

**PENGARUH JENIS KLON DAN TINGKAT KETUAAN TERHADAP
LAJU PERUBAHAN MUTU BUAH PISANG CAVENDISH (*Musa
acuminata Cavendish*) SELAMA PENYIMPANAN**

(SKRIPSI)

Oleh

SALSA DINARA PANGESTU



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

THE EFFECT OF CLONES AND MATURITY LEVELS ON THE QUALITY OF CAVENDISH BANANA (*Musa acuminata Cavendish*) DURING STORAGE

By

SALSA DINARA PANGESTU

Banana (*Musa sp.*) is a tropical fruit that is highly sought after by consumers in many countries because of its taste, nutrition and relatively affordable price. One type of banana plants that is cultivated is the Cavendish banana (*Musa acuminata C.*). The aims of this research were to determine the effect of Cavendish banana clone on the rate of maturity and quality of the fruit during storage and to determine the effect of maturity stage of the Cavendish banana on the rate of quality change of the fruit during storage. This research used bananas picked from PT Great Giant Pineapple in PG4 East Lampung with the number of plant leaves during cultivation conditioned on 2 weeks before harvest of 5 leaves. Sample banana fruit was harvested at 10 weeks after cutting the heart. The banana clones used were CJ50, CJ301, and CJ40. Banana samples used in the research were taken from several hand in a bunch, namely hand 2, 4, 6, and 8. Banana samples were stored in vacuum plastic packaging in a box at a temperature of 16°C for 49 days. The results show that the differences in the Cavendish banana clone affect significantly to the rate of ripening and fruit quality during storage. These are represented by the skin color, fruit temperature, hardness, total dissolved solids (TDS), water content and weight loss. The different levels of hand (on the 2nd, 4th, 6th, and 8th hand) as a representation of the level of fruit maturity also seem influence to the rate of maturity and fruit quality during storage. This is expressed by parameters of skin color, fruit temperature, weight loss, hardness, but not has a significant effect on total dissolved solids and water content.

Keywords: Cavendish banana, clone type, maturity level

ABSTRAK

PENGARUH JENIS KLON DAN TINGKAT KETUAAN TERHADAP LAJU PERUBAHAN MUTU BUAH PISANG CAVENDISH (*Musa acuminata cavendish*) SELAMA PENYIMPANAN

Oleh

SALSA DINARA PANGESTU

Pisang (*Musa* sp.) merupakan komoditas buah tropis yang sangat diminati konsumen di banyak negara karena rasanya, gizinya, dan harganya relatif terjangkau. Salah satu jenis tanaman pisang yang dibudidayakan adalah pisang Cavendish (*Musa acuminata* C.). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh jenis klon buah pisang Cavendish terhadap laju kematangan dan mutu buah selama penyimpanan serta mengetahui pengaruh tingkat ketuaan buah pisang Cavendish terhadap laju kematangan dan mutu buah selama penyimpanan. Penelitian ini menggunakan buah pisang yang dipetik dari tanaman yang dibudidayakan oleh PT Great Giant Pineapple di PG4 Lampung Timur dengan jumlah daun tanaman saat budidaya yang dikondisikan pada 2 minggu sebelum panen sebanyak 5 batang. Buah pisang sampel dipanen pada umur 10 minggu setelah potong jantung. Jenis klon pisang yang dipakai yaitu buah pisang CJ50, CJ301, dan CJ40. Sampel buah pisang yang digunakan pada penelitian diambil dari beberapa sisir pada suatu tandan, yaitu sisir ke-: 2, 4, 6, dan 8. Sampel pisang disimpan dengan pengemasan plastik *vacuum* dalam box bersuhu 16 °C selama 49 hari. Hasil dari penelitian ini yaitu perbedaan jenis klon pisang Cavendish terhadap laju kematangan dan mutu buah selama penyimpanan berpengaruh nyata pada warna kulit, suhu buah, kekerasan, total padatan terlarut, kadar air, dan susut bobot. Perbedaan tingkatan sisir (pada sisir ke-2, 4, 6, dan 8) sebagai representasi tingkat ketuaan buah terhadap laju kematangan dan mutu buah selama penyimpanan menunjukkan hasil bahwa sisir berpengaruh nyata pada warna kulit, suhu buah, susut bobot, kekerasan, namun tidak berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut dan kadar air.

Kata kunci: pisang Cavendish, jenis klon, tingkat ketuaan

**PENGARUH JENIS KLON DAN TINGKAT KETUAAN TERHADAP
LAJU PERUBAHAN MUTU BUAH PISANG CAVENDISH (*Musa
acuminata cavendish*) SELAMA PENYIMPANAN**

Oleh

SALSA DINARA PANGESTU

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH JENIS KLON DAN
TINGKAT KETUAAN TERHADAP LAJU
PERUBAHAN MUTU BUAH PISANG
CAVENDISH (*Musa acuminata cavendish*)
SELAMA PENYIMPANAN**

Nama Mahasiswa : **Salsa Dinara Pangestu**
No. Pokok Mahasiswa : **1914071046**
Jurusan : **Teknik Pertanian**
Fakultas : **Pertanian**



Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU. **Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.**
NIP. 197203111997031002 NIP. 198209242006042001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sandi Asmara', is written over the text of the Dean's position.

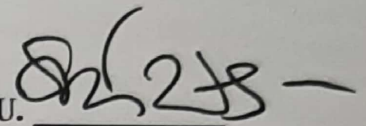
Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 196210101989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

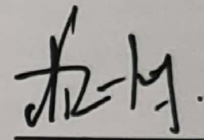
Ketua

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



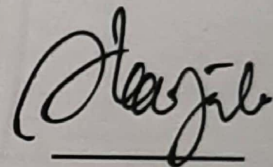
Sekretaris

: Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.



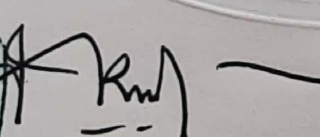
Penguji

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



2. Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196410201986031002

Tanggal lulus ujian skripsi : 18 September 2023

PERNYATAAN HASIL KARYA

Bersama dengan pernyataan ini saya **Salsa Dinara Pangestu**, NPM 1914071046, menyatakan yang saya tuangkan dalam karya ilmiah ini merupakan tulisan saya dalam pembuatan karya ilmiah sebagai syarat kelulusan saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, Pembimbing 1 saya **Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU.** dan **Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.** selaku Pembimbing 2. Karya tulis ini saya tuliskan berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber terpercaya lain seperti buku, jurnal, dll yang telah dipublikasikan.

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

Bandar Lampung, 20 November 2023
Yang membuat pernyataan,



Salsa Dinara Pangestu
NPM 1914071046

RIWAYAT HIDUP



Penulis bertempat lahir di Metro, Provinsi Lampung pada tanggal 10 Oktober 2001. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Setu Sunardi dan Ibu Halimatu Sakdiyah. Penulis menempuh pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK Pertiwi Teladan pada tahun 2006, kemudian dilanjutkan pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 1 Metro Pusat dan selesai studi pada tahun 2014, kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Metro Pusat dan selesai studi pada tahun 2017, kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Metro Pusat dan selesai studi pada tahun 2019.

Penulis menjadi salah satu mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN pada tahun 2019. Pada awal perkuliahan penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan yaitu Persatuan Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai anggota biasa.

Penulis telah menyelesaikan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada periode 1 tahun 2022 di Desa Karangrejo, Kecamatan Metro Utara, Kota Metro selama 40 hari pada Januari sampai Februari 2022, kemudian pada tanggal 27 Juni sampai 12 Agustus 2022, penulis melakukan kegiatan Praktik Umum (PU) di PT. Great Giant Pineapple (GGP), Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung dengan judul “Mempelajari Proses Pemanenan Buah Nanas di Plantation Group 1 PT. Great Giant Pineapple”.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'aalamiin...

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat mempersembahkan hasil karya ini sebagai bentuk rasa syukur atas perjuangan dalam penyusunan karya yang kupersembahkan kepada:

Orang tua (Setu Sunardi dan Halimatu Sakdiyah)

Serta

Kakakku Halsu Dinar Pangestu

Terimakasih telah memberikan motivasi, dukungan, serta doa-doanya yang dituju kepadaku sehingga aku dapat berjuang sampai titik ini

SANWACANA

Puji syukur senantiasa penulis haturkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dalam penyusunan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Jenis Klon Dan Tingkat Ketuaan Terhadap Laju Perubahan Mutu Buah Pisang Cavendish (*Musa Acuminata Cavendish*) Selama Penyimpanan**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dorongan, kritik dan saran dari berbagai pihak. Maka, dengan segala kerendahan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Ibu Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing II yang telah memberikan masukan, saran, dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., IPU., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, masukan, arahan, dan motivasi selama penelitian hingga penyusunan skripsi.

