



PROFIL PERUBAHAN SIFAT ENJINIRING BUAH PISANG RAJA (*Musa paradisiaca*) SELAMA PROSES PEMERAMAN BUATAN

SKRIPSI

Oleh:

**Muhammad Zainul
NIM 151710201046**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



PROFIL PERUBAHAN SIFAT ENJINIRING BUAH PISANG RAJA (*Musa paradisiaca*) SELAMA PROSES PEMERAMAN BUATAN

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar sarjana Teknik

Oleh:

Muhammad Zainul
NIM 151710201046

Pembimbing

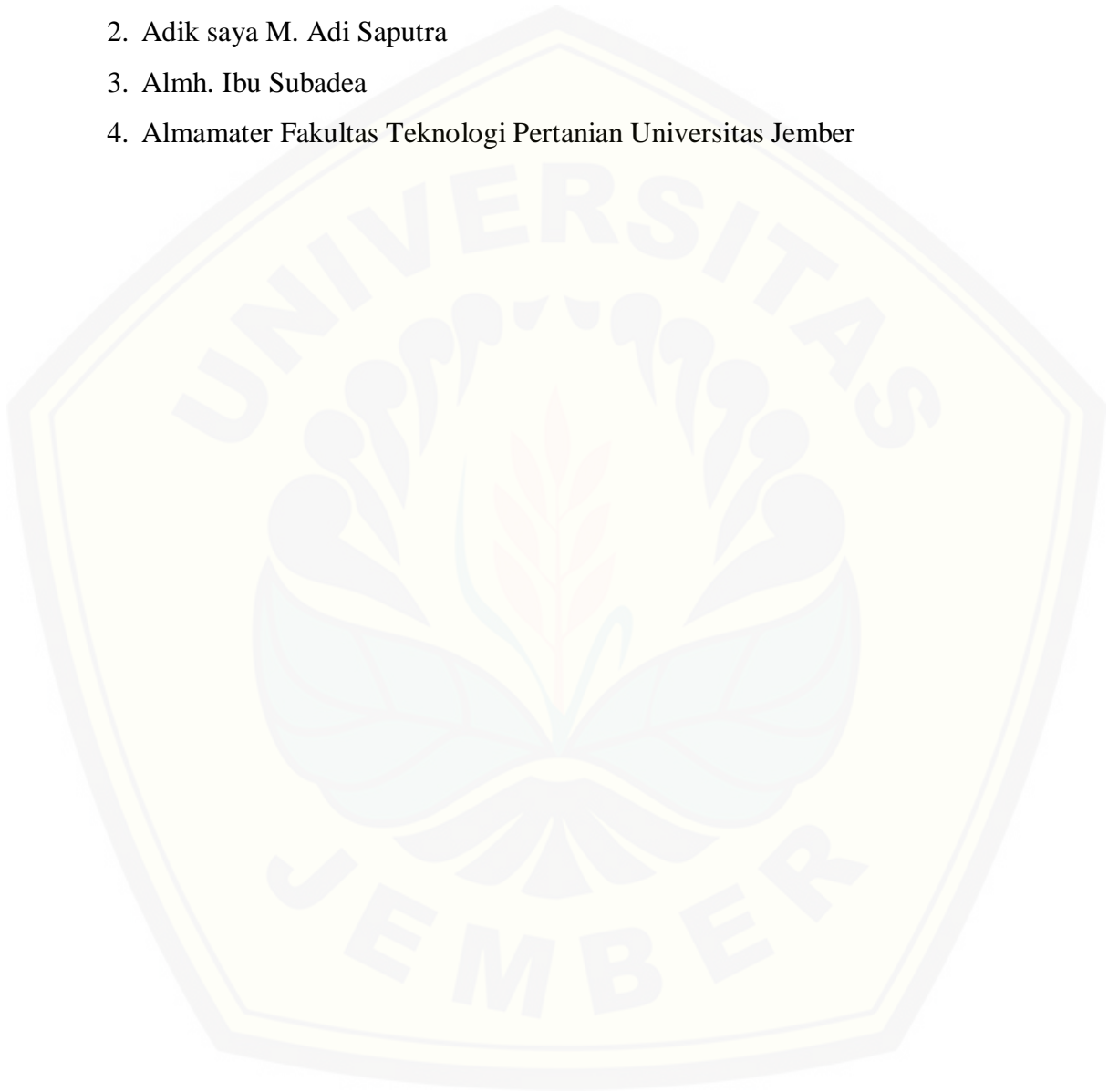
Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.
Dosen Pembimbing Anggota : Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.

JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Sutikno dan Ibunda Ginem
2. Adik saya M. Adi Saputra
3. Almh. Ibu Subadea
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember



MOTTO

“Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan”

(terjemahan Surah *Al-Insyirah* ayat 6)^{*)}



^{*)} Kementerian Agama Republik Indonesia. 2019. *Qur'an Kemenag*.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Zainul

NIM : 151710201046

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Profil Perubahan Sifat Enjiniring Buah Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) Selama Proses Pemeraman Buatan”, adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2020
Yang menyatakan,

Muhammad Zainul
NIM 151710201046

SKRIPSI

PROFIL PERUBAHAN SIFAT ENJINIRING BUAH PISANG RAJA (*Musa paradisiaca*) SELAMA PROSES PEMERAMAN BUATAN

Oleh:
Muhammad Zainul
NIM 151710201046

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.
Dosen Pembimbing Anggota : Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Profil Perubahan Sifat Enjiniring Buah Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) Selama Proses Pemeraman Buatan” karya Muhammad Zainul NIM 151710201046 telah diuji pada:

Hari, Tanggal :

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng.
NIP. 196910051994021001

Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.
NIP. 760016795

Tim Penguji

Ketua

Anggota

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng.
NIP. 196312121990031002

Ir. Tasliman, M. Eng.
NIP. 196208051993021002

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP. M. Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Profil Perubahan Sifat Enjiniring Buah Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) Selama Proses Pemeraman Buatan. Muhammad Zainul, 151710201046; 89 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan komoditas yang mudah dibudidayakan dan dikembangkan di Indonesia. Buah pisang tergolong buah klimaterik, artinya buah yang mempunyai fase tertentu untuk matang saat panen akan menjadi matang selama penyimpanan. Pemeraman sering dilakukan pada pisang dengan tujuan untuk mempercepat kematangan dan menyeragamkan kematangan buah. Salah satu cara yang sering dilakukan petani untuk pemeraman pisang adalah pemeraman dengan menggunakan *kalsium karbida* (CaC_2)/batu karbit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui profil perubahan sifat enjiniring buah pisang raja dan menyusun model dinamika perubahan kadar air dan tingkat kekerasan pisang raja selama proses pemeraman buatan.

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Juli 2019. Bahan yang digunakan adalah pisang raja dan *kalsium karbida* (CaC_2). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu dosis *kalsium karbida* (CaC_2) (20, 30 dan 40 g/kg) dan suhu pemeraman (25 dan 35°C). Setiap perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Data hasil penelitian untuk setiap perlakuan diolah menggunakan program Microsoft Excel dan Aplikasi IMB SPSS Statistic 23. Data hasil pengukuran dianalisis dengan menggunakan analisis grafik dan analisis statistik. Proses pemeraman menggunakan *kalsium karbida* (CaC_2) mengakibatkan nilai perubahan kadar air pisang raja yaitu bertambah naik selama proses pemeraman dari rentang 63,67 %bb – 64,17 %bb menjadi 66,54 %bb - 70,37 %bb.. Sedangkan nilai tingkat kekerasan dari rentang 36330,7 Pa – 39489,3 Pa turun menjadi 1347,3 Pa – 2180,1 Pa. Nilai warna L (tingkat

kecerahan) bertambah naik dari rentang 53,9-54,1 menjadi 64,0-66,5; warna a (tingkat kemerahan) semakin positif menunjukkan warna merah dari rentang -9,1 sampai -8,7 menjadi 4,1-6,1 dan warna b (tingkat kekuningan) semakin naik dari rentang 18,3-18,6 menjadi 31,4-43,1; dan sifat termal buah pisang raja selama proses pemeraman memiliki nilai panas spesifik (C_p) naik, nilai konduktivitas panas (k) dan difusivitas panas (d) yang semakin turun. Hasil perhitungan R^2 , RMSE dan P menunjukkan bahwa model yang baik digunakan untuk memprediksi perubahan kadar air pisang raja selama proses pemeraman adalah model Page, karena model Page memiliki nilai R^2 yang mendekati 1, nilai RMSE yang rendah sebesar 0,6 – 2,1 %bk dan nilai P yang kecil sebesar 1,51 – 6,44 %. Model regresi linier berganda pada perubahan kekerasan buah pisang raja pada berbagai perlakuan dosis *kalsium karbida* (CaC_2) dan suhu menunjukkan tingkat kesesuaian dan keakuratan yang baik.

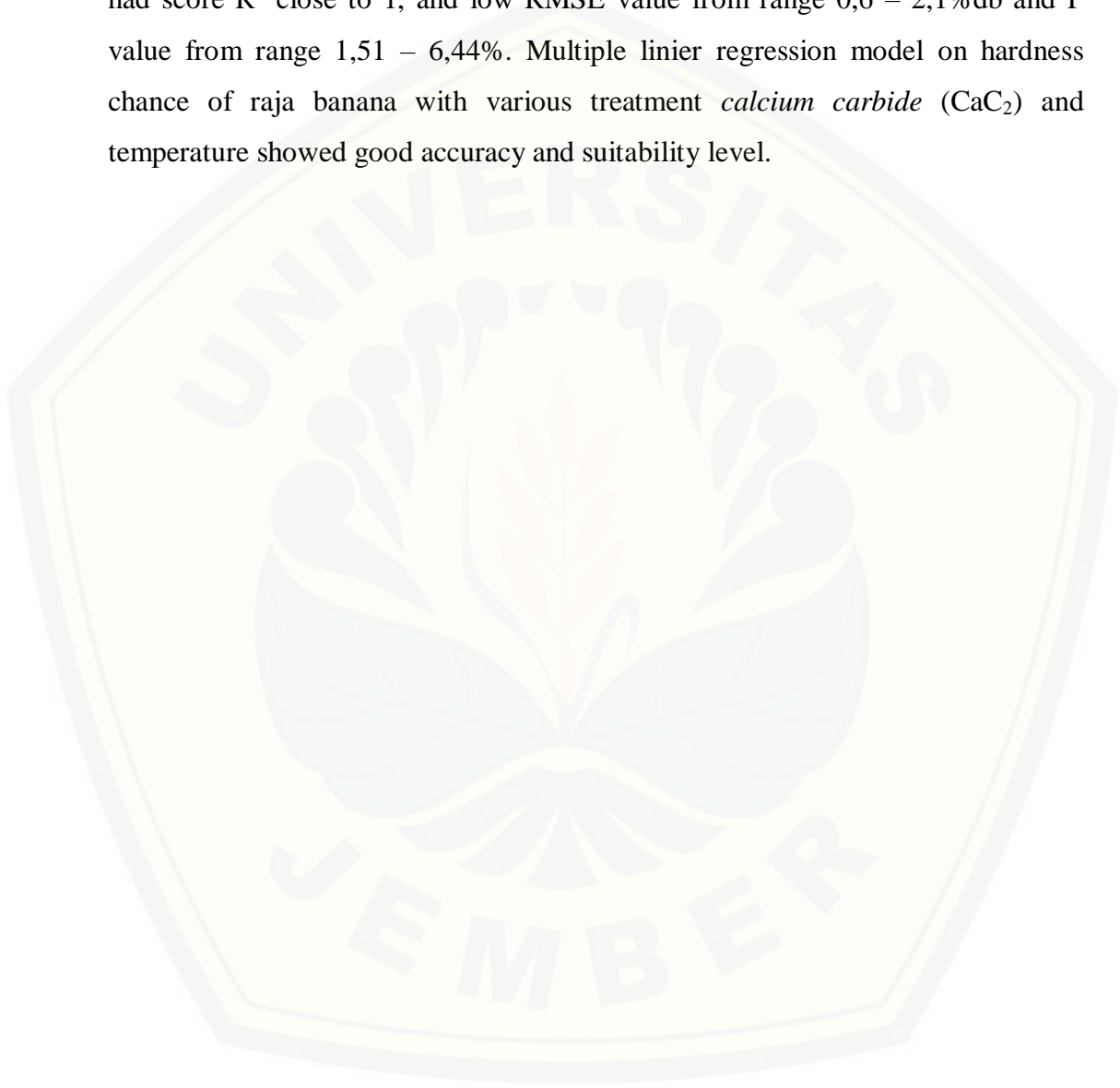
SUMMARY

Change of Engineering Properties of Raja Banana (*Musa paradisiaca*) during the Artificial Ripening Process. Muhammad Zainul, 151710201046; 89 Pages; Department of Agricultural Engineering; Faculty of Agricultural Technology; University of Jember.

Banana (*Musa paradisiaca*) is commodity which easily cultivated and developed in Indonesia. Banana is classified in climatic fruit, that means this fruit has a phase becomes mature after harvesting during storage. Ripening was often done in banana to speed up and uniform the fruit mature. One of the method which often did by farmer to ripen bananas was artificial ripening used *calcium carbide* (CaC_2). The purpose of this research was to study profile of change in engineering characteristics of raja banana and arrrage the model of dynamics water content change and banana's hardness during the artificial ripening process.

