

*Karmany eva dhikaras te
ma phaleshu kadharcana
ma karma phala hetur bhur
ma te sango 'stu akarmani*

(Bhagavadgita II 47)

Kewajibanmu kini hanya bekerja
berkarya tanpa pamrih
jangan sekali-sekali pahala menjadi tujuanmu
jangan pula hanya berdiam diri jadi tujuanmu

*Karya kecil ini kupersembahkan buat
Ayahanda, Ibunda dan Bli Goes Yandhi
beserta seluruh keluarga besar
yang tercinta*



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

TGP
72
J

PENGKAJIAN KARAKTERISTIK PENYIMPANAN
PRODUK “MINIMALLY PROCESSED” BUAH NANGKA
(*Artocarpus heterophyllus* Lamk.)

NI MADE SUDIARI
F 30.1303



1997
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



NI MADE SUDIARI. F 30.1303. Pengkajian Karakteristik Penyimpanan Produk “Minimally Processed” Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.). Di bawah bimbingan Dr. Ir. Sutrisno, M. Agr

RINGKASAN

Semakin disadarinya arti sehat dalam kehidupan, membawa dampak makin meningkatnya permintaan akan produk pangan yang sedikit mengalami pengolahan. Di samping itu, kesibukan kerja yang makin meningkat menyebabkan waktu yang tersisa di luar waktu kerja semakin sempit, sehingga permintaan masyarakat terhadap buah dan sayuran segar yang praktis dan siap dikonsumsi juga semakin meningkat.

Buah nangka yang matang sangat digemari, tetapi memerlukan waktu yang lama untuk dihidangkan dan mengandung getah yang rekat, sehingga perlu dilakukan pengolahan minimal untuk kepraktisan bagi konsumen. Pengolahan minimal merupakan serangkaian perlakuan yang pada dasarnya dimaksudkan untuk menghilangkan bagian-bagian yang tidak dikonsumsi serta memperkecil ukuran untuk mempercepat penyajian, meliputi pencucian, sortasi, pemotongan, pengupasan, pengirisan, pengeluaran biji dan sebagainya yang cenderung tidak mempengaruhi kesegaran komoditi.

Untuk menjaga keseimbangan pasokan dan stabilitas harga diperlukan penyimpanan pada suhu rendah dikombinasikan dengan *Modified Atmosphere*, yang sudah dapat diciptakan dengan penggunaan film plastik yang tepat.

Dipihak lain pengolahan minimal (*minimally processing*) pada buah akan mempercepat produksi etilen, menyebabkan degradasi membran lemak, meningkatkan respirasi, oksidasi pencoklatan dan kehilangan air, sehingga akan memperpendek umur



simpan produk yang bersangkutan. Untuk itu perlu dilakukan pengkajian terhadap karakteristik serta model penyimpanan yang dapat memperpanjang umur simpan produk “minimally processed” tersebut

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji laju respirasi produk “minimally processed” buah nangka pada beberapa tingkat suhu penyimpanan, serta menentukan kondisi penyimpanan optimal (kondisi MAP optimum) agar dapat mempertahankan mutu dan kesegaran produk dalam penyimpanannya.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah nangka matang, mangkuk styrofoam, *Stretch Film* (SF) dan *White Stretch Film* (WSF), lilin, gas CO₂ dan N₂, Cosmotector tipe XPO-318 dan XP-314, Chromameter type CR-200, Penetrometer, Aerator, selang plastik, stoples kaca dan ruang pendingin

Penelitian dimulai dengan mengukur laju respirasi produk “minimally processed” buah nangka yang selanjutnya hanya ditulis buah nangka, pada tiga taraf suhu yaitu 5°C, 10°C dan suhu kamar (25°C - 28°C), dilanjutkan dengan penentuan konsentrasi gas O₂ dan CO₂ optimum pada dua taraf suhu yaitu 5°C dan 10°C dan dicobakan pada empat perlakuan konsentrasi yang didasarkan pada hal-hal : tidak dianjurkan untuk menggunakan konsentrasi O₂ di bawah 2% , konsentrasi O₂ di bawah 8% akan memperlambat pematangan buah, konsentrasi 10-15% CO₂ dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis jamur.

Keempat konsentrasi tersebut yaitu (A) 4 - 7% O₂ & 10 - 12% CO₂, (B) 9 - 11% O₂ & 9 - 12% CO₂, (C) 11 -13% O₂ & 4 -7% CO₂, serta (D) 21% O₂ & 0.03% CO₂ (udara normal) sebagai kontrol. Masing-masing taraf suhu dan konsentrasi



dikombinasikan satu sama lain. Dari perlakuan konsentrasi yang paling baik, dilakukan pemilihan jenis film kemasan.

Untuk tahap kedua dan ketiga dilakukan uji mutu yang meliputi susut bobot, kekerasan, uji warna dan uji organoleptik yang dilakukan setiap dua hari untuk tahap kedua, dan susut bobot, kekerasan, dan uji organoleptik dilakukan setiap hari untuk tahap ketiga. Faktor-faktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah perlakuan konsentrasi gas dan lama penyimpanan, dan rancangan yang dipakai adalah rancangan faktorial acak lengkap.

Hasil pengukuran laju respirasi menunjukkan bahwa produk “minimally processed” buah nangka termasuk kategori buah klimakterik, karena peningkatan laju CO₂ terjadi secara mendadak pada jam ke-21 pada suhu kamar, dan pada jam ke-190 pada suhu 10°C. Sedangkan untuk penyimpanan pada suhu 5°C buah sudah mulai busuk pada jam ke-216 sbelum terjadi puncak klimakterik. Laju konsumsi O₂ buah nangka untuk penyimpanan pada suhu kamar, 5°C dan 10°C masing-masing sebesar 47.778 mg/kg.jam, 3.400 mg/kg.jam, 8.615 mg/kg.jam, dan laju produksi CO₂ sebesar 149.604 mg/kg.jam, 12.035 mg/kg.jam, 30.398 mg/kg.jam, dengan nilai RQ masing-masing 2.83, 0.26, 1.09

Untuk penentuan konsentrasi O₂ dan CO₂ optimum, suhu sangat berpengaruh nyata terhadap lama simpan, karena penyimpanan pada suhu 5°C dapat diterima sampai hari ke-10, sedangkan pada suhu 10°C hanya diterima sampai 2 hari. Perlakuan konsentrasi dan lama simpan buah nangka berpengaruh nyata terhadap susut bobot, kekerasan dan warna buah nangka. Selama penyimpanan, bobot, kekerasan dan kecerahan buah nangka secara umum mengalami penurunan. Dari perhitungan

kecerahan buah nangka secara umum mengalami penurunan. Dari perhitungan maupun dari hasil uji lanjut diketahui bahwa perlakuan konsentrasi A (4 - 7% O₂ dan 10 - 12% CO₂) mempunyai nilai penurunan yang terkecil.

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa panelis memberikan skor tertinggi untuk perlakuan A (4 - 7% O₂ dan 10 - 12% CO₂) yang disimpan pada kedua taraf suhu untuk semua kriteria uji yang meliputi penampakan secara umum, kekerasan, aroma dan rasa buah nangka. Panelis masih menerima sampai tingkat kecerahan sebesar 59.79 dan tingkat kekerasan sebesar 8.88 N/cm².

Berdasarkan hasil uji mutu menunjukkan bahwa jenis film *Stretch Film* yang dikombinasikan dengan suhu 5°C mampu mempertahankan kekerasan, susut bobot, aroma dan rasa yang lebih baik dibandingkan dengan *White Stretch Film* dan masih diterima panelis sampai hari ke-8. Hasil ini mendekati penelitian sebelumnya yang diterima antara 9 - 14 hari. Perbedaan masa simpan ini disebabkan oleh perbedaan dalam pengolahan minimalnya, yang pada penelitian sebelumnya dilakukan tanpa biji.

Dari hasil yang diperoleh, suhu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap laju respirasi, semakin tinggi suhu, laju respirasi semakin cepat. Konsentrasi yang paling optimal untuk mempertahankan kesegaran buah nangka adalah 4 - 7% O₂ & 10 - 12 % CO₂ yang dikombinasikan dengan penyimpanan pada suhu 5°C, sehingga kemasan yang terpilih adalah *Stretch Film*. Sebagai kelanjutan dari hasil yang didapat, disarankan untuk menyeragamkan tingkat kematangan buah yang digunakan dengan melakukan tes obyektif kandungan gula, dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kemungkinan perlakuan *coating* untuk memperpanjang masa simpan produk "minimally processed" buah nangka.



**PENGAJIAN KARAKTERISTIK PENYIMPANAN
PRODUK “MINIMALLY PROCESSED” BUAH NANGKA
(*Artocarpus heterophyllus* Lamk.)**

oleh :

NI MADE SUDIARI

F 30.1303

SKRIPSI

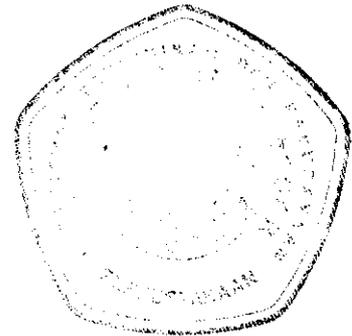
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan Mekanisasi Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor



1997

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

PENGAJIAN KARAKTERISTIK PENYIMPANAN PRODUK

“MINIMALLY PROCESSED” BUAH NANGKA (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.)

SKRIPSI

sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Jurusan Mekanisasi Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

oleh

NI MADE SUDIARI

F 30.1303

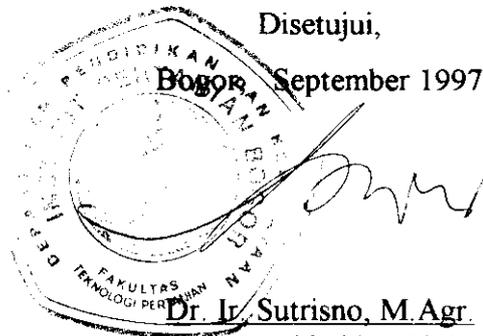
Dilahirkan pada tanggal 23 Juni 1975

di Tabanan - Bali

Tanggal Lulus : 26 Agustus 1997

Disetujui,

Bogor, September 1997



Dr. Ir. Sutrisno, M. Agr.
Dosen Pembimbing Skripsi

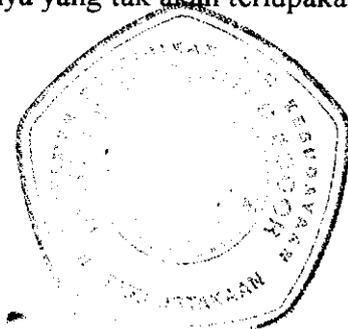


KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia yang diberikan sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Sutrisno, M.Agr sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis sampai selesainya skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir. I Wayan Budiastira, M.Agr yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dari tahap perkuliahan sampai selesainya skripsi ini.
3. Bapak Ir Arief Sabdo Yuwono, M.Sc. sebagai dosen penguji, atas masukan dan saran yang diberikan
4. Seluruh staf pengajar di Jurusan Mekanisasi atas bekal ilmu yang diberikan
5. Bapak, Ibu, Beli Goes Yandhi, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, bantuan dan semangat moral dalam setiap langkah penulis sampai selesainya skripsi ini.
6. Keluarga Bapak Ir. I Gde Nyoman Sudharmadi dan Keluarga Bapak Ir. I Dewa Made Subrata atas segala bantuan dan semangat yang diberikan kepada penulis.
7. Saudaraku Ni Wayan Darmini dan Alfrida Selvi Mariet, atas segala bantuan, dorongan semangat, kritik saran dan kebersamaannya yang tak akan terlupakan.





- 8 Rekan-rekanku Lili, Susi, Muji, dan Dudung yang telah banyak memberikan bantuan dan semangat kepada penulis dalam penulisan ini.
- 9 Teman-teman MP angkatan 30, bapak-bapak dan ibu-ibu di Laboratorium TPPHP serta Bapak Sulyaden atas segala bantuan dan kerjasamanya.
- 10 Sahabat-sahabatku di “Queen Castle Family” atas bantuan, semangat, kerja sama dan kebersamaannya selama ini.
11. Mas Bedi, Mas Ame’, Luh Dian, Mbak Laura dan Mbak Yenie, Kadek Dwi serta seluruh teman-teman di Brahmacharya yang banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu sampai selesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih perlu disempurnakan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan penulisan selanjutnya. Akhir kata penulis mengharapkan bahwa skripsi ini bermanfaat bagi semua yang membacanya.