6. Dr. Ir. Agus Karyanto, M. Sc., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi.
7. Seluruh Dosen dan para Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
8. Bapak Setu Sunardi, Ibu Halimatu Sakdiyah, dan Halsu Dinar Pangestu selaku keluarga penulis yang telah memberikan doa, nasihat, dukungan, dan kasih sayang selama menyelesaikan skripsi ini.
9. Bapak Agung Septiyanto, Bapak Trias, Bapak Eko, Bapak Burhan, Bapak Sabar, Bapak Toro, Mas Anam, Mas Thori, Mas Sigit yang telah memberikan bantuan, motivasi, masukan, dan semangat dalam melaksanakan penelitian.
10. Sahabat-sahabatku Alifa Taradila, Dea Ayu Shinta Arya, Maylani Samanta, Mutiara Robbanii, dan Shafa Alya Hanan yang selalu ada bersama penulis dan memberikan doa, bantuan, semangat serta meluangkan waktu untuk mendengarkan cerita keluh kesah selama penyusunan skripsi ini.
11. Teman-temanku Anggie, Ella, Hetty, Raras, dan Sri yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Keluarga besar Teknik Pertanian 19 yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan selama selama perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Bandar Lampung, _____ 2023

Salsa Dinara Pangestu
1914071046

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.	
2.1. Pisang Cavendish	5
2.1.1. Taksonomi Pisang Cavendish	6
2.1.2. Morfologi Pisang.....	6
2.2. Jenis Klon.....	9
2.3. Tingkat Ketuaan	10
2.4. Kematangan Buah Pisang	11
2.5. Respirasi Pisang	12
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat	14
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	14
3.3. Rancangan Penelitian	14
3.4. Diagram Alir Penelitian	16
3.5. Parameter Penelitian.....	17
3.5.1 Warna Kulit (<i>Visible Image</i>)	17
3.5.2 Suhu Buah (<i>Thermal Image</i>).....	18
3.5.3. Susut Bobot.....	18
3.5.4. Kekerasan.....	19
3.5.5. Total Padatan Terlarut (Brix).....	19

3.5.6. Kadar Air.....	19
3.5.7. Laju Respirasi.....	20
3.5.8. Kandungan Pati	20
3.5.9. Kandungan Gula.....	21
3.6. Analisis Data	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.	
4.1 Warna Kulit (<i>Visible Image</i>)	23
4.1.1 Intensitas Warna Merah (<i>Ired</i>)	23
4.1.2 Intensitas Warna Hijau (<i>Igreen</i>).....	27
4.1.3 Intensitas Warna Biru (<i>Iblue</i>).....	30
4.2 Suhu Buah (<i>Thermal Image</i>).....	38
4.3 Susut Bobot	41
4.4 Kekerasan	45
4.5 Total Padatan Terlarut.....	50
4.6 Kadar Air.....	54
4.7 Laju Respirasi.....	58
4.8 Kandungan Pati	60
4.9 Kandungan Gula.....	63
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN.	

DAFTAR TABEL

Tabel	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Matriks Rancangan Penelitian	15
2.	Hasil ANOVA pengaruh jenis klon dan tingkat ketuaan terhadap intensitas warna merah pada hari penyimpanan terakhir (H49).	26
3.	Uji BNT intensitas warna merah selama penyimpanan.	26
4.	Hasil ANOVA pengaruh jenis klon dan tingkat ketuaan terhadap intensitas warna hijau pada hari penyimpanan terakhir (H49).	29
5.	Uji BNT intensitas warna hijau selama penyimpanan.	30
6.	Hasil ANOVA pengaruh jenis klon dan tingkat ketuaan terhadap intensitas warna biru pada hari penyimpanan terakhir (H49).	32
7.	Uji BNT intensitas warna biru selama penyimpanan.....	33
8.	Hasil ANOVA pengaruh jenis klon dan tingkat ketuaan terhadap suhu buah pada hari penyimpanan terakhir (H49).....	40
9.	Uji BNT suhu buah selama penyimpanan.	41
10.	Hasil ANOVA pengaruh jenis klon dan tingkat ketuaan terhadap susut bobot pada hari penyimpanan terakhir (H49).	44
11.	Uji BNT susut bobot selama penyimpanan.	45
12.	Hasil ANOVA pengaruh jenis klon dan tingkat ketuaan terhadap kekerasan pada hari penyimpanan terakhir (H49).	48
13.	Uji BNT kekerasan selama penyimpanan.	49
14.	Hasil ANOVA pengaruh jenis klon dan tingkat ketuaan terhadap total padatan terlarut pada hari penyimpanan terakhir (H49).	53
15.	Uji BNT total padatan terlarut selama penyimpanan.....	53
16.	Hasil ANOVA pengaruh jenis klon dan tingkat ketuaan terhadap kadar air pada hari penyimpanan terakhir (H49).	57
17.	Uji BNT kadar air selama penyimpanan.....	57
<i>Lampiran</i>		
18.	Data pengamatan intensitas warna merah (<i>ired</i>) kulit pisang.	72
19.	Data pengamatan intensitas warna hijau (<i>igreen</i>) kulit pisang.	72
20.	Data pengamatan intensitas warna biru (<i>iblue</i>) kulit pisang.	73
21.	Data pengamatan suhu (<i>thermal image</i>) selama penyimpanan (°C).	73
22.	Data pengamatan persentase susut bobot selama penyimpanan (%).	74

23. Perubahan nilai kekerasan selama penyimpanan (kgf).	74
24. Perubahan nilai total padatan terlarut selama penyimpanan (°Brix).	75
25. Persentase kadar air selama penyimpanan (%).	75
26. Laju respirasi selama tahapan penyimpanan (ml CO ₂ /kg. jam).	76
27. Persentase kandungan pati selama tahapan penyimpanan (%).	76
28. Persentase kandungan gula selama tahapan penyimpanan (%).	77
29. Uji ANOVA dan uji BNT intensitas warna merah (<i>Ired</i>).	77
30. Uji ANOVA dan uji BNT intensitas warna hijau (<i>Igreen</i>).	85
31. Uji ANOVA dan uji BNT intensitas biru (<i>Iblue</i>).	93
32. Uji ANOVA dan uji BNT suhu (<i>Thermal Image</i>).	101
33. Uji ANOVA dan uji BNT susut bobot.	109
34. Uji ANOVA dan uji BNT kekerasan.	112
35. Uji ANOVA dan uji BNT total padatan terlarut.	120
36. Uji ANOVA dan uji BNT kadar air.	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Tingkat ketuaan pisang yang diwakili sisir.....	10
2.	Pola respirasi buah klimaterik dan nonklimaterik.	12
3.	Diagram alir penelitian.....	16
4.	Ilustrasi bagian dan proses pengambilan <i>visible image</i>	17
5.	Grafik perubahan intensitas warna merah pada 3 jenis klon pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	23
6.	Grafik perubahan intensitas warna merah pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.....	24
7.	Grafik perubahan intensitas warna hijau pada 3 jenis klon pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	27
8.	Grafik perubahan intensitas warna hijau pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.....	28
9.	Grafik perubahan intensitas warna biru pada 3 jenis klon pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	30
10.	Grafik perubahan intensitas warna biru pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.....	31
11.	Histogram intensitas warna merah berbagai jenis klon pada penyimpanan a) H0 b) H28 c) H49.....	34
12.	Histogram intensitas warna merah berbagai tingkat ketuaan pada penyimpanan a) H0 b) H28 c) H49.....	34
13.	Histogram intensitas warna selama penyimpanan a) merah b) hijau c) biru.	35
14.	Buah pisang Cavendish selama penyimpanan.	37
15.	Grafik perubahan suhu buah pada 3 jenis klon pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	38
16.	Grafik perubahan suhu buah pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.	39
17.	Grafik perubahan susut bobot pada 3 jenis klon pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	42
18.	Grafik perubahan susut bobot pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.	43

19. Grafik perubahan kekerasan pada 3 jenis klon pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	46
20. Grafik perubahan kekerasan pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.	47
21. Grafik perubahan total padatan terlarut pada 3 jenis klon pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	50
22. Grafik perubahan total padatan terlarut pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.	51
23. Grafik perubahan kadar air pada 3 jenis klon pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	54
24. Grafik perubahan kadar air pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.	55
25. Grafik perubahan laju respirasi pada 3 jenis klon pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	58
26. Grafik perubahan laju respirasi pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.	59
27. Grafik perubahan kandungan pati pada 3 jenis klon pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	61
28. Grafik perubahan kandungan pati pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.	62
29. Grafik perubahan kandungan gula pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir kedua.	63
30. Grafik perubahan kandungan gula total pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon CJ50.	64
<i>Lampiran</i>	
31. Grafik perubahan intensitas nilai warna merah pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	126
32. Grafik perubahan intensitas nilai warna merah pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	126
33. Grafik perubahan intensitas nilai warna hijau pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	127
34. Grafik perubahan intensitas nilai warna hijau pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	127
35. Grafik perubahan intensitas nilai warna biru pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	128
36. Grafik perubahan intensitas nilai warna biru pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	128
37. Histogram intensitas warna hijau berbagai jenis klon pada penyimpanan a) H0 b) H28 c) H49.	129
38. Histogram intensitas warna biru 3 jenis klon pada penyimpanan a) H0 b) H28 c) H49.	129