This research had been done in the Laboratory of Agricultural Production Engineering, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. The research was done in April until July 2019. The ingredients used was raja banana and *calcium carbide* (CaC_2). This research used Completely Randomized Design (CDR) with two factors which are *calcium carbide* dosage (20, 30, and 40 g/kg) and temperature (25 and 35°C). Each treatment was done three repetitions. From the research result for each treatment was processed by using the *Microsoft Excel* program and IMB SPSS Statistic 23 application. The result of measurement was analyzed using graphical and statistic analysis. The artificial ripening process used *calcium carbide* could make the score of water content increase from range 63,67 %wb – 64,17 %wb became 66,54 %wb - 70,37 %wb. Score of hardness from range 36330,7 Pa – 39489,3 Pa decrease became 1347,3 Pa – 2180,1 Pa. Score of L colour (brightness level) was increase from range 53,9-54,1 became 64,0-66,5; a colour (redness level) more positive from range (-9,1) – (-8,7) became 4,1 - 6,1 and b colour (yellowish level) was increase from range 18,3-18,6 became 31,4 - 43,1 and

thermal properties has score of specific heat (C_p) increase up, score of thermal conductivity (k) and thermal diffusivity (d) was decrease. The calculation result R^2 , RMSE and P showed that the best model to predict water content change of raja banana during artificial ripening process was *Page* model, because this model had score R^2 close to 1, and low RMSE value from range 0,6 – 2,1%db and P value from range 1,51 – 6,44%. Multiple linier regression model on hardness change of raja banana with various treatment *calcium carbide* (CaC_2) and temperature showed good accuracy and suitability level.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul “Profil Perubahan Sifat Enjiniring Buah Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) Selama Proses Pemeraman Buatan”. Skripsi ini disusun untuk memnuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan srata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis meyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng., selaku Ketua Tim Penguji yang telah memberikan kritik, saran dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Ir. Tasliman, M. Eng., selaku Anggota Tim Penguji yang telah memberikan kritik, saran dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Dr. Ir. Heru Ernanda, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya kepada mahasiswa didikannya selama studi;
6. Dr. Dedy Wirawan Soedibyoy, S.TP., M.Si., selaku Dosen Komisi Bimbingan yang telah meluangkan waktu, pikiran, serta memberikan kritik, saran dan arahan dalam membimbing penulisan skripsi ini;
7. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan baik moral maupun materil sehingga penulis mampu menyusun skripsi ini dengan lancar.
8. M. Asbihani dan teman-teman SMA yang sudah memberikan doa dan dukungan kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Teman-teman TEP C – 15 yang telah memberikan dukungan, doa dan bantuan demi terselesainya karya ilmiah ini.
10. Teman-teman di Laboratorium EHP yang telah berbagi ilmu dalam melakukan penelitian ini; dan
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-per satu

Semoga Allah Subhana hu Wata'ala melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada mereka semua. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Jember, 22 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Buah Pisang Raja	4
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	4
2.1.2 Proses Respirasi	5
2.1.3 Kandungan dan Manfaat	6
2.2 Teknik Pemeraman Buatan	7
2.2.1 Pemeraman Tradisional	7
2.2.2 Pemeraman dengan <i>Kalsium Karbida</i> (CaC_2)	7
2.3 Pemeraman Buah Menggunakan Kalsium Karbida (CaC_2)	8
2.3.1 <i>Kalsium Karbida</i> (CaC_2)	8
2.3.2 Perubahan Sifat Enjiniring Buah selama Pemeraman Buatan	8
2.4 Penelitian Sebelumnya	10
BAB 3. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	11
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.3.1 Penimbangan <i>Kalsium Karbida</i> (CaC_2)	12
3.3.2 Pemeraman Pisang Raja	12
3.3.3 Pengukuran Sifat Enjiniring Pisang Raja	13
3.4 Rancangan Percobaan	16

3.5 Analisis Data	16
3.5.1 Pemodelan Kadar Air Pisang Raja selama Proses Pemeraman	16
3.5.2 Pemodelan Tingkat Kekerasan Pisang Raja selama Proses Pemeraman	18
3.5.3 Uji Validitas	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Profil Perubahan Sifat Enjiniring Pisang Raja Selama Proses Pemeraman	21
4.1.1 Warna Buah	21
4.1.2 Kadar Air	23
4.1.3 Sifat Termal	25
4.1.4 Tingkat Kekerasan	27
4.2 Pemodelan Kadar Air Pisang Raja Selama Pemeraman	29
4.2.1 Konstanta Pada Persamaan Model <i>Page</i> dan <i>Newton</i>	29
4.2.2 Uji Validitas Model <i>Page</i> dan <i>Newton</i> pada Kadar Air Pisang Raja	30
4.3 Tingkat Kekerasan Pisang Raja Selama Proses Pemeraman Buatan	35
4.3.1 Pemodelan Tingkat Kekerasan Pisang Raja Selama Proses Pemeraman	35
4.3.2 Konstanta pada Persamaan Regresi Linier	36
4.3.3 Uji Validitas Model	39
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	46

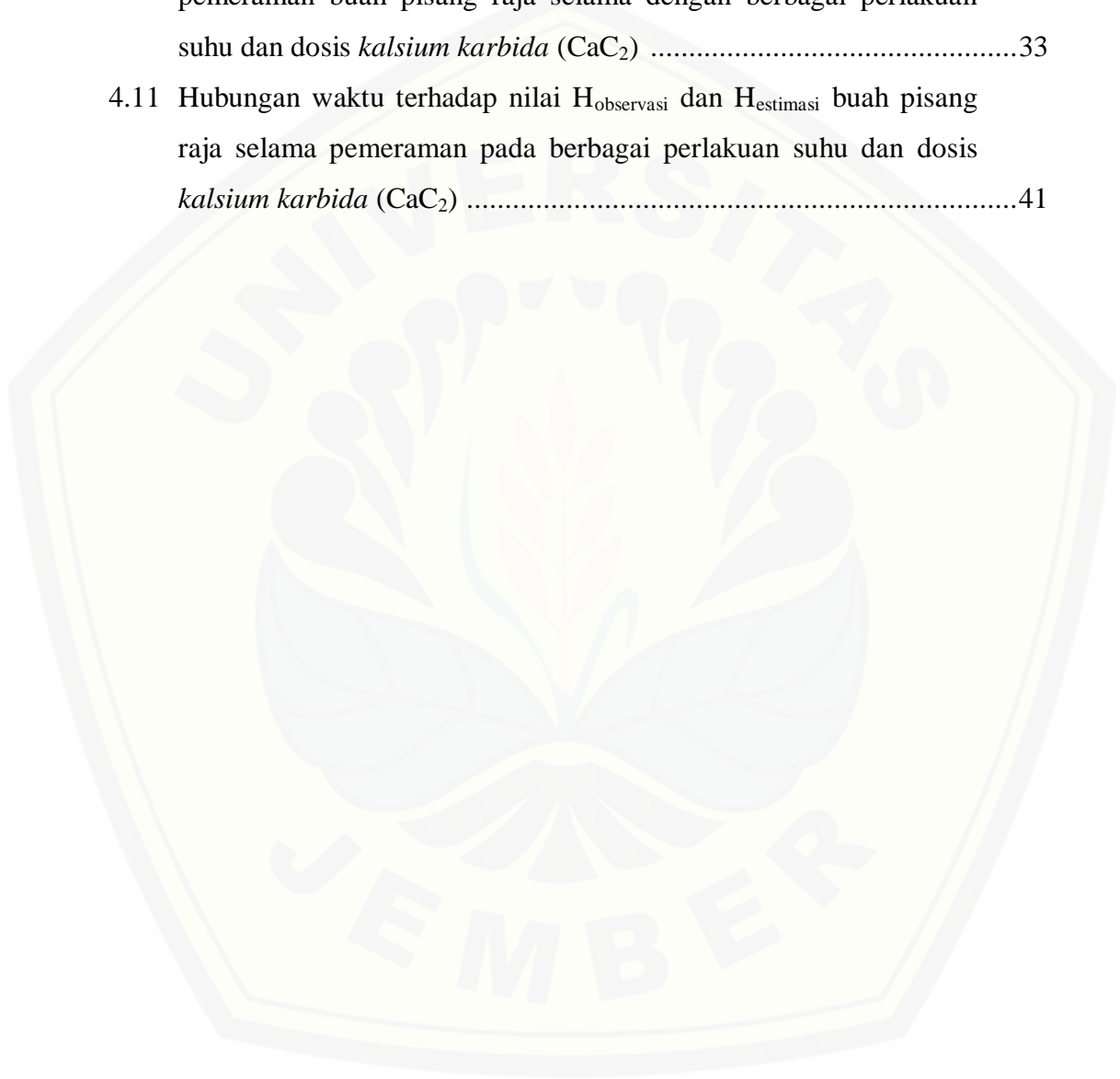
DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi kimia daging buah pisang raja (nilai per 100 g)	6
2.2 Jurnal penelitian sebelumnya	10
3.1 Rancangan percobaan	16
4.1 Nilai konstanta perubahan kadar air pada berbagai perlakuan	29
4.2 Model perubahan kadar air pisang raja pada berbagai perlakuan	30
4.3 Nilai R^2 , RMSE, dan P pada berbagai perlakuan	34
4.4 Nilai konstanta dan nilai koefisien model terhadap tingkat kekerasan dari berbagai Perlakuan	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1 Diagram alir penelitian	12
4.2 Thermal properties analyzer KD2 Pro	14
4.3 Penetrometer	15
4.1 Hubungan waktu dengan nilai L buah pisang raja selama pemeraman pada berbagai perlakuan suhu pemeraman dan dosis kalsium karbida (CaC ₂)	21
4.2 Hubungan waktu dengan nilai a buah pisang raja selama pemeraman pada berbagai perlakuan suhu pemeraman dan dosis kalsium karbida (CaC ₂)	22
4.3 Hubungan waktu dengan nilai b buah pisang raja selama pemeraman pada berbagai perlakuan suhu pemeraman dan dosis kalsium karbida (CaC ₂)	22
4.4 Perubahan kadar air buah pisang raja selama pemeraman pada berbagai perlakuan suhu pemeraman dan dosis kalsium karbida (CaC ₂)	24
4.5 Perubahan nilai Cp buah pisang raja selama pemeraman pada berbagai perlakuan suhu pemeraman dan dosis kalsium karbida (CaC ₂)	25
4.6 Perubahan nilai k buah pisang raja selama pemeraman pada berbagai perlakuan suhu pemeraman dan dosis kalsium karbida (CaC ₂)	25
4.7 Perubahan nilai d buah pisang raja selama pemeraman pada berbagai perlakuan suhu pemeraman dan dosis kalsium karbida (CaC ₂)	26
4.8 Perubahan tingkat kekerasan buah pisang raja selama pemeraman pada berbagai perlakuan suhu pemeraman dan dosis kalsium karbida (CaC ₂)	28

4.9 Hubungan M_{estimasi} dan $M_{\text{observasi}}$ dari persamaan <i>page</i> pada pemeraman buah pisang raja selama dengan berbagai perlakuan suhu dan dosis <i>kalsium karbida</i> (CaC_2)	32
4.10 Hubungan M_{estimasi} dan $M_{\text{observasi}}$ dari persamaan <i>newton</i> pada pemeraman buah pisang raja selama dengan berbagai perlakuan suhu dan dosis <i>kalsium karbida</i> (CaC_2)	33
4.11 Hubungan waktu terhadap nilai $H_{\text{observasi}}$ dan H_{estimasi} buah pisang raja selama pemeraman pada berbagai perlakuan suhu dan dosis <i>kalsium karbida</i> (CaC_2)	41



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data Perubahan Kadar Air Selama Proses Pemeraman Buah	46
B. Data dan Ploting Persamaan <i>Page</i> dan Persamaan <i>Newton</i> Perubahan Kadar Air Pisang Raja Selama Proses Pemeraman	49
C. Data <i>M</i> observasi dan <i>M</i> estimasi	58
D. Uji Validitas Model	61
E. Perubahan Sifat Termal (<i>C_p</i> , <i>k</i> , <i>d</i>)	73
F. Perubahan Warna	75
G. Perubahan Tingkat Kekerasan	77
H. Gambar Perubahan Warna Pisang Raja Selama Pemeraman Buatan Menggunakan <i>Kalsium Karbida</i> (CaC_2)	83

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan komoditas yang mudah dibudidayakan dan dikembangkan di Indonesia, banyak sekali jenisnya serta merupakan jenis buah yang cukup banyak dikonsumsi oleh masyarakat untuk semua umur dan status sosial karena harganya yang relatif terjangkau dan mudah didapat (Rohmah, 2016). Buah pisang tergolong buah klimakterik, artinya buah yang mempunyai fase tertentu untuk matang saat panen akan menjadi matang selama penyimpanan. Buah yang cukup tua akan menjadi matang dalam 4 – 5 hari setelah panen tanpa perlakuan pemeraman. Pemeraman sering dilakukan pada pisang dengan tujuan untuk mempercepat kematangan dan menyeragamkan kematangan buah. Salah satu cara yang dilakukan untuk pemeraman pisang adalah pemeraman dengan menggunakan *kalsium karbida* (CaC_2)/batu karbit (Satuhu dan Supriyadi, 2005).

Pemeraman menggunakan *kalsium karbida* (CaC_2) sering dilakukan oleh petani pisang dan masyarakat di Indonesia. Akan tetapi informasi terkait perubahan sifat enjiniring buah pisang selama proses pemeraman menggunakan karbit belum banyak diketahui oleh masyarakat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sugianti *et al.* (2015), tentang pengaruh pemeraman menggunakan batu karbit/*kalsium karbida* (CaC_2) terhadap sifat fisik dan kimia buah pisang ambon dibutuhkan waktu 6-8 hari untuk mencapai kematangan pada buah. Tingkat kekerasan buah mengalami penurunan dari awal hingga akhir pemeraman, kondisi ini dibuktikan dengan melunaknya kondisi kulit dan daging buah. Pada penelitian tersebut terbatas hanya pada pisang ambon, belum ada penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pemeraman buatan terhadap sifat fisik dan kimia pada buah pisang yang lain seperti salah satunya adalah pisang raja. Mengingat informasi terhadap profil perubahan sifat enjiniring pada pisang raja belum diketahui maka perlu adanya penelitian tentang profil perubahan sifat enjiniring pisang raja selama proses pemeraman buatan. Data hasil pengamatan

tersebut dapat berguna dalam kegiatan pasca panen pemeraman buah pisang raja menggunakan *kalsium karbida* (CaC_2) agar didapatkan kualitas buah pisang raja yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini membahas profil perubahan sifat enjiniring buah pisang raja selama proses pemeraman buatan. Pengetahuan tentang sifat fisik, mekanik, kimia dan termal merupakan suatu hal yang sangat penting dalam masalah terkait analisa produk dan cara penanganan pasca panen buah pisang. Oleh karena itu, diperlukan studi tentang profil perubahan sifat enjiniring buah pisang raja selama proses pemeraman buatan agar proses penanganan pasca panen buah pisang raja dapat dilakukan dengan tepat dan tidak merusak kualitas buah pisang raja.

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini yaitu mempelajari profil perubahan sifat enjiniring buah pisang raja selama proses pemeraman buatan menggunakan batu karbit/*kalsium karbida* (CaC_2). Variabel yang diukur adalah warna, kadar air, panas spesifik, konduktivitas panas, difusivitas panas, dan tingkat kekerasan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus, untuk tujuan umumnya yaitu mempelajari proses pematangan pisang raja menggunakan metode pemeraman buatan. Sedangkan untuk tujuan khususnya yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat enjiniring buah pisang raja selama proses pemeraman buatan menggunakan *kalsium karbida* (CaC_2).
2. Menguji model persamaan yang sesuai untuk mempresentasikan dinamika perubahan kadar air pisang raja selama proses pemeraman pada berbagai perlakuan dosis *kalsium karbida* (CaC_2) dan suhu menggunakan model *Page* dan model *Newton*.

3. Menyusun model empiris perubahan tingkat kekerasan pisang raja selama proses pemeraman pada berbagai perlakuan dosis *kalsium karbida* (CaC_2) dan suhu menggunakan model regresi linier berganda.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai sumber pengetahuan tentang perubahan sifat enjiniring buah pisang raja selama proses pemeraman buatan.
2. Referensi dan ilmu pengetahuan tentang penanganan pasca panen buah pisang raja dengan pemeraman buatan.
3. Penelitian ini dapat dijadikan pedoman dalam pengaplikasian pemeraman buah pisang raja.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Pisang Raja

Pisang raja termasuk jenis pisang buah. Menurut ahli sejarah dan botani secara umum pisang raja berasal dari kawasan Asia Tenggara dan pulau-pulau pasifik barat. Selanjutnya menyebar ke berbagai negara baik negara tropis maupun negara subtropis. Akhirnya buah pisang dikenal di seluruh dunia. Jadi pisang raja termasuk tanaman asli Indonesia dan kultivar-kultivarnya banyak ditemukan di pulau Jawa (Zuhairini, 1997).