Bogor, September 1997

Penulis



DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN PENELITIAN	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
A. BOTANI NANGKA	3
B. SIFAT DAN KARAKTERISTIK PERNAFASAN BUAH-BUAHAN	6
C. PENGUKURAN PROSES RESPIRASI	7
D. PENGOLAHAN MINIMAL BUAH-BUAHAN DAN SAYURAN	9
E. FISILOGI PENGOLAHAN MINIMAL BUAH-BUAHAN DAN SAYURAN	10
F. PENYIMPANAN DENGAN MODIFIED ATMOSPHERE (MA)	13
G. PENYIMPANAN DALAM WADAH KEMASAN	15
H. PENDUGAAN KONSENTRASI O₂ DAN CO₂ DALAM KEMASAN	17
III. METODE PENELITIAN	21
A. BAHAN DAN ALAT	21
B. WAKTU DAN TEMPAT	21
C. METODE PENELITIAN	22
1. Pengukuran Laju Respirasi Buah nangka	22
2. Penentuan Konsentrasi O ₂ dan CO ₂ Optimum	25
3. Penentuan Jenis Film Kemasan	27



D. PENGAMATAN MUTU	28
F RANCANGAN PERCOBAAN	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. PENGUKURAN LAJU RESPIRASI BUAH NANGKA	32
B. PENENTUAN KONSENTRASI GAS O ₂ DAN CO ₂ OPTIMUM	35
C. PENENTUAN JENIS FILM KEMASAN	57
V. KESIMPULAN DAN SARAN	68
A KESIMPULAN	68
B. SARAN	67
LAMPIRAN	71
DAFTAR PUSTAKA	93

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

	<u>Halaman</u>
Tabel 1	Komposisi kimia dan zat gizi buah nangka per 100 gram buah ... 6
Tabel 2	Koefisien permeabilitas film kemasan hasil perhitungan dan penetapan dalam satuan ml.mil/m ² .jam.atm ... 16
Tabel 3	Permeabilitas film kemasan yang diperoleh dari hasil perhitungan ... 60

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

	<u>Halaman</u>
Gambar 1	5
Gambar 2a	22
Gambar 2b	23
Gambar 3	24
Gambar 4	24
Gambar 5	26
Gambar 6	28
Gambar 7a	32
Gambar 7b	34
Gambar 7c	34
Gambar 8a	37
Gambar 8b	37
Gambar 9a	39
Gambar 9b	39
Gambar 10a	43

© Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 10b	Grafik perubahan warna buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C	42
Gambar 11a.	Grafik penerimaan panelis terhadap penampakan secara umum buah nangka selama penyimpanan suhu 5°C	46
Gambar 11b	Grafik penerimaan panelis terhadap kekerasan buah nangka selama penyimpanan suhu 5°C	46
Gambar 11c.	Grafik penerimaan panelis terhadap aroma buah nangka selama penyimpanan suhu 5°C	47
Gambar 11d.	Grafik penerimaan panelis terhadap rasa buah nangka selama penyimpanan suhu 5°C	47
Gambar 12a.	Grafik penerimaan panelis terhadap penampakan secara umum buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C	48
Gambar 12b	Grafik penerimaan panelis terhadap kekerasan buah nangka lama penyimpanan suhu 10°C	48
Gambar 12c.	Grafik penerimaan panelis terhadap aroma buah nangka lama penyimpanan 10°C	49
Gambar 12d.	Grafik penerimaan panelis terhadap aroma buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C	49
Gambar 13a.	Grafik hubungan antara penerimaan penampakan secara umum buah nangka oleh panelis dengan nilai kecerahan selama penyimpanan suhu 5°C	50
Gambar 13b.	Grafik hubungan antara penerimaan penampakan secara umum buah nangka oleh panelis dengan nilai kecerahan selama penyimpanan suhu 10°C	51
Gambar 14a	Grafik hubungan antara kekerasan buah nangka dengan skala hedonik kekerasan selama penyimpanan suhu 5°C	52
Gambar 14b	Grafik hubungan antara kekerasan buah nangka dengan skala hedonik kekerasan selama penyimpanan suhu 10°C	53
Gambar 15a.	Penyimpanan buah nangka pada suhu 5°C hari ke-6	54



Gambar 15b.	Penyimpanan buah nangka pada suhu 5°C hari ke-10.....	55
Gambar 15c.	Penyimpanan buah nangka pada suhu 5°C hari ke-12.....	55
Gambar 15d.	Penyimpanan buah nangka pada suhu 5°C hari ke-16.....	56
Gambar 16a.	Penyimpanan buah nangka pada suhu 10°C hari ke-6.....	56
Gambar 17.	Grafik jenis film terpilih berdasarkan konsentrasi O ₂ dan CO ₂ optimum	58
Gambar 18.	Grafik perubahan konsentrasi O ₂ dan CO ₂ buah nangka dalam kemasan Strecth Film	61
Gambar 19.	Grafik susut bobot buah nangka selama penyimpanan dalam kemasan	62
Gambar 20.	Grafik kekerasan buah nangka selama penyimpanan dalam kemasan	62
Gambar 21.	Grafik hubungan antara penerimaan panelis terhadap kekerasan buah nangka dalam kemasan Stretch Film dengan hasil uji dengan penetrometer	63
Gambar 22a.	Buah nangka dalam kemasan selama penyimpanan hari ke-0	64
Gambar 22b.	Buah nangka dalam kemasan selama penyimpanan hari ke-2	65
Gambar 22c.	Buah nangka dalam kemasan selama penyimpanan hari ke-8	65
Gambar 22d.	Buah nangka dalam kemasan selama penyimpanan hari ke-10.....	66
Gambar 22e.	Buah nangka dalam kemasan selama penyimpanan hari ke-11	66



DAFTAR LAMPIRAN

	<u>Halaman</u>
Lampiran 1 Data perubahan konsentrasi O ₂ dan CO ₂ pada pengukuran laju respirasi buah nangka pada suhu kamar (%)	71
Lampiran 1 Data perubahan konsentrasi O ₂ dan CO ₂ pada pengukuran laju respirasi buah nangka pada suhu 5°C (%)	72
Lampiran 1. Data perubahan konsentrasi O ₂ dan CO ₂ pada pengukuran laju respirasi buah nangka pada suhu 10°C (%)	73
Lampiran 4a. Data susut bobot buah nangka yang disimpan pada suhu 5°C	74
Lampiran 4b. Data susut bobot buah nangka yang disimpan pada suhu 10°C	74
Lampiran 5a. Tabel data uji kekerasan buah nangka selama penyimpanan pada suhu 5°C (N/cm ²)	75
Lampiran 5b. Tabel data uji kekerasan buah nangka selama penyimpanan pada suhu 10°C (N/cm ²)	75
Lampiran 6a. Data perubahan warna buah nangka selama penyimpanan suhu 5°C	76
Lampiran 6b. Data perubahan warna buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C	77
Lampiran 7a. Data rata-rata hasil uji organoleptik buah nangka selama penyimpanan suhu 5°C	78
Lampiran 7b. Data rata-rata hasil uji organoleptik buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C	79
Lampiran 8. Perubahan konsentrasi O ₂ dan CO ₂ buah nangka dalam kemasan Stretch Film	80
Lampiran 9. Data rata-rata uji susut bobot buah nangka selama penyimpanan dalam kemasan	81
Lampiran 10. Data hasil uji kekerasan buah nangka selama penyimpanan dalam kemasan (N/cm ²)	81



Lampiran 11.	Data rata-rata hasil uji organoleptik buah nangka selama penyimpanan dalam kemasan	82
Lampiran 12a.	Data hasil uji statistik susut bobot buah nangka pada suhu 5°C	83
Lampiran 12b.	Data hasil uji statistik susut bobot buah nangka pada suhu 10°C	84
Lampiran 13a.	Data hasil uji statistik kekerasan buah nangka pada suhu 5°C	85
Lampiran 13b.	Data hasil uji statistik kekerasan buah nangka pada suhu 10°C	86
Lampiran 14a.	Data hasil uji statistik nilai "L" buah nangka pada suhu 5°C ..	87
Lampiran 14b.	Data hasil uji statistik nilai "L" buah nangka pada suhu 10°C ..	88
Lampiran 15a.	Data hasil uji statistik nilai "a" buah nangka pada suhu 5°C ...	89
Lampiran 15b.	Data hasil uji statistik nilai "a" buah nangka pada suhu 10°C ..	90
Lampiran 16a.	Data hasil uji statistik nilai "b" buah nangka pada suhu 5°C ..	91
Lampiran 16b.	Data hasil uji statistik nilai "b" buah nangka pada suhu 10°C ..	92



I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Gerakan kembali ke alam dalam industri pangan dan semakin disadarinya arti sehat dalam kehidupan, membawa dampak makin meningkatnya permintaan akan produk pangan segar dengan sedikit mengalami proses pengolahan atau produk yang bebas terhadap bahan kimia atau zat aditif. Masyarakat mulai selektif untuk mengkonsumsi buah dan sayuran segar sebagai sumber serat, vitamin dan mineral dalam memenuhi kelengkapan zat gizi pada menunya.

Semakin padatnya kesibukan kerja untuk meningkatkan prestasi dan pendapatan menyebabkan waktu yang tersisa di luar waktu kerja semakin sempit. Kondisi seperti ini membawa konsekuensi beralihnya pilihan masyarakat terhadap buah dan sayuran segar yang praktis dan siap dikonsumsi, sehingga akhir-akhir ini permintaan konsumen terhadap buah segar yang dapat langsung dikonsumsi cenderung meningkat.

Buah nangka yang sudah matang sangat digemari banyak orang. Dengan warnanya yang kuning menarik dan aromanya yang merangsang, buah nangka mampu merangsang selera, disamping sebagai sumber Vitamin C

Buah nangka yang sudah matang merupakan salah satu buah yang mudah rusak dan memerlukan waktu yang cukup lama untuk persiapan penyajiannya dalam bentuk segar karena harus dilakukan pengupasan kulit, pemisahan dami, disamping itu nangka termasuk tanaman yang mengandung getah yang rekat.

Untuk itu sangat perlu dilakukan pengolahan minimal (*minimally processing*) untuk kepraktisan bagi konsumen

Untuk menjaga keseimbangan pasokan komoditi dan stabilitas harga, penyimpanan buah dan sayuran perlu dilakukan. Untuk daerah iklim tropis, buah dan sayuran perlu disimpan pada suhu rendah untuk memperpanjang umur simpannya. Walaupun penyimpanan pada suhu rendah dapat memperpanjang masa simpan produk, tetapi kemampuannya terbatas. Kini telah berkembang teknik penyimpanan dengan *Controlled Atmosphere* dan *Modified Atmosphere*, yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas suhu rendah guna memperpanjang masa simpannya

Dalam prakteknya, penyimpanan dengan *Modified Atmosphere* lebih mudah dilaksanakan dibandingkan dengan *Controlled Atmosphere* karena dengan menggunakan film plastik yang sesuai, *Modified Atmosphere* sudah dapat diciptakan.

B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah :

- 1 Untuk mengkaji laju respirasi produk “*minimally processed*” buah nangka pada beberapa tingkat suhu penyimpanan.
- 2 Menentukan kondisi penyimpanan optimal (MAP optimal) agar dapat mempertahankan kesegaran produk dalam penyimpanannya.





II. TINJAUAN PUSTAKA

A. BOTANI NANGKA

Tanaman nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang banyak tumbuh di Indonesia. Diduga tanaman ini berasal dari India, kemudian menyebar ke daerah-daerah tropis lainnya. Buah nangka yang telah matang banyak disukai masyarakat karena mempunyai rasa yang enak, aroma yang khas dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.

Bailey (1962) menyatakan kedudukan nangka dalam tatanama tumbuhan sebagai berikut .

Divisio	: <i>Spermathophyta</i> atau <i>Siphonogamea</i>
Sub Divisio	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Sub Kelas	: <i>Archihlomydeae</i>
Ordo	: <i>Urticales</i>
Famili	: <i>Moraceae</i>
Genus	: <i>Artocarpus</i>
Spesies	: <i>heterophyllus</i>

Nangka merupakan tanaman bercabang banyak, tingginya dapat mencapai 25 meter. Daunnya agak kaku semacam kulit dan berbentuk lonjong, dimana permukaan atasnya lebih kecil dan berwarna lebih terang dari pada permukaan bawahnya. Bunganya tersusun rapi dalam tandan jantan dan betina yang terdapat dalam satu pohon, mengandung madu yang harum baunya.

Buahnya bulat sampai lonjong, berukuran besar, permukaan kasar dan berduri (LBN, 1977).

Buah nangka merupakan buah yang besar dan biasanya sanggup mencapai berat 20 kg, bahkan ada yang bisa sampai 40 kg per buah. Buah nangka sangat bervariasi dalam bentuk, ukuran dan mutu karena biasanya ditanam dari biji. Tekstur daging buah beraneka ragam dari yang keras sampai yang lunak dan perbedaan inilah yang menjadi dasar penggolongan varietas tanaman nangka. Akan tetapi secara umum ada dua golongan nangka, yaitu nangka biasa dan nangka bubuk. Nangka biasa daging buahnya keras dan agak kering, sedangkan nangka bubuk sesuai dengan namanya, daging buahnya lunak dan berair (Siswosaputro, 1982)

Nangka cocok ditanam di dataran rendah sampai ketinggian 700 meter di atas permukaan laut, tetapi sering juga dijumpai tanaman nangka yang tumbuh baik di daerah berketinggian 1000 meter dari permukaan laut. Hal ini bisa saja terjadi karena tanaman nangka tahan terhadap hawa dingin dan memiliki perakaran yang dalam, tetapi walaupun demikian tanaman nangka tidak suka air yang berlebihan. Tanaman nangka lebih suka ditanam di daerah yang memiliki kedalaman air tanah antara 1 - 2 meter. Tanah yang gembur dan agak berpasir ideal untuk tanaman ini (Haryani, 1991).

Perbanyak tanaman nangka selain dengan bijinya, dapat pula dilakukan dengan cara cangkok atau okulasi. Dengan cara cangkok, tanaman yang baru akan sama dengan tanaman induknya. Nangka berbuah sepanjang tahun, tetapi



produksi buah tertinggi dicapai sekitar bulan Oktober sampai dengan Desember (LBN, 1977 dan Soeseno, 1983).

Tanaman nangka ini banyak kegunaannya. Buahnya yang masih kecil, disebut babal, sering digunakan sebagai bahan rujak bebeg. Buah nangka yang masih muda digunakan untuk sayur, sedangkan yang sudah matang selain untuk buah segar, juga sebagai bahan berbagai jenis makanan. Bijinya pun (yang sudah tua) dapat direbus atau digoreng (Haryani, 1991).



Gambar 1. Pohon nangka yang sedang berbuah

Komposisi dan zat gizi buah nangka berbeda pada nangka muda dan nangka matang Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Komposisi kimia dan zat gizi buah nangka per 100 gram buah

Unsur - unsur	Jumlah	
	Nangka muda	Nangka masak
Air (g)	85.4	70
Kalori (kal)	51	106
Protein (g)	2.0	1.2
Lemak (g)	0.4	0.3
Karbohidrat (g)	11.3	27.6
Kalsium (mg)	45	20
Fosfor (mg)	29	19
Besi (mg)	0.5	0.9
Vitamin A (SI)	25	330
Vitamin B1 (mg)	0.07	0.07
Vitamin C (mg)	9	7

Sumber : Siswosaputro, 1982

B. SIFAT DAN KARAKTERISTIK PERNAFASAN BUAH-BUAHAN

Respirasi merupakan proses metabolisme dengan menggunakan oksigen dalam pembakaran senyawa makromolekul seperti karbohidrat, protein dan lemak yang akan menghasilkan CO₂, air dan sejumlah besar elektron-elektron (Winarno, 1979). Bila respirasi menggunakan glukosa sebagai substratnya maka reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut



dimana energi yang terjadi sebesar 2870 kJ atau 686 kcal per mol glukosa dan RQ bernilai 1 Sedangkan bila subtrat respirasi yang digunakan adalah asam lemak, reaksi yang terjadi adalah :



dari persamaan ini nilai RQ sebesar $18/25.5 = 0.71$ (Salisbury dan Ross, 1995)

Proses respirasi terdiri dari respirasi aerobik, anaerobik dan kombinasi dari keduanya. Respirasi aerobik berlangsung apabila persediaan O_2 -nya normal dan menghasilkan pembebasan CO_2 dan air, sedangkan respirasi anaerobik berlangsung tanpa O_2 sama sekali yang kemudian akan menghasilkan CO_2 dan etil alkohol melalui proses fermentasi (Pastastico *et al.*, 1986).

