.Si., selaku dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan motivasi, nasihat, bantuan, kesabaran dan kebaikan hati dalam menyelesaikan tesis ini;
7. Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc., selaku dosen Penguji Utama yang telah memberikan saran, kritik dan kebaikan hati dalam menyelesaikan tesis ini
8. Diego Mauricio Cano Reinoso, Ph.D., selaku Penguji Kedua yang telah memberikan nasihat, saran, kritik, motivasi dan kebaikan hati dalam menyelesaikan tesis ini;

9. Keluarga tersayang alm bapak Dirmansyah, ibu Yentina, kakak pertama Syaifulloh dan kakak kedua Madian Azhar atas curahan kasih sayang yang tiada tara dalam kehidupan Penulis;
10. Peneliti di Laboratorium Research and Development Postharvest Fresh Pineapple PT. Great Giant Pineapple: bapak Ahmad Ziaurrahman, S.P. M.P., bapak Cahyo Luqmantoro, S.P. M.P., dan Indah Selviana Oktaviani, S.P., yang telah memberi motivasi, bantuan dan kebaikan hati selama penelitian;
11. Mandor Lapangan Fresh Pineapple PT. Great Giant Pineapple: bapak Suradi dan Rahmat Triadi serta seluruh teknisi lapang yang telah memberi bantuan, keceriaan dan kebaikan hati selama penelitian;
12. Teman-teman Magister Agronomi angkatan 2024, yang telah memberi motivasi, bantuan, perhatian, kebersamaan dan kebaikan hati selama perkuliahan.

Penulis berharap semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* memberikan balasan atas kebaikan dan bantuan yang telah diberikan dan semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, April 2026
Penulis

Wilda Yanti

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTACT	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
SANWACANA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kerangka Pemikiran	5
1.5 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Nanas MD-2 (<i>Ananas comosus</i> L. Merr.).....	9
2.2 Efek Sinar Matahari Berlebih pada Buah Nanas	12
2.3 Efek <i>Shading Net</i> terhadap Kualitas Buah	13
2.4 Umur Panen Buah Nanas Segar	15
2.5 Efek <i>Begging</i> terhadap Kualitas Buah.....	17
III. METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Metode Penelitian	19
3.4 Alur Kegiatan	21
3.5 Variabel Pengamatan	21
3.5.1 Pengukuran <i>sunburn</i>	xi
3.5.2 Umur panen	--
3.5.3 Warna daging buah (<i>flesh color</i>)	23
3.5.4 Bobot buah.....	23
3.5.5 Padatan terlarut total (°Brix).....	~

3.5.6	Asam tertitrasi (<i>acidity</i>)	23
3.5.7	Pengukuran vitamin C	24
3.5.8	Pengukuran kekerasan buah (<i>firmness</i>)	25
3.5.9	Pengukuran panjang buah.....	25
3.5.10	Pengukuran diameter buah	25
3.5.11	Pengukuran panjang <i>crow</i> n.....	25
3.5.12	Pengukuran suhu buah.....	25
3.5.13	Pengukuran suhu lingkungan perlakuan.....	26
3.5.14	Intensitas cahaya.....	26
3.5.15	Hasil akumulasi cuaca	26
3.6	Nilai minimum standar kualitas buah nanas MD-2.....	27
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1	<i>Sunburn</i> Buah Nanas	29
4.2	Umur Panen Buah Nanas.....	32
4.3	Warna Daging Buah (<i>Flesh Color</i>).....	33
4.4	Padatan Terlarut Total (Brix)	36
4.5	Bobot Buah.....	38
4.6	Diameter Buah Nanas	40
4.7	Panjang Buah Nanas	42
4.8	Panjang <i>Crown</i> Buah	44
4.9	Kekerasan Daging Buah	46
4.10	Kekerasan <i>Core</i> Buah	47
4.11	Asam Tertitrasi (<i>Acidity</i>).....	48
4.12	Vitamin C.....	50
4.13	Suhu Permukaan Buah Nanas	52
4.14	Suhu Lingkungan Perlakuan.....	54
4.15	Intensitas Cahaya	56
4.16	Hasil Akumulasi Cuaca	58
4.17	Praktik Rekomendasi	63
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran	64
	DAFTAR PUSTAKA.....	66
	LAMPIRAN.....	74
1.	Hasil analisis statistik.....	74
2.	Hasil pengamatan lapang	88

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai minimum standar kualitas buah nanas MD-2	27
2. Implikasi penggunaan <i>shading net</i> hijau, biru, dan hitam terhadap penurunan sunburn dan kualitas buah nanas MD-2.....	63
3. Hasil analisis anova pada variabel <i>sunburn</i>	75
4. Nilai tengah hasil analisis pada variabel <i>sunburn</i>	75
5. Hasil uji Tukey pada variabel <i>sunburn</i>	75
6. Hasil analisis anova pada variabel SC1	76
7. Nilai tengah hasil analisis pada variabel SC1	76
8. Hasil uji Tukey pada variabel SC1	76
9. Hasil analisis anova pada variabel SC2 (waktu panen).....	77
10. Nilai tengah hasil analisis pada variabel SC2.....	77
11. Hasil uji Tukey pada variabel SC2	77
12. Hasil analisis anova pada variabel <i>flesh color</i>	78
13. Nilai tengah hasil analisis pada variabel <i>flesh color</i>	78
14. Hasil uji Tukey pada variabel <i>flesh color</i>	78
15. Hasil analisis anova pada variabel Brix.....	79
16. Nilai tengah hasil analisis pada variabel Brix.....	79
17. Hasil uji Tukey pada variabel Brix	79
18. Hasil analisis anova pada variabel bobot buah	80
19. Nilai tengah hasil analisis pada variabel bobot buah.....	80
20. Hasil uji Tukey pada variabel bobot buah	80
21. Hasil analisis anova pada variabel diameter buah	81

22.	Nilai tengah hasil analisis pada variabel diameter buah.....	81
23.	Hasil uji Tukey pada variabel diameter buah	81
24.	Hasil analisis anova pada variabel Panjang buah	82
25.	Nilai tengah hasil analisis pada variabel panjang buah	82
26.	Hasil uji Tukey pada variabel panjang buah.....	82
27.	Hasil analisis anova pada variabel panjang <i>crown</i>	83
28.	Nilai tengah hasil analisis pada variabel panjang <i>crown</i>	83
29.	Hasil uji Tukey pada variabel panjang <i>crown</i>	83
30.	Hasil analisis anova pada variabel kekerasan daging buah	84
31.	Nilai tengah hasil analisis pada variabel kekerasan daging buah.....	84
32.	Hasil uji Tukey pada variabel kekerasan daging buah.....	84
33.	Hasil analisis anova pada variabel kekerasan <i>core</i> buah	85
34.	Nilai tengah hasil analisis pada variabel kekerasan <i>core</i> buah.....	85
35.	Hasil uji Tukey pada variabel kekerasan <i>core</i> buah	85
36.	Hasil analisis anova pada variabel total asam tertitiasi (<i>acidity</i>).....	86
37.	Nilai tengah hasil analisis pada variabel total asam tertitiasi (<i>acidity</i>) ..	86
38.	Hasil uji Tukey pada variabel total asam tertitiasi (<i>acidity</i>).....	86
39.	Hasil analisis anova pada variabel vitamin C	87
40.	Nilai tengah hasil analisis pada variabel vitamin C.....	87
41.	Hasil uji Tukey pada variabel vitamin C	87
42.	Pengamatan suhu permukaan buah, suhu lingkungan perlakuan, dan intensitas cahaya pada lingkungan perlakuan kontrol	xx xiv
43.	Pengamatan suhu permukaan buah, suhu lingkungan perlakuan, dan intensitas cahaya pada lingkungan perlakuan <i>bagging</i>	89
44.	Pengamatan suhu permukaan buah, suhu lingkungan perlakuan, dan intensitas cahaya pada lingkungan perlakuan <i>shading</i> hitam.....	90
45.	Pengamatan suhu permukaan buah, suhu lingkungan perlakuan, dan intensitas cahaya pada lingkungan perlakuan <i>shading</i> putih.....	91

46. Pengamatan suhu permukaan buah, suhu lingkungan perlakuan, dan intensitas cahaya pada lingkungan perlakuan *shading* merah 92
47. Pengamatan suhu permukaan buah, suhu lingkungan perlakuan, dan intensitas cahaya pada lingkungan perlakuan *shading* hijau 93
48. Pengamatan suhu permukaan buah, suhu lingkungan perlakuan, dan intensitas cahaya pada lingkungan perlakuan *shading* biru..... 94

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pedoman penentuan persentase <i>shell color</i> buah nanas MD2	11
2. Perlakuan dilapang meliputi Perlakuan kontrol (A), <i>bagging</i> (B), dan 5 warna <i>shading net</i> pada buah nanas klon MD2 (C)	20
3. Kriteria level tingkat keparahan terjadinya <i>sunburn</i> pada nanas MD2.....	22
4. Pengaruh perlakuan terhadap <i>sunburn</i> pada buah nanas MD2 (skor) tingkat keparahan <i>sunburn</i> , angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey.....	30
5. Pengaruh perlakuan terhadap waktu panen pada buah nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey.....	32
6. Pengaruh perlakuan terhadap warna daging buah (<i>Flesh color</i>) pada buah nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey.....	34
7. Perbedaan warna daging buah nanas (<i>Flesh color</i>) dengan perlakuan kontrol (a), <i>bagging</i> (b), <i>shading net</i> hitam (c), <i>shading net</i> putih (d), <i>shading net</i> merah (e), <i>shading net</i> hijau (f), dan <i>shading net</i> biru (g).....	36
8. Pengaruh perlakuan terhadap nilai Brix klon nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey	37
9. Pengaruh perlakuan terhadap nilai bobot buah klon nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey.....	39
10. Pengaruh perlakuan terhadap nilai diameter buah klon nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey.....	41
11. Pengaruh perlakuan terhadap nilai Panjang buah klon nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey.....	xvi 43
12. Pengaruh perlakuan terhadap nilai panjang <i>crow</i> n buah klon nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama	

tidak signifikan berdasarkan uji Tukey	44
13. Pengaruh perlakuan terhadap nilai kekerasan daging buah (<i>firmness</i>) klon nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey	46
14. Pengaruh perlakuan terhadap nilai kekerasan core buah (<i>firmness</i>) klon nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey	48
15. Pengaruh perlakuan terhadap nilai acidity klon nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey	49
16. Pengaruh perlakuan terhadap nilai vitamin C klon nanas MD2, angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama tidak signifikan berdasarkan uji Tukey	51
17. Nilai rata-rata suhu permukaan kulit buah nanas selama penerapan perlakuan sampai panen.....	53
18. Nilai rata-rata suhu lingkungan perlakuan buah nanas selama penerapan perlakuan sampai panen	55
19. Nilai rata-rata intensitas cahaya matahari pada lingkungan perlakuan selama penerapan perlakuan sampai panen	57
20. Akumulasi curah hujan pada bulan Agustus hingga Oktober 2025.....	59
21. Akumulasi suhu pada bulan Agustus hingga Oktober 2025	60
22. Akumulasi kelembapan udara pada bulan Agustus hingga Oktober 2025	61
23. Akumulasi radiasi matahari pada bulan Agustus hingga Oktober 2025	62

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang memiliki potensi besar dalam produksi buah-buahan, termasuk nanas (*Ananas comosus* L.). Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi nanas Indonesia pada tahun 2022 mencapai sekitar 3,2 juta ton, menjadikannya sebagai buah ketiga terbanyak diproduksi setelah pisang dan mangga (BPS, 2023). Provinsi Lampung menjadi kontributor terbesar dengan produksi mencapai 861.706 ton pada tahun yang sama (PPID Lampung, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa nanas memiliki peran penting dalam sektor pertanian dan ekonomi Indonesia, baik untuk konsumsi domestik maupun sebagai komoditas ekspor. Permintaan terhadap nanas terus meningkat, terutama dari negara-negara di Timur Tengah dan wilayah Asia lainnya, sehingga diperlukan upaya untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas buah agar memenuhi standar ekspor.