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Adapun klasifikasi tanaman pisang raja menurut Tjitrosoepomo (2001) adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Zingiberales
Famili	: Musaceae
Genus	: Musa
Spesies	: <i>Musa paradisiaca</i> L

Pisang raja termasuk varietas pisang unggul yang telah dilepas oleh pemerintah. Kelompok pisang ini umumnya dikonsumsi segar. Warna buah beraneka ada yang kuning muda, kuning tua dan merah daging. Tinggi pohon 2,6-3 m dengan lingkaran batang 0,4-0,5 m berwarna hijau dengan bercak coklat kehitaman. Panjang daun 2,4-2,8 m, lebar 40-60 cm berwarna hijau. Tandan buah mencapai panjang 40-60 cm, merunduk, berbulu halus. Jantung berbentuk telur, kelopak luar berwarna ungu dan merah sebelah dalam. Sisir buah berjumlah 6-8 sisir dan tiap sisir berjumlah 12-13 buah. Buah berbentuk silinder, berkulit agak tebal (3 mm) dengan ujung runcing bulat atau bersegi empat. Daging buah berwarna putih kekuningan, kuning muda atau kemerah-merahan, tidak berbiji, rasa agak manis sampai manis, agak keras, kurang beraroma. Berbunga pada umur 14 bulan dan masak sekitar 150-160 hari setelah berbunga (Rukmana, 1999).

2.1.2 Proses respirasi

Pisang merupakan buah klimaterik dan juga masuk kedalam kategori buah dengan laju respirasi sedang. Oleh karena itu hal-hal yang berkaitan dengan produksi gas CO₂ dan gas etilen pada proses pematangan di dalam ruang penyimpanan sangat perlu untuk diperhatikan. Menurut Hotman (2009), proses respirasi dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu:

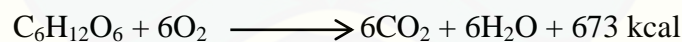
a. Faktor Internal

Semakin tinggi tingkat perkembangan organ, maka semakin tinggi jumlah CO₂ yang dihasilkan. Susunan kimiawi jaringan mempengaruhi laju respirasi, dimana buah-buahan yang banyak mengandung karbohidrat, maka laju respirasinya akan semakin meningkat. Laju respirasi rendah terjadi pada produk yang memiliki lapisan kulit yang tebal.

b. Faktor Eksternal

Adapun faktor eksternal yang mempengaruhi laju respirasi antara lain adalah suhu, konsentrasi O₂, konsentrasi CO₂, etilen dan kerusakan bahan.

Secara sederhana, proses respirasi dapat dijelaskan sebagai proses oksidasi dari glukosa dengan menggunakan oksigen (O₂) dari udara serta melepaskan karbondioksida (CO₂), air (H₂O), dan sejumlah energi, seperti digambarkan pada persamaan berikut:



Berikut merupakan reaksi *kalsium karbida* (CaC₂) dengan air:



Perbedaan buah klimaterik dari buah non-klimaterik adalah responnya terhadap pemberian etilen yang merupakan gas hidrokarbon yang secara alami dikeluarkan oleh buah-buahan dan mempunyai pengaruh dalam peningkatan respirasi. Buah non-klimaterik akan bereaksi terhadap pemberian etilen pada tingkat manapun baik pada tingkat pra-panen maupun pasca panen, contoh buahnya yaitu semangka, jeruk, nanas, anggur, ketimun dan sebagainya. Sedangkan buah klimakterik hanya akan mengadakan reaksi respirasi bila etilen diberikan dalam tingkat pra klimakterik dan tidak peka lagi terhadap etilen setelah

kenaikan respirasi dimulai. Contoh buahnya meliputi pisang, mangga, pepaya, adpokat, tomat, sawo, apel dan sebagainya (Pantastico, 1975).

Pada buah-buahan non klimaterik efek pemberian gas etilen dapat menaikkan laju respirasi dan tidak berpengaruh terhadap waktu puncak klimaterik, sedangkan pada buah klimaterik dapat mempercepat terjadinya puncak klimaterik tanpa berpengaruh terhadap tingginya laju respirasi (Tucker, 1993).

2.1.3 Kandungan dan manfaat

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terhadap kandungan gizi dalam buah pisang raja, diantaranya dilaporkan Riana (2000) yang beberapa kandungan pisang raja tertera pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi kimia daging buah pisang raja (nilai per 100 gram)

Komponen Pisang Raja	Nilai
Air	67,30 gram
Energi	116,00 kkal
Protein	0,79 gram
Total Lemak	0,18 gram
Karbohidrat	31,15 gram
Serat	2,30 gram
Ampas	0,58 gram

Sumber : Riana (2000)

Menurut Prihatman (2000), pisang dibagi menjadi empat kelompok berdasarkan jenis dan pemanfaatannya yakni: 1) pisang yang dimakan buahnya tanpa dimasak yaitu *Musa paradisiaca var sapientum*, *Musa nana* atau disebut juga *Musa cavendishii*, *Musa sinensis*, misalnya pisang ambon, susu, raja, cavendis, barangan dan mas; 2) pisang yang dimakan setelah buahnya dimasak yaitu *Musa paradisiaca forma typica* atau disebut juga *Musa paradisiaca normalis*, misalnya pisang nagka, tanduk, dan kepok; 3) pisang berbiji yaitu *Musa brachycarpa* yang di Indonesia dimanfaatkan daunnya, misalnya pisang batu dan klutuk; 4) pisang yang diambil seratnya misal pisang manila. Buah pisang raja sering digunakan sebagai buah meja dan dapat diolah menjadi bahan makanan seperti selai, pisang goreng dan keripik. Selain itu, pisang raja juga dapat

digunakan sebagai obat tradisional (Kasrina dan Anis, 2013) dan keperluan ritual serta upacara-upacara adat seperti seserahan adat lamaran (Pramita *et al.*, 2013).

2.2 Teknik Pemeraman Buatan

2.2.1 Pemeraman tradisional

Teknik pemeraman yang biasa dilakukan oleh masyarakat yakni dengan cara dimasukkan kedalam tempayan. Pemeraman dengan cara ini memakan waktu 2-3 hari. Cara pemeraman lain yaitu dengan menggunakan dedaunan. Beberapa jenis daun yang dapat merangsang pematangan buah adalah daun lamtoro, daun gamal, daun mindi dan daun pisang. Pemeraman dengan teknik ini memerlukan waktu 3-4 hari untuk mendapatkan kematangan buah yang serempak (Zuhairini, 1997:60). Cara pemeraman tradisional lainnya yaitu dengan cara pengasapan, pematangan dengan cara ini dilakukan dengan menempatkan buah pisang di dalam tanah yang sudah digali dan dialasi dengan daun pisang kemudian pisang-pisang tersebut ditutup dengan gedebok pisang dan tanah. Untuk menyalurkan asap digunakan bambu, dan proses pengasapan dilakukan selama 36-72 jam kemudian lubang ditutup rapat dengan tanah selama 4-5 hari agar buah pisang matang secara seragam (Hukum, 1993 dalam Kristianita *et al.*, 2012).

2.2.2 Pemeraman dengan kalsium karbida (CaC_2)

Menurut Ningrum (2013) dalam Sugianti *et al.* (2015) bahwa penambahan batu karbit pada saat pemeraman berpengaruh terhadap hasil tanaman yaitu pemacuan aktivitas respirasi sehingga buah akan mencapai tingkat ketuaan maksimum. Permasalahan yang sering timbul yaitu banyak buah pisang yang cepat busuk, daging buah yang terlalu lembek dan lain-lain, kerusakan ini sangat tidak sesuai dengan minat pasar. Menurut Prabawati *et al.* (2008) kelemahan menggunakan batu karbit buah cepat matang maka buah pisang mudah rontok dan cepat rusak ditandai dengan bintik-bintik coklat pada permukaan kulit. Kerusakan pada buah ini akibat dari pemeraman buah yang dilakukan dengan penambahan karbit terlalu banyak yang mempercepat laju gas etilen, sehingga dibutuhkan massa karbit yang tepat pada saat pemeraman. Menurut Ningrum (2013) dalam Sugianti *et al.* (2015) batu karbit sebanyak 0,05 –0,20% dari berat buah pisang,

dibungkus dan dipercikkan air. Karbit diletakkan pada bagian bawah dalam kemasan, kemudian diletakkan pisang dan ditutup rapat.

2.3 Pemeraman Buah Pisang Menggunakan Kalsium karbida (CaC_2)

2.3.1 Kalsium karbida (CaC_2)

Kalsium karbida (CaC_2) adalah bahan penghasil gas karbit atau asetilen (tidak alami) yang dapat memacu kematangan buah. Para pedagang pengumpul sering menggunakan batu karbit atau *kalsium karbida* untuk mempercepat pematangan buah pisang, karena mudah diperoleh, murah dan praktis. Caranya, batu karbit sebanyak 0,05% dari berat buah pisang, dibungkus dengan kertas koran dan dipercikkan air. Karbit diletakkan pada bagian bawah kemasan, kemudian diletakkan buah pisang dan ditutup rapat. Kondisi demikian dibiarkan selama 36 jam dalam ruangan dengan sirkulasi udara yang baik. Setelah waktu stimulasi tercapai, buah dikeluarkan dan diatur pada rak-rak untuk memberi kesempatan matang sempurna (Suyanti dan Supriyadi, 2008).

2.3.2 Perubahan sifat enjiniring buah pisang raja selama pemeraman buatan

a. Kadar Air

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sugianti *et al.* (2015), tentang pengaruh pemeraman menggunakan batu karbit terhadap sifat fisik dan kimia buah pisang ambon kadar air saat pemeraman buah pisang ambon mengalami peningkatan. Hal ini terjadi karena air dihasilkan dari proses respirasi, dimana semakin lama respirasi maka semakin banyak air yang dihasilkan sehingga semakin banyak pula air yang tertahan pada ruang antar sel dan kadar air yang ditetapkan akan meningkat pula (Winarno dan Wirakartakusumah, 1981).

b. Tingkat Kekerasan

Kekerasan buah pisang raja mengalami penurunan dari awal pemeraman hingga akhir pemeraman, kondisi ini dibuktikan dengan melunaknya kondisi kulit dan daging buah. Buah yang mengalami proses pematangan akan mengalami perubahan tekstur yaitu buah yang sudah matang akan jauh lebih lunak dibandingkan dengan buah yang masih muda. Menurut Sumadi *et al.* (2004) dalam Sugianti *et al.* (2015) selama proses pemasakan, buah pisang

akan mengalami pelunakan buah akibat degradasi dinding sel dan hidrolisis pati.

c. Warna Buah

Tanda kematangan pertama pada kebanyakan buah pisang raja adalah hilangnya warna hijau. Kandungan klorofil buah pisang yang sedang masak lambat laun berkurang. Perubahan warna merupakan perubahan yang paling menonjol pada waktu pemasakan. Di samping terjadi perombakan klorofil, dalam proses ini terjadi pula sintesa dari pigmen tertentu, seperti karotenoid dan flavonoid. Karena terjadi perombakan/degradasi dari klorofil, maka karotenoid yang sudah ada tetapi tidak nyata menjadi nyata dan buah pisang berubah menjadi berwarna kuning. Terjadinya warna kuning pada pisang disebabkan karena hilangnya klorofil dan menyebabkan tampaknya warna karotenoid yang kuning (Apani, 1984).

d. Panas spesifik (C_p), konduktivitas panas (k) dan difusivitas panas (d)

Buah pisang raja mengalami perubahan nilai panas spesifik (C_p), konduktivitas panas (k) dan difusivitas panas (d) yang disebabkan oleh perubahan kandungan kadar air buah pisang raja selama proses pemeraman buatan. Panas spesifik (C_p) merupakan jumlah energi panas yang diserap atau dilepaskan oleh suatu berat bahan dalam suatu perubahan suhu, tanpa terjadi perubahan fasa bahan, atau jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg bahan sebesar 1 °C. Konduktivitas termal (k) merupakan jumlah panas yang dialirkan per satuan luas dan satuan ketebalan dari suatu bahan dalam satuan waktu dengan perubahan sebesar satu satuan suhu. Nilai konduktivitas termal suatu bahan hasil pertanian ditentukan oleh komposisinya dan juga dari presentase ruang kosong, bentuk, ukuran, dan susunan ruang kosong serta faktor-faktor lain yang membatasi aliran panas. Difusivitas termal (d) merupakan karakteristik termal yang digunakan untuk menentukan laju aliran energi panas di dalam bahan hasil pertanian yang berwujud padat pada berbagai bentuk. Karakteristik ini berhubungan dengan kemampuan bahan untuk mengalirkan energi panas dan kemampuan untuk menyimpan energi panas (Toledo, 1991).

2.4 Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.2 adalah beberapa contoh jurnal penelitian sebelumnya mengenai pengaruh dosis karbid terhadap perubahan sifat enjiniring buah pisang ambon selama proses pemeraman.

Tabel 2.2 Jurnal penelitian sebelumnya

No.	Nama/Tahun	Judul Penelitian	Hasil
1.	Cicik Sugianti, Anwar Sadat, Tamrin, /2015	Pengaruh Pemeraman Menggunakan Batu Karbit (CaC_2) terhadap Sifat Fisik dan Kimia Buah Pisang Ambon (<i>Musa paradisiaca</i> var. <i>Sapientum</i> (L) Kunt))	Berdasarkan tentang pengaruh dari pemeraman menggunakan batu karbit terhadap sifat fisik dan kimia buah pisang ambon didapatkan hasil bahwa semakin tinggi massa karbit maka semakin tinggi kadar air dan kadar vitamin C dan tingkat kekerasan buah pisang semakin menurun.
2.	Erna Lidiawati/2016	Pengaruh Dosis Karbit (CaC_2) dan Jenis Kemasan terhadap Kualitas Buah Pisang Ambon (<i>Musap paradisiaca</i> L. Var)	Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemberian karbit berbagai dosis dan jenis kemasan yang berbeda, secara sensori berpengaruh tidak nyata terhadap kualitas buah pisang ambon, kecuali warna kulit buah.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan April sampai bulan Juli 2019 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