39. Histogram intensitas warna hijau berbagai tingkat ketuaan pada penyimpanan a) H0 b) H28 c) H49.....	130
40. Histogram intensitas warna biru berbagai tingkat ketuaan pada penyimpanan a) H0 b) H28 c) H49.....	130
41. Grafik perubahan suhu pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	131
42. Grafik perubahan suhu pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	131
43. Grafik perubahan persentase susut bobot pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	132
44. Grafik perubahan persentase susut bobot pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	132
45. Grafik perubahan nilai kekerasan pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	133
46. Grafik perubahan nilai kekerasan pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	133
47. Grafik perubahan nilai total padatan terlarut pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	134
48. Grafik perubahan nilai total padatan terlarut pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	134
49. Grafik perubahan persentase kadar air pisang Cavendish selama penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	135
50. Grafik perubahan persentase kadar air pisang Cavendish selama penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	135
51. Grafik perubahan laju respirasi pisang Cavendish selama tahapan penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	136
52. Grafik perubahan laju respirasi pisang Cavendish selama tahapan penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	136
53. Grafik persentase kandungan pati pisang Cavendish selama tahapan penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	137
54. Grafik persentase kandungan pati pisang Cavendish selama tahapan penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	137
55. Grafik persentase kandungan gula pisang Cavendish selama tahapan penyimpanan pada sisir (a) empat (b) enam (c) delapan.	138
56. Grafik persentase kandungan gula pisang Cavendish selama tahapan penyimpanan pada jenis klon (a) CJ301 (b) CJ40.	138
57. Pengambilan citra <i>visible</i>	139
58. Pengambilan citra <i>thermal</i>	139
59. Penimbangan sampel.	139
60. Pengukuran kekerasan buah.....	140
61. Pengukuran total padatan terlarut.	140
62. Pengukuran kadar air dengan oven.	140

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pisang (*Musa sp.*) merupakan komoditas buah tropis yang sangat diminati karena rasanya, gizinya, dan harganya relatif terjangkau. Banyak orang menyukai buah pisang sehingga buah ini mempunyai nilai ekonomi yang baik dan stabil. Selain itu tanaman pisang relatif mudah dibudidayakan dan cepat menghasilkan.

Produksi pisang di Indonesia cukup besar, yaitu 8,74 juta ton pada tahun 2021.

Daerah Jawa Timur merupakan penghasil pisang terbesar di Indonesia, yaitu sekitar 23,44 % dari total produksi nasional, kemudian diikuti Jawa Barat 18,87 % dan Lampung 12,85 % (Badan Pusat Statistika, 2021). Setiap daerah di Indonesia memiliki jenis tanaman pisang dengan karakteristik yang berbeda-beda. Salah satu jenis tanaman pisang yang dibudidayakan adalah pisang Cavendish (*Musa acuminata C.*). Jenis pisang ini dibudidayakan secara intensif dan komersial untuk perkebunan. Permintaan pisang Cavendish ini mencapai 80% terhadap total permintaan buah pisang dunia (Ramadani *et al.*, 2017). Keunggulan pisang Cavendish terdiri dari penampilan buah dan aroma yang tidak terlalu kuat. Buah pisang Cavendish yang beredar di pasar memiliki kulit buah mulus dan berwarna kuning emas saat masak (Kementan, 2008).

PT Great Giant Pineapple (PT GGP) merupakan perusahaan multinasional yang memproduksi pisang Cavendish skala perkebunan dan telah mendapatkan sertifikat *Good Agricultural Practices* (GAP). Kebun *Plantation Group 4* (PG4) yaitu salah satu kebun di PT GGP yang menanam tanaman pisang Cavendish. Pisang Cavendish di PT Great Giant Pineapple dibudidayakan secara intensif

untuk kegiatan ekspor ke berbagai negara. Keberhasilan pasar ekspor dilihat apabila produk yang dikirim sesuai atau memenuhi persyaratan permintaan negara importir. Untuk menjaga kualitas buah, pisang Cavendish yang dikirim untuk kegiatan ekspor disimpan pada suhu 16 °C pada *container*.

Pisang merupakan jenis buah klimaterik yang mengalami peningkatan respirasi dan produksi etilen yang tinggi setelah dipanen dan selama penyimpanan. Produksi etilen yang tinggi dapat menyebabkan daya simpan pisang menjadi lebih pendek, sehingga mengakibatkan cepat menurunnya kualitas pisang karena kandungan airnya tinggi dan aktivitas proses metabolismenya meningkat setelah dipanen (Prihatini *et al.*, 1999).

Mutu pisang komersial yang baik sangat ditentukan oleh waktu panen pada tingkat ketuaan fisiologis buah. Pisang terdiri dari beberapa sisir dan pada setiap sisir terdapat beberapa jari buah (*finger*). Struktur tandan pada pisang Cavendish yang tersusun dari beberapa sisir secara bertingkat memungkinkan tingkat kematangan yang beragam antar sisirnya.

Produktivitas dan mutu hasil buah pisang juga sangat ditentukan oleh kualitas bahan tanam. Buah pisang yang tumbuh dari berbagai jenis klon diduga memiliki karakteristiknya sendiri-sendiri. Kualitas dan laju kematangan yang dihasilkan kemungkinan akan memberikan karakteristik yang berbeda pada jenis klon yang berbeda. Jenis klon pisang yang ditanam pada PT Great Giant Pineapple untuk produksi yaitu pisang Cavendish klon Del Monte 2 (DM2), GAL, dan beberapa klon Cavendish Jepara (CJ) antara lain CJ01, CJ40, CJ50, dll.

Salah satu permasalahan pemasaran buah pisang dalam masa simpan buah yaitu tingkat kematangan buah pisang. Pisang Cavendish diekspor dalam kondisi hijau dan disimpan pada suhu 16 °C selama dalam perjalanan hingga tempat tujuan dan selanjutnya digas etilen agar siap didistribusikan pada pasar lokal. Banyak konsumen yang mengeluhkan ketidaksesuaian tingkat kematangan yang diinginkan setelah pisang sampai di negara tujuan ekspor. Selama pengiriman

ekspor banyak terjadi insiden kematangan pisang Cavendish yang tidak seragam dalam *container*. Faktor yang diduga dapat berpengaruh yaitu perbedaan jenis klon dan tingkat ketuaan buah pisang Cavendish yang dipanen. Selain itu, salah satu hal lain yang mempengaruhi kualitas dan tingkat kematangan buah pisang yaitu jumlah daun pisang saat dibudidayakan. Pisang yang sehat atau normal dapat dikatakan apabila tanaman pisang yang sudah berbuah bertahan memiliki jumlah daun sebanyak 5 lembar. Kondisi ini digunakan oleh perusahaan sebagai penentu buah pisang untuk dapat diekspor. Sejauh ini perbedaan klon buah Cavendish, tingkat ketuaan buah, dan jumlah daun pisang saat budidaya belum dikaji tingkat homogenitasnya dari aspek perubahan mutu buah pisang setelah panen. Oleh karena itu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jenis klon dan tingkat ketuaan terhadap laju perubahan mutu buah pisang Cavendish selama penyimpanan pada pisang yang dibudidayakan berjumlah 5 daun.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang ada pada penelitian ini yaitu:

1. Apakah terdapat perbedaan laju perubahan kematangan buah pisang Cavendish yang dibudidayakan dari berbagai jenis klon?
2. Apakah terdapat perbedaan laju perubahan kematangan buah pisang Cavendish yang dibudidayakan pada tingkat sisir ke 2, 4, 6, dan 8 sebagai representasi ketuaan buah?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh jenis klon buah pisang Cavendish terhadap laju kematangan dan mutu buah selama penyimpanan.
2. Mengetahui pengaruh tingkat ketuaan buah pisang Cavendish terhadap laju kematangan dan mutu buah selama penyimpanan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh informasi tentang pengaruh perlakuan jenis klon dan tingkat ketuaan buah pisang Cavendish terhadap laju kematangan yang dapat dimanfaatkan oleh petani atau produsen dalam mata rantai perdagangan.

1.5. Hipotesis

1. Perbedaan jenis klon buah pisang Cavendish memiliki pengaruh terhadap laju kematangan dan mutu buah selama penyimpanan.
2. Perbedaan tingkat ketuaan (sisir) buah pisang Cavendish memiliki pengaruh terhadap laju kematangan dan mutu buah selama penyimpanan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pisang Cavendish

Tanaman pisang Cavendish termasuk spesies *Musa acuminata*, genus *Musa*, famili *Musaceae*. Tanaman pisang ini memiliki genom AAA (*acuminata triploid*) dan tergolong subgrup Cavendish. Buah pisang Cavendish tergolong buah pisang yang dapat langsung dikonsumsi atau eumusa. Golongan eumusa memiliki jumlah kromosom $3n = 33$ (triploid). Tanaman pisang triploid umumnya berukuran besar daun berdaun tebal (Cahyono, 2016).