Klon nanas MD-2 dikenal sebagai varietas komersial utama di pasar internasional karena menawarkan kombinasi kualitas buah yang sangat unggul, seperti rasa yang lebih manis, daging buah berwarna kuning keemasan, kandungan vitamin C yang jauh lebih tinggi, serta daya simpan yang lebih lama dibandingkan kultivar lain seperti Smooth Cayenne dan GP3 (Widodo *et al.*, 2024; Ziaurrahman *et al.*, 2024). Keunggulan sensori dan nutrisi tersebut menjadikan MD-2 mendominasi perdagangan nanas segar dunia dan memberikan nilai tambah ekonomi yang signifikan bagi negara produsen, terutama untuk pasar ekspor dengan tuntutan mutu yang ketat (Alavijeh *et al.*, 2025). Dengan latar belakang tersebut, penelitian mengenai inovasi teknik budidaya dan pengelolaan pascapanen yang mampu mempertahankan atau meningkatkan kualitas fisik-kimia dan umur simpan nanas MD-2 menjadi sangat krusial untuk mendukung keberlanjutan

sistem produksi serta mempertahankan daya saing produk di pasar global berorientasi mutu tinggi (Villalobos *et al.*, 2023).

Nanas klon MD-2 memiliki potensi besar, namun produksi nanas berkualitas ekspor menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan utamanya adalah kerusakan buah akibat paparan sinar matahari langsung, yang dapat menyebabkan *sunburn* pada kulit buah. Kerusakan ini tidak hanya menurunkan nilai estetika tetapi juga mempengaruhi kualitas keseluruhan buah, sehingga diperlukan metode untuk melindungi buah selama masa pertumbuhan hingga panen (Lestari, 2023). Peningkatan kualitas nanas menjadi fokus utama dalam upaya memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat dan memperluas daya saing produk. Salah satu teknik yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas buah nanas adalah *shading net*, yaitu peneduhan selama masa pertumbuhan untuk memodifikasi lingkungan mikro di sekitarnya (Ali *et al.*, 2021).

Tanaman nanas merupakan komoditas tropika penting yang sangat peka terhadap stres panas dan radiasi matahari tinggi, sehingga pengelolaan lingkungan mikro di sekitar tajuk menjadi kunci untuk memperoleh umur panen yang optimal dan kualitas buah yang seragam (Ong *et al.*, 2025). Penerapan *shading net* berwarna dikembangkan sebagai teknologi budidaya untuk memodifikasi intensitas dan kualitas cahaya, menurunkan suhu kanopi, serta menekan kerusakan *sunburn* tanpa menghambat fotosintesis, dan telah terbukti meningkatkan ukuran, warna, dan kandungan gula buah pada berbagai tanaman hortikultura (Montanaro *et al.*, 2022; Saboki *et al.*, 2025). Di sisi lain, industri nanas segar telah lama menggunakan *bagging* sebagai teknik eksisting untuk melindungi buah dari kerusakan mekanis dan sinar matahari langsung, meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa efek *bagging* terhadap kualitas nanas tidak selalu konsisten dan sangat bergantung pada jenis bahan serta umur panen (Fauzan *et al.*, 2025; Silva *et al.*, 2024). Kombinasi teknologi *shading net* berwarna dan *bagging* yang sudah dipraktikkan di lapangan berpotensi memberikan lingkungan mikro yang lebih terkendali, sehingga menarik untuk dikaji pengaruhnya terhadap percepatan atau penundaan umur panen serta mutu fisik–kimia buah nanas.

Penerapan *shading* atau peneduhan pada tanaman nanas terbukti memberikan berbagai manfaat terhadap kualitas buah, khususnya dalam hal tampilan fisik, ukuran, warna, dan kandungan kimia buah. *Shading* berfungsi melindungi buah dari radiasi matahari langsung yang dapat menyebabkan *sunburn* atau kerusakan permukaan buah. Araújo *et al.* (2021) melaporkan bahwa penggunaan *shading screen* 50% mampu meningkatkan jumlah buah nanas '*Smooth Cayenne*' yang layak konsumsi pasar karena menurunkan tingkat kerusakan kulit buah hingga 40%. Perlindungan ini memberikan penampilan kulit buah yang lebih seragam dan menarik, sehingga meningkatkan nilai estetika dan harga jual di pasar segar. Selain itu, *shading* juga mengurangi kebutuhan tenaga kerja untuk pembungkusan buah secara manual.

Dalam hal ukuran dan bobot buah, *shading* juga berperan penting dalam menciptakan kondisi mikroklimat yang optimal untuk pertumbuhan. Penelitian oleh Silva *et al.* (2024) menunjukkan bahwa kombinasi antara mulsa plastik dan *shading* merah 50% meningkatkan diameter batang, indeks luas daun, dan berat buah varietas nanas '*IAC Fantástico*' dibandingkan dengan kontrol tanpa *shading*. Dengan mengurangi suhu ekstrem dan mempertahankan kelembaban tanah, tanaman dapat mengalokasikan lebih banyak energi untuk pembentukan buah secara maksimal. Hal ini berdampak langsung pada peningkatan hasil per tanaman maupun per hektar. Peningkatan ukuran buah ini juga sering kali diiringi dengan perbaikan kualitas fisik buah seperti ketebalan kulit dan struktur daging.

Penggunaan *shading net* dengan warna tertentu berpengaruh nyata terhadap kualitas buah, salah satunya melalui modifikasi cahaya yang diterima tanaman. Warna jaring seperti merah, putih, kuning, dan abu-abu memengaruhi rasio cahaya merah terhadap *far-red* serta intensitas cahaya biru yang diteruskan ke tanaman, sehingga memengaruhi sintesis klorofil, pertumbuhan vegetatif, dan akumulasi senyawa metabolit sekunder seperti antosianin dan flavonoid (Shahak *et al.*, 2004; Stamps, 2008). Pada tanaman apel *Smoothie Golden Delicious*, penggunaan jaring merah-putih meningkatkan ukuran buah dan mencegah kerusakan akibat panas berlebih karena menurunkan potensi air batang tengah hari (Stamps, 2008). Pada anggur, jaring kuning dengan kerapatan 30 % memberikan hasil terbaik

dalam peningkatan berat dan kualitas klaster buah dibandingkan warna jaring lainnya (Shahak *et al.*, 2008). Perbedaan ini diduga disebabkan oleh kemampuan warna jaring dalam mengubah komposisi spektral cahaya, yang selanjutnya memengaruhi proses fotosintesis dan pematangan buah.

Selain itu, warna *shading net* juga berpengaruh pada karakteristik fisik buah seperti warna, ukuran, dan ketahanan pasca panen. Penelitian pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) menunjukkan bahwa penggunaan jaring pearl dan merah meningkatkan produksi hingga 16–32% dibandingkan jaring hitam (Shahak *et al.*, 2004). Pada blueberry, jaring putih dengan kerapatan 50 % dan abu-abu dengan kerapatan 35% secara signifikan meningkatkan jumlah buah per tanaman hingga 90% pada tahun pertama, meskipun tidak memengaruhi ukuran atau kandungan padatan terlarut buah (Retamales *et al.*, 2008). Efek positif ini dikaitkan dengan penurunan stres cahaya dan suhu siang hari yang lebih moderat di bawah naungan jaring tersebut. Dengan demikian, pemilihan warna *shading net* yang tepat dapat menjadi strategi budidaya untuk meningkatkan kualitas dan nilai ekonomis buah secara berkelanjutan.

Umur panen juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas buah nanas. Dalam penelitian yang sama, buah nanas dipanen pada umur 140 dan 150 hari setelah *forcing* (HSF), yang masing-masing ditujukan untuk pasar ekspor Timur Tengah dan wilayah Asia lainnya. Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan tanpa penutup buah memberikan hasil warna kulit buah (*shell color*) dengan persentase mata buah menguning sebesar 1,35% pada 140 HSF dan 37% pada 150 HSF (Lestari, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa umur panen memiliki peran dalam menentukan kualitas visual buah, yang penting untuk memenuhi preferensi pasar ekspor.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh berbagai warna bahan *shading net* terhadap kualitas buah nanas MD-2 dan mengetahui umur panen yang sesuai dengan kriteria ekspor. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berharga bagi PT. Great Giant Pineapple maupun petani nanas dalam memilih warna *shading net* yang paling sesuai untuk meningkatkan kualitas

buah, memaksimalkan hasil panen, dan memenuhi permintaan pasar yang semakin kompleks. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan praktik budidaya nanas yang lebih efisien dan berkelanjutan, serta meningkatkan pendapatan petani.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh perbedaan warna *shading net* terhadap kualitas dan umur panen buah nanas MD-2?
2. Manakah warna *shading net* terbaik terhadap kualitas dan umur panen buah nanas MD-2.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh perbedaan warna *shading net* terhadap kualitas dan umur panen buah nanas MD-2;
2. Mengetahui warna *shading net* terbaik terhadap kualitas dan umur panen buah nanas MD-2.

1.4 Kerangka Pemikiran

Salah satu permasalahan utama yang dialami dalam budidaya nanas klon MD2 adalah kerusakan kulit buah akibat paparan sinar matahari berlebihan, yang biasa dikenal dengan istilah *sunburn*, terutama saat buah memasuki fase pematangan. Kondisi iklim memiliki pengaruh langsung terhadap proses pertumbuhan tanaman, dan perubahan iklim yang terjadi di negara-negara Asia semakin memperbesar risiko gangguan dalam produksi pertanian (Rahman *et al.*, 2022). *Sunburn* menjadi tantangan besar bagi petani nanas karena dapat menyebabkan kerusakan kulit yang signifikan dan mengakibatkan potensi kerugian ekonomi hingga 70% (Lopes *et al.*, 2014). Gejala dari *sunburn* antara lain munculnya

warna kulit buah yang mengarah ke kuning kecokelatan, tekstur daging buah menjadi keras, serta penurunan cita rasa. Selain itu, tonjolan pada mata buah nanas yang disebabkan oleh paparan sinar berlebih juga menurunkan daya tarik visual buah. Efek fisiologis dari *sunburn* termasuk perubahan warna pada bagian kulit yang terdampak dan perubahan konsistensi pada bagian dalam buah, yang secara keseluruhan dapat merugikan secara ekonomi dan menuntut perlindungan fisik tambahan, terutama pada masa dengan intensitas radiasi matahari tinggi.

Teknik *shading net* pada tahap pra-panen merupakan metode yang dimanfaatkan untuk mengurangi intensitas radiasi sinar matahari yang mengenai buah serta menurunkan suhu permukaan buah secara efektif. Paparan cahaya matahari yang diterima tanaman dapat dikendalikan dengan penggunaan jaring pelindung berwarna tertentu, yang dipasang di sekitar area tanam untuk mengatur kualitas cahaya yang masuk (Gilbert, 2014). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Zha *et al.* (2021), penggunaan jaring pelindung pada tanaman anggur terbukti mampu menekan terjadinya pelunakan buah yang tidak wajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks pelunakan buah pada perlakuan dengan jaring abu-abu mengalami penurunan sebesar 26,67%, sedangkan pada perlakuan tanpa peneduh, penurunan mencapai 73,33%, mengindikasikan bahwa penggunaan *shading* memberikan perlindungan signifikan terhadap mutu buah.