Laju respirasi buah-buahan dan sayuran dipengaruhi oleh faktor luar dan faktor dalam. Faktor dalam yang mempengaruhi respirasi adalah tingkat perkembangan, ukuran produk, lapisan alamiah dan jenis jaringan. Faktor luar yang mempengaruhi adalah suhu, konsentrasi gas O_2 dan CO_2 yang tersedia, zat-zat pengatur tumbuh dan kerusakan yang ada pada buah (Phan *et al.*, 1986).

Menurut Soesarsono (1988) buah dapat digolongkan atas dasar laju pemasakan yaitu golongan klimakterik dan nonklimakterik. Golongan klimakterik ditandai dengan proses yang cepat pada fase pemasakan (ripening) dan peningkatan respirasi yang mencolok. Sebaliknya golongan non klimakterik tidak terlihat nyata perubahan yang terjadi pada fase pemasakan karena proses respirasi berjalan lambat

Kuosien respirasi merupakan perbandingan CO_2 terhadap O_2 . Kuosien respirasi berguna untuk mendeduksi sifat substrat yang digunakan dalam respirasi, sejauh mana reaksi respirasi telah berlangsung, dan sejauh mana proses ini bersifat aerobik atau anaerobik. Bila kuosien respirasi sama dengan satu, maka



gulalah yang dioksidasi. Jika nilai kuosien respirasi lebih besar dari satu, menunjukkan bahwa yang digunakan dalam respirasi itu suatu substrat yang mengandung oksigen, yaitu asam-asam organik. Bila kuosien respirasi kurang dari satu, maka ada beberapa kemungkinan yaitu (a) substratnya mempunyai perbandingan oksigen terhadap karbon yang lebih kecil dari pada heksosa, (b) oksidasi belum tuntas, misalnya terhenti pada pembentukan asam suksinat atau zat-zat antara lain ; (c) CO₂ yang dikeluarkan digunakan dalam proses-proses sintesis, misalnya pembentukan asam oksalat dan asam malat dari piruvat (Phan *et al.*, 1986)

C. PENGUKURAN PROSES RESPIRASI

Menurut Winarno (1979) proses respirasi dapat diukur melalui beberapa senyawa penting yaitu glukosa, ATP, CO₂ dan O₂. Perubahan kandungan gula dalam bahan dapat digunakan untuk mengukur atau mengetahui keaktifan respirasi, akan tetapi secara praktis sukar dilakukan karena gula yang terdapat dalam bahan, jumlahnya tidak tetap. Kandungan ATP yang dihasilkan selama proses metabolisme dapat diukur dengan menggunakan spektrofotometri. Pengukuran melalui kandungan CO₂ dan O₂ lebih mudah dilakukan karena jumlah produksi CO₂ relatif besar.

Pengukuran laju respirasi dapat dilakukan dengan sistem tertutup dan sistem terbuka. Pada sistem tertutup lebih cepat dalam persiapannya, sederhana, hanya membiarkan bahan sampai konsentrasi gas abnormal dan waktunya relatif



singkat. Dalam sistem terbuka, campuran gas yang diketahui konsentrasinya dialirkan melalui respiration chamber dan laju respirasi dihitung melalui perbedaan konsentrasi antara gas masuk dan gas keluar (Hasbullah *et al.*, 1995).

Nugroho (1995) *di dalam* Nugroho (1997) menurunkan persamaan laju respirasi dengan memasukkan persamaan hukum gas ideal dimana tiap mol gas pada keadaan standar adalah 22.4 liter sehingga diperoleh persamaan :

$$R = 121.9 * \frac{M * Q}{T * W} * V$$

- dimana :
- R = Laju respirasi, mg/kg.jam
 - M = Berat molekul dari CO₂ atau O₂ (kg/mol)
 - V = Volume bebas dalam respiration chamber (ml)
 - Q = Perbedaan konsentrasi CO₂ atau O₂ (%/jam)
 - T = Suhu (K)
 - W = Berat bahan (kg)

D. PENGOLAHAN MINIMAL BUAH-BUAHAN DAN SAYURAN

Pengolahan minimal (*minimally processing*) merupakan serangkaian perlakuan yang pada dasarnya dimaksudkan untuk menghilangkan bagian-bagian yang tidak dikonsumsi serta memperkecil ukuran untuk mempercepat penyajian. Pengolahan minimal meliputi kegiatan-kegiatan seperti pencucian, sortasi, pemotongan, pengupasan, pengirisan, pengeluaran biji dan sebagainya yang cenderung tidak mempengaruhi kesegaran komoditi (Shewfelt, 1987).



Produk olahan minimal buah-buahan dan sayuran lebih mudah mengalami kerusakan dibandingkan dengan buah-buahan dan sayuran yang tidak diolah. Pengolahan minimal biasanya meningkatkan derajat kerusakan bahan yang diolah (Krochta *et al.*, 1992).

Dalam pengolahan dan pendistribusian hasil olahan minimal buah-buahan dan sayuran, dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya faktor geografis antara daerah panen dan konsumen, tingkat kerusakan produk, karakteristik mutu, tingkat ekonomi dan pasaran untuk produk (Huxsoll dan Bolin, 1989).

Permasalahan yang mendasar dalam meningkatkan daya simpan olahan minimal buah-buahan dan sayuran adalah jaringan buah dan sayuran masih hidup dimana masih terjadi proses respirasi yang melibatkan reaksi-reaksi kimia dan daur hidup mikrobiologi harus dihambat (King dan Bolin, 1989).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk hasil olahan minimal buah dan sayuran meliputi kondisi pertumbuhan, kultivar dan tingkat kematangan pada saat dipanen, cara pemanenan dan lama penyimpanan serta kondisinya (Shewfelt, 1987).

E. FISILOGI PENGOLAHAN MINIMAL BUAH-BUAHAN DAN SAYURAN

Pada proses persiapan untuk produk olahan minimal, seperti pengupasan dan pengirisan buah dapat menyebabkan luka pada jaringan buah atau sayuran. Terbukanya jaringan tersebut akan memperpendek daya simpan buah, yang juga menyebabkan terjadinya hal-hal seperti di bawah ini :



1. Mempercepat Produksi Etilen

Jaringan yang terbuang pada beberapa bagian buah atau sayuran dapat mempercepat laju produksi etilen. Produksi etilen akibat luka lebih besar sebelum proses klimaterik dan pada saat klimaterik buah daripada setelah melewati proses klimaterik. Produksi etilen tidak berpengaruh pada tingkat kematangan pada buah non-klimaterik (Brecht, 1995).

Peningkatan etilen akibat luka jaringan menyebabkan perubahan fisiologi dan berakibat pada kualitas produk yang meliputi peningkatan permeabilitas sel, peningkatan kerusakan dan aktivitas respirasi serta meningkatnya aktivitas enzim (Krochta *et al.*, 1992).

2. Degradasi Membran Lemak

Kerusakan pada sistem membran akan menyebabkan hilangnya beberapa enzim dan substrat. Produksi etilen akibat luka jaringan juga meningkatkan permeabilitas membran dan pengurangan biosintesis fosfolipid (Brecht, 1990).

3. Peningkatan Respirasi

Adanya perlakuan sel akibat pengupasan akan meningkatkan laju respirasi sehingga degradasi pati meningkat dan meningkat pula aktifitas metabolisme lewat jalur TCA (Tri Carboksilic Acid) yang mengaktifkan transport elektron. Pada buah kiwi yang diiris, laju respirasinya naik dua kali lipat dibandingkan kiwi utuh (Brecht, 1995).



Peningkatan laju respirasi yang terjadi pada hasil olahan minimal berkisar 2 sampai 10 kali daripada buah tanpa dilakukan pengolahan minimal (Krochta *et al.*, 1992). Peningkatan respirasi merupakan akibat dari beberapa reaksi biologis yang dapat merubah warna, flavor, tekstur dan kandungan gizi. Perubahan reaksi biokimia yang terjadi dalam sel meliputi stimulasi penguraian karbohidrat, mengaktifkan glycolysis, mengaktifkan aktivitas mitokondria dan meningkatkan sintesa protein dan aktivitas enzim (Krochta *et al.*, 1992).

Kim *et al.*, (1993) melaporkan bahwa pengaruh pengupasan dan pemotongan pada beberapa kultivar apel yang disimpan pada suhu 2°C dan RH 90% selama 12 hari menunjukkan bahwa laju respirasi buah yang dipotong (3.5 - 7.6 ml CO₂/kgjam) lebih besar dari pada laju buah utuh (1 ml/kg.jam).

4. Oksidasi Pencoklatan

Daya simpan olahan minimal buah-buahan dan sayuran dapat ditentukan dengan enzim pencoklatan selama dalam penyimpanan dimana reaksi pencoklatan ini dapat dihambat dengan penyimpanan pada suhu rendah (Sapers *et al.*, 1994).

Perubahan warna yang terjadi pada permukaan potongan buah atau sayuran sebagai akibat rusaknya beberapa jaringan penyusun, terutama pada saat sel-sel jaringan yang pecah yang kemudian mengalami kontak dengan udara dan terjadi oksidasi (Brecht, 1995)



5. Kehilangan Air

Pemotongan atau pengupasan buah dan sayuran mempengaruhi aktivitas jaringan dan meningkatkan laju penguapan air. Perbedaan laju kehilangan air antara permukaan buah yang belum terpotong dan sudah terpotong/teriris berkisar 5 sampai 10 kali (Brecht, 1995)

F. PENYIMPANAN DENGAN *MODIFIED ATMOSPHERE* (MA)

Penyimpanan dengan MA adalah penyimpanan dimana tingkat kandungan O_2 dikurangi dan tingkat kandungan CO_2 ditambah dibanding dengan udara biasa melalui pengemasan yang menghasilkan kondisi konsentrasi-konsentrasi tertentu melalui interaksi penyerapan dan pernafasan buah yang disimpan (Salunkhe, 1975).

Berbeda dengan *Controlled Atmosphere* dimana pengaturan kandungan O_2 dan CO_2 pada konsentrasi-konsentrasi tertentu dilakukan dengan pengendalian terus-menerus melalui peralatan penunjangnya, pada MA penurunan kandungan O_2 dan peningkatan kandungan CO_2 dilakukan pada tahap awal, yaitu dengan pemilihan bahan pengemas yang menghasilkan kondisi-kondisi tertentu (Pantastico, 1975).

Untuk memperlambat proses pematangan buah dapat disimpan dalam ruang yang telah diubah komposisi gasnya sesuai dengan hasil kegiatan pernafasan buah. Berkurangnya konsentrasi O_2 dan bertambahnya konsentrasi CO_2 dalam udara lingkungan buah akan memperlambat perubahan fisiologi yang berhubungan



dengan proses pematangan buah (Kader dan Morris, 1977). Penurunan konsentrasi O₂ dibawah 8% dan atau peningkatan konsenrasi CO₂ diatas 1% akan memperlambat pematangan buah.

Daun *et al.* (1973) menemukan bahwa penyimpanan pisang dengan MA di dalam kemasan film dapat mempertahankan pisang selama 30 hari pada suhu 15°C dengan tingkat warna, aroma, rasa dan tekstur yang baik. Kandungan O₂, CO₂ dan H₂O dalam kemasan dihasilkan oleh sistem kemasan sendiri sebagai keadaan keseimbangan antara kegiatan pernafasan pisang dan difusi gas melalui film plastik.

Deily dan Rizvi (1981) meneliti penyimpanan buah persik (peach) dengan MA dalam film polimetrik selama 30 hari pada suhu 5°C dan memperoleh hasil bahwa udara dalam kemasan sebaiknya mengandung 10-15 % CO₂ supaya kerenyahannya dapat tetap baik dan fermentasi anaerobik tidak terjadi.

Dalam penggunaan MA dan CA, berbagai faktor seperti prosedur pengaturan suhu dan kelembaban relatif harus diperhitungkan pula. Hal-hal yang menguntungkan atau merugikan dari penggunaan MA tergantung pada komoditas yang disimpan, varietas, umur fisiologis, komposisi atmosfer dan suhu serta lama penyimpanannya.

Kader (1980) mengemukakan penggunaan atmosfer termodifikasi atau atmosfer terkontrol dengan pengaturan suhu yang tepat bisa memberikan keuntungan-keuntungan yang secara keseluruhan bisa menurunkan kehilangan-



kehilangan baik kualitatif maupun kuantitatif selama penanganan pasca panen dan penyimpanan beberapa komoditas hortikultura

G. PENYIMPANAN DALAM WADAH KEMASAN

Penggunaan film plastik sebagai bahan kemasan buah-buahan dan sayuran yang mudah rusak, akan dapat memperpanjang daya simpannya (Smock, 1979). Film kemasan memberikan lingkungan yang berbeda pada buah yang disimpan, karena laju perembesan O_2 ke dalam kemasan dan CO_2 keluar kemasan sebagai akibat kegiatan pernafasan buah berbeda-beda tergantung dari sifat film kemasan yang digunakan. Dengan demikian komposisi kandungan O_2 dan CO_2 dari udara dalam kemasan menjadi berbeda pula. Film plastik memberikan pula perlindungan terhadap kehilangan air pada buah sehingga buah yang dikemas masih terlihat segar

Deily dan Rizvi (1981) menyatakan bahwa konsentrasi gas yang berhubungan dengan kegiatan pernafasan di dalam kemasan tergantung pada permeabilitas film bahan kemasan, laju kegiatan pernafasan bahan yang dikemas, dan suhu penyimpanan.

Kader dan Moris (1977) mengemukakan bahwa pengemasan buah dalam film permeabel merupakan sistem dinamik dan meliputi dua proses yang terjadi bersamaan yaitu proses pernafasan dan perembesan CO_2 dan O_2 ke luar dan ke dalam kemasan. Oksigen secara terus-menerus digunakan oleh buah untuk kegiatan pernapasannya yang menghasilkan CO_2 , H_2O dan energi panas. Sebagai



akibatnya terjadi perbedaan konsentrasi O_2 antara bagian dalam dan luar kemasan dan O_2 mulai merembes ke dalam kemasan. Konsentrasi CO_2 dalam kemasan yang semakin meningkat dalam waktu yang bersamaan akan merembes ke luar kemasan.