Pisang Cavendish mampu menghasilkan buah berkisar 45 - 75 ton ha⁻¹ dengan bobot buah setiap tandan 18 - 30 kg. Jumlah sisir setiap tandan mencapai 7 - 10 sisir dan setiap sisir terdiri 16 - 24 jari. Bobot buah setiap sisir adalah 2,6 - 3,0 kg dan bobot setiap jari adalah 123 - 128 g. Ukuran buah memiliki panjang 16,0 - 24,0 cm dengan diameter 2,9 - 4,0 cm. Buah pisang yang masih muda memiliki kulit buah berwarna hijau sedangkan warna kulit buah yang sudah masak berwarna kuning emas dengan ketebalan kulit buah hingga 2 - 3 mm, rasa daging buah yang manis, dan beraroma harum. Daya simpan buah pada suhu kamar tanpa perlakuan khusus mencapai 5 - 7 hari setelah panen (Kementan, 2008).

Pisang Cavendish mempunyai ciri khas buah yang berbentuk panjang, kulitnya berwarna kuning bersih, mempunyai rasa yang unik dari dagingnya yang berwarna putih kekuningan, serta rasa sebagai perpaduan asam dan manisnya. Karakter fisik dari pohon pisang Cavendish yaitu mempunyai tinggi batang 2,5-3 m. Warna batang hitam kehijauan, pada setiap tandan dari buah pisang mempunyai panjang sekitaran 60-100 cm, berat pisang biasanya dari 15 sampai 30

gram. Pada tandan memiliki 6-13 sisir, dimana pada setiap sisir mempunyai 12-18 buah (Shintia, 2019).

2.1.1. Taksonomi Pisang Cavendish

Menurut Shintia (2019), dalam taksonomi tumbuhan, kedudukan pada tanaman pisang dapat diklasifikasikan sebagai berikut

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Famili	: Musaceae
Genus	: Musa
Species	: <i>Musa acuminata</i>
Ploidi	: Triploid A (AAA)
Varietas	: Cavendish

2.1.2. Morfologi Pisang

Bagian tanaman pisang yang berada di atas permukaan tanah terdiri atas buah yang berupa rangkaian sisir pisang asli yang lazim disebut tandan, sisir-sisir pisang palsu yang tidak membesar dan jantung pisang. Bagian tanaman lainnya yaitu:

1) Akar

Akar berkembang dari rhizome daerah dalam (silinder pusat) dan luar (kortek). Rhizome yang normal dapat menghasilkan 200 - 500 akar primer. Setiap akar primer menghasilkan sistem akar sekunder dan tersier (Robinson, 1996). Akar tanaman pisang berupa akar serabut. Akar tumbuh menyebar ke samping (horizontal) mencapai 4 m dan tumbuh ke bawah (vertikal) sekitar 75 - 150 cm (Cahyono, 2016).

2) Bonggol (corm)

Bonggol adalah batang yang sebenarnya dari tanaman pisang. Bonggol terletak pada pangkal batang semu (*pseudostem*). Tanaman pisang Cavendish dewasa memiliki diameter bonggol sekitar 20 - 25 cm. Bonggol pisang memiliki ruas yang pendek dan seluruhnya tertutupi oleh bekas pelepah daun yang sangat tebal (Price, 1995). Terdapat tunas lateral pada bonggol pisang tanaman dewasa yang akan muncul anakan untuk keberlanjutan tanaman pisang dan perbanyakan tanaman (Paull dan Duarte, 2011).

3) Batang semu (*pseudostem*)

Batang semu terbentuk dari pelepah-pelepah daun panjang (kelopak daun) yang saling tumpang tindih sehingga membentuk tampak seperti batang yang kuat (Cahyono, 2016). Pisang Cavendish memiliki batang semu yang lebih tinggi di dataran rendah pada kondisi ideal daripada dataran tinggi (Stover dan Simmonds, 1987). Dataran rendah memiliki intensitas cahaya lebih tinggi. Energi dari cahaya matahari diterima daun digunakan untuk proses fotosintesis (mengikat CO₂ dan sintesis karbohidrat). Hasil fotosintesis diperlukan tanaman selama pertumbuhan tanaman (Turner *et al.*, 2010).

4) Daun

Daun terbentuk dari meristem apikal berupa helai daun (lamina) pada bonggol. Lamina berkembang menjadi daun yang menggulung (daun lilin) yang menempel batang semu. Daun muncul secara vertikal kemudian menurun menjadi horisontal. (Karamura *et al.*, 2011). Daun muncul setiap 7 - 10 hari dan jumlah daun yang ideal sekitar 10 - 15 daun. Munculnya daun dipengaruhi oleh kultivar dan kondisi lingkungan. Saat musim hujan produksi daun lebih banyak daripada musim kemarau (Purseglove, 1972). Luas total daun pada kultivar Cavendish saat berbunga antara 16.9 - 25 m² berfungsi sebagai kanopi melindungi tanah dari hujan (Stover dan Simmonds, 1987).

5) Bunga dan jantung

Beberapa jenis pisang menghasilkan sekitar 30 - 40 daun dalam sekali siklus hidup. Setelah mencapai jumlah daun yang maksimal, jaringan meristem berhenti menghasilkan daun muda dan mulai menghasilkan bunga yang tumbuh ke atas (jantung pisang) melalui bagian tengah batang semu. Bunga muncul di tengah daun terakhir berupa segerombolan bunga yang lengkap berbentuk bulat lonjong dengan runcing di ujung (Karamura *et al.*, 2011). Bunga betina (*female flower* atau *fruit*) muncul lebih dulu dan ovul berkembang menjadi buah (partenokarpi). Bunga jantan (*male flower* atau *bud*) muncul di tunas jantan berbentuk bulat yang berisi bunga kecil di bagian ujung 4 tandan (Karamura *et al.*, 2011). Tandan terdiri dari tangkai bunga atau tangkai tandan (*flower stem*), daun pelindung bunga (*bractea*), dan mahkota bunga. Daun pelindung bunga akan rontok setelah bunga mekar (Cahyono, 2016).

6) Buah

Buah pisang termasuk buah berry. Buah berry adalah buah berdaging dengan biji yang terbaring bebas di dalam daging buah (*pulp*). Buah pisang Cavendish memiliki beberapa ovul yang tidak terdapat biji. Buah terbentuk tanpa adanya proses fertilisasi atau pembuahan. Buah tanpa biji berkembang dari perkembangan bunga betina secara partenokarpi (Samson, 2003). Kelompok buah pisang biasa disebut sisir (*hand*) dan buah tunggal disebut *finger*. Karakteristik setiap kultivar buah berbeda-beda seperti bentuk, ukuran, warna kulit, dan rasa. Buah pisang yang baik memiliki 8 sisir yang terdiri 15 jari dengan rata-rata bobot 150 g per jari (Samson, 2003).

7) Anakan (*Sucker*)

Anakan adalah tunas lateral yang muncul dari mata tunas yang terletak di seberang pangkal daun pada bonggol. Hanya terdapat 3 - 4 tunas yang berkembang menjadi anakan. Kemunculan anakan baru terjadi secara terus menerus untuk melanjutkan kehidupan bonggol induknya. Terdapat dua jenis anakan antara lain anakan berdaun lebar dari tunas bagian atas (biasanya terjadi kerusakan) dan anakan berdaun pedang dari tunas bagian dalam. Anakan berdaun

pedang digunakan sebagai perbanyak tanaman secara vegetatif atau aseksual karena terdiri dari sejumlah mata tunas yang membentuk rumpun. Pertumbuhan anakan dipengaruhi klon, umur tanaman induk, dan pemeliharaan seperti pemangkasan atau pemupukan (Karamura *et al.*, 2011). Pemupukan menyebabkan pertumbuhan anakan lebih banyak. Fase generatif tanaman pisang sekitar 40% hara terutama (N, P, dan K) di dalam tanah diserap oleh anakan (Paull dan Duarte, 2011).

2.2. Jenis Klon

Pisang buah berasal dari *Musa acuminata* (A) atau *Musa balbisiana* (B) atau kombinasi dari keduanya. Kultivar diploid atau triploid, serta beberapa kultivar tetraploid hasil dari pemuliaan tanaman. Kultivar diberi nama dari genom yang menyusunnya, contoh pisang raja AAB, yang menunjukkan bahwa pisang raja terdiri dari dua genom A dan satu genom B. Kebanyakan kultivar pisang yang dimakan sebagai pencuci mulut sehabis makan adalah AA atau AAA. Kultivar triploid AAA merupakan kultivar paling penting dalam perdagangan (Nakasone dan Paull, 2010). Pisang yang dapat dimakan selain kultivar tersebut, ada juga kultivar AB, AAB, dan ABB (Gowen dan Queneherve, 1995).

Banyak tanaman pisang yang dapat langsung dimakan, varietas yang paling penting bersifat triploid dan diperbanyak secara vegetatif. Kebanyakan klon-klon pisang berasal dari *Musa acuminata* Colla dan dari hibridisasi alami dari *M. acuminata* dengan *M. balbisiana* Colla. Saat ini tata nama untuk klon-klon pisang berasal dari banyaknya kromosom dan asal genom. Genom A untuk *acuminata* dan genom B untuk *balbisiana* (Gowen dan Queneherve, 1995).