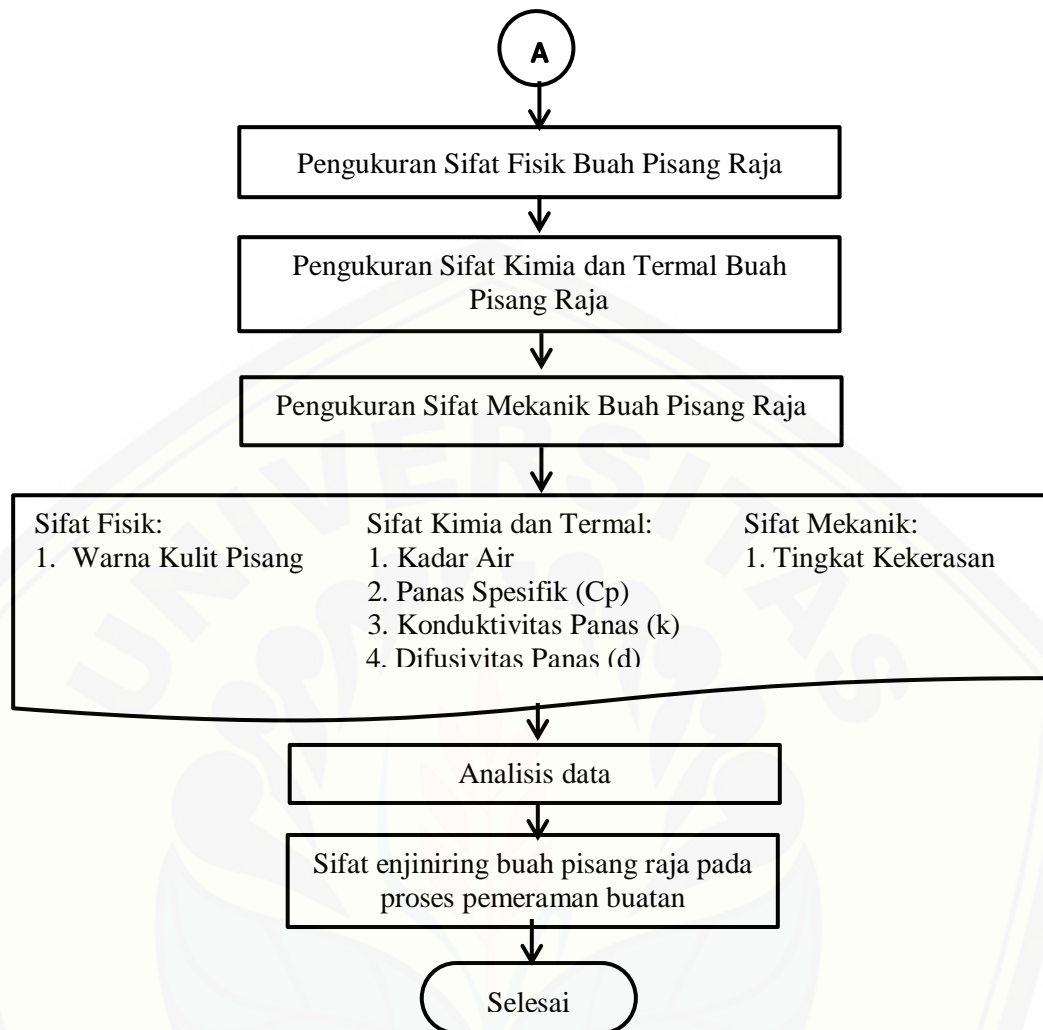
3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital Ohaus Pioneer (ketelitian 0,001 g), timbangan analog (kap 2,5 kg), jangka sorong, penetrometer, *thermal analyzer*, *colour reader* CR-10, pisau, gunting, tali rafia, keranjang, karung semen, karung beras, kamera, oven, desikator, cawan, alat tulis, komputer merk *asus*, *microsoft excel*, aplikasi *IMB SPSS Statistic 23*. Bahan-bahan yang digunakan antara lain buah pisang raja dan karbid/*kalsium karbida* (CaC₂).

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini mengacu pada diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.1 Penimbangan Kalsium Karbida (CaC_2)

Penimbangan *kalsium karbida* (CaC_2) menggunakan timbangan digital merk Ohaus Pioneer (ketelitian 0,001 g). Dosis karbit yang digunakan yaitu dengan berat 20 g, 30 g, dan 40 g per 1 kg buah pisang.

3.3.2 Pemeraman Pisang Raja

Pengemasan pisang selama proses pemeraman masing-masing perlakuan menggunakan keranjang plastik dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 18 cm dan tinggi 15 cm. Pisang dikemas menggunakan karung semen dan dirangkapi karung goni kemudian dimasukkan ke dalam keranjang. Jumlah pisang dalam satu kemasan pada penelitian ini adalah 1 lirang (12 buah) dengan berat 0,9 - 1,2 kg.

Pemeraman buah pisang raja menggunakan tiga variasi dosis karbid (20 g/kg, 30 g/kg, 40 g/kg pisang) dan dua variasi perlakuan suhu yaitu suhu 25 °C (suhu ruang) dan 35 °C (di dalam oven). Pemeraman pisang raja dilakukan selama 4 hari atau selama 96 jam.

3.3.3 Pengukuran Sifat Enjiniring Pisang Raja

a. Pengukuran warna kulit pisang raja

Pengukuran warna pada kulit pisang raja menggunakan alat *Colour Reader* CR-10. Pengukuran warna pada penelitian ini menggunakan sistem hunter (Hunter, 1952) warna yang dibedakan menjadi 3 dimensi warna L, a dan b. Tentukan nilai L_s , a_s , dan b_s dengan cara mengontrol *Colour Reader* pada kertas HVS. Kemudian *Colour Reader* ditembakkan ke buah pisang pada 5 titik yang berbeda sehingga diketahui nilai dL , d_a , dan d_b . Pada sistem ini ditentukan dengan koordinat yaitu L^* menunjukkan *Light*/terang, a^* yaitu koordinat merah/hijau, dan b^* yaitu koordinat kuning/biru. Selanjutnya untuk mengetahui nilai L, a, dan b yaitu dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan-persamaan di bawah ini.

$$L = dL + L_s \dots \dots \dots (3.1)$$

$$a = da + a_s \dots \dots \dots (3.2)$$

$$b = db + b_s \dots \dots \dots (3.3)$$

b. Pengukuran kadar air pisang raja

Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode gravimetri (Sudarmadji *et al.*, 1997), yaitu menimbang cawan kosong (a) gram. Sebelum ditimbang cawan dimasukkan kedalam oven konveksi suhu 105 °C selama ±15 menit yang bertujuan agar cawan benar-benar kering dan selanjutnya dimasukkan ke dalam desikator selama ±15 menit. Kemudian buah pisang raja dipotong dan ditimbang seberat ±5 gram, berat bahan dan cawan sebelum dikeringkan dianggap sebagai (b) gram. Penimbangan berat buah pisang untuk pengukuran kadar air merupakan berat daging buah (tanpa kulit). Bahan dan cawan dimasukkan ke dalam oven, dikeringkan pada suhu 105 °C selama 6 jam. Bahan dan cawan dari oven dimasukkan ke desikator hingga suhunya konstan selama ±15 menit . Cawan dan bahan yang telah dikeringkan ditimbang dan

dicatat sebagai (c) gram. Nilai kadar air awal bahan basis basah (%bb) dan basis kering (%bk) dapat dihitung dengan persamaan 3.5 dan 3.6.

$$m (\% \text{bb}) = \frac{(b-a)-(c-a)}{(b-a)} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

$$M (\% \text{bk}) = \frac{(m)}{(100-m)} \times 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

m = kadar air basis basah (%bb)

M = kadar air basis kering (%bk)

a = berat cawan kosong

b = berat cawan dan sampel sebelum dikeringkan (gram)

c = berat cawan dan sampel setelah dikeringkan (gram)

c. Pengukuran sifat termal buah pisang raja

Panas spesifik (C_p), konduktivitas panas (k), dan difusivitas panas (α) buah pisang raja selama proses pemeraman buatan diukur menggunakan alat *Manual Analyzer KD2 Pro*. Tahap pertama memasang sensor yang sesuai yaitu sensor SH-1 dengan 2 jarum sensor yang cocok untuk buah-buahan pada alat *Thermal Propertie Analyzer KD2 Pro*. Kemudian tombol power ditekan untuk mengaktifkan alat tersebut. Setelah itu memasukkan sensor pada buah pisang raja yang akan diukur. Lalu menekan tombol menu untuk masuk kedalam menu utama dan menekan tombol enter untuk memulai melakukan pengukuran. Nilai panas spesifik (C_p), konduktivitas panas (k), dan difusivitas panas (α) akan terbaca pada layar *Thermal Propertie Analyzer KD2 Pro*. Gambar 3.2 adalah gambar thermal propertie analyzer KD2 pro dan sensor SH-1.



(a)



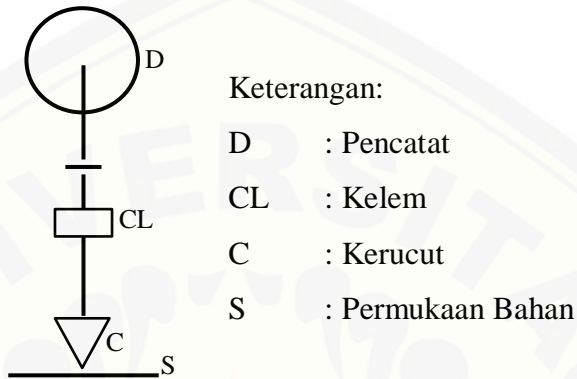
(b)

(a) *Thermal Propertie Analyzer KD2 Pro*; (b) Sensor SH-1

Gambar 3.2. *Thermal propertie analyzer KD2 pro*

d. Pengukuran tingkat kekerasan pisang raja

Pengukuran tingkat kekerasan buah pisang raja dilakukan dengan menggunakan penetrometer. Kerja alat ini berdasarkan jarak kerucut pada alat masuk ke bahan pada waktu tertentu. Bentuk paling sederhana dari penetrometer dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Penetrometer (Sumber : Maryanto dan Yuwanti, 2007)

Pengukuran tingkat kekerasan dilakukan menggunakan penetrometer dengan menusukkan jarum penetrometer pada tiga titik yang berbeda pada permukaan pisang, kemudian hasilnya dirata-rata. Waktu yang diperlukan untuk penekanan terhadap beban adalah 5 detik. Skala pada monitor menunjukkan gaya yang diperoleh untuk menembus bahan sebanding dengan kekerasan dari bahan.

Menurut Maryanto dan Yuwanti (2007), untuk menentukan tingkat kekerasan dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\tau = \frac{g.m}{p^2 \cdot \tan^2(\frac{1}{2}\alpha)} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

- τ = tingkat kekerasan (Pa)
- g = percepatan gravitasi (m/s^2)
- m = berat kerucut (kg)
- p = kedalaman penetrasi selama 5 detik (m)
- α = sudut kerucut ($^\circ$)

3.4 Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini:

Tabel 3.1 Rancangan percobaan pemeraman buah pisang raja

No	Variabel Percobaan	Perlakuan	Kode	Variabel Pengamatan
1	Dosis	20	C ₁	a. Warna
	<i>kalsium karbida</i> (g/kg pisang)	30	C ₂	b. Kadar Air
		40	C ₃	c. Panas Jenis (Cp)
2	Suhu	25	T ₁	d. Konduktivitas Panas (k)
	Pemeraman (°C)	35	T ₂	e. Difusivitas panas (d)
				f. Tingkat Kekerasan

Tabel 3.1 merupakan tabel Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua variabel perlakuan pada proses pemeraman buatan. Variabel pertama yaitu dosis *kalsium karbida* (CaC₂) dengan tiga variasi sebagai berikut: C₁=20 g; C₂=30 g; dan C₃=40 g. Variabel kedua yaitu suhu pemeraman dengan dua variasi sebagai berikut: T₁=25°C dan T₂=35°C. Penelitian ini dilakukan dengan 2 kali ulangan. Kombinasi perlakuan percobaan adalah sebagai berikut:

C1T1	C2T1	C3T1
C1T2	C2T2	C3T2

3.5 Analisis Data

3.5.1 Pemodelan Kadar Air Pisang Raja selama Proses Pemeraman

Perubahan kadar air pada buah pisang raja selama proses pemeraman buatan menggunakan karbid diamati berdasarkan interval waktu yang telah ditentukan. Hasil perhitungan kadar air (%bb) pisang raja selama proses pemeraman buatan menggunakan *kalsium karbida* (CaC₂) digunakan untuk menentukan nilai kadar air (%bk). Nilai M (kadar air (%bk)) digunakan untuk menentukan nilai MR pada persamaan *Page* dan *Newton*.

Menurut Yu *et al.* (2014) dalam penelitian Taruna dan Irmanto (2016) menjelaskan bahwa perubahan kadar air bahan dapat dihitung menggunakan model persamaan penyerapan air yaitu model persamaan *Page* dan model persamaan eksponensial (*Newton*). Model persamaan *Page* sebagai berikut:

$$MR = \frac{(M_e - M)}{(M_e - M_o)} = \exp(-k \cdot t^n) \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana:

- MR = rasio kadar air
 M = kadar air saat pengamatan
 Me = kadar air kesetimbangan
 Mo = kadar air awal

Koefisien penyerapan air k dan n diperoleh dari hasil regresi linier antara $\ln(-\ln(MR))$ dan t sebagai berikut:

$$\ln(-\ln(MR)) = \ln k + \ln t \dots\dots\dots(3.8)$$

Persamaan diatas dapat diuraikan menjadi persamaan regresi yaitu:

$$y = ax + b$$

$$\text{dengan } y = \ln(-\ln(MR))$$

$$a = n$$

$$b = \ln k$$

$$x = \ln t$$

Sedangkan untuk persamaan pembanding yaitu digunakan persamaan eksponensial (*Newton*) sebagai berikut:

$$MR = \frac{(M_e - M)}{(M_e - M_o)} = \exp(-k \cdot t) \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan :

- MR = rasio kadar air
 M = kadar air saat pengamatan
 Me = kadar air kesetimbangan
 Mo = kadar air awal

Koefisien penyerapan k diperoleh dari hasil regresi linier $(-\ln(MR))$ dan t, sebagai berikut:

$$(-\ln(MR)) = k \cdot t \dots\dots\dots(3.10)$$

Persamaan diatas dapat diuraikan menjadi suatu persamaan regresi linier yaitu:

$$y=ax$$

$$\text{dengan } y=(-\ln(MR))$$

$$a = k$$

$$x= t$$

Dari nilai konstanta hasil perhitungan pada persamaan *Page* dan *Newton* digunakan untuk perhitungan kadar air (M) estimasi. Perhitungan M estimasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$M \text{ estimasi} = Me - (\exp(-k_a t^n) * (Me - Mo)) \dots\dots\dots(3.11)$$

$$M \text{ estimasi} = Me - (\exp(-k_b.t) * (Me - Mo)) \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan :

M = kadar air saat pengamatan

Me = kadar air kesetimbangan

Mo = kadar air awal

K_a = nilai konstanta persamaan *Page*

K_b = nilai konstanta persamaan *Newton*

3.5.2 Pemodelan Tingkat Kekerasan Pisang Raja selama Proses Pemeraman dengan Karbit

Perubahan tingkat kekerasan pisang raja selama proses pemeraman diamati berdasarkan interval waktu yang telah ditentukan pada masing-masing perlakuan. Hasil data pengukuran perubahan tekstur pisang raja dilakukan pemodelan untuk mengetahui hubungan kadar air, dan waktu terhadap perubahan tingkat kekerasan pisang raja menggunakan analisis regresi linier berganda. Analisis ini adalah analisis hubungan data secara linier antara dua atau lebih variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) dengan variabel dependen (Y). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah masing-masing variabel independen berhubungan positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan. Metode yang digunakan pada analisis regresi linier berganda pada SPSS menggunakan metode *stepwise*. Metode *stepwise* merupakan prosedur statistik untuk menentukan variabel bebas

yang paling berpengaruh pada variabel terikat. Persamaan regresi linier berganda sebagai berikut (Fahrmeir *et al.*, 2013):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n \dots \dots \dots (3.13)$$

Keterangan :

β_0 = konstanta regresi

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ = koefisien regresi

Y = variabel terikat (*dependent variabel*)

X_1, X_2, \dots, X_n = variabel bebas (*independent variabel*)

3.5.3 Uji Validitas

Data yang diperoleh dalam penelitian berupa data hasil percobaan (data observasi) dianalisis menggunakan *software microsoft excel 2010* dan *SPSS 23* yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik. Selain itu, dilakukan uji validitas untuk mengetahui tingkat kebenaran/kepercayaan data yang dihasilkan. Uji validitas model *page* dan *newton* dapat dilakukan dengan uji secara grafik yaitu dengan cara plotting nilai M observasi dengan nilai M stimasi hasil perhitungan. Apabila titik M observasi mendekati M estimasi maka menunjukkan nilai keakuratan model yang baik. Sedangkan uji validitas grafik pada model regresi linier berganda metode *stepwise* yaitu dengan cara plotting nilai H observasi dengan nilai H estimasi hasil persamaan regresi linier berganda.