Laju dari penyerapan gas tergantung dari struktur film permeabel, ketebalan, luas permukaan, suhu dan perbedaan kandungan gas antara bagian dalam dan luar kemasan. Parameter bahan yang mempengaruhi laju penyerapan gas antara lain berat bahan, laju kegiatan pernafasan dan volume bebas dalam kemasan. Laju kegiatan pernafasan buah yang dikemas merupakan parameter penting untuk menentukan langkah-langkah optimisasi selanjutnya, yaitu untuk mendapatkan lingkungan yang cocok yang dapat mempertahankan kesegaran buah. Ida Bagus Putu Gunadnya (1993) melaporkan bahwa koefisien permeabilitas beberapa film kemasan untuk beberapa tingkat suhu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Koefisien permeabilitas film kemasan hasil perhitungan dan penetapan dalam satuan $ml \cdot mil/m^2 \cdot jam \cdot atm$

Jenis Film Kemasan	Tebal (mil)	10°C ^{a)}		15°C ^{a)}		25°C ^{b)}	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
LDPE	0.99	-	-	-	-	1002	3600
PP	0.61	265	364	294	430	229	656
Stretch Film	0.57	342	888	473	748	4143	6226
White Stretch Film	0.58	226	422	291	412	1464	1470

Sumber : Ida Bagus Putu Gunadnya, 1993

^{a)} hasil perhitungan

^{b)} hasil penetapan

H. PENDUGAAN KONSENTRASI O₂ DAN CO₂ DALAM KEMASAN

Laju pemakaian gas O₂ dan terbentuknya gas CO₂ oleh bahan segar dipengaruhi oleh konsentrasi kedua gas tersebut dalam atmosfer penyimpanan.

Perubahan dalam laju pernafasan ini dapat diduga dengan persamaan berikut

Laju pemakaian gas O₂

$$R_{yi} = o_i \cdot y + p_i \cdot z + q_i \quad (1)$$

Laju terbentuknya CO₂

$$R_{zi} = d_i \cdot y + e_i \cdot z + f_i \quad (2)$$

untuk $y_{i+1} \leq y \leq y_i$, $z_i \leq z \leq z_{i+1}$ dan ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

Keterangan :

y = konsentrasi volumetrik O₂ (%)

z = konsentrasi volumetrik CO₂ (%)

o, p = konstanta yang diinginkan untuk menduga kurva konsumsi O₂
(cc O₂/kg.jam%O₂)

d, e = konstanta yang digunakan untuk menduga kurva terbentuknya CO₂
(cc O₂/kg.jam%O₂)

R = Laju pemakaian O₂ atau terbentuknya CO₂ (cc/kg.jam)

I = Integer "dummy"

q, p = konstanta untuk pendugaan kurva konsumsi O₂ dan terbentuknya
CO₂ (cc/kg.jam)



Parameter bahan yang mempengaruhi perembesan O_2 dan CO_2 adalah berat bahan, laju respirasi dan volume bebas dalam kemasan (Daily dan Rizvi, 1981)

Dalam sistem bahan segar kesetimbangan masa dapat digambarkan secara matematis dengan mengikuti persamaan deferensial ordo pertama

$$\frac{dy}{dt} = \frac{S \cdot K_y}{V} (y_a - y) - \frac{W \cdot R_y}{V} \quad (3)$$

$$\frac{dz}{dt} = \frac{S \cdot K_z}{V} (z_a - z) - \frac{W \cdot R_z}{V} \quad (4)$$

Keterangan

- K_y = permeabilitas terhadap O_2 ($cc/m^2 \cdot jam$)
- R_y = laju konsumsi O_2 ($cc O_2/kg \cdot jam$)
- K_z = permeabilitas terhadap CO_2 ($cc/m^2 \cdot jam$)
- R_z = laju terbentuknya CO_2 ($cc CO_2/kg \cdot jam$)
- S = luas permukaan kemasan (m^2)
- t = waktu (jam)
- V = Volume bebas kemasan (cc)
- W = bobot bahan yang dikemas (kg)
- y = konsentrasi O_2 dalam kemasan (%)
- y_a = konsentrasi O_2 udara normal (%)
- z = konsentrasi CO_2 dalam kemasan (%)



$$z_a = \text{konsentrasi O}_2 \text{ udara normal (\%)}$$

Untuk O_2 dari persamaan (3) diperoleh

$$\frac{Vdy}{dt} = S.Ky (y_a - y) - W.Ry$$

Pada kondisi kesetimbangan

$$\frac{dy}{dt} = 0, \quad y = y'$$

$$\text{sehingga : } S.Ky (y_a - y') = W.Ry, \quad y' = y_a - \frac{W.Ry}{S.Ky} \quad (5)$$

Pada kondisi mula-mula $y(0) = y_a$, pada $t = 0$

$$y(t) = y_a - \frac{W}{S.Ky} (1 - e^{-S.Ky.t/V})$$

$$\text{dan limit } y(t) = y_a - \frac{W.Ry}{S.Ky} \quad t \rightarrow \infty$$

$$\text{sehingga } y(t) = y' + (y_a - y) e^{-S.Ky.t/V} \quad (6)$$

Dengan cara yang sama untuk CO_2 diperoleh :

$$z' = z_a + \frac{W.Rz}{S.Kz} \quad (7)$$

$$z(t) = z' - (z_a - z) e^{-S.Ky.t/V} \quad (8)$$

dimana :

$$y' = \text{konsentrasi kesetimbangan O}_2 \text{ yang diduga (\%)}$$

$$y(t) = \text{konsentrasi O}_2 \text{ dalam kemasan sesaat yang diduga (\%)}$$

$$z' = \text{konsentrasi kesetimbangan CO}_2 \text{ yang diduga (\%)}$$

$$z(t) = \text{konsentrasi CO}_2 \text{ dalam kemasan sesaat yang diduga (\%)}$$

Persamaan (5) sampai (8) digunakan untuk menduga konsentrasi sesaat dan kesetimbangan O_2 dan CO_2 . Penentuan permeabilitas film kemasan dihitung dengan mentransformasikan persamaan (5) dan (7), sehingga diperoleh persamaan :

Permeabilitas film terhadap O_2

$$K_y = \frac{W \cdot R_y}{S (y_a - y')} \quad \dots \dots \dots (9)$$

Permeabilitas film terhadap CO_2

$$K_z = \frac{W \cdot R_z}{Z (z' - z_a)} \quad \dots \dots \dots (10)$$





III. METODE PENELITIAN

A. BAHAN DAN ALAT

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah nangka umur 8 bulan sejak berbunga yang diperoleh dari kebun petani di Leuwiliang Kabupaten Bogor, mangkuk styrofoam yang diperoleh dari PT. Saung Mirwan, plastik Stretch Film dan White Stretch Film, lilin. Untuk pengukuran komposisi gas digunakan gas CO_2 dan N_2 .

2. Alat

Alat-alat yang digunakan adalah stoples kaca, selang plastik, Aerator, Timbangan Mettler dua desimal, Cosmotector tipe XPO-318 untuk mengukur konsentrasi O_2 , Cosmotector tipe XP-314 untuk mengukur konsentrasi CO_2 , Chromameter Minolta Type CR-200 untuk uji warna, Penetrometer untuk mengukur kekerasan dan lemari pendingin suhu 5°C dan 10°C .

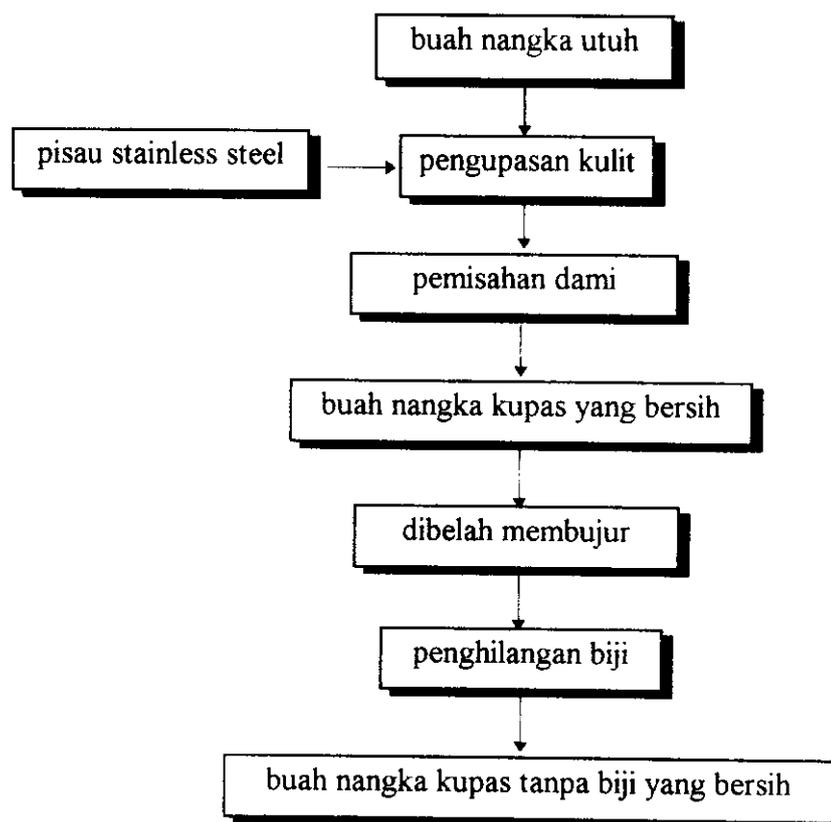
B. WAKTU DAN TEMPAT

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan mulai April sampai dengan Juni 1997 bertempat di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian dan Laboratorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian, Jurusan Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB dan Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.

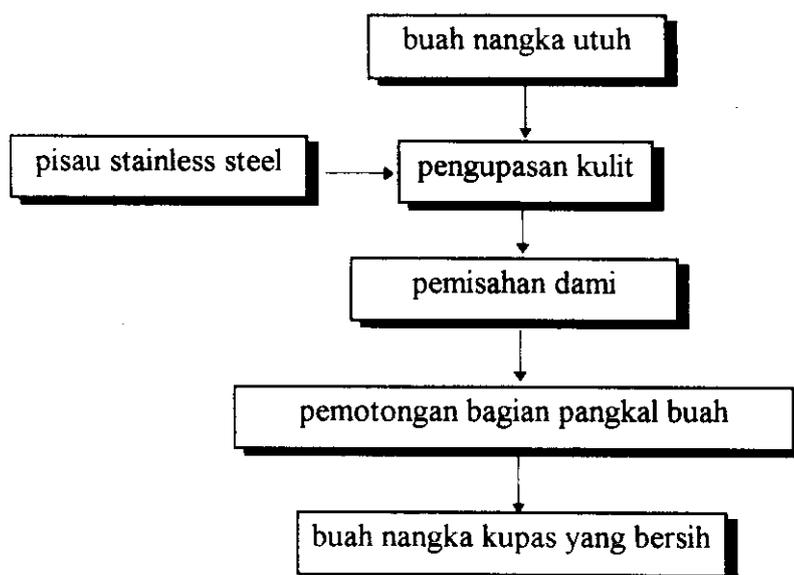
C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu : (1) pengukuran laju respirasi buah nangka (2) penentuan konsentrasi gas O₂ dan CO₂ optimum (3) pemilihan jenis film kemasan. Setiap tahap didahului dengan proses pengolahan minimal untuk menghasilkan produk “minimally processed” buah nangka yang untuk selanjutnya di laporan ini disebut buah nangka saja.

Standar proses pengolahan minimal ini berbeda dengan yang dilakukan Champ *et al.* (1993) yang menyimpan buah nangka dalam keadaan tanpa biji. Bagan alir prosesnya dapat dilihat pada Gambar 2a. dan Gambar 2b.



Gambar 2a. Bagan alir pengolahan minimal buah nangka (Champ *et al.*, 1993)

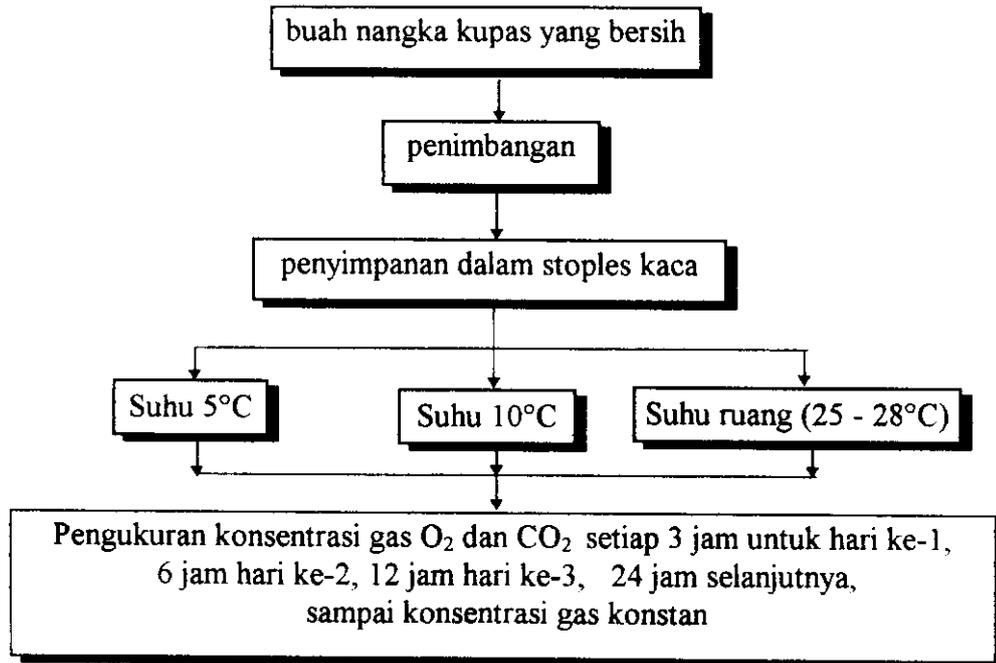


Gambar 2b. Bagan alir pengolahan minimal buah nangka

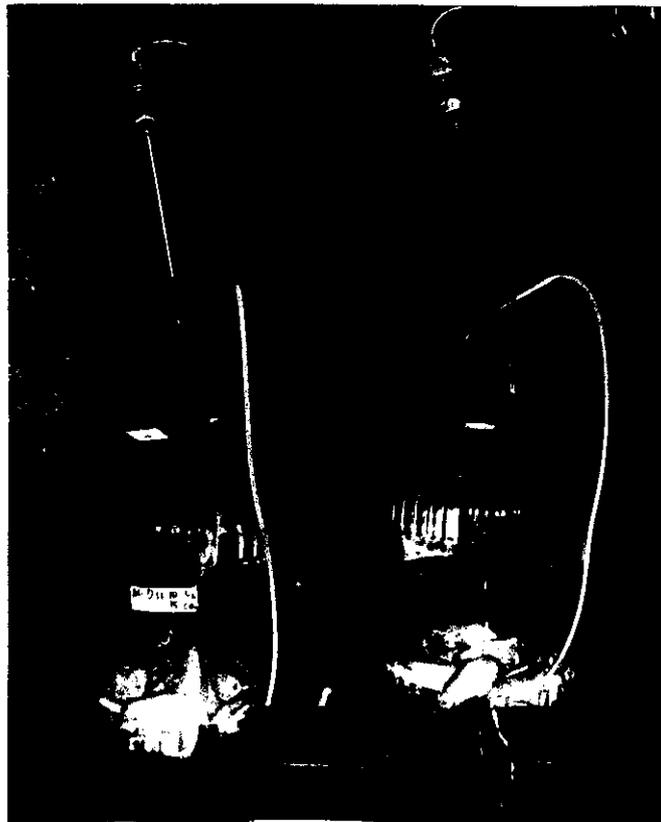
1. Pengukuran Laju Respirasi Buah Nangka

Sebanyak \pm 350 gram buah nangka dimasukkan dalam stoples kaca, masing-masing 4 kali ulangan untuk tiap taraf suhu yaitu 5°C, 10°C dan suhu kamar (25°C - 28°C). Stoples ditutup rapat dengan lapisan lilin pada celah antara tutup dan ulir kaca, untuk mencegah masuknya gas O₂ dan keluarnya CO₂ ke dan dari dalam stoples.