Tanaman pisang komersial yang dibudidayakan hingga saat ini adalah triploid dan tidak mampu menghasilkan biji atau partenokarpi, walaupun ada juga yang diploid dan tidak berbiji seperti pisang mas (Rainiyati *et al.*, 2007). Menurut Nakasone dan Paull (2010), pisang Cavendish termasuk kultivar triploid group AAA yang rentan terhadap penyakit panama (*Panama disease*) ras 4. Di dunia

terdapat 36 subgrup pisang Cavendish (Rustiani, 2005). Pisang Cavendish mempunyai dua kultivar penting yaitu Dwarf Cavendish dan Giant Cavendish (Espino *et al.*, 1992 dalam Juniarti, 1999).

Klon pisang yang ditanam pada perkebunan pisang Cavendish di PT Great Giant Pineapple yaitu klon CJ01, CJ10, CJ20, CJ30, CJ40, CJ50, GAL dan DM2, dll. Dalam penelitian ini terpilih hanya 3 klon, yaitu : klon CJ01, CJ40, dan CJ50.

2.3. Tingkat Ketuaan

Kualitas buah pisang yang baik secara langsung dapat dilihat dari tingkat ketuaan dan tampilannya. Tingkat dari ketuaan buah dapat dilihat berdasarkan umur dari buah tersebut sedangkan berdasarkan dari tampilannya dapat dilihat dari cara penanganan pascapanen pada buah. Adapun kualitas atau mutu dari suatu buah adalah syarat mutlak yang perlu ada jika akan dipasarkan ke luar negeri (Mozes, 2016). Lingkungan yang baik (cukup nutrisi dan air) tanaman pisang tumbuh subur dan dapat menghasilkan tandan besar. Selain aspek lingkungan, ukuran tandan pisang juga dipengaruhi oleh posisi sisir. Umumnya semakin mendekati ujung, semakin kecil ukuran pisang, dan semakin sedikit jumlah buah per sisir (Sutriana, 2018). Buah matang sepanjang tandan yakni dengan buah di bagian atas (basal) lebih matang daripada buah di bagian bawah (Moradinezhad *et al.*, 2008).



Gambar 1. Tingkat ketuaan pisang yang diwakili sisir (sumber : *pimbli social journalism*).

Tingkat ketuaan buah merupakan faktor penting pada mutu buah pisang. Buah yang dipanen kurang tua, meskipun dapat matang, namun kualitasnya kurang baik karena rasa dan aromanya tidak berkembang baik. Sebaliknya bila buah dipanen terlalu tua, rasa manis dan aroma buah kuat, tetapi memiliki masa segar yang pendek. Oleh karena itu tingkat ketuaan panen sangat erat kaitannya dengan jangkauan pemasaran dan tujuan penggunaan buah.

2.4. Kematangan Buah Pisang

Kematangan pisang ditandai dengan pengeringan daun bagian atas, perubahan warna kulit buah dari hijau gelap menjadi hijau muda dan kecenderungan ujung bunga buah bisa jatuh dengan sedikit sentuhan oleh tangan. Buah yang matang menjadi montok dan semua sudut terisi sepenuhnya. Saat diketuk buahnya mengeluarkan suara logam. Metode panen tergantung pada ketinggian tanaman. Varietas yang tumbuh rendah dipanen oleh memotong batang tandan sekitar 30-35 cm di atas tangan atas. Dengan varietas yang lebih tinggi, batang sebagian tanaman akan ditebang untuk membawa tandan ke bawah dalam jangkauan pemanen.

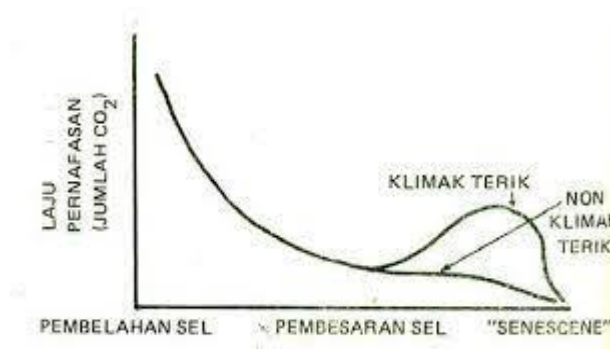
Menurut Abidin *et al.*, (2020), sifat fisik sangatlah penting dari buah pisang karena sifat tersebut merupakan studi yang akan membantu proses pascapanen atau 4 penanganan yang tepat selama proses pengangkutan dari buah pisang agar menghasilkan mutu yang baik. Menurut Mozes (2016). Secara fisik, tanda-tanda dari ketuaan buah pisang akan mudah diamati, diantaranya sebagai berikut:

- a. Buah pisang tampak berisi
- b. Bagian linger (tepi) buah pisang sudah tidak bersudut lagi
- c. Warna buah pisang berwarna hijau kekuningan, untuk buah pisang yang tingkat kematangan telah penuh, pada bagian tandannya sudah ada buah yang telah masak (2-3 buah)
- d. Tangkai di putik sudah gugur.

2.5. Respirasi Pisang

Buah pisang Cavendish merupakan jenis buah klimaterik yang mengalami peningkatan laju respirasi selama proses pematangan, kulit buah cenderung cepat mengalami kerusakan seperti terdapat bintik-bintik coklat kehitaman selama penyimpanan. Penurunan mutu dan masa simpan buah dapat menjadi lebih cepat ketika terjadi infeksi hama dan penyakit pada buah (Budijanto *et al.*, 2011).

Proses respirasi dan produksi gas etilen masih terus berlangsung pada buah meski telah dipanen sehingga fase pelayuan akan lebih cepat terjadi yang mengakibatkan kesegaran dan umur simpan produk terbatas (Sholihati *et al.*, 2015). Kurva hubungan antara pertumbuhan buah dengan jumlah CO₂ yang dikeluarkan selama respirasi terlihat seperti Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Pola respirasi buah klimaterik dan nonklimaterik.

Pola respirasi pada Gambar 2 menjelaskan jumlah CO₂ yang dikeluarkan akan terus menurun dan saat mendekati “*senescence*” produksi CO₂ kembali meningkat dan selanjutnya menurun lagi. Buah-buahan yang melakukan respirasi semacam itu disebut buah klimaterik, sedangkan buah-buahan yang jumlah CO₂ yang dihasilkannya terus menurun secara perlahan sampai pada saat *senescence* disebut buah nonklimaterik.

Pada buah klimaterik, selain terjadi kenaikan respirasi juga terjadi kenaikan kadar etilen selama proses pematangan. Sedangkan pada buah nonklimaterik, proses pematangan tidak berkaitan dengan kenaikan respirasi dan kenaikan kadar etilen. Perbedaan antara buah klimaterik dan nonklimaterik yaitu adanya perlakuan etilen

terhadap buah klimaterik yang akan menstimulir baik pada proses respirasi maupun pembentukan etilen secara autokatalitik sedangkan pada buah nonklimaterik hanya terdapat perlakuan yang akan menstimulir proses respirasi saja. Menurut Moradinezhad *et al.*, (2008), kematangan fisiologis dari buah pisang memiliki sifat yang tidak selalu sama, bahkan pada buah yang memiliki umur yang sama. Hal tersebut biasanya dipengaruhi oleh faktor salah satunya lingkungan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Mei 2023 di Laboratorium PT Great Giant Pineapple *Plantation Group 4* yang berlokasi Jl. Taman Nasional Way Kambas, Raja Basa Lama 1, Kecamatan Labuhan Ratu, Lampung Timur.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu digital kamera (Samsung 25 MP), komputer yang sudah terinstal aplikasi FLIR, Matlab, dan Minitab, *thermal camera* (Flir F5-XT), *box* untuk pengambilan citra (*image acquisition unit*), sarung tangan, timbangan digital, refractometer, penetrometer, pisau, cawan, oven, HT-2000 detektor karbon, dan spektrofotometer.

Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu buah pisang Cavendish berjenis klon CJ50, CJ301, CJ40 yang dipetik dari tanaman pisang sisir ke-2, 4, 6, dan 8 dengan jumlah daun 5 saat budidaya.

3.3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini yaitu menggunakan buah pisang yang dipetik dari tanaman yang dibudidayakan oleh PT Great Giant Pineapple di PG4 Lampung Timur dengan jumlah daun tanaman saat budidaya yang dikondisikan pada 2 minggu sebelum panen sebanyak 5 batang. Buah pisang sampel dipanen pada umur 10 minggu setelah potong jantung. Jenis klon pisang yang dipakai yaitu buah pisang klon CJ50, CJ301, dan CJ40. Sampel buah pisang yang digunakan

pada penelitian diambil dari beberapa sisir pada suatu tandan, yaitu sisir ke-: 2, 4, 6, dan 8. Setiap sisir diambil beberapa buah (*finger*) sebagai sampel percobaan. Jenis klon buah pisang disimbolkan dengan K dan posisi sisir disimbolkan dengan S. Masing-masing sampel dilakukan 8 kali ulangan sehingga jumlah buah yang digunakan sebanyak 384 buah. *Finger* pisang disimpan dengan pengemasan *vacuum* dalam box selama 49 hari pada suhu 16 °C. Pengamatan atau pengukuran parameter buah diambil pada hari ke 0, hari ke 7, hari ke 14, hari ke 21, hari ke 28 hari ke 35 hari ke 42, dan hari ke 49. Setiap pengamatan, pisang dalam kemasan *vacuum* dibuka untuk diamati kemudian divacuum kembali untuk disimpan.