Uji validitas secara statistik dilakukan dengan menggunakan kriteria *Coefficient of Determination* (R^2), *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Relative Percent* (P). Nilai R^2 menunjukkan kemampuan model dengan nilai tinggi 1, nilai RMSE menunjukkan deviasi antara hasil hitung terhadap data pengukuran, nilai yang diinginkan mendekati nol, sedangkan nilai P menunjukkan nilai persentase tingkat kesalahan. Semakin besar nilai R^2 dan semakin kecil nilai RMSE dan nilai P maka metode yang digunakan semakin baik. nilai P untuk model yang paling cocok harus kurang dari 10% (Mohapatra dan Rao, 2005 dalam Taruna dan Irmanto, 2016).

Nilai R^2 , RMSE dan P pada perubahan kadar air dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (M_{est,i} - M_{obs,i})^2}{\sum_{i=1}^n (M_{est,i} - M_{avg})^2} \right] \dots\dots\dots (3.14)$$

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(M_{est,i} - M_{obs,i})^2}{N}} \dots\dots\dots (3.15)$$

$$P = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^n \frac{|M_{est,i} - M_{obs,i}|}{M_{obs,i}} \dots\dots\dots (3.16)$$

Keterangan:

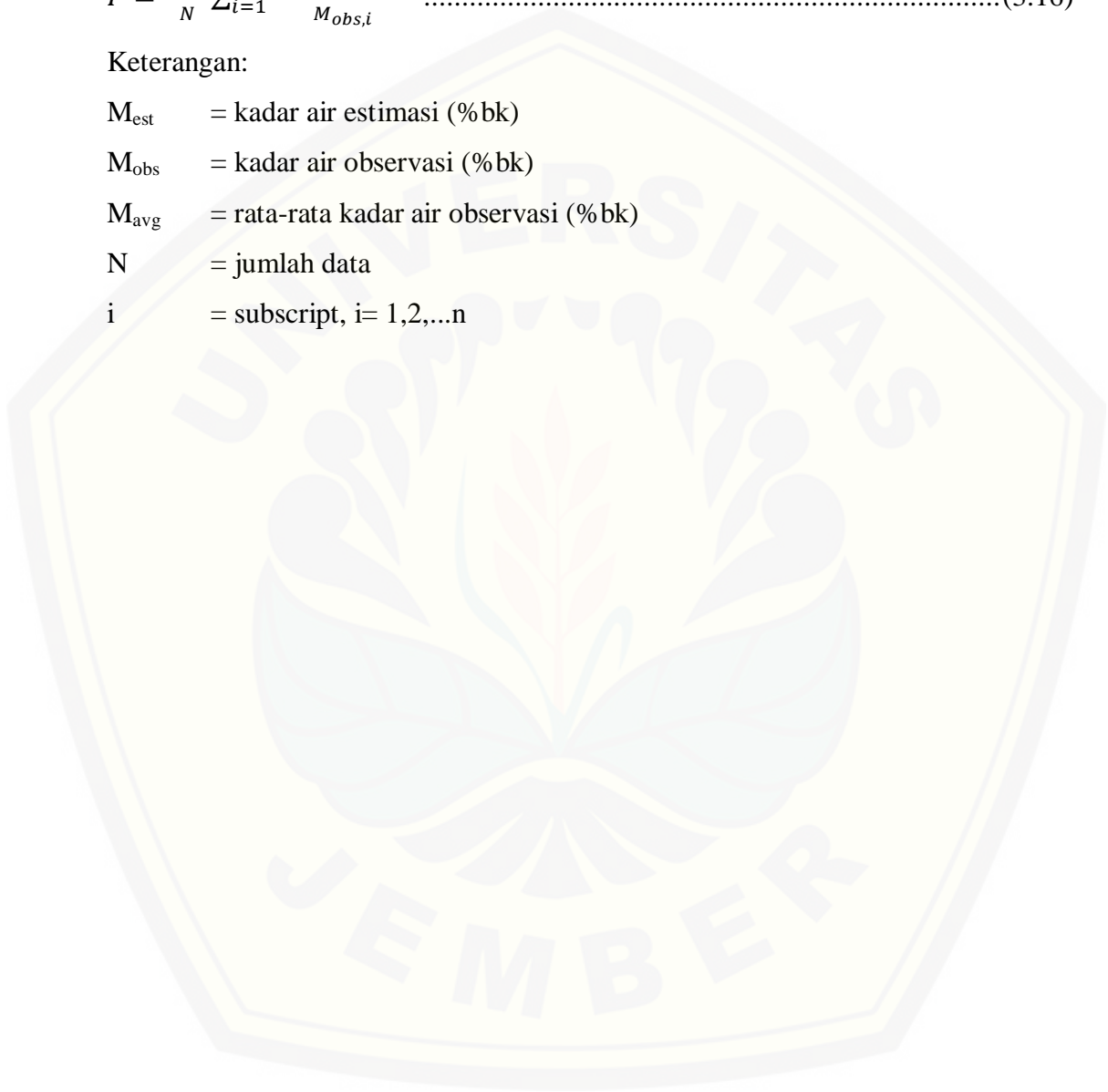
M_{est} = kadar air estimasi (% bk)

M_{obs} = kadar air observasi (% bk)

M_{avg} = rata-rata kadar air observasi (% bk)

N = jumlah data

i = subscript, $i= 1,2,\dots,n$



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai perubahan kadar air pisang raja selama pemeraman yaitu bertambah naik selama proses pemeraman dari rentang 63,67 %bb – 64,17 %bb menjadi 66,54 %bb - 70,37 %bb. Sedangkan nilai tingkat kekerasan dari rentang 36330,7 Pa – 39489,3 Pa turun menjadi 1347,3 Pa – 2180,1 Pa. Nilai warna L (tingkat kecerahan) bertambah naik dari rentang 53,9-54,1 menjadi 64,0-66,5; warna a semakin positif menunjukkan warna merah dari rentang -9,1 sampai -8,7 menjadi 4,1-6,1 dan warna b (tingkat kekuningan) semakin naik dari rentang 18,3-18,6 menjadi 31,4-43,1; dan sifat termal buah pisang raja selama proses pemeraman memiliki nilai panas spesifik (C_p) naik, dan nilai konduktivitas panas (k) dan difusivitas panas (d) yang semakin turun.
2. Hasil perhitungan R^2 , RMSE dan P menunjukkan bahwa model yang baik digunakan untuk memprediksi perubahan kadar air pisang raja selama proses pemeraman adalah model *Page*. Karena model *Page* memiliki nilai R^2 yang mendekati 1 yaitu dengan rentang sebesar 0,761-0,956; nilai RMSE yang rendah sebesar 0,6 – 2,1 %bk dan nilai P yang kecil sebesar 1,51 – 6,44 %.
3. Model regresi linier berganda pada perubahan tingkat kekerasan buah pisang raja selama pemeraman buatan pada berbagai perlakuan memiliki tingkat keakuratan yang baik yaitu dengan nilai plotting H_{est} dan H_{obs} yang berdekatan dan hasil perhitungan R^2 rentang 0,981-0,984; RMSE sebesar 845,9 – 3584,1 %bk dan P sebesar 16,7 – 42,4 %.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pemeraman buah pisang, dengan jenis pisang, parameter dan metode yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K. dan L. P. Manalu. 1998. Penentuan Difusivitas Panas dan Konduktivitas Wortel (*Daucus carota* L). *Jurnal Keteknik Pertanian*. 12(2): 32-38.
- Apandi, M. 1984. *Teknologi Buah dan Sayuran*. Penerbit Alumni: Bandung.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2018. *Produksi Pisang Menurut Provinsi, Tahun 2014-2018*. <http://hortikultura.pertanian.go.id> [Diakses pada 8 Agustus 2019].
- Dasuki, I. M. 1989. *Pengaruh Suhu Pemeraman terhadap Perubahan Fisik, Kimia dan Fisiologi Buah Pisang Ambon*. Panel. Hort. 3(4):28-35.
- Fahrmeir, L., T. Kneib, S. Lang, and B. Marx. 2013. *Regression: Models, Methods and Applications*. Springer Publication 2013.
- Hidayat, S. 2014. *Fisika Bangunan – Sifat Termal Bahan*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar. UMB.
- Hotman, F.S. 2009. Penggunaan Bahan Penyerap Etilen pada Penyimpanan Pisang Barangan dengan Kemasan Atmosfer Termodifikasi Aktif. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara:Medan.
- Hunter, R. S. 1952. Photoelectric Tristimulus Colorimetry with Three Filters. USA: U.S. Dept. Comm. Natl. Bur. Std
- Kasrina, Z.Q. dan Anis. 2013. Pisang Buah (*Musa* Spp): Keragaman dan Etnobotaninya pada Masyarakat di Desa Sri Kuncoro Kecamatan Pondok Kelapa Kabupaten Bengkulu Tengah. *J.Ind. Tour. Dev. Std*. 1(2).
- Kristianita, S. Utami, dan J. Widiyanto. 2012. *Pengaruh Cara dan Lama Pemeraman terhadap Kandungan Vitamin C pada Buah Pisang Raja*. Madiun: IKIP PGRI Madiun.
- Lidiawati, E. 2016. Pengaruh Dosis Karbid (CaC_2) dan Jenis Kemasan terhadap Kualitas Buah Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* L. var). *Skripsi*. Lampung: Jurusan Agroteknologi Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Dharma Wacana.
- Maryanto dan S. Yuwanti. 2007. *Sifat Fisik Bahan dan Pangan Hasil Pertanian*. Diktat Kuliah Fakultas Teknologi Pertanian. Jember: Universitas Jember.

- Pantastico, E. R. B. 1975. *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Sub-tropical Fruits and Vegetables*. New York: AVI publishing Company, Inc. Terjemahan oleh Kamariyani. 1993. *Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayuran Tropika dan Subtropika*. Cetakan Ketiga. UGM Press: Yogyakarta.
- Prabawati, S., Suyanti dan A.S. Dondy. 2008. *Teknologi Pasca Panen dan Teknik Pengolahan Buah Pisang*. Jakarta: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Pramita, H. N., S. Indriyani, dan L. Hakim. 2013. Etnobotani upacara Kasada masyarakat Tengger, di Desa Ngadas, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang. *Journal of Indonesian Tourism and Development Studies*. 1(2): 52-61.
- Prihatman, K. 2000. *Pisang (Musa spp)*. Jakarta: Kantor Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- Riana, M. H. 2000. *Pengobatan Tradisional dan Khasiat Tanaman untuk Anak-Anak*. Yogyakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Rismunandar. 1986. *Mengenal Tanaman Buah-Buahan*. Bandung: Penerbit Sinar Baru.
- Rofi'ah, S. 2013. Studi Penetapan Sifat Termal Berbagai Varietas dan Konsentrasi Puree Buah Naga. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Rohmah, Y. 2016. *Outlook Komoditas Pisang*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian 2016.
- Rukmana, R. 1999. *Bertanam Buah-Buahan di Pekarangan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Satuhu, S. dan A. Supriyadi. 2005. *Pisang Budidaya Pengolahan dan Prospek Pasar*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Schroder, M. 2003. *Food Quality Value*. New York: Springer.
- Sudarmadji, S, dkk. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty: Yogyakarta.

- Sugianti, C., A. Sadat dan Tamrin. 2015. Pengaruh pemeraman menggunakan batu karbit (Cac2) terhadap sifat fisik dan kimia buah pisang Ambon. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 3(4): 417-423.
- Suyanti dan A. Supriyadi. 2008. *Pisang Budidaya, Pengolahan dan Prospek Pasar*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Suyatma. 2009. Diagram Warna Hunter (Kajian Pustaka). *Jurnal Penelitian Ilmiah Teknologi Pertanian, IPB*. 8-9.
- Taruna, I., dan E. Irmanto. 2016. Moisture Sorption Characteristics Of Okara Powder in Various Storage Conditions. *Jurnal ISABE Proceedings C14*.
- Taruna, I. dan H. E. Sutanto. 2013. *Kinetika Pengeringan Lapisan Tipis Umbi Iles-Iles Menggunakan Metode Pengeringan Konveksi*. Prosiding Seminar Nasional FTP-UNPAD-HIPI-2014. Jatinegara: Buku III Bidang Pasca Panen dan Teknologi Proses.
- Tjitrosoepomo, G. (2001). *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Toledo, R. T. 1991. *Fundamental of Food Engineering*. 2nd Edition. Chapman and Hall: New York.
- Tucker, G. A. 1993. *Biochemistry of Fruit Ripening*. New York: Chapman & Hal.
- Wardhany, K. H. 2014. *Khasiat Ajaib Pisang – Khasiatnya A to Z, dari Akar Hingga Kulit Buahnya, Edisi I*. Yogyakarta: Rapha Publishing.
- Wijayanto, N. 2006. *Budidaya Pisang*. <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/65519/Budidaya%20PisangNurheni%20Wijayantoi.pdf;jsessionid=E95C21C6D9F7C88387859B499D8DFE1B?sequence=9> [diakses pada tanggal 19 Mei 2018].
- Winarno. F. G. dan M. Aman. 1981. *Fisiologi Lepas Panen*. Jakarta: Sastra Hudaya.
- Winarno, F. G. dan M. A. Wirakartakusumah. 1981. *Fisiologi Lepas Panen*. PT. Sastra Hudaya: Jakarta.
- Zuhairini. 1997. *Budidaya Pisang Raja*. Surabaya: Trubus Agrisarana.