Penerapan teknik *shading net* menghasilkan efek yang bervariasi tergantung jenis buah. Beberapa jenis buah yang menunjukkan peningkatan berat setelah diberi perlakuan ini antara lain mangga (Watanawan *et al.*, 2008), belimbing, jambu biji (Xu *et al.*, 2008), serta loquat (Xu *et al.*, 2010). Sementara itu, pada tanaman nanas, paparan langsung sinar matahari dapat menyebabkan kerusakan pada bagian kulit buah, terutama di area yang terbuka, yang berujung pada kerugian produksi karena tampilan buah menjadi kurang menarik di mata konsumen dan berdampak pada penurunan nilai jual di pasar (Naschitz *et al.*, 2015). Paparan sinar matahari dapat memberikan dampak negatif terhadap buah dalam berbagai tingkat, di mana salah satu bentuk terparahnya adalah nekrosis atau luka bakar sel, yang dikategorikan sebagai kerusakan berat dan membuat buah tidak memenuhi standar konsumsi segar maupun kebutuhan industri.

Penggunaan *shading net* dengan warna berbeda berperan penting dalam memodifikasi iklim mikro di sekitar tanaman dan buah nanas, sehingga berdampak pada warna kulit, akumulasi gula, serta kerentanan terhadap kerusakan akibat radiasi dan suhu tinggi (Fischer *et al.*, 2022; Kishore *et al.*, 2021).

Berbagai penelitian tentang penggunaan jaring naungan dan fruit *bagging* pada nanas 'MD-2' menunjukkan bahwa bahan penutup berbeda (misalnya plastik PE biru dan putih serta paranet hitam) menghasilkan perbedaan mutu warna kulit, warna daging, dan kerusakan *sunburn*, sehingga pemilihan material dan sifat optiknya menjadi krusial untuk mencapai kriteria mutu industri (Lestari *et al.*, 2023). Selain itu, pengaturan intensitas dan kualitas cahaya melalui naungan terbukti dapat menjaga performa pertumbuhan dan hasil nanas pada tingkat naungan moderat, sekaligus mempertahankan kualitas buah, termasuk parameter yang terkait dengan akumulasi karbohidrat terlarut, selama fase pengisian dan pemasakan buah (Kishore *et al.*, 2021). Dengan demikian, pemilihan warna dan jenis *shading net* pada budidaya nanas perlu disesuaikan dengan tujuan utama produksi, apakah difokuskan pada peningkatan penampakan warna kulit, pemaksimalan rasa melalui optimasi kandungan gula, atau perlindungan buah terhadap stres radiasi dan kerusakan fisiologis lainnya (Fischer *et al.*, 2022; Lestari *et al.*, 2023).

Nanas (*Ananas comosus*) merupakan buah tropis yang populer dan banyak dibudidayakan di berbagai negara di Asia dan Timur Tengah. Umur panen nanas dapat bervariasi antara negara-negara tersebut karena perbedaan iklim, varietas yang digunakan, serta praktik budidaya yang berbeda. Pemahaman mengenai perbedaan umur panen nanas di negara Asia dan Timur Tengah menjadi penting dalam upaya mengoptimalkan produksi dan kualitas buah nanas.

Saat ini PT.Great Giant Pineapple terus memenuhi permintaan ekspor dari dua negara bagian tersebut. Negara bagian Asia seperti Singapura, Cina, Jepang dan Korea dan untuk negara *Middle East* (Timur Tengah) adalah Emirat Dubai. Permintaan ekspor nanas bagian *Middle East* (Timur Tengah) adalah nanas yang berumur muda atau *shell color* kategori 0 (SC 0), sedangkan ekspor nanas bagian

Asia adalah nanas yang berumur lebih tua (145 HSF) dengan warna kulit buah atau *shell color* kategori 1 sampai 2 (SC 1 dan SC 2).

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka untuk menjawab rumusan masalah diajukan hipotesis sebagai berikut.

1. Penggunaan warna *shading net* yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kualitas dan umur panen buah nanas segar yang sesuai kriteria ekspor PT. Great Giant Pineapple;
2. Penggunaan *shading net* warna merah dan putih merupakan perlakuan pra-panen terbaik pada nanas MD-2.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanas MD-2 (*Ananas comosus* L. Merr.)

Nanas kultivar MD-2 (*Ananas comosus* L. Merr.) dikenal memiliki daging buah kuning keemasan dengan nilai °Brix dan rasio TSS/TA yang tinggi, sehingga memberikan cita rasa manis yang sangat disukai konsumen dan menjadikannya salah satu kultivar utama di pasar buah segar modern (Rashima *et al.*, 2019). Berbagai studi agronomi dan pascapanen menunjukkan bahwa MD-2 mampu menghasilkan buah berukuran relatif seragam dengan mutu visual yang konsisten di bawah pengelolaan budidaya intensif di lingkungan tropis, sehingga sangat sesuai untuk sistem produksi komersial berskala besar (Ong *et al.*, 2025; Arani *et al.*, 2025). Di Malaysia dan negara tropis lain, MD-2 dilaporkan mendominasi areal tanam untuk memenuhi permintaan pasar domestik dan ekspor karena warna kulit dan daging yang cerah, rasa manis, serta tingkat penerimaan sensoris yang lebih tinggi dibandingkan beberapa kultivar lain (Rashima *et al.*, 2019; Shourove *et al.*, 2020). Dari sisi pascapanen, penelitian mengenai penyimpanan dan pengolahan menunjukkan bahwa buah dan produk olahan nanas MD-2, seperti jus, masih dapat mempertahankan mutu fisikokimia dan fitokimia yang baik selama penyimpanan dan perlakuan termal terkontrol, sehingga mendukung perpanjangan umur simpan dan pengembangan diversifikasi produk berbasis MD-2 (Arani *et al.*, 2025; Tamalea *et al.*, 2023).

Pertumbuhan nanas MD-2 sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan utama seperti suhu, curah hujan, dan sifat kimia tanah, di mana budidaya nanas umumnya direkomendasikan pada kisaran suhu sekitar 20–30°C dengan curah hujan cukup dan aerasi tanah yang baik untuk menunjang pertumbuhan vegetatif dan generatif secara optimal (Neri *et al.*, 2021). Kajian agronomi pada beberapa sistem budidaya menunjukkan bahwa tanah bereaksi masam dengan pH sekitar 4,5–6,0 masih sesuai untuk pertumbuhan nanas, asalkan manajemen pemupukan

dan drainase mampu menjaga keseimbangan hara dan struktur tanah yang mendukung perkembangan akar (Rahman *et al.*, 2023). Di berbagai agroekosistem tropis, nanas termasuk kultivar MD-2 banyak diusahakan pada tanah bertekstur lempung berpasir hingga berpasir dengan drainase baik dan curah hujan tahunan sedang hingga tinggi, yang berkontribusi terhadap pembentukan buah dengan ukuran dan mutu yang kompetitif secara komersial (Rebolledo-Martínez *et al.*, 2023). Dari sisi fisiologi, nanas sebagai spesies berfotosintesis *Crassulacean Acid Metabolism* (CAM) memiliki efisiensi penggunaan air yang tinggi melalui fiksasi karbon yang didominasi pada malam hari, sehingga mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan yang relatif kering dan panas tanpa penurunan tajam efisiensi fotosintesis (Ming *et al.*, 2015). Sifat CAM tersebut memberikan keunggulan adaptif bagi nanas MD-2 untuk dibudidayakan pada berbagai zona tropis dengan variasi ketersediaan air dan tekanan stres lingkungan, selama kisaran suhu, curah hujan, dan pH tanah yang sesuai tetap dipertahankan (Perron *et al.*, 2024).

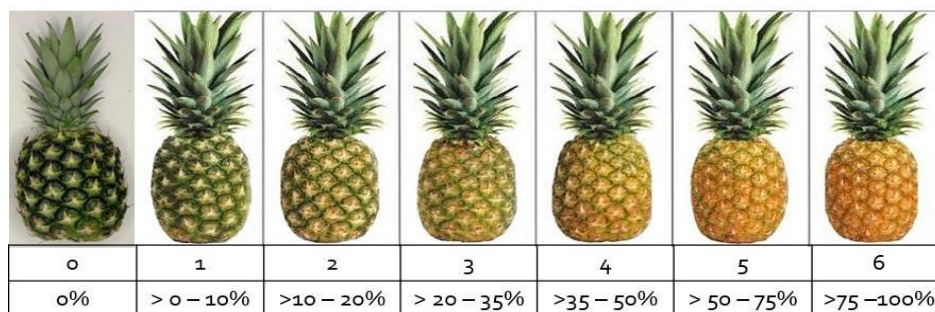
Kualitas buah nanas MD-2 merupakan faktor utama yang menentukan nilai ekonomi dan daya saingnya di pasar internasional karena berkaitan langsung dengan atribut penampilan, rasa, dan ketahanan selama distribusi (Lestari *et al.*, 2023; Ong *et al.*, 2025). Penelitian pra-panen menunjukkan bahwa perlakuan *bagging* dengan jenis dan karakteristik bahan tertentu mampu memperbaiki kualitas fisik dan kimia buah, termasuk menurunkan kejadian *sunburn* serta mempertahankan warna kuning keemasan khas nanas MD-2 (Lestari *et al.*, 2023). Di sisi lain, manajemen pemupukan setelah anthesis melalui aplikasi pupuk polyhalite dengan dosis terukur dilaporkan dapat meningkatkan hasil, kualitas buah (total padatan terlarut, keasaman, dan kekerasan), serta memperpanjang umur simpan nanas MD-2 (Ong *et al.*, 2025). Kombinasi perlakuan pra-panen berupa *bagging* dan pengelolaan pemupukan yang tepat berkontribusi terhadap mutu internal dan eksternal buah yang lebih seragam dan sesuai standar pasar ekspor (Lestari *et al.*, 2023; Ong *et al.*, 2025).

Nanas MD-2 dikenal memiliki keunggulan agronomis penting untuk sistem produksi modern, karena mampu menghasilkan buah dengan mutu visual dan

sensori yang tinggi sekaligus responsif terhadap pengelolaan budidaya intensif (Ong *et al.*, 2025). Studi pemupukan setelah anthesis menunjukkan bahwa aplikasi *polyhalite* pada dosis yang tepat dapat meningkatkan hasil, kandungan padatan terlarut, dan memperpanjang umur simpan, sehingga mendukung produktivitas dan kualitas buah nanas MD-2 pada skala komersial (Ong *et al.*, 2025).

Dari sisi fisiologi dan nutrisi tanaman, pengaturan kerapatan tanam dan pemupukan yang baik juga dilaporkan memengaruhi serapan unsur hara utama (N, P, K) selama fase pertumbuhan dan menjelang panen, yang berimplikasi pada ukuran dan mutu buah (Rebolledo-Martínez *et al.*, 2023). Di samping itu, perlakuan pra-panen berupa *bagging* pada buah MD-2 terbukti mampu menekan kerusakan *sunburn* dan menjaga penampakan kulit kuning keemasan yang diinginkan pasar ekspor, sekaligus mempertahankan parameter mutu internal tertentu (Lestari *et al.*, 2023). Indeks kemasakan panen (*Harvet Ripening Index*) untuk memenuhi standar ekspor umumnya tetap didasarkan pada kombinasi penilaian visual warna kulit dan parameter mutu internal seperti total padatan terlarut, sehingga pemanenan dapat diatur agar buah mencapai kualitas konsumsi optimum setelah distribusi (Ong *et al.*, 2025).

Klasifikasi buah biasanya berdasarkan bentuk dan ukuran yang seragam, jenis maupun tingkat kemasakannya. Indeks kemasakan nanas berdasarkan warna kulit buah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pedoman penentuan persentase *shell color* buah nanas MD2

Berikut dapat dilihat indeks kemasakan yang digunakan.