Tabel 1. Matriks Rancangan Penelitian

Jenis Klon	Sisir (S)			
	S2	S4	S6	S8
K1	K1S2U1	K1S4U1	K1S6U1	K1S8U1
	K1S2U2	K1S4U2	K1S6U2	K1S8U2
	K1S2U3	K1S4U3	K1S6U3	K1S8U3
	K1S2U4	K1S4U4	K1S6U4	K1S8U4
	K1S2U5	K1S4U5	K1S6U5	K1S8U5
	K1S2U6	K1S4U6	K1S6U6	K1S8U6
	K1S2U7	K1S4U7	K1S6U7	K1S8U7
	K1S2U8	K1S4U8	K1S6U8	K1S8U8
K2	K2S2U1	K2S4U1	K2S6U1	K2S8U1
	K2S2U2	K2S2U2	K2S6U2	K2S8U2
	K2S2U3	K2S2U3	K2S6U3	K2S8U3
	K2S2U4	K2S2U4	K2S6U4	K2S8U4
	K2S2U5	K2S2U5	K2S6U5	K2S8U5
	K2S2U6	K2S2U6	K2S6U6	K2S8U6
	K2S2U7	K2S2U7	K2S6U7	K2S8U7
	K2S2U8	K2S2U8	K2S6U8	K2S8U8
K3	K3S2U1	K3S4U1	K3S6U1	K3S8U1
	K3S2U2	K3S4U2	K3S6U2	K3S8U2
	K3S2U3	K3S4U3	K3S6U3	K3S8U3
	K3S2U4	K3S4U4	K3S6U4	K3S8U4
	K3S2U5	K3S4U5	K3S6U5	K3S8U5
	K3S2U6	K3S4U6	K3S6U6	K3S8U6
	K3S2U7	K3S4U7	K3S6U7	K3S8U7
	K3S2U8	K3S4U8	K3S6U8	K3S8U8

Keterangan:

K1 : Jenis Klon CJ50

K2 : Jenis Klon CJ301

K3 : Jenis Klon CJ40

S : Sisir

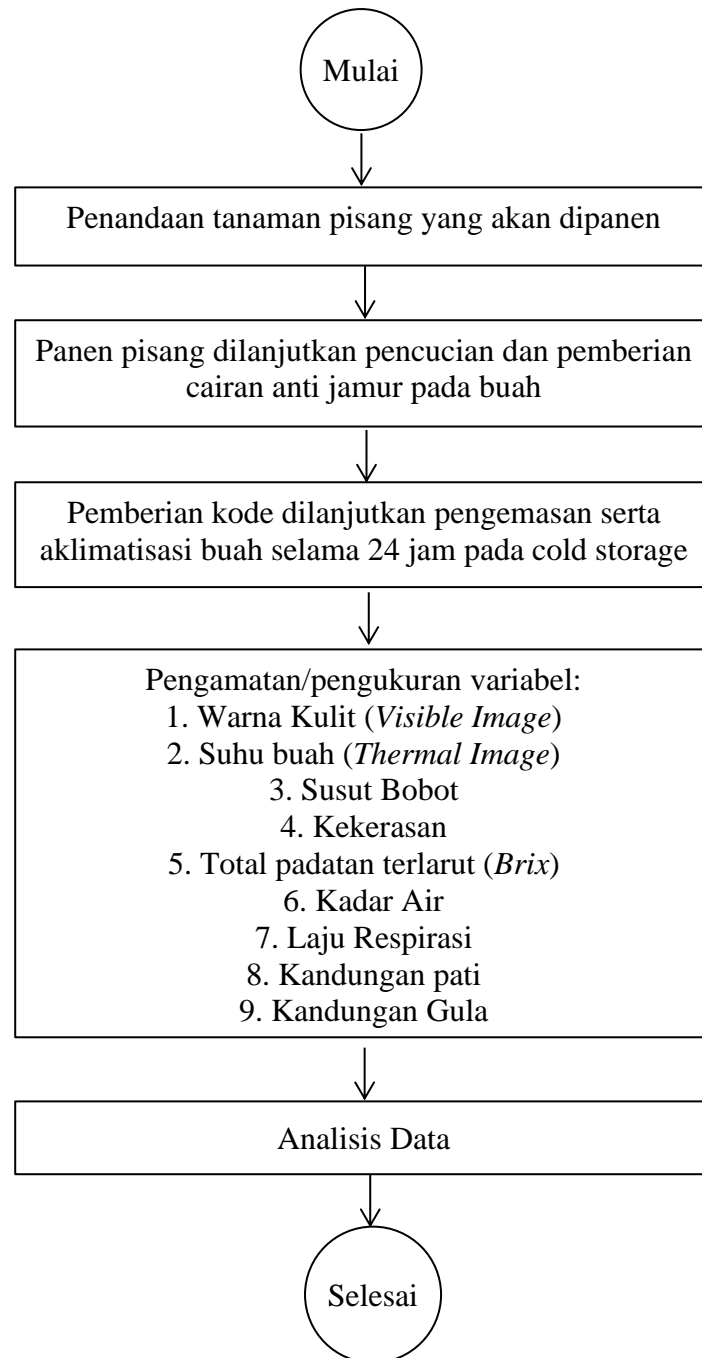
U : Ulangan

Angka di belakang S : Tingkatan sisir ke

Angka di belakang U : Nomor ulangan

3.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

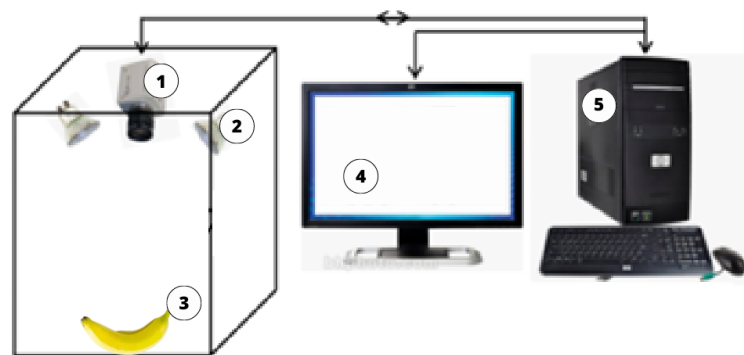


Gambar 3. Diagram alir penelitian.

3.5. Parameter Penelitian

3.5.1 Warna Kulit (*Visible Image*)

Pengamatan warna kulit buah dilakukan dengan menggunakan pengolahan citra tampak (*visible image*). Pengambilan data dilakukan pada hari ke 0, hari ke 7, hari ke 14, hari ke 21, hari ke 28 hari ke 35 hari ke 42, dan hari ke 49 dengan 8 kali ulangan di setiap kombinasi perlakuan. Cara pengambilan citra *visible* dari sampel buah pisang yaitu diletakkan buah per sampel di dalam kotak pengambilan citra di bawah kamera berjarak 30 cm dari dasar box dengan cahaya lampu LED berdaya 10 watt sebagai sumber iluminasi. Citra *visible* buah kemudian diekstrak informasi warnanya menggunakan aplikasi Matlab (versi R2015a). Dari pengolahan citra ini, diperoleh nilai intensitas *Red*, *Green*, dan *Blue* untuk setiap sampel buah yang diinspeksi. Hasil informasi citra yang diperoleh menggunakan aplikasi Matlab diolah lebih lanjut dengan membuat histogram citra yang menggambarkan penyebaran nilai intensitas pixel dari suatu citra. Gambaran sistem pengambilan citra ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 4. Ilustrasi bagian dan proses pengambilan *visible image*.

Keterangan:

1. Camera *Visible* (Samsung 25 MP)
2. Lampu
3. Base Tempat Sampel
4. *Screen Monitor*
5. CPU

3.5.2 Suhu Buah (*Thermal Image*)

Suhu pada buah pisang diukur dengan *thermal camera* (Flir F5-XT) dan diwujudkan dalam bentuk foto digital dua dimensi (320 x 240 piksel). Kamera *thermal* akan bekerja dengan memancarkan gelombang inframerah yang dapat menangkap panas yang diradiasikan oleh bodi buah pisang. Pengambilan gambar dilakukan 1 kali untuk setiap sampel ulangan dengan jumlah ulangan sebanyak 8 buah untuk setiap variasi perlakuan. Prosedur pengambilan citra *thermal* yaitu kamera diletakkan pada bagian atas *chamber* yang sudah diberikan lubang untuk lensa. Sampel buah diposisikan pada *base of chamber* tepat di bawah lensa kamera. Kemudian kabel data dihubungkan ke komputer yang sudah terinstal aplikasi FLIR. Jika sudah terhubung maka citra *thermal* sampel buah akan tampil pada jendela FLIR pada layar komputer. Untuk pengambilan data citra *thermal*, tinggal menekan tombol perekaman citra pada aplikasi FLIR. Selanjutnya melakukan penyimpanan data citra dengan nama yang sudah dibuat sesuai dengan kode sampel. Pengambilan citra termal sampel dilakukan selama hari pengamatan yang sudah ditetapkan. Hasil tampilan gambar yang telah direkam berupa warna semu untuk memvisualisasi objek pisang dan mempunyai bar kalibrator rentang suhu yang kemudian akan dikonversi dan diekstrak informasi nilai suhunya melalui Matlab.