LAMPIRAN

Lampiran A. Data Perubahan Kadar Air selama Proses Pemeraman Buah Pisang Raja

1. Data Perubahan Kadar Air pada Proses Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₁T₁

t (jam)	m (%bb)		Rata2	M (%bk)		Rata2
	1	2		1	2	
0	63,87	64,20	64,04	176,78	179,33	178,05
12	64,45	64,30	64,55	181,29	180,11	180,70
24	64,38	64,44	64,86	180,74	181,21	180,98
36	65,33	65,00	64,79	188,43	185,71	187,07
48	65,28	65,08	65,18	188,02	186,37	187,19
60	66,42	65,02	65,72	197,80	185,88	191,84
72	66,44	65,12	65,78	197,97	186,70	192,34
84	67,14	66,41	66,78	204,32	197,71	201,01
96	67,55	66,34	66,95	208,17	197,09	202,63

2. Data Perubahan Kadar Air pada Proses Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₁T₂

t (jam)	m (%bb)		Rata2	M (%bk)		Rata2
	1	2		1	2	
0	64,16	64,17	64,17	179,02	179,10	179,06
12	64,84	65,13	64,99	184,41	186,78	185,60
24	65,16	65,57	65,37	187,03	190,44	188,74
36	65,19	65,60	65,40	187,27	190,70	188,99
48	66,43	66,45	66,44	197,89	198,06	197,97
60	67,57	68,12	67,85	208,36	213,68	211,02
72	67,45	68,56	68,01	207,22	218,07	212,64
84	68,82	68,54	68,68	220,72	217,86	219,29
96	69,99	70,20	70,10	233,22	235,57	234,40

3. Data Perubahan Kadar Air pada Proses Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₂T₁

t (jam)	m (%bb)		Rata2	M (%bk)		Rata2
	1	2		1	2	
0	64,17	63,46	63,82	179,10	173,67	176,38
12	64,71	64,23	64,47	183,37	179,56	181,47
24	65,00	64,63	64,82	185,71	182,73	184,22
36	65,16	65,13	65,15	187,03	186,78	186,90
48	65,29	65,12	65,21	188,10	186,70	187,40
60	65,74	65,08	65,41	191,89	186,37	189,13
72	66,48	65,09	65,79	198,33	186,45	192,39
84	67,27	65,90	66,59	205,53	193,26	199,39
96	67,50	66,20	66,85	207,69	195,86	201,78

4. Data Perubahan Kadar Air pada Proses Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₂T₂

t (jam)	m (%bb)		Rata2	M (%bk)		Rata2
	1	2		1	2	
0	64,28	63,80	64,04	179,96	176,24	178,10
12	64,41	64,55	64,48	180,98	182,09	181,53
24	64,40	64,65	64,53	180,90	182,89	181,89
36	65,48	64,91	65,20	189,69	184,98	187,33
48	65,80	65,72	65,76	192,40	191,72	192,06
60	67,17	67,03	67,10	204,60	203,31	203,95
72	67,50	68,37	67,94	207,69	216,16	211,92
84	68,51	69,55	69,03	217,56	228,41	222,98
96	69,02	69,81	69,42	222,79	231,24	227,01

5. Data Perubahan Kadar Air pada Proses Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₃T₁

t (jam)	m (%bb)		Rata2	M (%bk)		Rata2
	1	2		1	2	
0	63,63	63,70	63,67	174,95	175,48	175,22
12	64,71	64,06	64,39	183,37	178,24	180,80
24	64,33	64,53	64,43	180,35	181,93	181,14
36	65,34	65,06	65,20	188,52	186,20	187,36
48	66,16	65,15	65,66	195,51	186,94	191,23
60	66,40	65,09	65,75	197,62	186,45	192,03
72	66,52	65,22	65,87	198,69	187,52	193,10
84	67,03	65,77	66,40	203,31	192,14	197,72
96	67,14	65,93	66,54	204,32	193,51	198,92

6. Data Perubahan Kadar Air pada Proses Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₃T₁

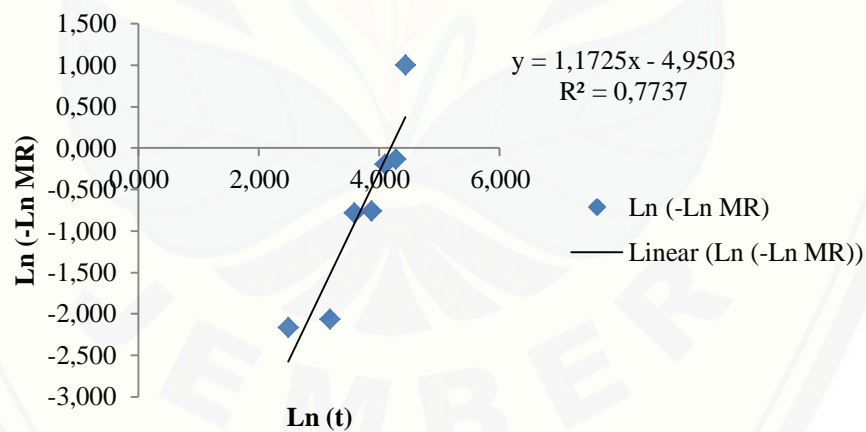
t (jam)	m (%bb)		Rata2	M (%bk)		Rata2
	1	2		1	2	
0	63,63	63,94	63,79	174,95	177,32	176,13
12	63,98	64,80	64,39	177,62	184,09	180,86
24	64,38	64,64	64,51	180,74	182,81	181,77
36	65,15	65,48	65,32	186,94	189,69	188,32
48	66,28	66,09	66,19	196,56	194,90	195,73
60	67,75	67,37	67,56	210,08	206,47	208,27
72	67,74	68,42	68,08	209,98	216,66	213,32
84	68,93	69,24	69,09	221,85	225,10	223,48
96	69,76	70,98	70,37	230,69	244,59	237,64

LAMPIRAN B. Data dan Ploting Persamaan Page dan Persamaan Newton
Perubahan Kadar Air Pisang Raja Selama Proses
Pemeraman

1. Persamaan Page

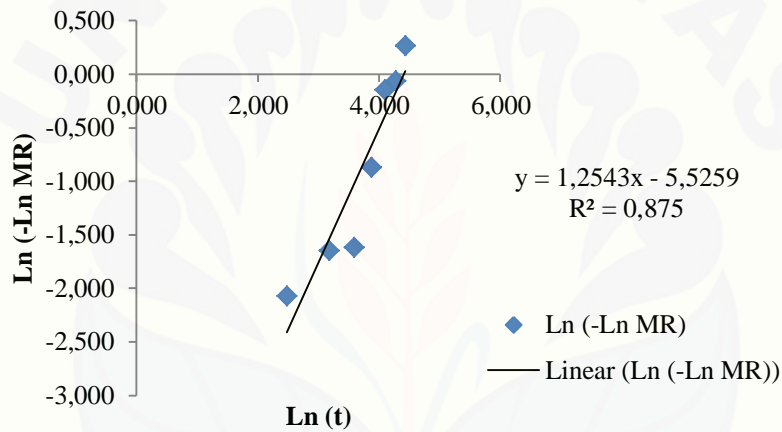
1.1 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C_1T_1

t (jam)	Ln t	Mo %bk	Me %bk	M %bk	MR	Ln MR	Ln (-Ln MR)	k	n
0	0,000	178,05	202,63	178,05	1,000	0,000		0,00708	1,1725
12	2,485	178,05	202,63	180,70	0,892	-0,114	-2,171		
24	3,178	178,05	202,63	180,98	0,881	-0,127	-2,066		
36	3,584	178,05	202,63	187,07	0,633	-0,457	-0,782		
48	3,871	178,05	202,63	187,19	0,628	-0,465	-0,765		
60	4,094	178,05	202,63	191,84	0,439	-0,823	-0,195		
72	4,277	178,05	202,63	192,34	0,419	-0,870	-0,139		
84	4,431	178,05	202,63	201,01	0,066	-2,724	1,002		
96	4,564	178,05	202,63	202,63	0,000	0,000	0,000		



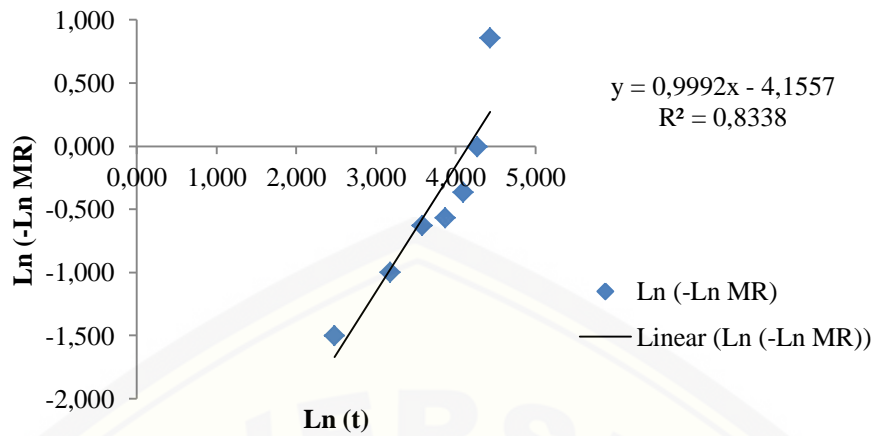
1.2 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₁T₂

t (jam)	Ln t	Mo %bk	Me %bk	M %bk	MR	Ln MR	Ln (- Ln MR)	k	n
0	0,000	179,06	234,40	179,06	1,000	0,000	0,000	0,00398	1,2543
12	2,485	179,06	234,40	185,60	0,882	-0,126	-2,073		
24	3,178	179,06	234,40	188,74	0,825	-0,192	-1,649		
36	3,584	179,06	234,40	188,99	0,821	-0,198	-1,621		
48	3,871	179,06	234,40	197,97	0,658	-0,418	-0,872		
60	4,094	179,06	234,40	211,02	0,422	-0,862	-0,149		
72	4,277	179,06	234,40	212,64	0,393	-0,934	-0,069		
84	4,431	179,06	234,40	219,29	0,273	-1,298	0,261		
96	4,564	179,06	234,40	234,40	0,000	0,000	0,000		



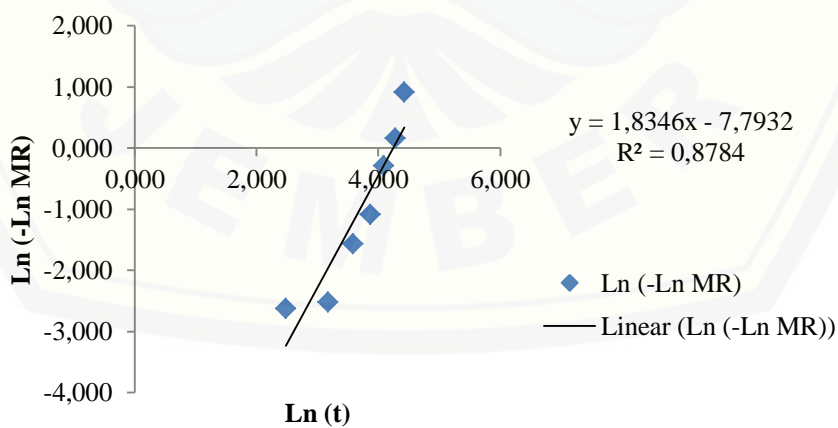
1.3 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₂T₁

t (jam)	Ln t	Mo %bk	Me %bk	M %bk	MR	Ln MR	Ln (-Ln MR)	k	N
0	0,000	176,38	201,78	176,38	1,000	0,000		0,015675	0,9992
12	2,485	176,38	201,78	181,47	0,800	-0,223	-1,499		
24	3,178	176,38	201,78	184,22	0,691	-0,369	-0,997		
36	3,584	176,38	201,78	186,90	0,586	-0,535	-0,626		
48	3,871	176,38	201,78	187,40	0,566	-0,569	-0,564		
60	4,094	176,38	201,78	189,13	0,498	-0,697	-0,361		
72	4,277	176,38	201,78	192,39	0,370	-0,995	-0,005		
84	4,431	176,38	201,78	199,39	0,094	-2,366	0,861		
96	4,564	176,38	201,78	201,78	0,000	0,000	0,000		



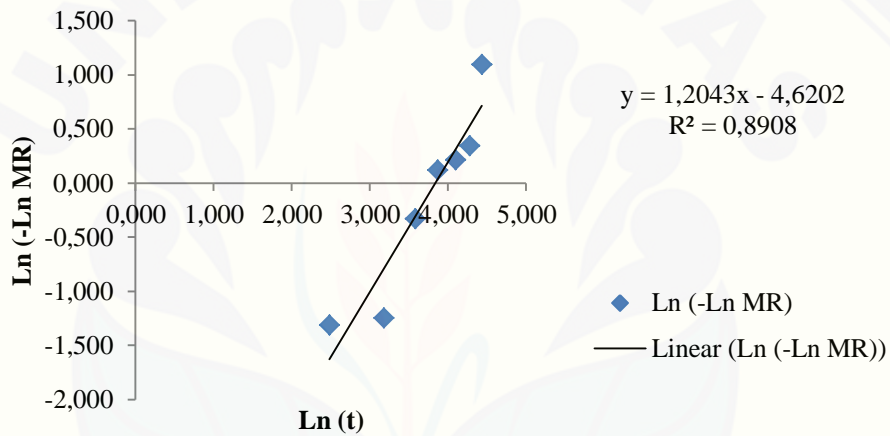
1.4 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₂T₂

t (jam)	Ln t	Mo %bk	Me %bk	M %bk	MR	Ln MR	Ln (-Ln MR)	k	n
0	0,000	178,10	227,01	178,10	1,000	0,000		0,000413	1,8346
12	2,485	178,10	227,01	181,53	0,930	-0,073	-2,620		
24	3,178	178,10	227,01	181,89	0,922	-0,081	-2,517		
36	3,584	178,10	227,01	187,33	0,811	-0,209	-1,564		
48	3,871	178,10	227,01	192,06	0,715	-0,336	-1,091		
60	4,094	178,10	227,01	203,95	0,471	-0,752	-0,285		
72	4,277	178,10	227,01	211,92	0,308	-1,176	0,162		
84	4,431	178,10	227,01	222,98	0,082	-2,497	0,915		
96	4,564	178,10	227,01	227,01	0,000	0,000	0,000		



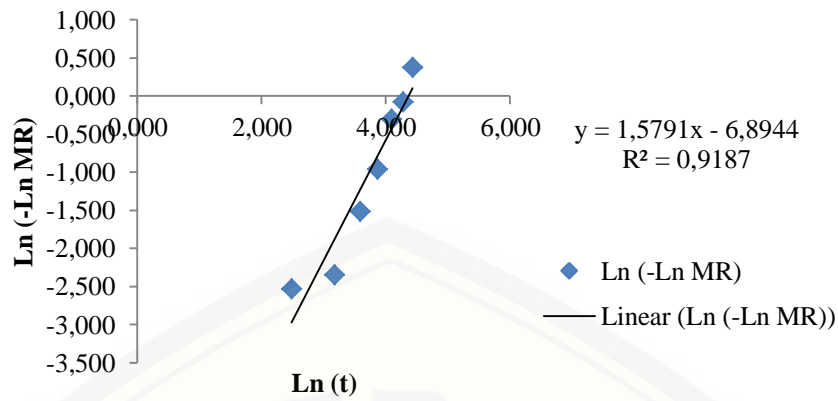
1.5 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₃T₁

t (jam)	Ln t	Mo %bk	Me %bk	M %bk	MR	Ln MR	Ln (-Ln MR)	k	n
0	0,000	175,22	198,92	175,22	1,000	0,000		0,009851	1,2043
12	2,485	175,22	198,92	180,80	0,764	-0,269	-1,314		
24	3,178	175,22	198,92	181,14	0,750	-0,287	-1,247		
36	3,584	175,22	198,92	187,36	0,488	-0,718	-0,331		
48	3,871	175,22	198,92	191,23	0,325	-1,125	0,118		
60	4,094	175,22	198,92	192,03	0,290	-1,237	0,212		
72	4,277	175,22	198,92	193,10	0,245	-1,405	0,340		
84	4,431	175,22	198,92	197,72	0,050	-2,988	1,095		
96	4,564	175,22	198,92	198,92	0,000	0,000	0,000		