0 : Semua mata hijau seluruhnya, tanpa tanda-tanda kuning

1 : > 0-10 % mata jelas berwarna kuning

2 : > 10-20% matanya sudah jelas berwarna kuning

3 : > 20-35% matanya jelas berwarna kuning

4 : > 35-50% matanya berwarna kuning penuh

5 : > 50-75% matanya berwarna kemerah-merahan

6 : > 75-100% kulit berwarna kemerahan dan memperlihatkan tanda-tanda kebusukan.

2.2 Efek Sinar Matahari Berlebih pada Buah Nanas

Paparan radiasi matahari dengan intensitas tinggi yang disertai suhu udara panas merupakan faktor lingkungan utama yang memicu terjadinya *sunburn* pada buah, ditandai dengan perubahan warna jaringan kulit menjadi bercak kecoklatan atau keputihan yang menurunkan penampilan komersial buah tropis termasuk nanas (Fischer *et al.*, 2022). Kajian fisiologis menunjukkan bahwa kondisi tersebut menyebabkan pemanasan berlebih pada permukaan buah, memicu kerusakan jaringan epidermis dan subepidermis, yang selanjutnya dapat memengaruhi tekstur dan mutu sensori daging buah sehingga berdampak langsung pada penurunan nilai ekonomi hasil panen (Fischer *et al.*, 2022). Oleh karena itu, penerapan strategi pengelolaan kanopi serta penggunaan naungan atau pelindung buah sebagai upaya mitigasi radiasi berlebih menjadi komponen penting dalam sistem budidaya nanas modern untuk menekan kejadian *sunburn* dan menjaga kualitas buah yang sesuai standar pasar.

Kulit buah nanas, termasuk kultivar MD-2, dikenal mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang berperan sebagai antioksidan dan berpotensi memberikan efek protektif terhadap stres oksidatif yang dipicu radiasi UV dan suhu tinggi pada jaringan buah (Fischer *et al.*, 2022). Penelitian terbaru mengenai *sunburn* pada buah tropis menegaskan bahwa kandungan senyawa fenolik pada kulit buah berkontribusi dalam meredam dampak radiasi berlebih, namun kemampuan proteksi alami ini sering kali tidak cukup ketika intensitas radiasi dan suhu

permukaan buah sangat tinggi, sehingga masih diperlukan perlindungan tambahan melalui naungan, *bagging*, atau manajemen kanopi yang tepat (Fischer *et al.*, 2022). Oleh karena itu, pengelolaan paparan sinar matahari melalui kombinasi potensi protektif alami kulit buah dan teknologi budidaya seperti penggunaan jaring peneduh atau penutup buah menjadi kunci dalam mempertahankan mutu visual dan fungsional buah nanas selama fase pembesaran dan pemasakan.

Teknologi pra-panen berupa *bagging* pada buah nanas merupakan salah satu strategi efektif untuk mengurangi intensitas radiasi matahari langsung pada permukaan buah, sehingga menekan kejadian *sunburn* dan membantu mempertahankan mutu kulit serta daging buah (Lestari *et al.*, 2023). Penggunaan berbagai jenis bahan dan warna kantong terbukti mampu memodifikasi kualitas cahaya, menurunkan suhu permukaan, serta mengubah kondisi mikroklimat di sekitar buah, yang pada gilirannya berkontribusi terhadap penurunan kerusakan kulit dan peningkatan kualitas buah secara keseluruhan pada nanas maupun komoditas buah lain (Feng *et al.*, 2022; Lestari *et al.*, 2023). Dengan demikian, pengendalian paparan sinar matahari berlebih melalui penerapan *bagging* sebagai teknik pra-panen yang relatif sederhana dan ramah lingkungan menjadi komponen penting dalam sistem budidaya nanas modern untuk mengurangi kerugian akibat *sunburn* dan meningkatkan daya saing produk di pasar (Fischer *et al.*, 2022).

2.3 Efek *Shading Net* terhadap Kualitas Buah

Penggunaan *shading* atau layar peneduh pada budidaya nanas terbukti memberikan perlindungan terhadap sengatan matahari yang dapat menyebabkan *sunburn* pada buah. Salah satu manfaat utamanya adalah mengurangi kerusakan kulit buah dan menjaga kualitas visual buah tetap menarik di pasar. Penelitian oleh Araújo *et al.* (2021) menunjukkan bahwa penggunaan *shading* 50% menghasilkan peningkatan massa total dan massa komersial buah hingga 40% dibandingkan metode pembungkusan tradisional. Ini menjadikan *shading* sebagai alternatif efisien dalam mengurangi tenaga kerja dan material seperti kertas pembungkus. Dengan demikian, *shading* berperan sebagai alat perlindungan yang praktis dan ekonomis dalam sistem produksi nanas.

Selain menjaga penampilan, *shading* juga meningkatkan ukuran dan bobot buah. Hasil penelitian Silva *et al.* (2024) memperlihatkan bahwa kombinasi mulsa plastik dengan layar *shading* merah 50% meningkatkan berat buah dengan dan tanpa mahkota serta indeks luas daun tanaman nanas 'IAC Fantástico'. Hal ini disebabkan oleh mikroklimat yang lebih sejuk dan stabil di bawah *shading*, yang mendukung pertumbuhan vegetatif dan pembentukan buah. *Shading* juga mengurangi pembungaan alami yang tidak diinginkan, sehingga panen dapat lebih terkontrol. Oleh karena itu, *shading* memiliki fungsi penting dalam meningkatkan efisiensi produksi dan hasil panen nanas.

Aplikasi *shading net* tidak hanya melindungi secara fisik, kualitas kimia buah seperti kadar padatan terlarut, gula, dan keasaman juga dipengaruhi oleh penggunaan *shading*. Penelitian oleh Weifeng *et al.* (2020) menunjukkan bahwa *shading* yang diaplikasikan 30 hari setelah bunga layu pada ketinggian 0 cm menghasilkan buah dengan kandungan gula lebih tinggi, keasaman lebih rendah, serta rasa yang lebih manis dan seimbang. Hal ini menunjukkan bahwa *shading* turut berperan dalam meningkatkan kualitas rasa dan nilai nutrisi buah. Dengan perbaikan aspek organoleptik ini, buah menjadi lebih diterima oleh konsumen pasar segar. Maka, fungsi *shading* tidak hanya terbatas pada perlindungan, tetapi juga pada peningkatan kualitas konsumsi buah.

Penggunaan *shading net* berwarna memiliki pengaruh penting terhadap kualitas buah dan pengaturan iklim mikro dalam sistem budidaya hortikultura. Warna-warna seperti merah, kuning, dan pearl tidak hanya mengubah intensitas cahaya, tetapi juga memodifikasi spektrum cahaya yang diteruskan ke tanaman, yang secara langsung memengaruhi proses fotosintesis, morfologi tanaman, dan sintesis metabolit sekunder. Menurut Ben-Yakir *et al.* (2012), penggunaan jaring merah, kuning, dan pearl pada paprika dan tomat dapat meningkatkan hasil buah sebesar 15–40% dibandingkan jaring hitam. Penelitian oleh Juan *et al.* (2020) juga menunjukkan bahwa *shading net* berwarna meningkatkan kandungan padatan terlarut (SSC), fenolik total, dan kualitas warna kulit buah paprika, yang menandakan peningkatan nilai nutrisi dan estetika buah. Selain itu, jaring

berwarna terbukti menurunkan insiden gangguan fisiologis seperti *sunscald*, serta meningkatkan ukuran dan bobot buah di berbagai tanaman hortikultura.

Dari sudut pandang iklim mikro, penggunaan *shading net* berwarna terbukti mampu menurunkan suhu udara dan suhu kanopi, serta meningkatkan kelembaban relatif di sekitar tanaman dibandingkan kondisi tanpa naungan (Milenković *et al.*, 2013; Rasoli *et al.*, 2025). Berbagai studi menunjukkan bahwa jaring peneduh, terutama yang berwarna hitam atau fotoselektif tertentu, secara signifikan mengurangi intensitas radiasi matahari (termasuk PAR dan sebagian spektrum infra merah dan UV), sekaligus memodifikasi kualitas cahaya yang masuk sehingga memengaruhi efisiensi fotosintesis dan penggunaan air tanaman (Kotilainen *et al.*, 2018; Mashabela *et al.*, 2015). Spektrum dan intensitas cahaya yang diatur oleh *shading net* berwarna ini berkontribusi pada pengendalian pertumbuhan vegetatif, pembentukan kanopi, serta perkembangan buah, sehingga pemilihan warna dan tingkat kerapatan jaring menjadi strategi agronomis penting untuk meningkatkan hasil dan kualitas produk pertanian di lingkungan dengan radiasi tinggi (Austerman *et al.*, 2023; Costa *et al.*, 2010).

2.4 Umur Panen Buah Nanas Segar

Penentuan umur panen yang tepat merupakan faktor kunci untuk menjamin kualitas fisik dan kimia buah nanas MD-2 selama distribusi dan penyimpanan, karena tahap kemasakan saat panen sangat berpengaruh terhadap perkembangan karakteristik rasa, tekstur, dan stabilitas mutu selama penyimpanan dingin maupun suhu ruang (Steingass *et al.*, 2014). Studi tentang kemasakan panen dan penyimpanan menunjukkan bahwa kombinasi indeks umur panen dan warna kulit dapat digunakan untuk mengelola kompromi antara kestabilan pascapanen, kadar padatan terlarut, dan profil sensori, sehingga panen pada tahap kemasakan sedikit lebih muda masih memungkinkan tercapainya mutu konsumsi yang baik setelah periode penyimpanan tertentu (Ding dan Syazwani, 2015; Tamalea *et al.*, 2023). Dengan demikian, pengelolaan umur panen nanas MD-2 sebaiknya didasarkan pada kombinasi indikator waktu setelah pembungaan dan indeks warna kulit, yang

dikaitkan dengan tujuan pasar dan jarak distribusi, agar tercapai keseimbangan optimal antara kualitas, umur simpan, dan efisiensi usaha tani (Ong *et al.*, 2025).

Kriteria kemasakan panen nanas pada umumnya ditetapkan berdasarkan kombinasi indikator eksternal seperti perubahan warna kulit menuju kuning, kekerasan, dan aroma khas yang berkembang sejalan dengan peningkatan kematangan fisiologis (*physiological maturity*) dan mutu sensori buah (Steingass *et al.*, 2014; Ding dan Syazwani, 2015). Penelitian terkait tahap kemasakan dan mutu menunjukkan bahwa buah yang dipanen pada tingkat perubahan warna kulit menengah hingga lanjut masih dapat mempertahankan kualitas fisikokimia dan karakteristik rasa yang baik selama penyimpanan, selama penanganan pascapanen dilakukan secara hati-hati untuk mencegah kerusakan mekanis yang dapat menurunkan nilai jual (Steingass *et al.*, 2014). Oleh karena itu, pengaturan waktu panen nanas berdasarkan kombinasi umur fisiologis dan indeks warna kulit, disertai teknik panen yang meminimalkan memar dan stres panas, menjadi strategi penting untuk mempertahankan kesegaran, daya simpan, dan penerimaan konsumen di pasar segar maupun ekspor (Ding dan Syazwani, 2015).