3.5.3. Susut Bobot

Pengukuran susut bobot buah dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik (ketelitian 0,01 gram). Pengambilan data atau pengamatan dilakukan dengan menimbang buah yang sudah diberi label secara berurutan. Pengamatan diambil pada hari ke 0, hari ke 7, hari ke 14, hari ke 21, hari ke 28 hari ke 35 hari ke 42, dan hari ke 49. Di setiap pengambilan data dilakukan 8 kali ulangan dengan urutan buah yang sama dari pengamatan awal hingga akhir. Perhitungan susut bobot per periode waktu sebagai berikut:

$$SB = \frac{W_t - W_{t+1}}{W_t} \times 100\%$$

Keterangan:

- SB : Susut Bobot (%)
W_t : Bobot sampel pada waktu pengamatan t (gram)
W_{t+1} : Bobot sampel pada waktu pengamatan t+1 (gram)

3.5.4. Kekerasan

Pengambilan data untuk mengetahui kekerasan pada buah selama masa penyimpanan menggunakan alat penetrometer. Langkah yang dilakukan yaitu mengupas kulit buah dan ditusuk jarum penetrometer berbentuk silinder dengan kedalaman 1 cm selama kurang lebih 5 detik ke dalam jaringan bahan pada 3 bagian pisang, yaitu pangkal, tengah, ujung. Nilai rerata dari 3 pengukuran digunakan sebagai data analisis. Sampel diletakkan dan ditusuk di masing-masing 3 potongan tersebut maka akan terlihat di layar penetrometer besarnya kekerasan pada buah. Data diambil pada hari ke 0, hari ke 7, hari ke 14, hari ke 21, hari ke 28 hari ke 35 hari ke 42, dan hari ke 49.

3.5.5. Total Padatan Terlarut (Brix)

Alat yang digunakan untuk mengukur total padatan terlarut yaitu refraktometer di mana prinsip kerjanya yaitu dengan cara menghancurkan daging buah pisang, kemudian diambil sarinya. Sari buah yang telah diperoleh diteteskan pada alat refraktometer. Nilai TPT dapat dilihat pada layar alat dalam satuan °Brix (g sukrosa per 100 g bahan) mengacu pada Bradley (2010). Pengambilan data diambil di 3 bagian yaitu pangkal, tengah, ujung dengan kurun waktu simpan mulai dari hari ke 0, hari ke 7, hari ke 14, hari ke 21, hari ke 28 hari ke 35 hari ke 42, dan hari ke 49.

3.5.6. Kadar Air

Kadar air ditentukan dengan menggunakan metode oven. Langkah yang dilakukan adalah cawan petri kosong yang telah disiapkan ditimbang bobotnya terlebih dahulu. Kemudian sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan petri.

Sample tersebut dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105 °C selama minimal 24 jam (atau hingga bobot sampel stabil) (Sudarmadji *et al.*, 1989).

$$K_a = \frac{W_a}{W_a + W_k} \times 100\%$$

Keterangan:

Ka : Kadar air basis basah (%)

Wa : Bobot air dalam bahan (g)

Wk : Bobot bahan kering mutlak (g)

3.5.7. Laju Respirasi

Pengukuran laju respirasi dilakukan dengan mengukur kadar CO₂ yang dihasilkan buah pisang setelah melalui proses inkubasi. Laju respirasi diukur menggunakan sistem metode tertutup dengan interval pengambilan data 5 menit selama 1 jam pengukuran. Pengambilan data laju respirasi dilakukan tanpa adanya ulangan perlakuan pada 3 tahapan penyimpanan yaitu pada saat panen (hari ke 0), sebelum *ripening* atau 1 minggu sebelum hari penyimpanan terakhir (hari ke 42), dan setelah *ripening* atau pemberian gas etilen (hari ke 54). Alat yang digunakan yaitu toples dan HT-2000 detektor karbon. Perhitungan besarnya laju respirasi sebagai berikut:

$$R_1 = \frac{V}{W} \frac{dc_1}{dt}$$

$$R_2 = - \frac{V}{W} \frac{dc_2}{dt}$$

Keterangan:

R : Laju respirasi (ml/kg. H)

dc : Konsentrasi gas (desimal)

dt : Waktu (jam)

V : Volume bebas (ml)

W : Bobot produk (kg)

Subskrip 1,2 masing-masing menyatakan gas O₂ dan CO₂

3.5.8. Kandungan Pati

Penetapan kandungan pati dilakukan berdasarkan metode AOAC (2005) dengan cara 2 gram sampel diparut dan ditambah 50 ml aquades kemudian disentrifus. Suspensi disaring dan dicuci aquadest sampai diperoleh filtrat 250 ml. Endapan

dipindahkan ke erlenmeyer dengan pencucian 200 ml aquadest dan ditambah 20 ml HCl 25% lalu diautoklaf. Setelah dingin, dinetralkan dengan NaOH 45% dan diencerkan sampai volumenya 500 ml, lalu disaring. Sebelum penentuan kadar pati sampel, terlebih dahulu dibuat kurva standar dengan membuat larutan glukosa standar (1 g glukosa anhidrat/ 100 ml air). Dari larutan glukosa standar dilakukan beberapa pengenceran sehingga diperoleh larutan glukosa berbagai konsentrasi. Masing-masing tabung reaksi diisi 1 ml larutan glukosa standar dengan satu tabung diisi aquades sebagai blanko dan ditambahkan fenol 5% 1 ml serta H₂SO₄ pekat 5 ml lalu dipanaskan dengan *waterbath*.

Kurva standar dibuat dengan cara menghubungkan antara konsentrasi glukosa dengan OD (*Optical Density*). *Optical Density* (OD) masing-masing larutan tersebut dibaca pada spektrofotometer. Penentuan kadar pati sampel dilakukan seperti cara penentuan kurva standar glukosa. Nilai dapat dibaca yang tertera dari pergerakan skala (nilai absorbansi dan %T). Pengambilan data kandungan pati dilakukan tanpa adanya ulangan perlakuan pada 3 tahapan penyimpanan yaitu pada saat panen (hari ke 0), sebelum *ripening* atau 1 minggu sebelum hari penyimpanan terakhir (hari ke 42), dan setelah *ripening* atau pemberian gas etilen (hari ke 54). Adapun rumus kadar pati sebagai berikut :

$$\text{Kadar pati (\%)} = \frac{K \times L \times 0,9 \times V}{N} \times 100$$

Keterangan:

- K : Absorbansi sampel yang telah distandarisasi oleh kurva standar
- L : Konsentrasi larutan sampel (mg/ml)
- V : Volume sampel (ml)
- W : Berat sampel (gram)
- 0,9 : Faktor konversi

3.5.9. Kandungan Gula

Pengukuran kandungan gula dilakukan dengan metode DNS secara spektrofotometri dengan cara mengambil 1 ml sampel yang telah dihaluskan dan dilarutkan aquades ke dalam tabung, kemudian ditambahkan 1 ml reagen DNS dan 2 ml aquadest pada tiap tabung reaksi menggunakan pipet. Tabung reaksi dipanaskan di dalam *water bath* selama 5 menit agar terjadi reaksi antara glukosa

dengan DNS. Absorbansi tiap larutan diukur pada panjang gelombang tertentu dengan spektrofotometer. Pengukuran kadar glukosa pada sampel dilakukan dengan cara membandingkan absorbansi sampel dengan absorbansi larutan standar melalui persamaan regresi. Pengambilan data kandungan gula dilakukan tanpa adanya ulangan perlakuan pada 3 tahapan penyimpanan yaitu pada saat panen (hari ke 0), sebelum *ripening* atau 1 minggu sebelum hari penyimpanan terakhir (hari ke 42), dan setelah *ripening* atau pemberian gas etilen (hari ke 54).