1.6 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₃T₂

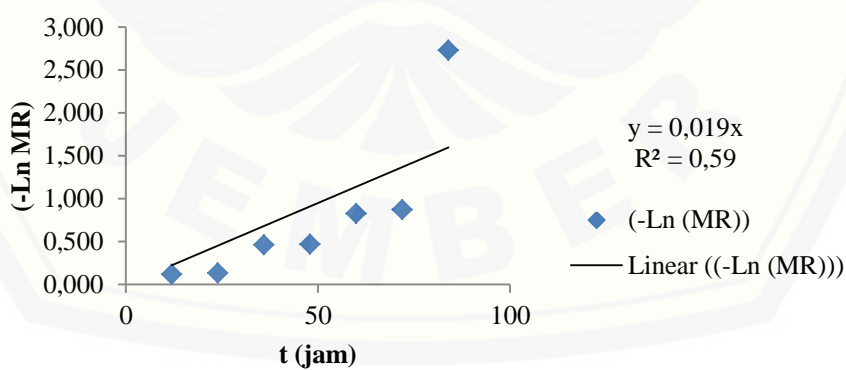
t (jam)	Ln t	Mo %bk	Me %bk	M %bk	MR	Ln MR	Ln (-Ln MR)	k	n
0	0,000	176,13	237,64	176,13	1,000	0,000		0,001013	1,5791
12	2,485	176,13	237,64	180,86	0,923	-0,080	-2,527		
24	3,178	176,13	237,64	181,77	0,908	-0,096	-2,342		
36	3,584	176,13	237,64	188,32	0,802	-0,221	-1,511		
48	3,871	176,13	237,64	195,73	0,681	-0,384	-0,958		
60	4,094	176,13	237,64	208,27	0,477	-0,739	-0,302		
72	4,277	176,13	237,64	213,32	0,395	-0,928	-0,075		
84	4,431	176,13	237,64	223,48	0,230	-1,468	0,384		
96	4,564	176,13	237,64	237,64	0,000	0,000	0,000		



2. Persamaan Newton

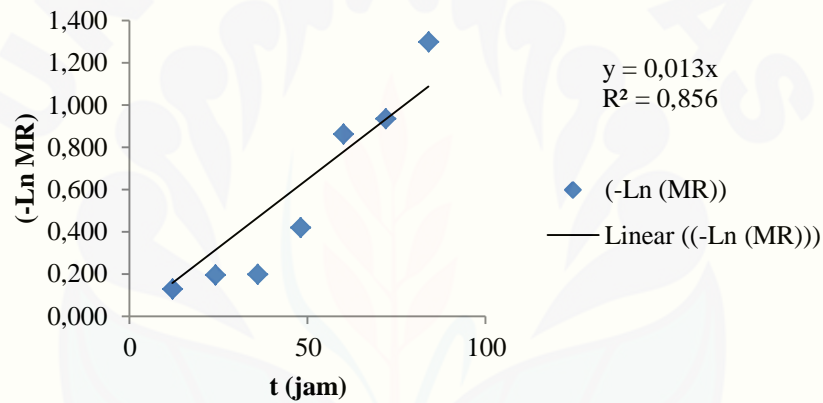
2.1 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C_1T_1

t (jam)	Mo %bk	Me %bk	M %bk	MR	(-Ln MR)	k
0	178,05	202,63	178,05	1,000	0,000	0,019
12	178,05	202,63	180,70	0,892	0,114	
24	178,05	202,63	180,98	0,881	0,127	
36	178,05	202,63	187,07	0,633	0,457	
48	178,05	202,63	187,19	0,628	0,465	
60	178,05	202,63	191,84	0,439	0,823	
72	178,05	202,63	192,34	0,419	0,870	
84	178,05	202,63	201,01	0,066	2,724	
96	178,05	202,63	202,63	0,000		

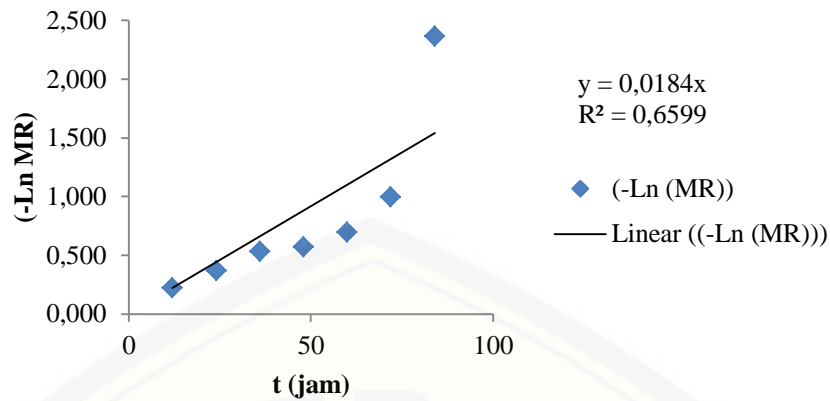


2.2 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₁T₂

t (jam)	Mo	Me	M	MR	(-Ln MR)	k
	%bk	%bk	%bk			
0	179,06	234,40	179,06	1,000	0,000	0,013
12	179,06	234,40	185,60	0,882	0,126	
24	179,06	234,40	188,74	0,825	0,192	
36	179,06	234,40	188,99	0,821	0,198	
48	179,06	234,40	197,97	0,658	0,418	
60	179,06	234,40	211,02	0,422	0,862	
72	179,06	234,40	212,64	0,393	0,934	
84	179,06	234,40	219,29	0,273	1,298	
96	179,06	234,40	234,40	0,000		

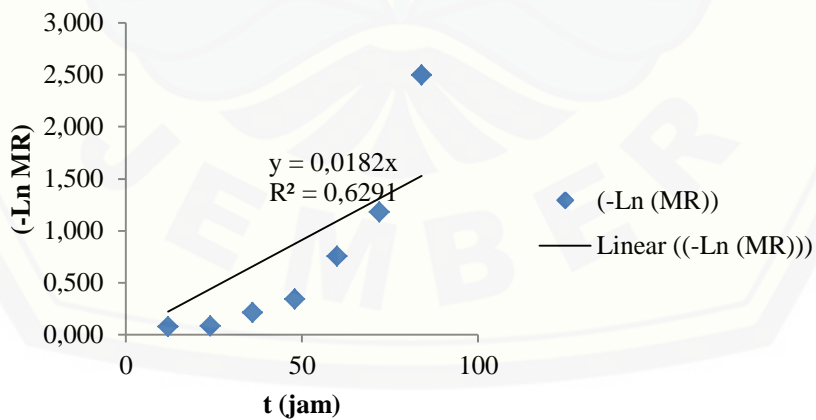
2.3 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₂T₁

t (jam)	Mo	Me	M	MR	(-Ln MR)	k
	%bk	%bk	%bk			
0	176,38	201,78	176,38	1,000	0,000	0,0177
12	176,38	201,78	181,47	0,800	0,223	
24	176,38	201,78	184,22	0,691	0,369	
36	176,38	201,78	186,90	0,586	0,535	
48	176,38	201,78	187,40	0,566	0,569	
60	176,38	201,78	189,13	0,498	0,697	
72	176,38	201,78	192,39	0,370	0,995	
84	176,38	201,78	199,39	0,094	2,366	
96	176,38	201,78	201,78	0,000		



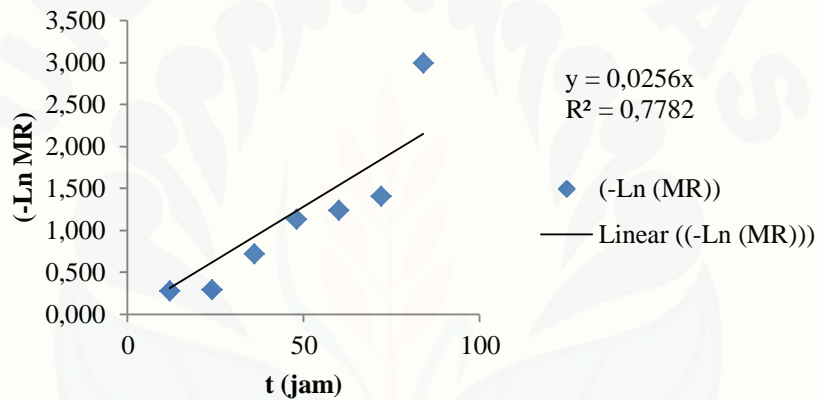
2.4 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₂T₂

t (jam)	Mo	Me	M	MR	(-Ln MR)	k
	%bk	%bk	%bk			
0	178,10	227,01	178,10	1,000	0,000	0,0182
12	178,10	227,01	181,53	0,930	0,073	
24	178,10	227,01	181,89	0,922	0,081	
36	178,10	227,01	187,33	0,811	0,209	
48	178,10	227,01	192,06	0,715	0,336	
60	178,10	227,01	203,95	0,471	0,752	
72	178,10	227,01	211,92	0,308	1,176	
84	178,10	227,01	222,98	0,082	2,497	
96	178,10	227,01	227,01	0,000		



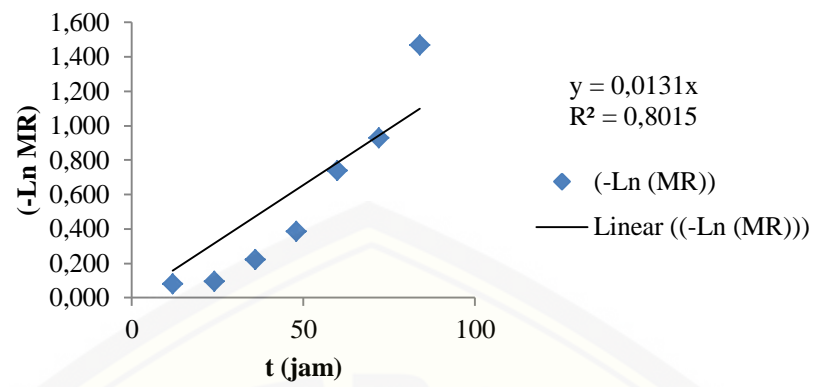
2.5 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₃T₁

t (jam)	Mo %bk	Me %bk	M %bk	MR	(-Ln MR)	k
0	175,22	198,92	175,22	1,000	0,000	0,0256
12	175,22	198,92	180,80	0,764	0,269	
24	175,22	198,92	181,14	0,750	0,287	
36	175,22	198,92	187,36	0,488	0,718	
48	175,22	198,92	191,23	0,325	1,125	
60	175,22	198,92	192,03	0,290	1,237	
72	175,22	198,92	193,10	0,245	1,405	
84	175,22	198,92	197,72	0,050	2,988	
96	175,22	198,92	198,92	0,000		



2.6 Pemeraman Buah Pisang Raja Perlakuan C₃T₂

t (jam)	Mo %bk	Me %bk	M %bk	MR	(-Ln MR)	k
0	176,13	237,64	176,13	1,000	0,000	0,0131
12	176,13	237,64	180,86	0,923	0,080	
24	176,13	237,64	181,77	0,908	0,096	
36	176,13	237,64	188,32	0,802	0,221	
48	176,13	237,64	195,73	0,681	0,384	
60	176,13	237,64	208,27	0,477	0,739	
72	176,13	237,64	213,32	0,395	0,928	
84	176,13	237,64	223,48	0,230	1,468	
96	176,13	237,64	237,64	0,000		



LAMPIRAN C. Data M Observasi dan M Estimasi1. M Observasi dan M Estimasi Perlakuan C_1T_1

t (jam)	M Observasi	M Estimasi	
		Page	Newton
0	178,05	178,05	178,05
12	180,70	181,06	183,06
24	180,98	184,31	187,05
36	187,07	187,32	190,23
48	187,19	189,96	192,76
60	191,84	192,24	194,77
72	192,34	194,17	196,37
84	201,01	195,78	197,65
96	202,63	197,11	198,66

2. M Observasi dan M Estimasi Perlakuan C_1T_2

t (jam)	M Observasi	M Estimasi	
		Page	Newton
0	179,06	179,06	179,06
12	185,60	183,81	187,05
24	188,74	189,74	193,89
36	188,99	195,66	199,74
48	197,97	201,22	204,75
60	211,02	206,27	209,03
72	212,64	210,76	212,69
84	219,29	214,68	215,83
96	234,40	218,06	218,51

3. M Observasi dan M Estimasi Perlakuan C₂T₁

t (jam)	M Observasi	M Estimasi	
		Page	Newton
0	176,38	176,38	176,38
12	181,47	180,73	181,24
24	184,22	184,33	185,17
36	186,90	187,31	188,35
48	187,40	189,78	190,92
60	189,13	191,83	193,00
72	192,39	193,53	194,68
84	199,39	194,94	196,03
96	201,78	196,11	197,13

4. M Observasi dan M Estimasi Perlakuan C₂T₂

t (jam)	M Observasi	M Estimasi	
		Page	Newton
0	178,10	178,10	178,10
12	181,53	179,99	187,70
24	181,89	184,51	195,41
36	187,33	190,62	201,61
48	192,06	197,38	206,59
60	203,95	204,01	210,60
72	211,92	209,97	213,82
84	222,98	214,94	216,41
96	227,01	218,82	218,49

5. M Observasi dan M Estimasi Perlakuan C₃T₁

t (jam)	M Observasi	M Estimasi	
		Page	Newton
0	175,22	175,22	175,22
12	180,80	179,44	181,49
24	181,14	183,84	186,10
36	187,36	187,58	189,49
48	191,23	190,56	191,98
60	192,03	192,86	193,82
72	193,10	194,58	195,17
84	197,72	195,85	196,16
96	198,92	196,77	196,89

6. M Observasi dan M Estimasi Perlakuan C₃T₂

t (jam)	M Observasi	M Estimasi	
		Page	Newton
0	176,13	176,13	176,13
12	180,86	179,21	185,08
24	181,77	184,87	192,73
36	188,32	191,65	199,26
48	195,73	198,73	204,84
60	208,27	205,57	209,61
72	213,32	211,83	213,69
84	223,48	217,32	217,17
96	237,64	221,97	220,15

LAMPIRAN E. Perubahan Sifat Termal (Cp, k, d)

1. Data Perubahan Sifat Termal (Cp) Buah Pisang Raja Selama Pemeraman pada Berbagai Perlakuan Suhu dan Dosis *Kalsium karbida* (CaC₂).

t (jam)	Nilai CP (MJ/m ³ K) tiap Perlakuan					
	C1T1	C1T2	C2T1	C2T2	C3T1	C3T2
0	2,003	1,798	2,009	1,858	1,890	2,043
12	2,069	1,945	2,409	2,047	2,194	2,499
24	2,040	2,073	1,827	2,575	2,220	2,389
36	2,739	2,569	2,048	2,602	2,459	2,802
48	2,634	2,680	2,709	2,743	2,943	2,692
60	2,541	2,776	2,786	2,558	2,631	2,532
72	2,848	3,100	2,786	2,877	2,641	2,788
84	2,824	2,973	2,539	2,589	3,117	2,541
96	2,617	2,882	2,696	2,575	2,541	2,750

2. Data Perubahan Sifat Termal (k) Buah Pisang Raja Selama Pemeraman pada Berbagai Perlakuan Suhu dan Dosis *Kalsium karbida* (CaC₂).