Untuk mengukur konsentrasi gas dalam stoples, dibuat dua lubang yang dihubungkan dengan pipa plastik untuk mempermudah pengukuran kandungan gas dalam wadah. Pada hari pertama pengukuran dilakukan setiap 3 jam, setiap 6 jam untuk hari ke-2, 12 jam untuk hari ke-3 dan untuk selanjutnya setiap 24 jam sampai tercapai konsentrasi gas yang konstan. Bagan alir pengukuran laju respirasi buah nangka dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Bagan alir pengukuran laju respirasi buah nangka



Gambar 4. Cara pengukuran gas O₂ dan CO₂

2. Penentuan Konsentrasi Gas O₂ dan CO₂ Optimum

Penentuan taraf konsentrasi gas O₂ dan CO₂ untuk penentuan konsentrasi gas optimum didasarkan pada hal-hal sebagai berikut : Ulrich *di dalam* Pantastico (1986) menyatakan bahwa pada konsentrasi O₂ rendah, perbandingan CO₂/O₂ dapat meningkat sebagai akibat reaksi-reaksi fermentasi. Pada banyak jenis buah-buahan dan sayur-sayuran hal ini menyebabkan timbulnya bau-bau yang lain dari biasanya, dan dianjurkan untuk tidak menggunakan konsentrasi O₂ di bawah 2%. Menurut Kader dan Morris (1977) penurunan konsentrasi O₂ di bawah 8% akan memperlambat pematangan buah. Paulin *di dalam* Pantastico (1986) menyatakan bahwa konsentrasi CO₂ yang tepat dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis jamur yang menyerang buah-buahan dalam penyimpanan. Hambatan itu tampak nyata pada 10-15% CO₂.

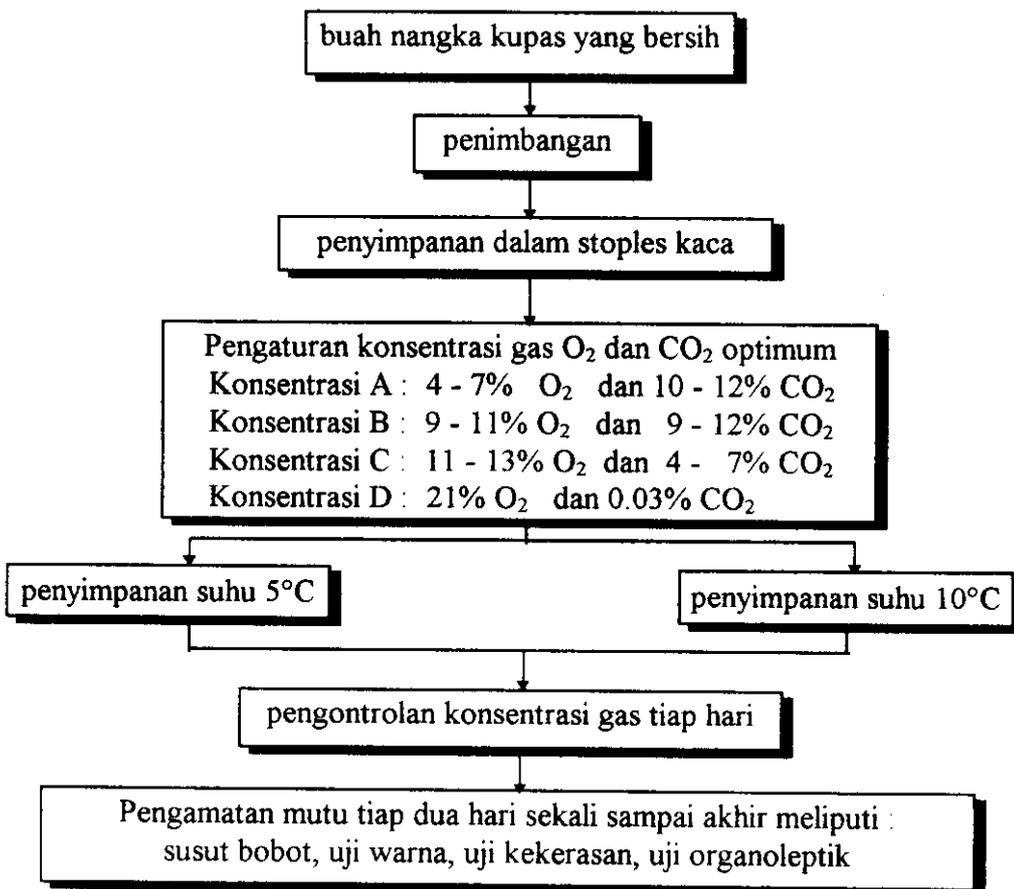
Empat taraf konsentrasi O₂ dan CO₂ yang dicobakan meliputi (A) 4 - 7% O₂ dan 10 - 12% CO₂, (B) 9 -11% O₂ dan 9 - 12% CO₂, (C) 11 -13% O₂ dan 4 -7% CO₂, (D) 21% O₂ dan 0.03% CO₂ sebagai kontrol, dan disimpan pada dua taraf suhu penyimpanan yaitu 5°C dan 10°C. Masing-masing taraf suhu dan konsentrasi dikombinasikan satu sama lain.

Masing-masing stoples diisi buah nangka yang telah ditimbang sebanyak 24 buah, kemudian ditutup dan diisi selang sama seperti perlakuan tahap 1. Kelebihan gas O₂ yang ada di dalam stoples dikeluarkan dengan menambah gas N₂ sampai tercapai batas maksimum konsentrasi yang diinginkan, sedangkan



kekurangan gas CO_2 dalam stoples ditambah dengan memasukkan gas CO_2 dari tabung sampai batas minimum konsentrasi yang diinginkan.

Untuk mempertahankan konsentrasi gas dalam stoples tetap berada dalam selang yang diharapkan, dilakukan pengontrolan gas tiap hari. Masing-masing perlakuan pada berbagai konsentrasi dan suhu ini dilakukan dua kali ulangan. Pengamatan mutu dilakukan mulai hari ke-0 dan selanjutnya dilakukan tiap dua hari sekali sampai sampel habis. Pengamatan mutu ini meliputi susut bobot, uji warna, uji kekerasan dan uji organoleptik. Bagan alir penentuan konsentrasi gas O_2 dan CO_2 optimum dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Bagan alir penentuan gas O_2 dan CO_2 optimum

3. Pemilihan Jenis Film Kemasan

Pemilihan jenis Film kemasan dilakukan dengan cara memplotkan konsentrasi gas O₂ dan CO₂ optimum yang diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya pada grafik penentuan jenis film terpilih Ida Bagus Putu Gunadnya (1993). Sebagai pembanding permeabilitas bahan kemasan yang diperlukan, dihitung berdasarkan konsentrasi O₂ dan CO₂ optimum yang diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya. Persamaan yang dipakai adalah modifikasi dari persamaan (9) dan (10), dengan syarat laju respirasi buah dinyatakan konstan :

Permeabilitas film terhadap O₂

$$K_y = \frac{W \cdot R_y}{S (y_a - y')} \dots \dots \dots (9)$$

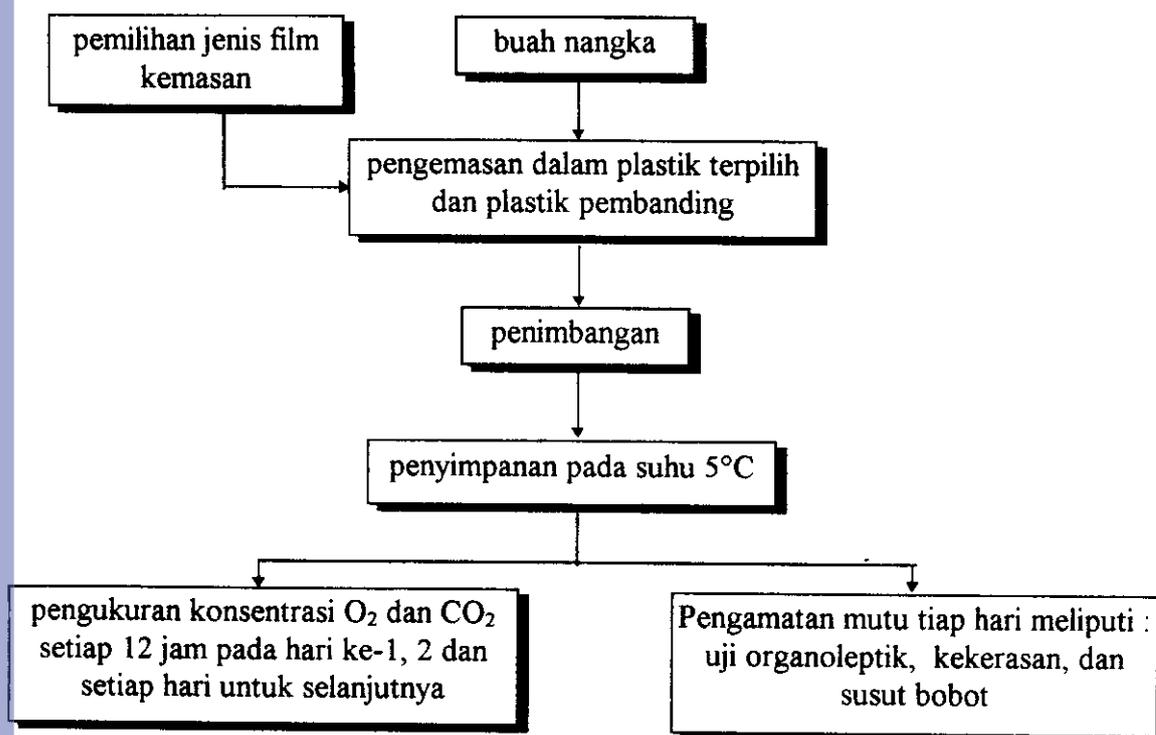
Permeabilitas film terhadap CO₂

$$K_z = \frac{W \cdot R_z}{Z (z' - z_a)} \dots \dots \dots (10)$$

Film yang dipilih adalah film yang mempunyai permeabilitas mendekati permeabilitas yang diperlukan. Model kemasan yang digunakan yaitu mangkok styrofoam yang dibungkus dengan film pengemas terpilih.

Untuk pengamatan konsentrasi O₂ dan CO₂, pada model kemasan ini dibuat dua buah lubang yang dihubungkan dengan selang plastik. Kemasan yang telah berisi nangka disegel dan ujung selangnya ditekuk, dijepit dan ditutup dengan lilin, kemudian disimpan pada suhu 5°C. Pengukuran O₂ dan CO₂ dilakukan setiap 6 jam pada hari ke-1 dan 2, untuk selanjutnya diukur setiap hari sampai mencapai kesetimbangan.

Pengamatan mutu yang dilakukan meliputi susut bobot, uji kekerasan dan uji organoleptik yang dilakukan setiap hari mulai hari ke-0. Bagan alir penentuan jenis film kemasan dan pendugaan konsentrasi kesetimbangan dengan model kemasan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bagan alir penentuan jenis film kemasan dan pendugaan konsentrasi kesetimbangan dengan model kemasan.

D. PENGAMATAN MUTU

Pengamatan mutu selama penyimpanan meliputi susut bobot, uji warna, uji kekerasan dan uji organoleptik.

1. Susut bobot

Susut bobot dapat dicari dengan menimbang bahan-bahan yang telah diuji pada akhir penyimpanan, kemudian dibandingkan dengan bobot awal

sebelum penyimpanan. Alat yang digunakan adalah Timbangan Mettler dua desimal. Rumus yang digunakan untuk mengukur susut bobot hari ke-n adalah :

$$\text{Susut bobot} = \frac{a - b}{a} \times 100 \%$$

Keterangan :

a = berat awal buah nangka (gram)

b = berat nangka hari ke-n (gram)

2. Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan alat Penetrometer. Buah nangka yang akan diukur kekerasannya dibelah secara membujur dan dikeluarkan bijinya. Kemudian kedua sisinya dikatupkan dan ditekan ke alat ukur sampai tembus. Pengujian dilakukan pada tiga bagian buah yaitu : bagian pangkal buah, tengah buah dan ujung buah. Data yang diperoleh kemudian dirata-ratakan.

3. Uji Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan alat Chromameter type CR-200. Nilai yang akan diukur meliputi nilai L (kecerahan), nilai a (warna kromatik campuran merah-hijau), dan nilai b (warna kromatik biru-kuning). Sebelum dilakukan pengukuran alat terlebih dahulu dikalibrasi sehingga diperoleh nilai standar untuk L = 86.15, b = 61.71 dan a = -3.29. Pengujian dilakukan dengan menempelkan sensor pada buah nangka dan menembakkan sinar pada dua bagian yang berbeda.



4. Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan terhadap penampakan secara umum yang ditekankan terhadap warna buah, kekerasan daging buah, aroma daging buah dan rasa buah nangka selama penyimpanan dengan selang waktu 2 hari untuk penentuan konsentrasi optimum, dan setiap hari untuk pemilihan kemasan, dengan jumlah panelis sebanyak 20 orang. Pada uji organoleptik ini dilakukan dengan menggunakan skala hedonik. Penilaian panelis berdasarkan kriteria suka dan tidak suka yang dikonversikan dalam bentuk angka. Selang angka yang digunakan dalam skala hedonik ini adalah :

- 1 = sangat tidak suka
- 2 = tidak suka
- 3 = biasa
- 4 = suka
- 5 = sangat suka

F. RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Faktorial Acak Lengkap dengan ulangan sebanyak dua kali, dimana faktor yang berpengaruh adalah perlakuan konsentrasi gas dan lama simpan. Model persamaan matematik yang digunakan adalah

$$Y_{jkl} = \mu + A_j + B_k + (AB)_{jk} + \epsilon_{jkl}$$



dimana :

Y_{jkl} = Nilai hasil pengukuran pada buah nangka yang menerima perlakuan konsentrasi ke-j, dan hari penyimpanan taraf ke-k

μ = nilai rata-rata umum

A_j = pengaruh konsentrasi gas taraf ke-j

A1 = konsentrasi 4 - 7% O₂ dan 10 -12% CO₂.

A2 = konsentrasi 9 - 11% O₂ dan 9 -12% CO₂.

A3 = konsentrasi 11 - 13% O₂ dan 4 - 7% CO₂.

A4 = konsentrasi 21% O₂ dan 0.03% CO₂.

B_k = pengaruh lama penyimpanan hari ke-k

B1 = penyimpanan selama 0 hari

B2 = penyimpanan selama 2 hari

B3 = penyimpanan selama 4 hari

B4 = penyimpanan selama 6 hari

B5 = penyimpanan selama 8 hari

B6 = penyimpanan selama 10 hari

B7 = penyimpanan selama 12 hari

B8 = penyimpanan selama 14 hari

B9 = penyimpanan selama 16 hari

$(AB)_{jk}$ = pengaruh interaksi antara konsentrasi gas dengan lama penyimpanan

ϵ_{jkl} = pengaruh sisa perlakuan konsentrasi gas dengan lama penyimpanan taraf ke-j



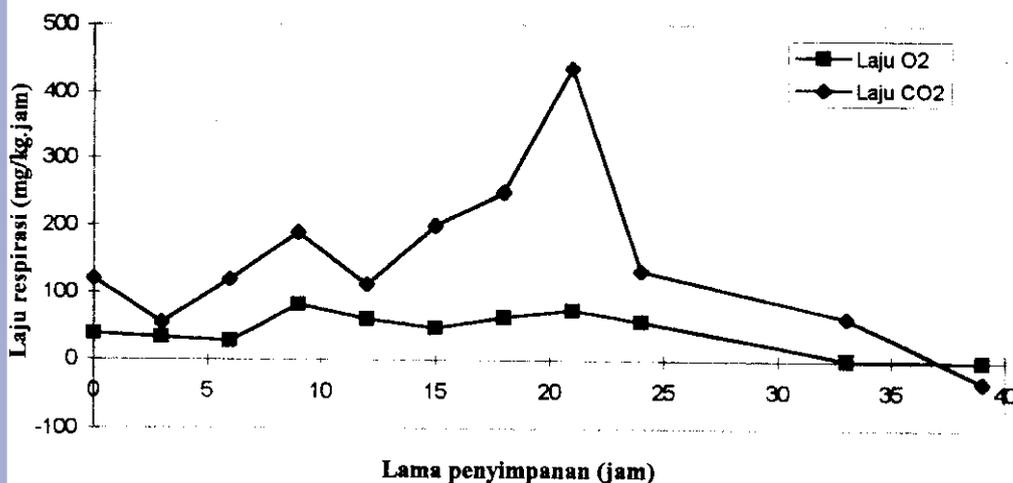


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PENGUKURAN LAJU RESPIRASI BUAH NANGKA

Proses respirasi buah-buahan dan sayuran ditandai dengan penurunan konsentrasi O_2 dan peningkatan konsentrasi CO_2 . Pengukuran proses ini sangat diperlukan karena merupakan salah satu parameter yang dibutuhkan untuk menduga konsentrasi O_2 dan CO_2 kesetimbangan di dalam kemasan film.

Berdasarkan pola laju respirasinya pada suhu kamar, produk “minimally processed” buah nangka termasuk kategori buah klimakterik, karena peningkatan laju produksi CO_2 terjadi secara mendadak setelah disimpan selama 21 jam. Laju konsumsi O_2 juga meningkat pada jam yang sama tetapi tidak terjadi secara mendadak. Fenomena ini sesuai dengan Kader *et al.* (1985) yang menyatakan bahwa Nangka tergolong ke dalam buah klimakterik. Grafik laju respirasi buah nangka pada suhu kamar dapat dilihat pada Gambar 7a.



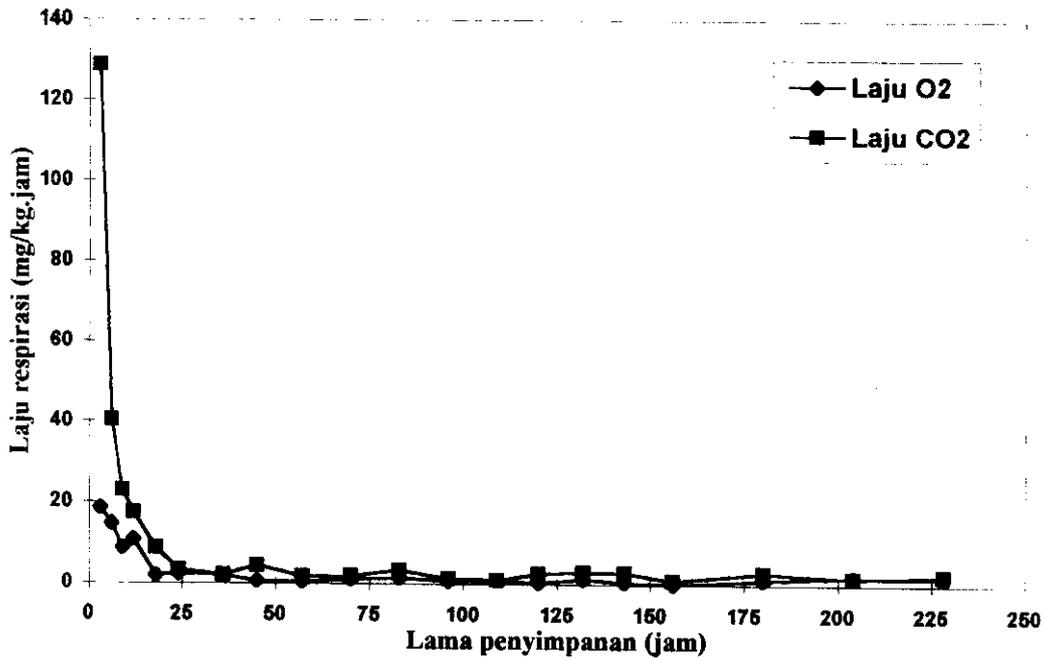
Gambar 7a. Grafik laju respirasi buah nangka pada penyimpanan suhu kamar

Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa konsentrasi O_2 menurun menjadi 4.6%, dan konsentrasi CO_2 meningkat hingga mencapai 39% (Lampiran 1.) pada penyimpanan selama 45 jam dalam suhu kamar. Pada saat ini keadaan buah nangka sudah busuk. Fakta ini menunjukkan bahwa lama simpan buah nangka dengan biji hampir sama dengan buah nangka tanpa biji yaitu hanya tahan satu atau dua hari pada suhu kamar (Ploymerusmee, 1990). Laju konsumsi O_2 rata-rata sebesar 47.778 mg/kg.jam dan laju produksi CO_2 rata-rata 149.604 mg/kg.jam dengan nilai RQ sebesar 2.83.

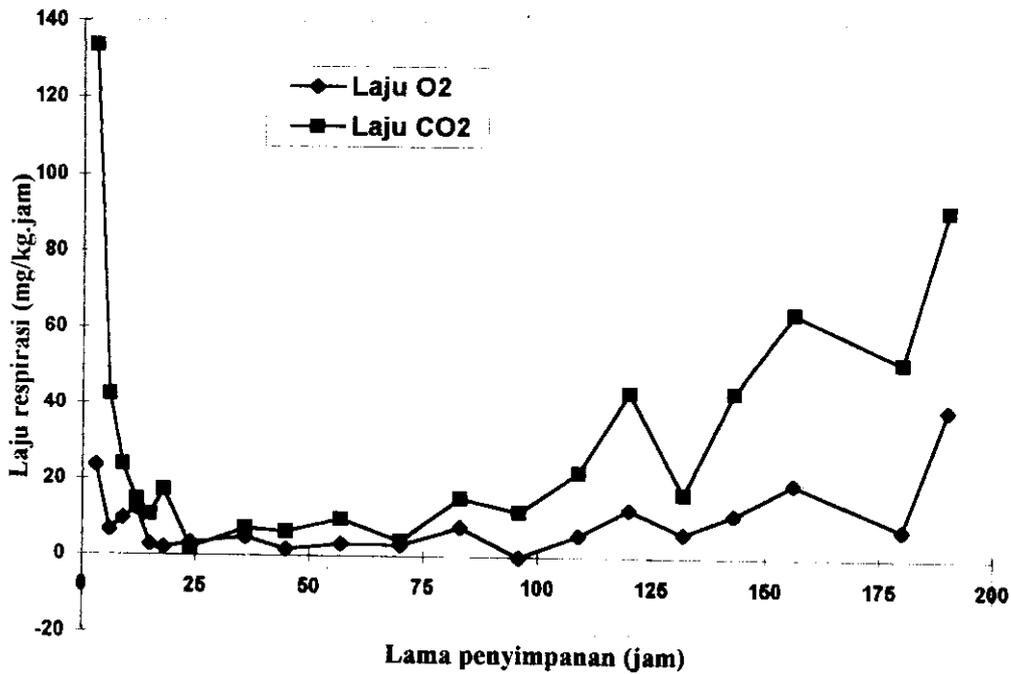
Pada jam yang sama untuk suhu penyimpanan $5^\circ C$ tidak terjadi puncak klimakterik karena karena laju konsumsi O_2 maupun laju produksi CO_2 cenderung konstan. Keadaan ini dimungkinkan terjadi karena proses respirasi sangat tergantung pada suhu penyimpanannya, semakin rendah suhu penyimpanannya maka proses respirasinya akan berlangsung lebih lambat. Penyimpanan suhu rendah akan menekan laju respirasi, laju pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan laju kerusakan lainnya (Hariyadi, 1995). Buah sudah mulai busuk pada jam ke - 216, tetapi pengukuran tetap dilanjutkan sampai dicapai konsentrasi gas yang konstan. Gambar laju respirasi buah nangka pada suhu $5C$ ini dapat dilihat pada Gambar 7b.

Konsentrasi O_2 mengalami penurunan yang kecil yaitu menjadi 17.4% dan CO_2 meningkat menjadi 7.2% setelah disimpan selama 252 jam (Lampiran 2.). Laju konsumsi O_2 rata-rata sebesar 3.400 mg/kg.jam dan laju produksi CO_2 rata-rata 12.035 mg/kg.jam dengan nilai RQ sebesar 0.26. Nilai RQ ini





Gambar 7b. Grafik laju respirasi buah nangka pada penyimpanan suhu 5°C



Gambar 7c. Grafik laju respirasi buah nangka pada penyimpanan suhu 10°C

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

menunjukkan bahwa proses oksidasi belum tuntas, sedangkan bahan sudah mengalami kebusukan.

Pada suhu 10°C laju konsumsi O₂ maupun laju produksi CO₂ meningkat tajam pada akhir penyimpanan dan puncak klimakterik terjadi pada jam ke-190. Pengukuran dihentikan karena laju respirasi konstan dan pada buah sudah mulai tumbuh jamur.

Penurunan konsentrasi O₂ secara tajam pada kedua taraf suhu ini terjadi pada jam-jam awal penyimpanan. Hal ini disebabkan adanya luka pada jaringan akibat proses pengolahan minimal, yang menyebabkan bahan mengalami stress yang menyebabkan peningkatan aktifitas respirasi.

Konsentrasi O₂ menurun menjadi 6.5% dan CO₂ meningkat mencapai 37.5% setelah disimpan selama 204 jam (Lampiran 3.). Laju konsumsi O₂ rata-rata sebesar 8.615 mg/kg.jam dan laju produksi CO₂ rata-rata 30.398 mg/kg.jam dengan nilai RQ sebesar 1.09. Nilai ini menunjukkan bahwa yang dioksidasi adalah gula.

B. PENENTUAN KONSENTRASI O₂ DAN CO₂ OPTIMUM

Pada tahap ini terjadi perbedaan lama simpan yang mencolok antara penyimpanan pada suhu 5°C dan 10°C, yaitu 16 hari dan 6 hari. Untuk Suhu 10°C lama simpannya lebih rendah daripada saat pengukuran laju respirasi yang dilakukan dengan konsentrasi udara normal, sedangkan dari tinjauan pustaka disebutkan bahwa berkurangnya konsentrasi O₂ dan bertambahnya konsentrasi



CO₂ dalam lingkungan udara buah akan memperlambat perubahan fisiologi buah. Hal ini kemungkinan terjadi karena mulai hari ke-3 pada penyimpanan suhu 10°C *chamber* mulai berair yang berasal dari air yang keluar dari buah nangka.

Maxcy (1982) menyatakan bahwa produk yang terolah minimal memiliki permukaan yang mudah terkena kontaminan. Cairan yang keluar melalui jaringan yang terluka merupakan media yang cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme.