3.6. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji *Analysis of Variant* (ANOVA) dua arah pada taraf $\alpha = 5\%$ dengan menggunakan aplikasi Minitab. Hasil uji anova yang signifikan berbeda akan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan taraf $\alpha = 5\%$. Grafik dan teks deskriptif juga disajikan saat menganalisis data untuk mendukung dan menjelaskan hasil penelitian ini.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Setiap jenis klon pisang Cavendish (CJ50, CJ301, dan CJ40) memiliki laju kematangan yang berbeda selama penyimpanan. Parameter mutu buah pisang yang signifikan berbeda selama penyimpanan yaitu warna kulit, suhu buah, kekerasan, total padatan terlarut, kadar air, dan susut bobot.
2. Tingkatan sisir sebagai representasi ketuaan pada sisir ke-2, 4, 6, dan 8 juga memiliki pengaruh terhadap laju kematangan buah. Parameter mutu buah yang berubah selama penyimpanan dan berpengaruh nyata yaitu warna kulit, suhu buah, susut bobot, kekerasan, sedangkan total padatan terlarut dan kadar air tidak berpengaruh nyata.
3. Jenis klon CJ301 memiliki nilai intensitas warna kulit, kekerasan, total padatan terlarut, dan kadar air yang rendah sedangkan jenis klon CJ50 memiliki nilai yang tinggi dibandingkan dengan jenis klon lainnya.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut pada pengukuran parameter non destruktif (warna kulit, suhu buah, dan susut bobot) dengan kondisi pisang dalam kemasan *vacuum* di box dari awal hingga akhir penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, FNZ., Rosnah, S., Salahuddin, MB., dan Zanariah., MD. (2020). Mass Modelling and Effects of Fruit Position on Firmness and Adhesiveness of Banana Variety Nipah. Universiti Putra Malaysia. Malaysia.
- Adi, D. D.; Oduro, I. N.; dan Tortoe, C. (2019). Physicochemical changes in plantain during normal storage ripening. *J. Scientific African*. 6.
- Alamanda, D. S. (2015). *Karakteristik Fisikokimia Pati Pisang pada Berbagai Tingkat Kematangan*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Alamanda, K.F. (2023). *Pengaruh Tingkat Kematangan Buah, Pelapisan Buah, dan Suhu buah Terhadap Mutu dan Masa Simpan Buah Pisang Cavendish*. Thesis. Universitas Lampung. Lampung.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Produksi Tanaman Buah-Buahan (Pisang). BPS Indonesia. <https://www.bps.go.id>. [5 Januari 2023].
- Bradley, R.L. (2010). *Moisture and total solids analysis*. In S.S. Nielsen (ed.). *Food Analysis Fourth Edition*. Springer. New York.
- Budijanto, S., Sujiprihati, S., Prabawati, S., & Rizkyah, D. (2011). Aplikasi Asap Cair dan Gel Lidah Buaya (Aloe Vera L.) untuk Memperpanjang Masa Simpan Buah Pepaya. *Jurnal Pascapanen*. 8(1): 11–18.
- Cahyono, B. (2016). *Sukses Budidaya Pisang di Pekarangan dan Perkebunan*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Gowen, S., & Queneherve, P. (1995). Nematoda Parasitik pada Tanaman Pisang, Plantain dan Abaka. In M. Luc, R. A. Sikora, & J. B. (Editor). *Nematoda Parasitik Tumbuhan di Pertanian Subtropik dan Tropik* (pp. 579-611). Penerjemah Supratoyo. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gurupatham, S., Fahad, F., & Hudlow, A., (2018). *Improving Shelf-Life of Fruits Using Thermography*. Kennesaw State University. Georgia.

- Hasibuan, E.P., & Widodo, W.D. (2015). Pengaruh Aplikasi KMnO₄ dengan Media Pembawa Tanah Liat terhadap Umur Simpan Pisang Mas (Musasp AA Group.). *Bul. Agrohorti*. 3 (3) : 387 –394.
- Juniarti, D. (1999). *Pengaruh Beberapa Perlakuan Pascapanen dan Suhu Penyimpanan terhadap Kualitas dan Daya Simpan Buah Pisang Cavendish (Musa cavendishii)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Karamura, D., Karamura, E., Blomme, G. (2011). General plant morphology of musa. p 1-20. In M. Pillay, A. Tenkouanu (Eds). *Banana Breeding Progress and Challenges*. CRC Pr, Boca Raton FL. US.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. (2008). Pelepasan pisang *Cavendish* sebagai varietas unggul. pkht.ipb.ac.id/wp-content/uploads/2015/12/pisang-Cavendish-siger.pdf. [8 Maret 2018].
- Nurjanah, S. 2018. Dampak ekspor pisang I.
- Kadir, A., & Susanto A. (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra Digital*. ANDI. Yogyakarta.
- Koesyani S.F.D. Dwivany F.M. Wikantika K. (2018). *Spectral reflectance analysis of banana in fruit ripening process*. Proceedings of the Proceedings Asian Conference on Remote Sensing. Kuala Lumpur.
- Kusumiyati, F., Sutari, W., dan Mubarok, S. (2018). Pengaruh waktu simpan terhadap nilai total padatan terlarut, kekerasan dan susut bobot buah mangga arumanis. *J. Kultivasi*. 17(3): 766-771.
- Moradinezhad, F., Sedgley, M., Klieber, A., dan Able1, AJ. (2008). *Variability of responses to 1-methylcyclopropene by banana: influence of time of year at harvest and fruit position in the bunch*. Association of Applied Biologists. Australia.
- Mozes, SYR. (2016). *Umur Optimum Panen Pisang Kepok (Musa Paradisiaca, L) terhadap Mutu Tepung Pisang*. Balai Riset dan Standardisasi Industri. Ambon.
- Nakasone, H. Y., & Paull, R. E. (2010). *Tropical Fruits*. Chippenham and East Bourne. CPI Antony Rowe. UK.
- Pantastico, Er.B. 1993. Fisiologi Pasca Panen: Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Diterjemahkan oleh Kamariyani; Editor Gembong Tjitrosoepomo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pantastico, E.R.B. (1997). Fisiologi Pasca Panen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Diterjemahkan oleh Kamariyani; Editor Gembong Tjitrosoepomo. Ed ke-4. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Paull R.E., O. Duarte. (2011). *Tropical Fruits 2 Second Edition-Volume I*. CAB Int. Wallingford. GB.
- Price, N.S. (1995). Banana morphology. Part 1. Roots and rhizomes. p 179-205. In S.R. Gowen (Ed). *Bananas and Plantains*. Chapman and Hall. London. GB.
- Prihatini, Diah.Saptarini Nuswamarhaeni, Endang Puspita Pohan. (1999). *Mengenal Buah Unggul Indonesia*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Purseglove, J.W. (1972). *Tropical Crop: Monocotyledons Vol. 2*. Longmans. London. GB.
- Ramadani, Y., Kurniati, I.E., Sukarsih, Gunawan, G. (2017). Teknik pemberdayaan keluarga prasejahtera melalui optimalisasi lahan pekarangan dengan penanaman pisang Cavendish. *J. Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. 5(1):22-29.
- Rainiyati, Martino, D., Gusniwati, & Jasminarni. (2007). Perkembangan Pisang Raja Nangka (*Musa sp.*) Secara Kultur Jaringan dari Eksplan Anakan dan Meristem Bunga. *Jurnal Agronomi*. 11(1): 35-39.
- Rohman, A., dan Soemantri. 2007. *Analisis Makanan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Rustiani, U. S. (2005). *Studi Bioekologi Banana Streak Virus (BSV) Isolat Indonesia*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Samson, J.A. (2003). *Tropical Fruits 2 Second Edition*. Blackwell Scientific. British. GB.
- Shintia, B. (2019). *Analisis Keputusan Konsumen Terhadap Pembelian Pisang Cavendish (Musa Cavendishi) Di Brastagi Supermarket Medan (Doctoral dissertation)*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Sholihati, R. Abdullah dan Suroso. (2015). Kajian Penundaan Kematangan Pisang Raja (*Musa paradisiaca var. Sapientum L.*) melalui Penggunaan Media Penyerap Etilen Kalium Permanganat. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*. 8(2): 1-4.
- Stover, R.H., dan Simmonds, N.W. (1987). *Bananas*. Longmans. London. GB.
- Sudarmadji, S., Haryono B., Suhardi. (1989). *Analisa Bahan Makanan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Sutriana, S. (2018). *Analisis Keragaman Morfologi Dan Anatomi Pisang Tanduk (Musa Paradisiaca) Di Kabupaten Enrekang*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar.

- Swara, E.P. (2011). *Perlakuan Pendahuluan Buah Pisang Cavendish (Musa cavendishii) untuk Penyimpanan*. Skripsi. IPB. Bogor.
- Toma, F. A., Razu, A., Muhammad, F. H. and Haque, M. R. (2018). Non-destructive maturity index of "amritsagor" banana using rgb and hsv values. *Journal of Bangladesh Agricultural University*. 16(2): 293-302.
- Turner, D.W., Fortescue, J.A., Thomas, D.S. (2010). Bananas: environment and crop physiology. p (7-36). In F. Damatta (Ed). *Ecophysiology of Tropical Tree Crops*. Nova Science. New York. US.
- Utami, C. R. (2017). Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia dan Organoleptik Tape Pisang Kepok. *Jurnal Teknologi Pangan*. 8(2): 99-106.
- Winarno, F.G., & Aman, M. (1981). *Fisiologi Lepas Panen*. Sastra Hudaya. Jakarta.
- Widjanarko, S.B. 2012. *Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen, Fisiologi dan Handling Buah, Sayur, Bunga dan Herbal*. UB Press. Malang.
- Widodo S.E. Zulferiyenni, dan Maretha I. (2011). Pengaruh penambahan indole acetic acid (IAA) pada pelapisan kitosan terhadap mutu dan masa simpan buah jambu biji (*Psidium guajava* L.) 'crystal'. *J. Agrotropika*. 17(1):14-18.
- Youryon, P., & Supapvanich, S. (2017). Physicochemical quality and antioxidant changes in 'Leb Mue Nang' banana fruit during ripening. *Agriculture and Natural Resources*. 51(1).