t (jam)	Nilai k (W/mk) tiap Perlakuan					
	C1T1	C1T2	C2T1	C2T2	C3T1	C3T2
0	0,513	0,437	0,584	0,682	0,631	0,501
12	0,457	0,310	0,568	0,599	0,476	0,603
24	0,480	0,541	0,559	0,441	0,605	0,476
36	0,593	0,539	0,535	0,411	0,408	0,547
48	0,573	0,478	0,482	0,450	0,404	0,554
60	0,410	0,413	0,383	0,513	0,416	0,415
72	0,427	0,498	0,423	0,459	0,425	0,501
84	0,383	0,390	0,395	0,424	0,436	0,376
96	0,395	0,534	0,379	0,403	0,387	0,376

3. Data Perubahan Sifat Termal (d) Buah Pisang Raja Selama Pemeraman pada Berbagai Perlakuan Suhu dan Dosis *Kalsium karbida* (CaC_2).

t (jam)	d (mm^3/s)					
	C1T1	C1T2	C2T1	C2T2	C3T1	C3T2
0	0,234	0,292	0,447	0,371	0,326	0,195
12	0,252	0,169	0,243	0,310	0,290	0,251
24	0,283	0,283	0,342	0,165	0,347	0,200
36	0,206	0,210	0,268	0,152	0,165	0,195
48	0,261	0,240	0,178	0,177	0,137	0,268
60	0,163	0,150	0,139	0,207	0,160	0,168
72	0,163	0,235	0,149	0,161	0,160	0,193
84	0,135	0,144	0,156	0,161	0,140	0,148
96	0,157	0,192	0,141	0,235	0,158	0,136

LAMPIRAN F. Perubahan Warna1. Data Parameter L, a, b Buah Pisang Raja Selama Pemeraman (Perlakuan C₁T₁)

t (jam)	L	a	b
0	54,1	-9,0	18,4
12	56,9	-9,8	25,3
24	59,8	-9,3	29,0
36	64,7	-3,2	38,1
48	66,6	0,9	42,0
60	66,1	3,4	40,7
72	64,2	4,0	38,1
84	66,3	5,7	34,9
96	66,0	5,2	36,1

2. Data Parameter L, a, b Buah Pisang Raja Selama Pemeraman (Perlakuan C₁T₂)

t (jam)	L	a	B
0	53,9	-8,7	18,4
12	58,8	-8,3	27,4
24	64,0	-5,6	33,9
36	65,6	-1,3	38,3
48	66,1	0,4	38,4
60	65,9	2,8	37,6
72	65,3	4,3	38,7
84	65,3	5,2	34,2
96	64,0	4,1	31,8

3. Data Parameter L, a, b Buah Pisang Raja Selama Pemeraman (Perlakuan C₂T₁)

t (jam)	L	a	B
0	54,1	-8,9	18,6
12	57,6	-9,5	26,7
24	58,9	-7,7	30,1
36	65,1	-2,5	37,6
48	67,0	2,6	40,8
60	66,7	5,1	44,1
72	66,0	5,8	39,1
84	64,9	5,3	41,8
96	64,8	5,2	43,1

4. Data Parameter L, a, b Buah Pisang Raja Selama Pemeraman (Perlakuan C₂T₂)

t (jam)	L	a	B
0	53,9	-8,8	18,4
12	57,9	-9,7	26,9
24	60,2	-8,1	30,7
36	64,0	-2,9	37,3
48	66,4	2,4	39,5
60	65,4	2,4	38,8
72	64,9	4,4	37,8
84	65,4	4,8	37,2
96	64,2	5,5	37,4

5. Data Parameter L, a, b Buah Pisang Raja Selama Pemeraman (Perlakuan C₃T₁)

t (jam)	L	a	B
0	54,3	-8,7	18,3
12	58,1	-9,8	26,3
24	59,8	-9,3	28,3
36	63,5	-3,1	40,9
48	66,0	1,0	41,4
60	66,3	4,9	42,1
72	66,0	6,1	40,2
84	66,5	6,1	40,6
96	66,5	6,1	41,5

6. Data Parameter L, a, b Buah Pisang Raja Selama Pemeraman (Perlakuan C₃T₂)

t (jam)	L	a	B
0	53,9	-9,1	18,4
12	58,3	-9,5	27,0
24	63,0	-7,8	30,5
36	64,4	-3,4	36,6
48	66,4	-0,3	39,4
60	66,1	3,6	42,1
72	66,2	4,7	38,3
84	67,1	5,3	36,1
96	64,1	4,6	31,4

LAMPIRAN G. Perubahan Tekstur1. Data Perubahan Tekstur Buah Pisang Raja (Perlakuan C₁T₁)

a. Ulangan 1

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	12	13	10	11,7	0,012	0,00014	39489,3
12	17	16	19	17,3	0,017	0,00030	17889,9
24	22	20	21	21,0	0,021	0,00044	12188,0
36	21	21	24	22,0	0,022	0,00048	11105,2
48	32	33	33	32,7	0,033	0,00107	5036,9
60	37	36	39	37,3	0,037	0,00139	3856,4
72	43	43	41	42,3	0,042	0,00179	2999,2
84	44	45	45	44,7	0,045	0,00200	2694,0
96	48	50	52	50,0	0,050	0,00250	2150,0

b. Ulangan 2

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	10	14	12	12,0	0,012	0,00014	37325,9
12	18	16	16	16,7	0,017	0,00028	19349,7
24	20	20	18	19,3	0,019	0,00037	14380,0
36	24	26	24	24,7	0,025	0,00061	8833,9
48	36	38	36	36,7	0,037	0,00134	3997,9
60	40	36	38	38,0	0,038	0,00144	3722,2
72	46	44	45	45,0	0,045	0,00203	2654,3
84	44	46	48	46,0	0,046	0,00212	2540,1
96	50	50	52	50,7	0,051	0,00257	2093,8

2. Data Perubahan Tekstur Buah Pisang Raja (Perlakuan C₁T₂)

a. Ulangan 1

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	12	13	11	12,0	0,012	0,00014	37325,9
12	22	20	20	20,7	0,021	0,00043	12584,4
24	22	23	22	22,3	0,022	0,00050	10776,2
36	24	26	27	25,7	0,026	0,00066	8158,9
48	42	39	46	42,3	0,042	0,00179	2999,2
60	49	49	47	48,3	0,048	0,00234	2300,8
72	48	51	52	50,3	0,050	0,00253	2121,6
84	59	59	57	58,3	0,058	0,00340	1579,6
96	64	62	60	62,0	0,062	0,00384	1398,3

b. Ulangan 2

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	11	12	13	12,0	0,012	0,00014	37325,9
12	16	18	16	16,7	0,017	0,00028	19349,7
24	19	23	20	20,7	0,021	0,00043	12584,4
36	24	26	25	25,0	0,025	0,00063	8599,9
48	40	39	38	39,0	0,039	0,00152	3533,8
60	44	45	45	44,7	0,045	0,00200	2694,0
72	53	54	51	52,7	0,053	0,00277	1937,8
84	58	56	57	57,0	0,057	0,00325	1654,3
96	60	63	61	61,3	0,061	0,00376	1428,8

3. Data Perubahan Tekstur Buah Pisang Raja (Perlakuan C₂T₁)

a. Ulangan 1

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	12	10	13	11,7	0,012	0,00014	39489,3
12	18	19	20	19,0	0,019	0,00036	14889,0
24	22	21	19	20,7	0,021	0,00043	12584,4
36	24	24	22	23,3	0,023	0,00054	9872,3
48	28	30	30	29,3	0,029	0,00086	6246,7
60	39	37	41	39,0	0,039	0,00152	3533,8
72	44	45	47	45,3	0,045	0,00206	2615,4
84	47	48	45	46,7	0,047	0,00218	2468,1
96	50	51	50	50,3	0,050	0,00253	2121,6

b. Ulangan 2

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	12	10	13	11,7	0,012	0,00014	39489,3
12	19	16	15	16,7	0,017	0,00028	19349,7
24	24	20	20	21,3	0,021	0,00046	11810,1
36	24	23	24	23,7	0,024	0,00056	9596,2
48	28	33	28	29,7	0,030	0,00088	6107,1
60	38	38	40	38,7	0,039	0,00150	3595,0
72	43	43	41	42,3	0,042	0,00179	2999,2
84	46	44	42	44,0	0,044	0,00194	2776,3
96	49	48	50	49,0	0,049	0,00240	2238,6

4. Data Perubahan Tekstur Buah Pisang Raja (Perlakuan C₂T₂)

a. Ulangan 1

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	13	11	12	12,0	0,012	0,00014	37325,9
12	19	19	22	20,0	0,020	0,00040	13437,3
24	20	21	22	21,0	0,021	0,00044	12188,0
36	25	25	24	24,7	0,025	0,00061	8833,9
48	39	35	35	36,3	0,036	0,00132	4071,6
60	45	43	46	44,7	0,045	0,00200	2694,0
72	50	49	49	49,3	0,049	0,00243	2208,5
84	55	58	57	56,7	0,057	0,00321	1673,9
96	63	63	61	62,3	0,062	0,00389	1383,3

b. Ulangan 2

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	10	13	14	12,3	0,012	0,00015	35335,5
12	19	15	16	16,7	0,017	0,00028	19349,7
24	25	26	25	25,3	0,025	0,00064	8375,1
36	32	28	32	30,7	0,031	0,00094	5715,3
48	39	40	42	40,3	0,040	0,00163	3304,0
60	41	44	42	42,3	0,042	0,00179	2999,2
72	53	54	50	52,3	0,052	0,00274	1962,5
84	61	61	62	61,3	0,061	0,00376	1428,8
96	65	62	64	63,7	0,064	0,00405	1326,0

5. Data Perubahan Tekstur Buah Pisang Raja (Perlakuan C₃T₁)

a. Ulangan 1

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	13	13	12	12,7	0,013	0,00016	33500,2
12	18	23	22	21,0	0,021	0,00044	12188,0
24	20	20	24	21,3	0,021	0,00046	11810,1
36	25	25	24	24,7	0,025	0,00061	8833,9
48	30	30	31	30,3	0,030	0,00092	5841,6
60	37	37	39	37,7	0,038	0,00142	3788,4
72	43	43	42	42,7	0,043	0,00182	2952,5
84	45	46	46	45,7	0,046	0,00209	2577,4
96	50	50	51	50,3	0,050	0,00253	2121,6

b. Ulangan 2

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	12	10	13	11,7	0,012	0,00014	39489,3
12	18	16	15	16,3	0,016	0,00027	20147,6
24	23	20	23	22,0	0,022	0,00048	11105,2
36	24	23	24	23,7	0,024	0,00056	9596,2
48	32	30	33	31,7	0,032	0,00100	5360,0
60	40	39	37	38,7	0,039	0,00150	3595,0
72	44	42	42	42,7	0,043	0,00182	2952,5
84	44	46	44	44,7	0,045	0,00200	2694,0
96	50	49	50	49,7	0,050	0,00247	2178,9

6. Data Perubahan Tekstur Buah Pisang Raja (Perlakuan C₃T₂)

a. Ulangan 1

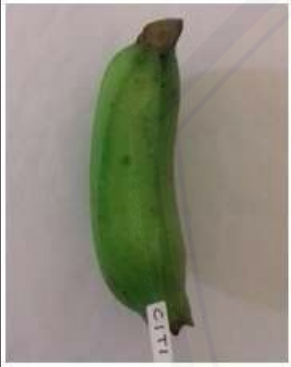








t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	13	11	13	12,3	0,012	0,00015	35335,5
12	18	19	20	19,0	0,019	0,00036	14889,0
24	20	24	20	21,3	0,021	0,00046	11810,1
36	25	24	25	24,7	0,025	0,00061	8833,9
48	35	42	36	37,7	0,038	0,00142	3788,4
60	45	44	46	45,0	0,045	0,00203	2654,3
72	49	51	52	50,7	0,051	0,00257	2093,8
84	56	58	59	57,7	0,058	0,00333	1616,3
96	63	61	64	62,7	0,063	0,00393	1368,7

b. Ulangan 2

t (jam)	Titik			Rata2	Nilai P (m)	P ²	Tekstur (Pa)
	1	2	3				
0	13	10	12	11,7	0,012	0,00014	39489,3
12	17	19	20	18,7	0,019	0,00035	15425,5
24	22	19	21	20,7	0,021	0,00043	12584,4
36	29	30	28	29,0	0,029	0,00084	6391,1
48	38	37	39	38,0	0,038	0,00144	3722,2
60	47	46	48	47,0	0,047	0,00221	2433,2
72	52	56	55	54,3	0,054	0,00295	1820,7
84	57	59	60	58,7	0,059	0,00344	1561,7
96	64	64	63	63,7	0,064	0,00405	1326,0



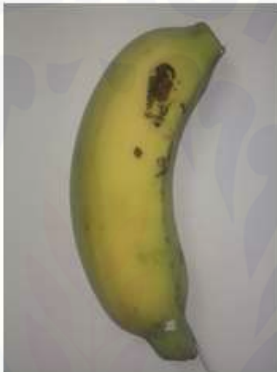






LAMPIRAN H. Gambar Perubahan Warna Pisang Raja Selama Proses Pemeraman Buatan Menggunakan Karbit (CaC_2)

Perlakuan C1T1

Waktu (jam)	0 Jam	12 Jam	24 Jam	36 Jam	48 Jam
					
					


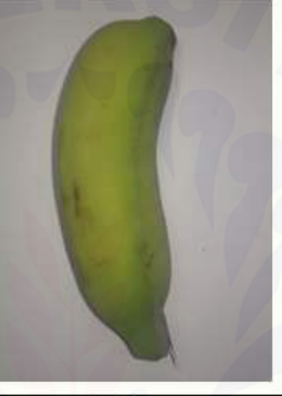




Perlakuan C1T2

Waktu (jam)

	0 Jam	12 Jam	24 Jam	36 Jam	48 Jam
					
	60 Jam	72 Jam	84 Jam	96 Jam	
					










Perlakuan C2T1

Waktu (jam)

	0 Jam	12 Jam	24 Jam	36 Jam	48 Jam
					
	60 Jam	72 Jam	84 Jam	96 Jam	
					







Perlakuan C2T2

Waktu (jam)

	0 Jam	12 Jam	24 Jam	36 Jam	48 Jam
					
	60 Jam	72 Jam	84 Jam	96 Jam	
					







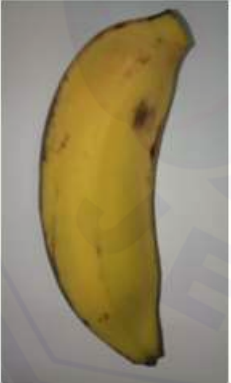


Perlakuan C3T1

Waktu (jam)

	0 Jam	12 Jam	24 Jam	36 Jam	48 Jam
					
	60 Jam	72 Jam	84 Jam	96 Jam	
					

Perlakuan C3T2

Waktu (jam)

	0 Jam	12 Jam	24 Jam	36 Jam	48 Jam
					
	60 Jam	72 Jam	84 Jam	96 Jam	
					

LAMPIRAN I. FOTO KEGIATAN PENELITIAN

Penimbangan berat pisang	Penimbangan berat karbit	Pengukuran warna	Pengukuran kadar air
			
Pengukuran Cp, k, d	Pengukuran tingkat kekerasan	Proses pemeraman pisang	
			