Jenis bahan tanam dan teknik budidaya diketahui memengaruhi lama siklus produksi dan pola panen nanas, di mana perbedaan vigor dan ukuran bibit berkorelasi dengan kecepatan pertumbuhan vegetatif, waktu pembungaan, serta performa hasil pada siklus utama dan ratoon (Husin *et al.*, 2018; Reinhardt *et al.*, 2018). Tinjauan tentang manajemen kultur nanas juga menunjukkan bahwa sistem tanam satu siklus dan beberapa siklus *ratoon* dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi produksi, dengan durasi siklus utama umumnya lebih panjang dibandingkan *ratoon*, sehingga pengaturan pemupukan, kepadatan tanam, dan pengelolaan tunas menjadi penting untuk menjaga produktivitas dan kualitas buah pada panen berikutnya (Andrade *et al.*, 2021; Saboki dan Jafari, 2025). Dengan demikian, perencanaan umur panen nanas MD-2 sebaiknya mempertimbangkan asal bahan tanam, pola *ratoon*, dan tujuan pasar, agar tercapai keseimbangan antara kontinuitas produksi, mutu buah, dan efisiensi usaha tani (Andrade *et al.*, 2021).

2.5 Efek *Bagging* terhadap Kualitas Buah

Pengaplikasian *bagging* pada budidaya nanas telah dimanfaatkan luas untuk meningkatkan kualitas dan keamanan buah. Zhang *et al.* (2022) melaporkan bahwa penggunaan kantong polietilena dapat-mengembang pada nanas cv. MD2 secara signifikan mengurangi *sunburn* dan retak buah, sekaligus mempertahankan kadar padatan terlarut total dan menghasilkan warna kulit lebih seragam yang disukai pasar segar. Lestari *et al.* (2023) menguji beberapa bahan *bagging* pada nanas MD2 dan menemukan bahwa seluruh perlakuan *bagging* memodifikasi parameter visual seperti warna kulit dan daging buah tanpa menurunkan berat dan total padatan terlarut, sehingga *bagging* dipandang sebagai perlakuan prapanen yang aman untuk meningkatkan mutu komersial.

Dari sisi kualitas fisik dan fisiologis, Zhang *et al.* (2022) menegaskan bahwa *bagging* menurunkan kerusakan fisiologis dengan menciptakan iklim mikro lebih stabil di sekitar buah, yang menurunkan fluktuasi suhu dan paparan radiasi langsung sehingga mengurangi stres oksidatif pada jaringan kulit. Lestari *et al.* (2023) juga menunjukkan bahwa beberapa bahan *bagging* mampu mempercepat atau menunda penampakan kemasakan eksternal (perubahan warna kulit) tanpa mempengaruhi kadar kemanisan internal, sehingga teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk mengatur keseragaman umur panen dan penampilan buah pada berbagai segmen pasar.

Kajian *bagging* pada beragam komoditas buah yang dirangkum oleh Barth *et al.* (2021) memperkuat temuan artikel tersebut, dengan menyimpulkan bahwa *bagging* umumnya meningkatkan warna kulit, mengurangi cacat permukaan, dan menekan infestasi hama serta penyakit tanpa dampak negatif yang konsisten terhadap komponen mutu internal seperti gula dan asam organik. Dalam konteks nanas, manfaat tersebut sangat relevan karena buah tumbuh di posisi terbuka dan rentan terhadap *sunburn*, retak, dan kontaminasi debu maupun percikan tanah, sehingga perlindungan fisik melalui *bagging* berkontribusi langsung pada peningkatan persentase buah layak jual.

Lebih lanjut, literatur menempatkan *bagging* sebagai bagian dari strategi manajemen terpadu kualitas buah nanas, terutama pada kultivar ekspor seperti MD2 yang menuntut standar ketat untuk warna, ukuran, dan bebas cacat. Zhang *et al.* (2022) menekankan bahwa pengaturan waktu pemasangan dan pembukaan kantong menjadi kunci agar manfaat perlindungan tidak disertai penurunan akumulasi gula akibat pengurangan cahaya yang berlebihan. Lestari *et al.* (2023) menyarankan bahwa pemilihan bahan *bagging* yang tepat termasuk opsi kertas maupun plastik tipis dapat disesuaikan dengan tujuan spesifik seperti peningkatan penampilan kulit, pengurangan *sunburn*, atau penyesuaian umur panen, sehingga membuka ruang inovasi termasuk pemanfaatan bahan daur ulang yang lebih ramah lingkungan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

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

Penelitian dilakukan dalam kurun waktu 70-80 hari sebelum buah nanas dipanen, mulai dari Agustus hingga Oktober 2025. Waktu pengamatan dilakukan pada hari ke 1 setelah perlakuan dan saat panen.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nanas dewasa berumur 78 HSF (hari setelah *forcing*). Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah *shading net* berwarna hitam, putih, hijau, merah, dan biru dengan 40 *mesh*, timbangan, solar meter, refractometer, thermometer, pipet, erlenmeyer, alat pengukur diameter buah, kain, pisau, dan corong dll.

3.3 Metode Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 7 perlakuan, yaitu kontrol, *bagging*, dan 5 perlakuan warna *shading net*, terdapat 5 ulangan, pada masing-masing ulangan terdapat 6 unit sampel buah di setiap pengamatannya (Gambar 2). Masing-masing perlakuan memiliki *shading net* dengan ukuran 2 x 2 m dengan 24 unit tanaman nanas yang dipanen sesuai kriteria ekspor PT. Great Giant Pineapple.

Perlakuan yang diujikan adalah:

- A. : Kontrol tanpa penutup
- B. : *Bagging existing*, merupakan metode *bagging* di PT. GGP dengan menggunakan kertas coklat (kertas daur ulang dari *bagging*)

pisang) sebagai tudung (*cap*)

- C : *shading net* berwarna hitam
- D : *shading net* berwarna putih
- E : *shading net* berwarna merah
- F : *shading net* berwarna hijau
- G : *shading net* berwarna biru



(A)



(B)



(C)

Gambar 2. Perlakuan di lapang meliputi: perlakuan kontrol (A), perlakuan *bagging* (B), dan perlakuan 5 warna *shading net* pada buah nenas klon MD2 (C).

Pemasangan *shading net* (Gambar 2) dilakukan pada pagi hari sekitar pukul 08:00 WIB, pada umur buah 78 HSF untuk mencegah buah rusak akibat sinar matahari. Pada penelitian ini terdapat 210 satuan percobaan dari keseluruhan perlakuan dan ulangan. Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam dengan tingkat kepercayaan 95%. Analisis dilanjutkan dengan uji Tukey 5% menggunakan program statistika Minitab 22.

3.4 Alur Kegiatan

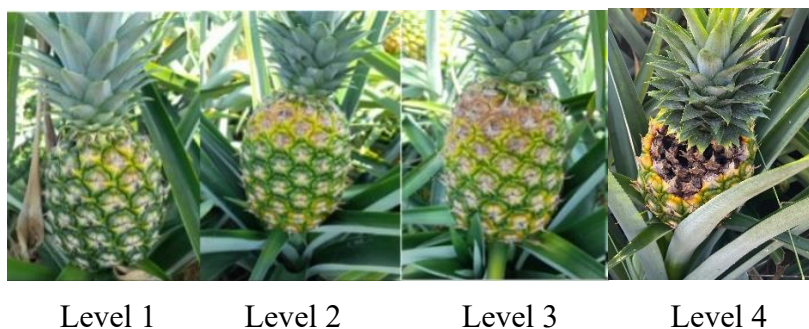
Alur kegiatan dari penelitian adalah sebagai berikut. Penelitian dilaksanakan di PG4 PT. Great Giant Pineapple, Lampung Timur, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan warna *shading net* terhadap kualitas dan umur panen buah nanas klon MD2. Kegiatan penelitian diawali dengan tahap persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan, kemudian dilanjutkan dengan pemilihan plot lahan yang sesuai dengan kondisi dan kriteria penelitian. Selanjutnya, dilakukan aplikasi perlakuan berupa penggunaan *shading net* sesuai dengan rancangan percobaan yang digunakan, yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pengamatan dilakukan secara berkala mulai dari hari pertama setelah perlakuan hingga masa panen, meliputi parameter yang telah ditentukan terkait kualitas buah. Data hasil pengamatan kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak Minitab 22, dengan uji lanjut Tukey pada taraf kepercayaan 95% untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan. Hasil analisis yang diperoleh selanjutnya disusun dalam bentuk publikasi ilmiah pada jurnal, serta digunakan sebagai bahan dalam penyusunan laporan akhir berupa tesis. Dengan demikian, seluruh rangkaian penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh *shading net* terhadap kualitas buah nanas MD2.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Pengukuran *sunburn*

Pengamatan *sunburn* pada buah nanas MD2 dalam penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada kriteria tingkat keparahan yang dijelaskan oleh Santos *et al.*

(2020), di mana luka bakar diklasifikasikan sampai level 4, yaitu berdasarkan kombinasi intensitas perubahan warna dan luas area permukaan yang terdampak (Gambar 3). Level 0 didefinisikan sebagai buah tanpa gejala *sunburn*, dengan permukaan kulit mempertahankan warna hijau normal tanpa adanya diskolorasi, sedangkan level 1 ditandai oleh menguning ringan pada area terbatas kulit buah yang masih sebagian kecil. Level 2 menggambarkan kondisi ketika area penguningan dan *browning* meluas dengan intensitas warna yang lebih kuat pada satu sisi buah, sementara level 3 menunjukkan bahwa hampir seluruh permukaan setengah buah atau lebih mengalami perubahan warna menjadi kuning kecokelatan disertai peningkatan keparahan kerusakan jaringan epidermis. Level 4 merupakan tingkat keparahan tertinggi, dicirikan oleh munculnya area nekrotik berwarna coklat gelap hingga kehitaman dan adanya kerusakan struktural berupa pecah atau retaknya korteks, sehingga buah pada kategori ini dianggap tidak layak untuk dipasarkan sebagai buah segar bermutu. Dengan menggunakan sistem klasifikasi ini, evaluasi *sunburn* dalam penelitian menjadi lebih terstandarisasi dan memungkinkan pemisahan yang jelas antara kejadian *sunburn* ringan yang masih dapat ditoleransi secara komersial dan kerusakan berat yang menyebabkan penurunan mutu dan penolakan produk.



Gambar 3. Kriteria level tingkat keparahan terjadinya *sunburn* pada nanas MD2

3.5.2 Umur panen

Penentuan umur panen buah nanas di PT. Great Giant Pineapple pada penelitian ini adalah dengan warna kulit buah atau *shell color* pada Gambar 1 kategori umur panen buah nanas untuk ekspor adalah nanas dengan warna kulit

buah atau *shell color* kategori 1 sampai 2 (SC 1 dan SC 2). Pada penelitian ini pemanenan dilakukan pada saat buah sudah mencapai *shell color* kategori 2.

3.5.3 Warna daging buah (*flesh color*)

Pengamatan warna daging buah dilakukan dengan cara membelah buah nanas menjadi dua bagian secara vertikal, lalu dilakukan pengukuran menggunakan penggaris dengan membandingkan panjang daging buah nanas yang berwarna kuning dengan panjang total buah nanas. Jika hasil perbandingan tersebut mendekati atau menunjukkan angka 1, maka dipastikan buah nanas berwarna kuning merata.

3.5.4 Bobot buah

Pengukuran bobot buah dilakukan menggunakan timbangan digital dengan satuan gram. Pengukuran dilakukan setelah buah dipanen.

3.5.5 Padatan terlarut total ($^{\circ}$ Brix)

Pengukuran $^{\circ}$ Brix atau total padatan terlarut menggambarkan tingkat kemanisan dan tingkat kematangan buah nanas. Langkah kerjanya adalah dengan menyediakan air perasan buah nanas dengan cara diambil bagian daging buah nanas, dipotong menjadi bagian yang lebih kecil, dan diperas buah nanas dengan menggunakan kain, air yang keluar ditampung di dalam wadah. Air perasan diteteskan secukupnya pada kaca sensor alat pengukur *Refractometer* (Atago, Automatic and Water Resistant - Master-20 X, Brix 0.0 ~ 20.0 %, Japan) dan dilihat kesejajaran garis biru pada alat tersebut sejajar dengan angka yang menunjukkan tingkat $^{\circ}$ Brix dari perasan buah nanas.