1. Pengaruh Konsentrasi O₂ dan CO₂ Terhadap Susut Bobot

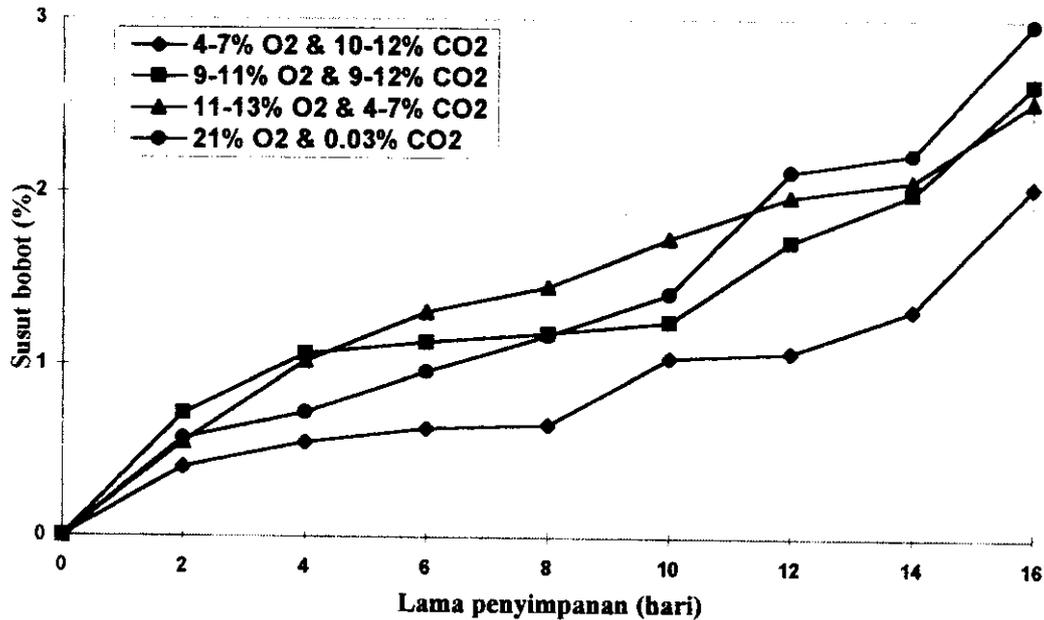
Bobot buah nangka mengalami penurunan selama penyimpanan, atau persentase susut bobotnya mengalami peningkatan, baik pada suhu 5°C maupun pada suhu 10°C. Hal ini disebabkan pada proses respirasi terjadi penguapan kandungan air (Wills et al., 1981).

Susut bobot dengan persentase tertinggi untuk kedua taraf suhu terjadi pada komposisi udara normal, yaitu sebesar 2.97% pada penyimpanan selama 16 hari pada suhu 5°C dan 2.61% pada penyimpanan selama 6 hari pada suhu 10°C. Persentase susut bobot terkecil buah nangka yang pada suhu 5°C dan 10°C terjadi pada konsentrasi A (4 -7% O₂ dan 10-12% CO₂), yaitu sebesar 2.03% dan 1.81% dari berat awal. Hasil pengamatan susut bobot disajikan pada Lampiran 4a. dan 4b., dan grafiknya disajikan pada Gambar 8a. dan 8b.

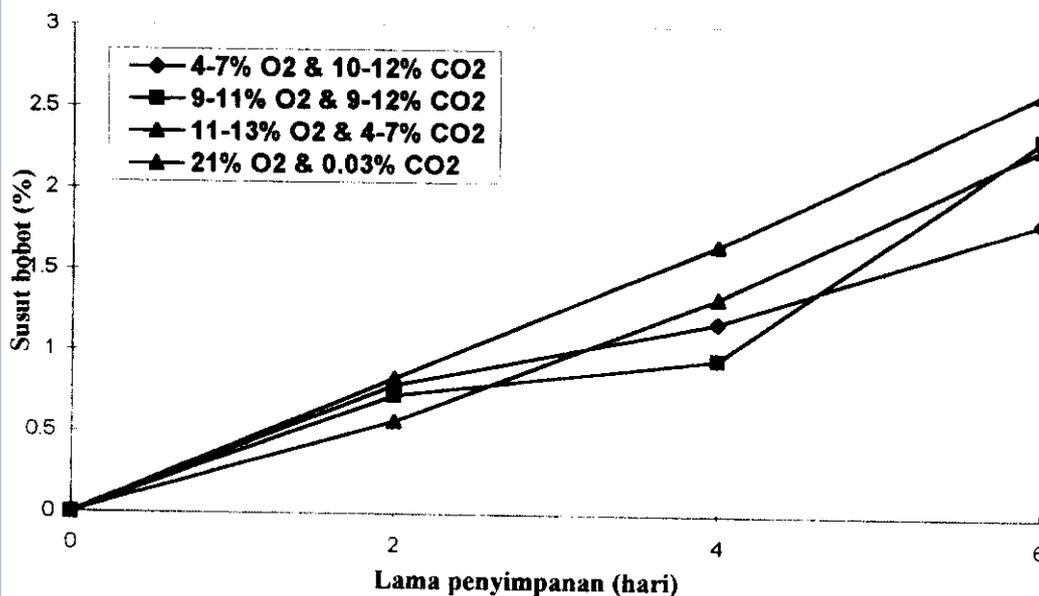
Berdasarkan analisa statistik (Lampiran 12a. dan 12b.), faktor konsentrasi gas dan lama penyimpanan maupun interaksinya berpengaruh nyata terhadap susut bobot. Berdasarkan hasil uji lanjut, penyimpanan dengan



konsentrasi A (4-7% O₂ dan 10-12% CO₂) memiliki rata-rata susut bobot terkecil, dan suhu penyimpanan yang lebih baik pada suhu 5°C.



Gambar 8a. Grafik perubahan susut bobot buah nangka selama penyimpanan suhu 5°C



Gambar 8b. Grafik perubahan susut bobot buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C

2. Pengaruh Konsentrasi O₂ dan CO₂ Terhadap Kekerasan

Nilai kekerasan ini merupakan nilai rata-rata dari kekerasan pada bagian ujung buah, tengah buah dan pangkal buah yang memiliki ketebalan yang berbeda-beda. Secara umum perubahan kekerasan buah nangka mengalami penurunan. Hasil uji kekerasan disajikan pada Lampiran 5a. dan 5b., dan besarnya perubahan kekerasan buah nangka pada penyimpanan suhu 5°C dan 10°C disajikan pada Gambar 9a. dan 9b.

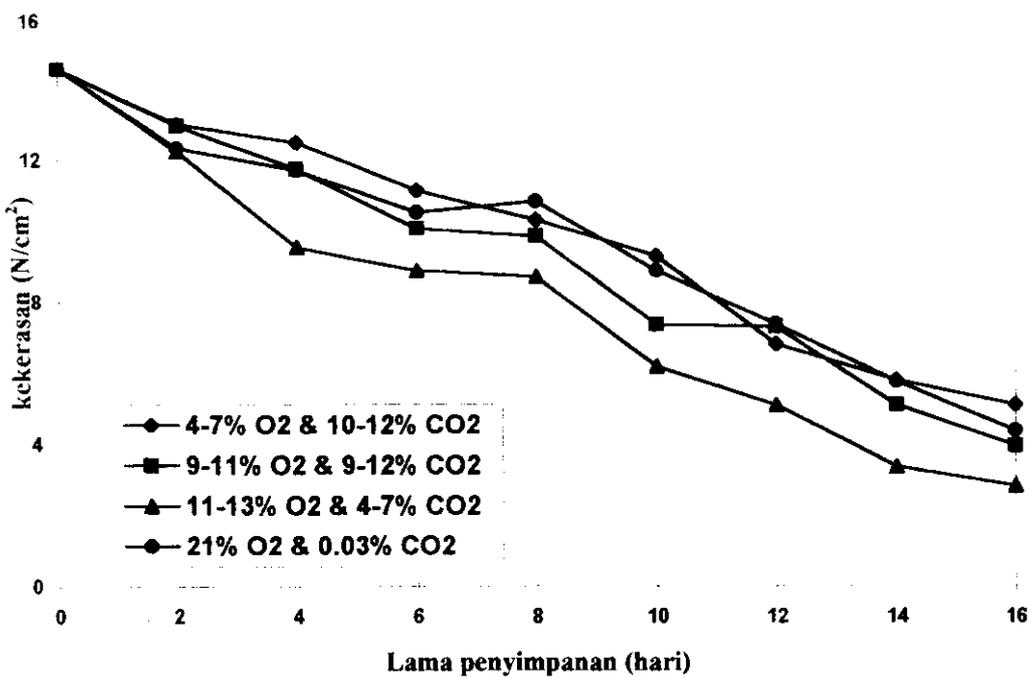
Terjadinya penurunan kekerasan disebabkan oleh perubahan yang terjadi pada dinding sel yaitu oleh larutnya dan depolimerisasi substansi pektin secara progresif. Perubahan inilah yang menyebabkan perubahan tekstur komoditi menjadi lebih lunak (Dewanto, 1994).

Menurut Pantastico (1989) penurunan nilai kekerasan disebabkan oleh perubahan protopektin yang tidak larut menjadi asam pektat yang mudah larut akibat kegiatan fisiologik selama respirasi. Selain itu penurunan kekerasan juga dapat disebabkan oleh depolimerisasi zat-zat pektin yang ditunjukkan dengan kekerasan sel.

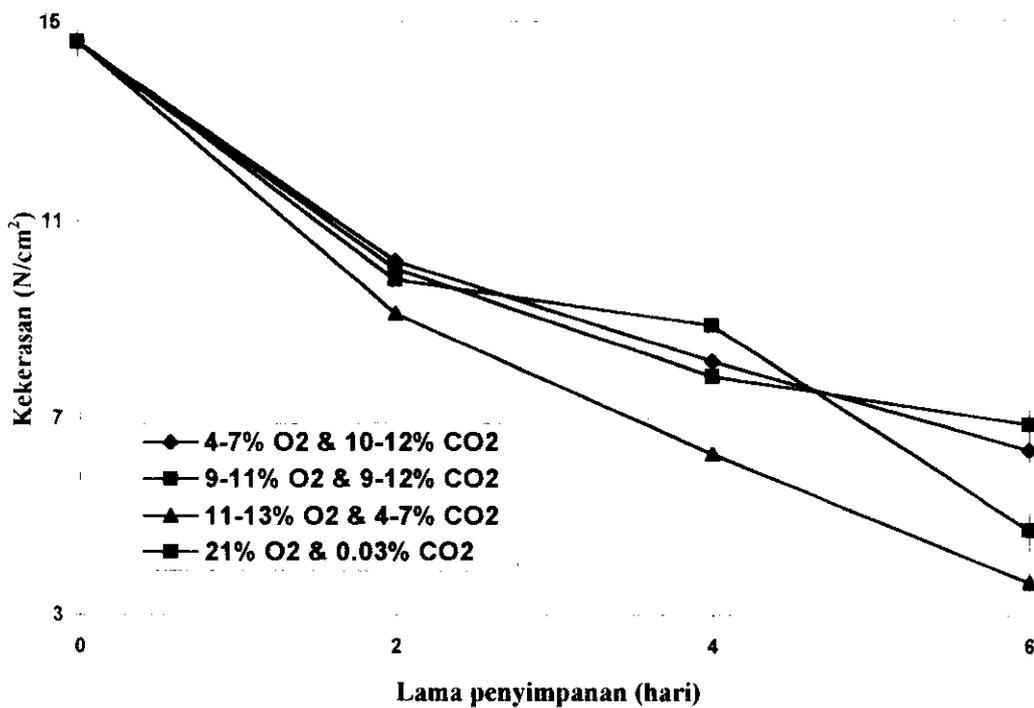
Winarno dan Wiranatakusumah (1981) menyatakan bahwa penurunan kekerasan buah disebabkan oleh terdegradasinya hemiselulosa dan pektin.

Pada suhu penyimpanan 5°C, perlakuan konsentrasi A (4 -7% O₂ dan 10-12% CO₂) mampu mempertahankan kekerasan buah nangka dari keadaan awal sebesar 14.61 N/cm² menjadi 5.12 N/cm² sampai hari ke-16. Penurunan





Gambar 9a. Grafik perubahan kekerasan buah nangka selama penyimpanan suhu 5⁰C



Gambar 9b. Grafik perubahan kekerasan buah nangka selama penyimpanan suhu 10⁰C

nilai kekerasan terbesar terjadi pada konsentrasi C (11-13% O₂ dan 4-7% CO₂), yaitu berubah dari keadaan awal 14.61 N/cm² menjadi 2.83 N/cm²

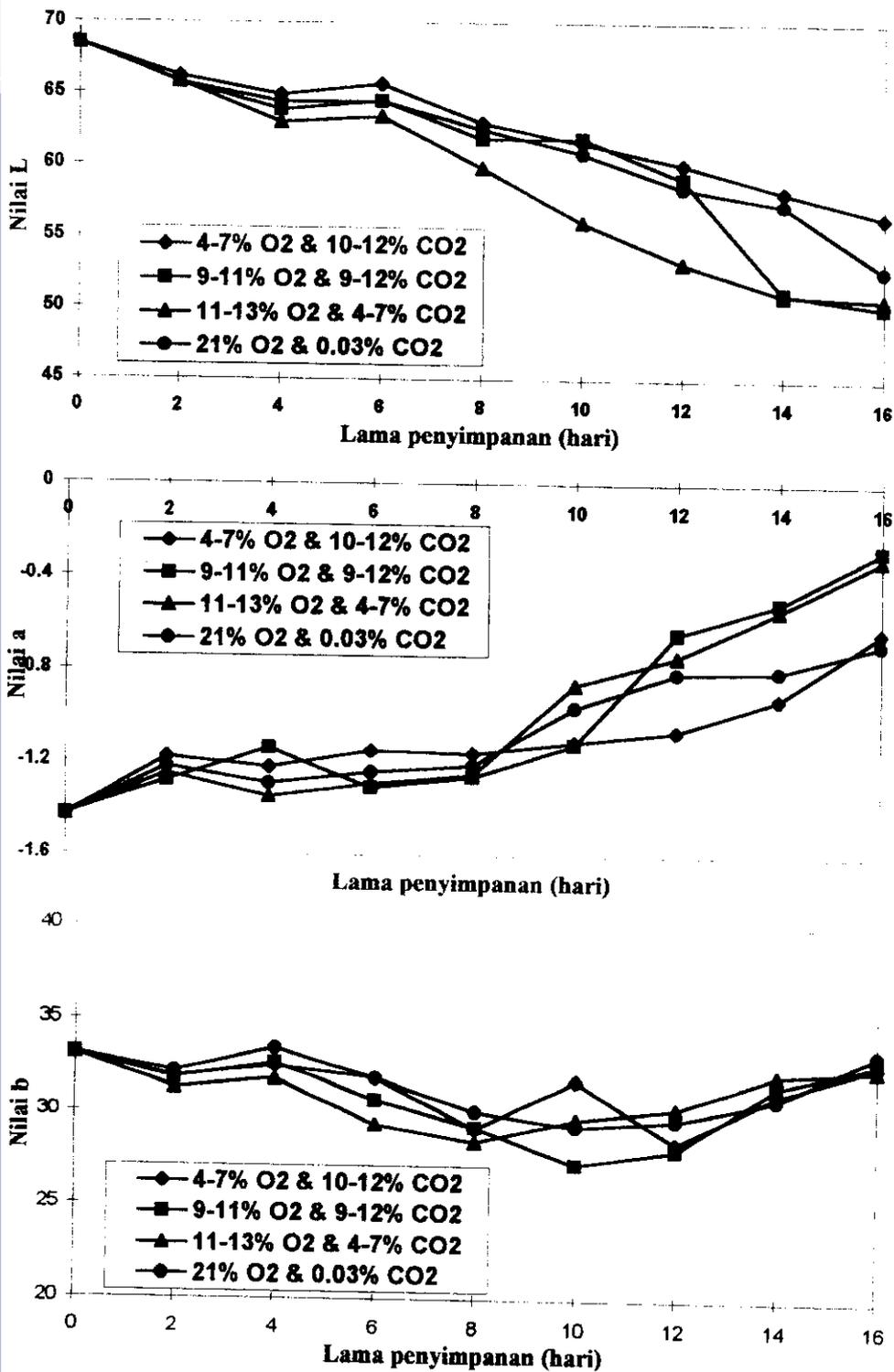
Dari analisa statistik (Lampiran 13a. dan 13b.), faktor perlakuan konsentrasi gas dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kekerasan, tetapi interaksinya tidak berpengaruh nyata. Berdasarkan uji lanjut yang dilakukan, walaupun perlakuan terhadap konsentrasi A (4 -7% O₂ dan 10-12% CO₂), B dan kontrol tidak berbeda nyata, tetapi konsentrasi A (4 -7% O₂ dan 10-12% CO₂) mempunyai nilai rata-rata kekerasan yang tertinggi.