3.5.6 Kandungan asam tertitrasi (*acidity*)

Pengamatan kandungan asam tertitrasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman buah. Pengamatan dilakukan pada setiap buah dengan metode titrasi.

Daging buah diambil pada bagian tengah buah. Prosedur kerja yang dilakukan adalah larutan NaOH 0,1 N dimasukkan ke dalam tabung buret. 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. Setelah itu, cairan NaOH diteteskan ke dalam larutan sampel air perasan sambil digoyangkan hingga larutan tersebut berubah warna, titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna menjadi merah muda dalam suasana asam, kemudian volume NaOH yang digunakan dicatat. Rumus yang digunakan untuk menghitung asam bebas dari perasan nanas tersebut sebagai berikut dengan 0,064 merupakan *miliequivalent factor* pada asam *predominant (citric acid)*:

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

3.5.7 Pengukuran vitamin C

Pengukuran vitamin C dilakukan dengan metode titrimetric 2,6-dichloroindophenol *Association of Official Analytical Chemist* (AOAC, 1967). Adapun prosedur kerjanya adalah dengan memasukkan larutan reagen 2,6-dichloroindophenol ke dalam tabung buret gelap. Setelah itu, sampel perasan buah nanas diambil sebanyak 5 ml ke dalam tabung erlenmayer, kemudian larutan HPO_3 dimasukkan sebanyak 2 ml ke dalam larutan sampel. Lalu, cairan reagen 2,6-dichloroindophenol diteteskan ke dalam larutan sampel air perasan sambil digoyangkan hingga larutan tersebut berubah warna menjadi pink muda. Volume reagen 2,6-dichloroindophenol yang digunakan kemudian dicatat dan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Vit C mg/l} = (x-b) \times D \times 1000 / V$$

Keterangan:

x: ml titrasi sampel

b: ml titrasi blanko (0)

D: dye factor

V: volume sampel

Untuk mendapatkan nilai dye factor (D) menggunakan rumus berikut:

$$\text{Dye Faktor} = C / a - b$$

Keterangan:

C : volume larutan *standar* (askorbat acid) yang digunakan untuk titrasi

a : ml titrasi larutan *standar*

b : ml titrasi blanko (0)

3.5.8 Pengukuran kekerasan buah (*firmness*)

Pengukuran kekerasan buah baik pada daging maupun pada *core* buah dilakukan secara kuantitatif menggunakan penetrometer (Fruit Penetrometer GY-4).

Prinsip kerja dari penetrometer adalah mengukur kedalaman tusukan dari jarum penetrometer per bobot beban tertentu dalam waktu tertentu (mm/g/s).

3.5.9 Pengukuran panjang buah

Panjang buah diukur manual dengan menggunakan penggaris dari pangkal sampai ujung atas buah dengan tidak menyertakan mahkota buah nanas.

3.5.10 Pengukuran diameter buah

Pengukuran diameter buah diukur dengan jangka sorong pada bagian tengah buah nanas.

3.5.11 Pengukuran panjang *crown*

Panjang *crown* diukur manual dengan menggunakan penggaris dari pangkal sampai ujung *crown* buah nanas.

3.5.12 Pengukuran suhu buah

Suhu buah diukur dengan menggunakan thermogun KRISBOW - InfraRed Thermometer 102066574 (-50 to 380°C / -58 to -716°F). Pengukuran suhu

dilakukan setiap 2 kali seminggu pada kisaran pukul 10.00 -14.00 WIB.

Pengukuran dilakukan dengan cara menembakkan infra merah dari thermogun ke permukaan bagian tengah buah nanas dengan jarak 1 cm.

3.5.13 Pengukuran suhu lingkungan perlakuan

Pengukuran suhu lingkungan pada perlakuan dilakukan secara bersamaan dengan pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter digital yang dilengkapi sensor suhu. Lux meter ditempatkan pada posisi setinggi tajuk tanaman, dengan sensor cahaya menghadap ke arah datangnya radiasi matahari, sedangkan sensor suhu mencatat suhu udara di sekitar kanopi tanaman. Pengukuran dilakukan pada jam yang sama setiap kali pengamatan (antara pukul 10.00–14.00 WIB) untuk meminimalkan variasi harian, dan alat dibiarkan stabil selama beberapa detik sampai angka suhu dan intensitas cahaya pada layar tidak berubah sebelum dicatat.

3.5.14 Intensitas cahaya

Pengukuran intensitas cahaya menggunakan alat luxmeter, yang juga dikenal sebagai *light meter*. Luxmeter mengukur tingkat pencahayaan dalam satuan lux, yang merupakan jumlah cahaya yang mencapai suatu permukaan per satuan luas.

3.5.15 Hasil akumulasi cuaca

Data akumulasi cuaca lingkungan sekitar PT.Great Giant Pineapple diambil menggunakan *Automatic Weather Station (AWS)*. *Automatic Weather Station (AWS)* merupakan stasiun cuaca otomatis yang didesain untuk mengukur dan mencatat parameter-parameter meteorologi secara otomatis.

3.6 Nilai minimum standar kualitas buah nanas MD-2

Penelitian ini merujuk pada nilai minimum standar kualitas buah nanas MD-2 yang ditetapkan oleh PT. Great Giant Pineapple dan beberapa sumber lainnya sebagai yang tercantum pada tabel

Tabel 1. Nilai minimum standar kualitas buah nanas MD-2

Variabel	Nilai minimum standar praktis / kisaran acuan	Standar PT. Great Giant Pineapple
<i>Sunburn</i> (level)	Kelas ekspor: $\leq 4\%$ luas permukaan (Class I), hampir 0% untuk Extra; domestik bisa sampai $\pm 8\%$ (Codex STAN 182-1993; UNECE FFV-49, 2012)	Kategori berat: diameter $> 7,6$ cm atau > 4 mata (reject)
SC1 (HSF)	Indeks kematangan ekspor: warna kulit mulai kuning dari dasar, TSS (Brix) sudah $\geq 14^\circ$ pada MD2 (GreenLab Biotechnology, 2025; Rahim <i>et al.</i> , 2012)	$> 0\%$ s/d 10%
SC2 (HSF)	100–170 hari setelah forcing; panen SC2 saat warna kuning lebih luas dan parameter mutu tercapai (Rahim <i>et al.</i> , 2012; Ziaurrahman <i>et al.</i> , 2024)	$> 10\%$ s/d 20%
Bobot buah (g)	Codex: ≥ 700 g; praktik ekspor MD2: ≈ 1300 – 2500 g per buah (Codex STAN 182-1993; GreatFarmer, 2025)	1.100–3.000 g (1,1–3 kg)
Diameter buah (cm)	Praktik ekspor MD2: $\approx 10,5$ – 15 cm untuk kelas utama (UNECE FFV-49, 2012; GreatFarmer, 2025)	10,5–15 cm
Panjang buah (cm)	Praktik ekspor MD2: ≈ 13 – 20 cm (GreatFarmer, 2025; GreenLab Biotechnology, 2025)	Simetris
Panjang <i>crown</i> (cm)	Rasio crown: buah ≈ 50 – 150% panjang buah; di bawah 50% atau di atas 150% ditolak kelas atas (Codex STAN 182-1993; UNECE FFV-49, 2012)	1:1 dengan panjang buah
<i>Flesh color</i> (%)	Minimal $\approx 50\%$ daging berwarna kuning merata (<i>light–deep yellow</i>) untuk standar ekspor (Rahim <i>et al.</i> , 2012; Ziaurrahman <i>et al.</i> , 2024)	Min 50% (FC)

Tabel 1. (lanjutan)

Kekerasan daging buah (N)	Tidak ada angka resmi; disyaratkan "firm", cukup keras untuk tahan penanganan; ambang N ditetapkan internal perusahaan (Rahim <i>et al.</i> , 2012)	(tidak ditetapkan angka)
Kekerasan core buah (N)	Tidak ada angka resmi; core harus "firm", tidak lembek; ambang N ditetapkan internal perusahaan (Rahim <i>et al.</i> , 2012)	(tidak ditetapkan angka)
Brix (%)	Codex: $\geq 12^\circ$ Brix; praktik ekspor MD2: $\approx 14-16^\circ$ Brix (Codex STAN 182-1993; GreenLab Biotechnology, 2025)	Min 14° Brix
Acidity (%)	Praktik MD2: $\approx 0,4-0,8\%$ asam sitrat; nilai minimum $\pm 0,4\%$ agar rasa tidak terlalu datar (GreatFarmer, 2025; GreenLab Biotechnology, 2025)	0,4–0,6%
Vitamin C (mg/L)	Nanas umumnya: ≥ 200 mg/L; MD2 ditargetkan $\geq 300-400$ mg/L sebagai batas mutu internal (GreenLab Biotechnology, 2025)	> 300 mg/L

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Penerapan *shading net* berwarna dan *bagging* terbukti menurunkan kejadian *sunburn* secara sangat signifikan dibanding tanpa perlakuan, memodifikasi iklim mikro (suhu dan intensitas cahaya), serta mempengaruhi umur panen dan mutu fisiologis buah nanas MD-2;
2. *Shading* hijau dan biru memberikan perlindungan paling efektif terhadap *sunburn* dan menghasilkan lingkungan yang lebih sejuk dan stabil, sedangkan *shading* merah, putih, dan hitam cenderung memperlambat pencapaian kematangan SC1 dan SC2 dibanding kontrol sehingga umur panen menjadi lebih panjang.

5.2 Saran

Perlu dievaluasi kombinasi intensitas dan warna *shading* yang lebih variatif (misalnya 20, 35, 50, 70%) untuk menentukan ambang optimal yang mampu menekan *sunburn* tanpa menurunkan kualitas fisik–kimia buah, termasuk brix, acidity, kekerasan, dan vitamin C, kemudian penelitian lanjutan dapat diarahkan pada aspek molekuler, misalnya ekspresi gen terkait biosintesis karotenoid, asam organik, dan vitamin C pada buah nanas di bawah perlakuan *shading* yang berbeda, sehingga mekanisme dasar perubahan warna daging, keasaman, kekerasan, dan kandungan antioksidan dapat dipahami secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad S. M., dan Hanina, R. 2020. Pengaruh konsumsi nanas terhadap pH saliva manusia. *Jurnal Kesehatan Gigi*. 8(1): 15–21. doi:10.33024/jkg.v8i1.2850
- Alavijeh, M. R., Ghasemi, E., and Hashemi, M. 2025. Introducing an efficient protocol for micropropagation high-quality pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) cv. MD2. *Journal of Applied Horticultural Science*. 27(1): 15–24. doi:10.1016/j.japh.2025.01.003
- Ali, F. Y., Rahmawati, S., dan Lestari, S. 2022. Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.). *RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian*. 6(1): 44–51. doi:10.35891/radikula.v6i1.1872
- Ali, M. M., Anwar, R., Yousef, A. F., Li, B., Luvisi, A., De Bellis, L., Aprile, A., and Chen, F. 2021. Influence of bagging on the development and quality of fruits. *Plants*. 10(2): 358. doi:10.3390/plants10020358
- Alkalai-Tuvia, S., Perzelan, Y., Aharon, Z., Harel, D., and Hanech, E. 2014. The influence of colored shade nets on pepper yield and fruit quality. *Journal of Horticultural Science*. 89(3): 215–222. doi:10.1080/14620316.2014.11513073
- Arani, S. M., Rahman, S., and Aziz, N. A. 2025. Degradation kinetics of the physicochemical and phytochemical properties of MD2 pineapple juice during thermal processing and storage. *Sains Malaysiana*. 54(9): 2147–2159. <https://doi.org/10.17576/jsm-2025-5409-04>
- Araújo, H. S. de, do Carmo, S. A., dos Santos, N. C. B., Freitas, P. G. N., and Purquerio, L. F. V. 2021. Effect of shading screens on the production and quality of ‘Smooth Cayenne’ pineapple. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 51: e69594. doi:10.1590/1983-40632021v5169594
- Austerman, P., Torres, A. P., and Lopez, R. G. 2023. Height control of greenhouse-grown pansy using colored shade nets. *HortTechnology*. 33(1): 36–44. doi:10.21273/HORTTECH05105-22
- Biswas, S. K., Tarafdar, J. C., and Mandal, J. 2007. Colored shade nets modify light quality and improve growth and yield of horticultural crops. *Acta Horticulturae*. 761: 349–356. International Society for Horticultural Science. Available at: <https://www.actahort.org/help/761.htm>

- Ben-Yakir, D., Offir, Y., Shahak, Y., and Kigel, J. 2012. Colored shading nets impede insect invasion and reduce virus incidence in pepper and tomato crops. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 144(3): 249–257. doi:10.1111/j.1570-7458.2012.01291.
- BPS. 2023. *Buah-buahan yang Banyak Dihasilkan di Indonesia*. Diakses pada 13 mei 2025 dari: <https://indonesiabaik.id/infografis/buah-buahan-yang-banyak-dihasilkan-di-indonesia>.
- Codex Alimentarius Commission. 1993. *Codex Standard for Pineapples (CODEX STAN 182-1993)*. Revised 1999; Amended 2005, 2011. Rome: FAO/WHO. (Diakses 23 Desember 2025). https://www.fao.org/input/download/standards/313/CXS_182e.pdf
- Costa, J. M., Heuvelink, E., and Carvalho, S. M. P. 2010. On the improvement of crop management under protected cultivation: The role of *shading* screens. *Acta Horticulturae*. 893: 47–59. doi:10.17660/ActaHortic.2010.893.3
- Díaz-Pérez, J. C., and John, K. M. 2022. Color shade nets affect plant growth and seasonal leaf quality of kale. *Plants*. 11(3): 365. doi:10.3390/plants11030365
- Ding, P., and Syazwani, S. 2015. Maturity stages affect antioxidant activity of ‘MD2’ pineapple (*Ananas comosus* L.). *Acta Horticulturae*. 1088: 223–226. doi:10.17660/ActaHortic.2015.1088.34
- Direktorat Jenderal Hortikultura. 2024. *Buku Pedoman Budidaya Nenas*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Diakses pada 14 mei 2025 dari https://hortikultura.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2024/10/Buku-Pedoman-Budidaya-Nenas_watermark.pdf
- Esmailpour, A., Karami, E., and Ghasemi, A. 2023. Effects of shading nets on physiological and microclimatic characteristics of grapevine. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*. 24(2): 213–227. doi:10.22059/ijhst.2023.35123
- Fauzana, A. 2022. Penetapan kadar vitamin C buah nenas segar (*Ananas comosus* L. Merr.) dengan metode spektrofotometri UV. *Jurnal Online Psikologi & Sains (JOPS)*. 5(2): 84–90. doi:10.36341/jops.v5i2.2483
- Fischer, G., Melgarejo, L. M., and Ramírez, F. 2022. Sunburn disorder in tropical and subtropical fruits: A review. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 16(3): e15703. doi:10.17584/rcch.2022v16i3.15703
- George, D. S., Razali, Z., and Somasundram, C. 2015. Physiochemical changes during growth and development of Sarawak pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr. cv. Sarawak). *Journal of Food Science and Technology*. 52(4): 2365–2373. doi:10.1007/s13197-014-1324-2

- Gilbert, L. D. 2014. Effect of coloured shade nets and plastics on eucalyptus hybrid mini-hedge stock plant morphology and subsequent cuttings rooting potential. *South African Journal of Plant and Soil*. 31(1): 1–5. doi:10.1080/02571862.2013.869372
- González, H. A., Ramírez, J. A., and Vargas, A. M. 2024. Relationship between the incidence of sunburn fruits of pineapple ‘MD-2’ and its thermal environment. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 18(2): e19024. doi:10.17584/rcch.2024v18i2.19024
- GreatFarmer. 2025. The golden solution for the export pineapple supply chain (MD2 pineapple quality standards for export). *GreatFarmer*. Diakses 23 Desember 2025, dari <https://greatfarmer.com.vn/md2-pineapple-export-solution/>
- GreenLab Biotechnology. 2025. *MD-2 pineapple Technical data sheet*. GreenLab. Diakses 23 Desember 2025, dari https://greenlab-biotechnology.com/wp-content/uploads/2025/01/TDS_Pineapple-md2_1_V2.pdf
- Hossain, M. F. 2016. World pineapple production: An overview. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 16(4): 11443–11456. doi:10.18697/ajfand.76.15620
- Iglesias, I., and Alegre, S. 2006. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature and quality of ‘Mondial Gala’ apples. *Journal of Applied Horticulture*. 8(2): 91–100. <https://www.horticultureresearch.net/anti-hailnets.pdf>
- Ilić, Z. S., Milenković, L., Šunić, L., and Fallik, E. 2017. Effect of shading by coloured nets on yield and fruit quality of sweet pepper. *Zemdirbyste-Agriculture*. 104(1): 53–62. doi:10.13080/z-a.2017.104.007
- Juan, A. C., Valenzuela, M. L., and Ayala-Tafoya, F. 2020. Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit yield and quality under different colored shade nets. *HortScience*. 55(2): 182–187. doi:10.21273/HORTSCI14508-19
- Karakterisasi dan Evaluasi Beberapa Aksesi Nanas. 2021. *Buletin Plasma Nutfah*. 27(1): 13–22. doi:10.21082/bltn.v27n1.2021.p13-22
- Kishore, K., Reddy, P. V. R., Reddy, K. C. S., and Reddy, A. G. K. 2021. Influence of shade intensity on growth, biomass allocation, yield and fruit quality of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) grown as an intercrop. *Scientia Horticulturae*. 280: 109920. doi:10.1016/j.scienta.2021.109920
- Kishore, K., Tiwari, K. N., Singh, V. K., and Singh, A. 2021. Influence of shade intensity on growth, biomass allocation and yield of pineapple in the eastern tropical region of India. *Scientia Horticulturae*. 277: 109812. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109812>

- Kotilainen, T., Aphalo, P. J., Brelford, C. C., Tähtiharju, J., and Robson, T. M. 2018. Light quality characterization under climate screens and shade nets for controlled-environment agriculture. *PLOS ONE*. 13(6): e0199628. doi:10.1371/journal.pone.0199628
- Kravchenko, A. V., Arabia, A., and Kuznetsov, V. V. 2024. Ascorbic acid as a master redox regulator of fruit ripening. *Food Chemistry*. 437: 137744. doi:10.1016/j.foodchem.2024.137744
- Lestari, R. R., Widodo, S. E., and Waluyo, S. 2023. Effects of fruit *baggings* as preharvest treatments on the shell color and *sunburn* severity of pineapple. *Acta Innovations*. 54(2): 87–97. doi:10.32933/actainnovations.54.4
- Lestari, R. R., Widodo, S. E., and Waluyo, S. 2023. Effects of fruit *baggings* as preharvest treatments on the fruit quality of pineapple ‘MD-2’. *Acta Innovations*. 50: 41–45. <https://doi.org/10.62441/actainnovations.v50i.332>
- Li, F., Wu, Z., Zhang, Y., and Wu, H. 2024. Elucidation of pineapple softening based on cell wall modification during ripening. *Frontiers in Plant Science*. 15: 211–225. doi:10.3389/fpls.2024.1335497
- Lopes, C. M., Teixeira, A. R., and Santos, J. C. 2014. Effect of *shading* screens on the production and quality of ‘Smooth Cayenne’ pineapple. *Scientia Horticulturae*. 174: 1–8. doi:10.1016/j.scienta.2014.05.008
- Luketsi, W. P. 2017. Karakteristik fisik dan kimia buah nanas pada tingkat kematangan berbeda. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 5(2): 66–73. doi:10.29244/jtep.5.2.66-73
- Manik, T. K., Rahmat, A., and Dewi, W. S. 2019. Investigating local climatic factors that affected pineapple quality. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology* 4(3): 768–776. doi:10.22161/ijeab.4.3.18
- Martínez-Conde, J., Venegas, H., García, J., and González, R. 2024. The impact of shade netting and fertilization on pineapple yield and fruit quality. *Agronomy*. 14(5): 1027. doi:10.3390/agronomy14051027
- Mashabela, M. N., Selahle, K. M., Sivakumar, D., Soundy, P., & Jifon, J. 2015. Colored shade netting alters postharvest fruit quality in ‘Hass’ avocado. *Scientia Horticulturae*. 192: 380–386. doi:10.1016/j.scienta.2015.06.020
- Maya Syafira, M. 2024. Penetapan kadar vitamin C dalam sari buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dengan metode spektrofotometri UV. *Jurnal OBAT*. 2(2): 25–30. doi:10.61132/obat.v2i2.345
- Milenković, L., Šunić, L., Đurovka, M., Gvozdrenović, Đ., and Fallik, E. 2013. Influence of color shade net on the climate conditions, growth and yield of

- sweet pepper. *Acta Horticulturae*. 1015: 385–392.
doi:10.17660/ActaHortic.2013.1015.51
- Ming, R., VanBuren, R., Wai, C. M., Tang, H., Schatz, M. C., Bowers, J. E., and Van de Peer, Y. 2015. The pineapple genome and the evolution of CAM photosynthesis. *Nature Genetics*. 47(12): 1435–1442.
<https://doi.org/10.1038/ng.3435>
- Naschitz, S., Naor, A., Sax, Y., Shahak, Y., and Rabinowitch, H. D. 2015. Photo-oxidative sunscald of apple: Effects of temperature and light on fruit peel photoinhibition, bleaching and short-term tolerance acquisition. *Scientia Horticulturae*. 197: 5–16. doi:10.1016/j.scienta.2015.01.002
- Nasution, A. Y. 2021. Validasi metode analisis vitamin C pada buah dan keripik nanas secara spektrofotometri UV-Vis. *Kimia dan Farmasi Indonesia*. 8(1): 16–22. doi:10.26874/kjif.v8i1.251
- Neri, J. C., Mori, R. M., and Rebolledo-Martínez, A. 2021. Effect of planting density on the agronomic performance and fruit quality of three pineapple cultivars (*Ananas comosus* L. Merr.). *International Journal of Agronomy*. 2021: 5559564. <https://doi.org/10.1155/2021/5559564>
- Nukuntornprakit, K., Sosrodjojo, H. D., dan Puspitasari, H. 2015. Efek perlakuan precooling dan coating terhadap chilling injury dan tekstur buah nanas ‘Queen’. *Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian*. 13(2): 117–126.
doi:10.31849/agritekno.v13i2.13252
- Ong, M. K., Chai, M. F., and Lim, Y. Y. 2025. Effects of polyhalite and doses application after anthesis on yield, quality and postharvest storage shelf life of MD2 pineapples. *Journal of Food Quality*. 2025: 1293311.
<https://doi.org/10.1155/2025/1293311>
- Park, Y. S., Schrader, L. E., and Racsko, J. 2023. Decision support strategy for preventing *sunburn* in fruit crops under high temperature and solar radiation. *Scientia Horticulturae*. 313: 111944.
doi:10.1016/j.scienta.2023.111944
- Paull, R. E., and Chen, N. J. 2018. Pineapple: Post-harvest operations. *Food and Agriculture Organization*. 36(2): 45–59.
doi:10.13140/RG.2.2.29434.90564
- Perron, N., Leverett, A., and Borland, A. M. 2024. Bringing CAM photosynthesis to the table: Paving the way for climate-resilient crops. *Current Opinion in Plant Biology*. 77: 102420. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2023.102420>
- PPID Provinsi Lampung. 2023. *Lampung Jadi Provinsi Penghasil Nanas Terbesar Di Indonesia 2022*. Diakses pada 13 mei 2025 dari:

<https://ppid.lampungprov.go.id/detail-post/Lampung-Jadi-Provinsi-Penghasil-Nanas-Terb Besar-Di-Indonesia-2022>

- Prabha, S., Manisha, Tiwari, R., and Shukla, P. 2018. Effect of fruit *bagging* on physico-chemical properties of pineapple cv. Mauritius. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(Special Issue): 100–107. doi:10.20546/ijcmas.2018.711.012
- Prabha, S., Manisha, Tiwari, R., and Shukla, P. 2022. Effect of fruit *bagging* on physico-chemical properties of pineapple cv. Mauritius. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 11(12): 100–107. doi:10.20546/ijcmas.2022.1112.012
- Prambudi, H. 2019. Perbandingan kadar vitamin C pada buah nanas madu (*Queen*) dan nanas Subang (*Cayenne*) yang dijual di Pasar Kanoman Kota Cirebon. *Syntax Literate*. 4(1): 25–32. doi:10.36418/syntax-literate.v4i1.589
- Primadani, R., dan Maghfoer, M. D. 2018. Pengaruh sinar lampu fluorescent dan lama penyinaran terhadap pertumbuhan bibit nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cv. ‘Smooth Cayenne’. *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(2): 298–307. doi:10.24198/jpt.v6i2.650
- Putri, H. A., dan Zulkarnain, A. K. 2022. Evaluasi aktivitas tabir surya dan stabilitas fisik ekstrak kulit buah nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) dalam sediaan topikal. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 20(1): 45–55. doi:10.15416/jifi.v20i1.4556
- Racsko, J., and Schrader, L. E. 2012. *Sunburn* of apple fruit: Historical background, recent advances and future perspectives. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 31(6): 455–504. doi:10.1080/07352689.2012.696453
- Rahman, A. B., Ahmad, M. A., and Jalil, A. 2023. In vitro regeneration and acclimatization of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr. var. MD2) under different substrate and fertilizer regimes. *Food Research*. 7(2): 320–331. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(2\).010](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(2).010)
- Rahman, H. M., Ahmad, A., Raza, A., Hasnain, M. U., Alharby, H. F., Alzahrani, Y. M., Bamagoos, A. A., Hakeem, K. R., Ahmad, S., Nasim, W., Ali, S., Mansour, F., and El Sabagh, A. 2022. Impact of climate change on agricultural production; issues, challenges, and opportunities in Asia. *Frontiers in Plant Science*. 13: 925548. doi:10.3389/fpls.2022.925548
- Rahim, A. H., Zainal, B., and Norhayati, H. 2012. Storage quality of ‘MD2’ pineapple (*Ananas comosus* L.) fruits. *Acta Horticulturae*. 1012: 947–954. https://www.ishs.org/ishs-article/1012_121

- Rashima, S., Osman, H., and Hassan, C. Z. 2019. Physicochemical properties and sensory acceptability of MD2 pineapple at different ripening stages. *Food Research*. 3(3): 230–238. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(3\).060](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(3).060)
- Rebolledo-Martínez, A., Neri, J. C., and Ruiz-García, A. 2023. Effect of pineapple cultivar and planting density on N, P, and K content during plant development and at harvest. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 26(1): e4539. <https://doi.org/10.56369/tsaes.4539>
- Retamales, J. B., Montecino, J. M., Lobos, G. A., and Rojas, L. A. 2008. Colored shading nets increase yields and profitability of highbush blueberries. *Acta Horticulturae*. 770: 193–197. doi:10.17660/ActaHortic.2008.770.24
- Rizal, A., Kurniawan, E., dan Sari, D. 2021. Uji kualitas buah nanas MD2 tanpa mahkota pada berbagai tingkat kematangan. *Planta Simbiosa*. 3(2): 45–53. doi:10.36987/jps.v3i2.4236
- Rohazrin, W., Chan, Y. K., and Chen, N. J. 2016. Pineapple maturity indices and quality changes during ripening. *Acta Innovations*. 50: 41–45. doi:10.32726/50-4-2016-03
- Sabtu, S. N. S., Ahmad, S. H., Kadir, J., and Yusof, M. T. 2022. Physical and chemical properties of pineapple fruit of cv. MD2 at different maturity stages. *Malaysian Applied Biology Journal*. 51(2): 143–152. doi:10.55230/mabjournal.v51i2.2350
- Sadiga, M. S., Salim, R., and Mulyani, D. 2023. Klasifikasi tingkat kematangan buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) varietas Tangkit dengan metode pengolahan citra digital. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 11(2): 85–94. doi:10.24843/JTEP.2023.v11.i02.p04
- Sernita, S. 2017. Perbandingan kadar vitamin C pada nanas kaleng dan nanas segar. *Jurnal Analisis Kesehatan*. 3(1): 27–30. doi:10.33024/jak.v3i1.552
- Shafawi, N. A., Ahmad, S. H., and Kadir, J. 2020. Reducing sunburn incidence in MD2 pineapple using chemical pre-harvest treatment to overcome post-harvest losses in Malaysia. *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*. 10: 69–78. doi:10.35631/IJAFFP.101007
- Shahak, Y., Gal, E., Offir, Y., and Ben-Yakir, D. 2008. Improving solar energy utilization, productivity and fruit quality in orchards and vineyards by photoselective netting. *Acta Horticulturae*. 772: 65–72. doi:10.17660/ActaHortic.2008.772.6
- Shahak, Y., Gussakovsky, E. E., Gal, E., and Ganelevin, R. 2004. ColorNets: Crop protection and light-quality manipulation in one technology. *Acta Horticulturae*. 659: 143–151. doi:10.17660/ActaHortic.2004.659.17

- Shourove, J. H., Azam, M. S., Rahman, M. M., and Sharif, M. T. 2020. Physicochemical and sensory properties of pumpkin–MD2 pineapple juice blends. *American Journal of Food Science and Technology*. 8(3): 99–106. <https://doi.org/10.12691/ajfst-8-3-3>
- Shwet Prabha, S., Manisha, Tiwari, R., and Shukla, P. 2022. Effect of fruit *bagging* on physico–chemical properties of pineapple cv. Mauritius. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 11(12): 100–107. doi:10.20546/ijcmas.2022.1112.012
- Silva, B. S., Maia, V. M., dos Santos, S. R., Pegoraro, R. F., Ferreira, E. A., and Azevedo, A. M. 2024. Technologies for reducing water consumption by pineapples in the semi-arid region. *Ciência Rural*. 54(9): e20230271. doi:10.1590/0103-8478cr20230271
- Stamps, R. H. 2008. Differential effects of colored shade nets on three cut foliage crops. *Acta Horticulturae*. 770: 169–176. doi:10.17660/ActaHortic.2008.770.21
- Steingass, C. B., Jutzi, M., Müller, J., and Carle, R. 2014. Influence of harvest maturity and fruit logistics on pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) volatiles assessed by headspace solid phase microextraction and gas chromatography–mass spectrometry. *Food Chemistry*. 150: 382–391. doi:10.1016/j.foodchem.2013.10.151
- Sugiura, T., Yokota, A., and Kawasaki, K. 2023. Relationship between acid and soluble solid content in pineapple fruit and environmental factors. *Horticultural Journal*. 92(3): 291–298. doi:10.2503/hortj.QH-055
- Sundari, I. 2019. Karakterisasi morfologi dan kualitas buah nanas di Kabupaten Siak. *Jurnal Agroteknologi*. 13(2): 120–132. doi:10.24252/jat.v13i2.2019
- Tamalea, F., Ahmad, S. H., and Kadir, J. 2020. *Shading net* as preharvest treatment to reduce *sunburn* and improve quality of MD2 pineapple. *Food Research*. 4(5): 189–198. doi:10.26656/fr.2017.4(5).060
- Tamalea, R., Cano-Reinoso, D., and Wibowo, S. 2023. Responses of MD2 pineapple to postharvest application of calcium on shelf life and quality attributes. *Food Research*. 7(3): 450–461. doi:10.26656/fr.2017.7(3).130
- United Nations Economic Commission for Europe. 2011. *Comparison standard of pineapple (UNECE vs Codex)*. UNECE. Diakses 23 Desember 2025, dari https://unece.org/DAM/trade/agr/promotion/2011_Thailand/ComparisonUNECE_CodexStdsPineapple_Surapong.pdf
- United Nations Economic Commission for Europe. 2012. *UNECE standard FFV-49 concerning the marketing and commercial quality control of pineapples (FFV-49: Pineapples)*. UNECE. Diakses 23 Desember 2025, dari

https://unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/standard/fresh/FFV-Std/English/49_Pineapples.pdf

- Villalobos, R., Cardona, W. A., and Fischer, G. 2023. Why do we need more research on pineapple (*Ananas comosus* L.) *Revista Brasileira de Fruticultura*. 45(1): e-163. doi:10.1590/0100-29452023-163
- Watanawan, A., Watanawan, C., and Jarunate, J. 2008. Bagging ‘Nam Dok Mai #4’ mango during development affects color and fruit quality. *Acta Horticulturae*. 787: 325–328. doi:10.17660/ActaHortic.2008.787.40
- Weifeng, Z., Weixiu, Y., Zhiling, M., Xiaoyan, Z., Ligu, C., Shenghui, L., and Yanfang, Z. 2020. Effects of time and height of *shading* on yield and quality of pineapple. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 512: 012101. doi:10.1088/1755-1315/512/1/012101
- Widodo, S. E., Lestari, R. R., and Waluyo, S. 2024. Fruit qualities of two export-quality pineapple clones MD2 and Smooth Cayenne under tropical conditions. *Advances in Agricultural Science*. 12(2): 101–110. doi:10.2991/aas.k.240502.001
- Woolf, A. B., and Ferguson, I. B. 2000. Postharvest responses to high fruit temperatures in the field. *Postharvest Biology and Technology*. 21(1): 7–20. doi:10.1016/S0925-5214(00)00160-0
- Xu, C. X., Chen, H. B., Huang, R. Y., and He, Y. J. 2008. Effects of *bagging* on fruit growth and quality of carambola. *Acta Horticulturae*. 773: 195–200. doi:10.17660/ActaHortic.2008.773.24
- Xu, H. X., Chen, J. W., and Xie, M. 2010. Effect of different light transmittance paper bags on fruit quality and antioxidant capacity in loquat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90(11): 1783–1788. doi:10.1002/jsfa.4011
- Zha, Q., Xi, X., Yin, X., He, Y., and Jiang, A. 2021. Colored shade nets can relieve abnormal fruit softening and premature leaf senescence of ‘Jumeigui’ grapes during ripening under greenhouse conditions. *Agronomy*. 11(1): 67. doi:10.3390/agronomy11010067
- Zhang, Y., Yang, H., Wei, D., and Qin, C. 2022. Expandable polyethylene bag can improve fruit quality of pineapple cv. ‘MD-2’. *Ciência Rural*. 52(6): e20210665. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210665>
- Ziaurrahman, M., Mohamad, N. H., and Rahman, N. A. 2024. Responses of GP3 and MD2 pineapple clones to the application of different coating materials as postharvest treatments. *Food Research*. 8(4): 48–58. <https://www.myfoodresearch.com/vol-89474issue-4.html>