3. Pengaruh Konsentrasi O₂ dan CO₂ Terhadap Perubahan Warna

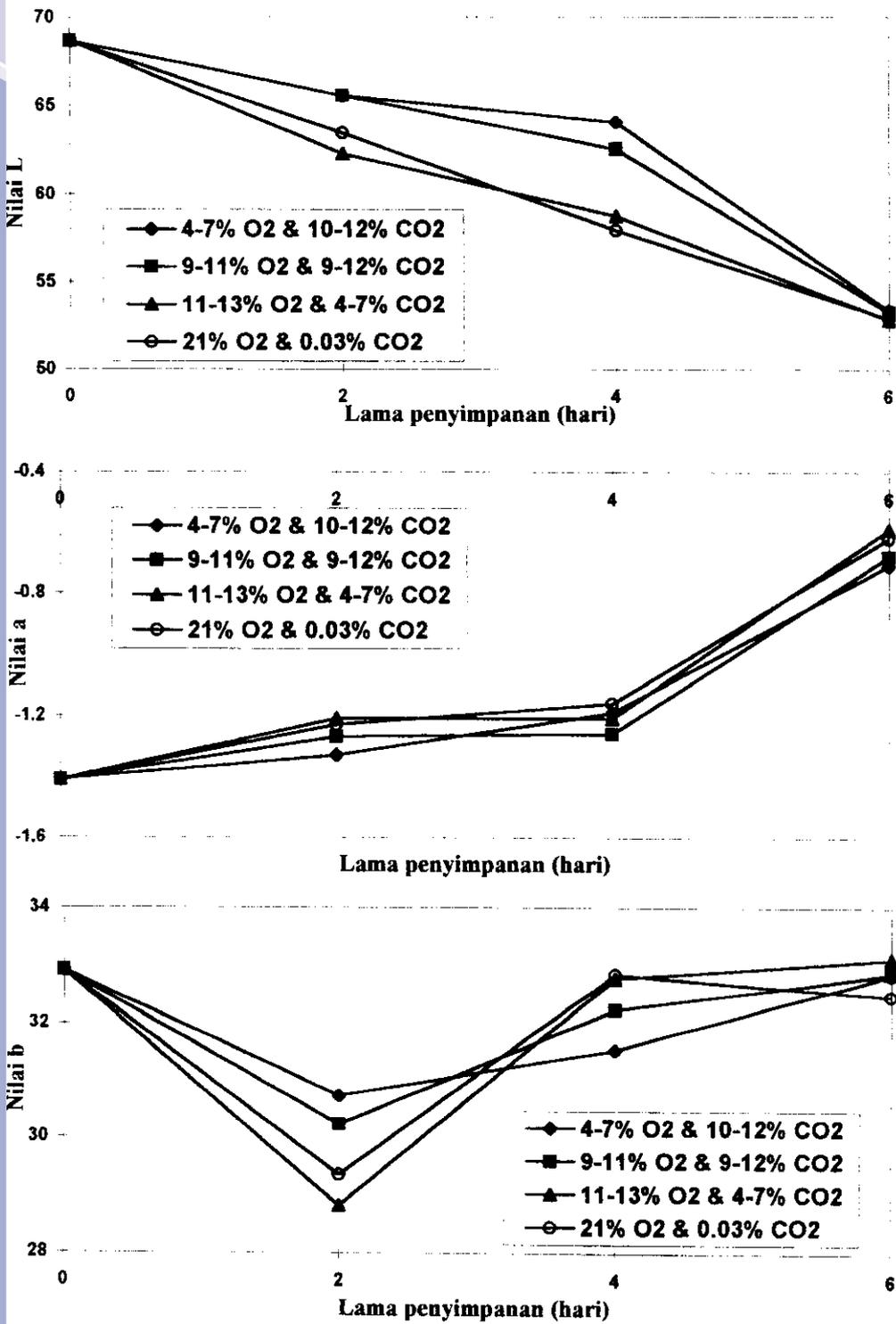
Warna adalah faktor kualitas yang pertama-tama disadari oleh konsumen. Jika warnanya tidak menarik konsumen segan untuk mempertimbangkan rasa atau teksturnya. Dalam penelitian ini, perubahan warna yang terjadi dinilai dari nilai L (kecerahan), nilai b (tingkat kekuningan), dan nilai a (tingkat kehijauan). Hasil uji warna ini disajikan pada Lampiran 6a dan 6b., sedangkan grafiknya disajikan pada Gambar 10a. dan Gambar 10b.

Berdasarkan gambar tersebut, terlihat bahwa nilai L (kecerahan) mengalami penurunan pada semua perlakuan gas. Penurunan nilai L ini kemungkinan disebabkan buah nangka banyak mengandung substrat fenolik atau memiliki aktivitas enzim fenolase yang tinggi. menurut hasil percobaan Kim et al. (1993), apel jenis New York 674 menunjukkan sedikit penurunan





Gambar 10a. Grafik perubahan warna buah nangka selama penyimpanan suhu 5°C



Gambar-10b. Grafik perubahan warna buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C

nilai L selama penyimpanan karena apel jenis ini lebih rendah dalam aktivitas enzim fenolase dan kandungan substrat fenoliknya.

Untuk nilai a (campuran warna kromatik merah-hijau) terjadi peningkatan pada kedua taraf suhu, yang berarti bahwa semakin lama waktu penyimpanan, warna buah nangka semakin mendekati warna merah. Nilai b (warna kromatik biru-kuning) dimana warna kuning merupakan warna dominan pada buah nangka cenderung mengalami penurunan pada kedua taraf suhu, tetapi kemudian mengalami peningkatan pada akhir penyimpanan.

Berdasarkan analisa statistik Lampiran 14a. sampai 16b., perlakuan konsentrasi gas, lama penyimpanan serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap perubahan warna buah nangka. Berdasarkan hasil uji lanjut perlakuan A (4-7% O₂ dan 10-12% CO₂), mampu mempertahankan kecerahan tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lain, baik pada suhu 5°C maupun 10°C.

4. Pengaruh Konsentrasi O₂ dan CO₂ Terhadap Uji Organoleptik

Uji organoleptik digunakan untuk mengetahui penerimaan panelis (penilaian secara subyektif untuk memilih perlakuan atau konsentrasi optimum) terhadap buah nangka yang disimpan pada 4 perlakuan konsentrasi dan 2 taraf suhu yang berbeda. Parameter uji yang digunakan meliputi penampakan secara umum, kekerasan, aroma dan rasa. Untuk penyimpanan suhu 10°C panelis menyatakan menolak untuk semua parameter uji pada hari ke-6. Untuk pembahasan selanjutnya hanya untuk suhu penyimpanan 5°C. Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7a. dan 7b.



Dari hasil uji organoleptik terhadap penampakan buah secara umum, panelis menyatakan bahwa penampakan buah nangka semakin tidak disukai, berbanding lurus dengan lama penyimpanan. Pada keadaan awal skor yang diberikan panelis adalah 4.8 (antara suka dan sangat suka). Skor untuk perlakuan A (4-7% O₂ dan 10-12% CO₂) masih berada di atas 3.0 sampai hari ke-12 yang berarti bahwa penampakan buah secara umum masih bisa diterima sampai tersebut, sedangkan untuk perlakuan B dan C hanya bisa diterima sampai hari ke-8. Grafik penerimaan panelis terhadap penampakan secara umum buah nangka dapat dilihat pada Gambar 11a. dan 12a.

Jika nilai uji ini diplotkan dengan nilai kecerahan buah nangka pada uji warna, maka panelis masih bisa menerima penampakan buah secara umum pada tingkat kecerahan 59.79. Grafik hubungannya disajikan pada Gambar 13a. dan Gambar 13b.

Untuk uji organoleptik terhadap kekerasan buah, pada keadaan awal skor yang diberikan panelis adalah 4.7 (antara suka dan tidak suka). Panelis menyatakan bahwa kekerasan buah untuk perlakuan A(4-7% O₂ dan 10-12%O₂) dan kontrol masih diterima sampai hari ke-10, sedangkan untuk dua perlakuan lainnya sudah ditolak pada hari ke-10. Grafik penerimaan panelis terhadap kekerasan buah nangka dapat dilihat pada Gambar 11b. dan 12b.

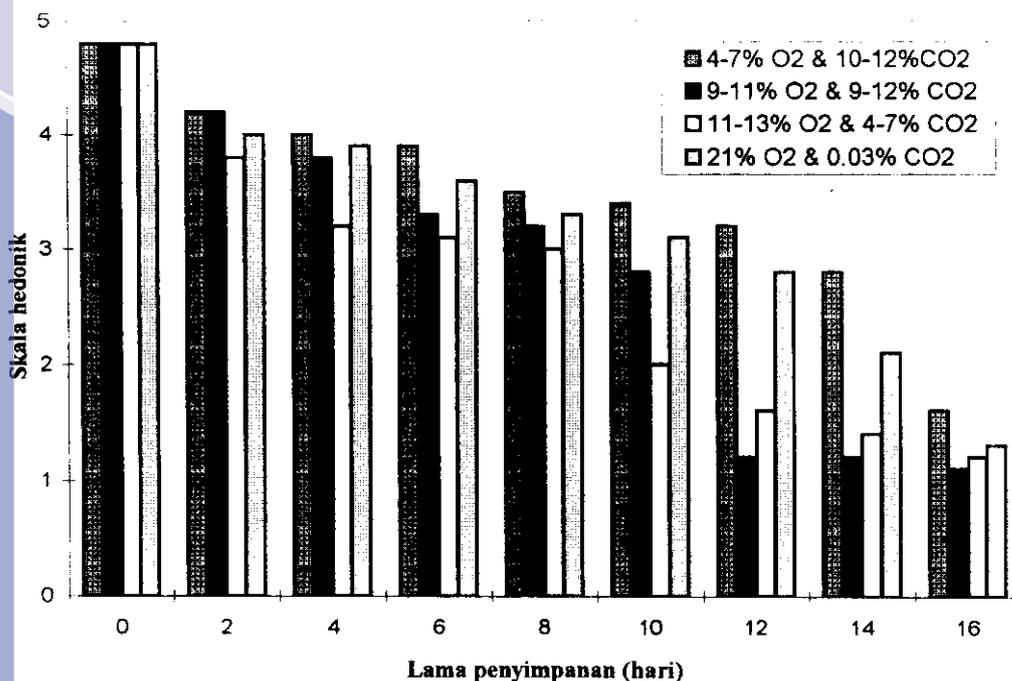
Jika nilai uji ini diplotkan dengan hasil uji secara obyektif dengan penetrometer, berarti tingkat kekerasan yang masih disukai panelis adalah sebesar 8.88 N/cm². Grafik hubungannya disajikan pada Gambar 14a. dan 14b.



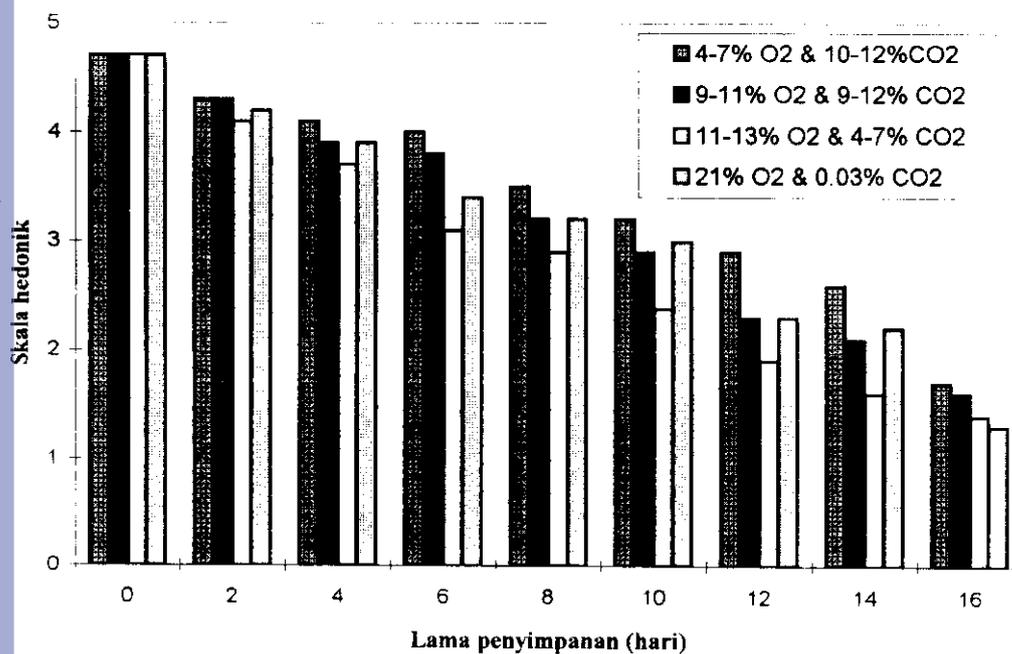
Penerimaan panelis terhadap aroma buah menunjukkan perbedaan yang sangat besar antara keempat perlakuan. Panelis menyatakan aroma buah angka biasa saja sampai hari terakhir penyimpanan untuk perlakuan A (4-7% O₂ dan 10-12% CO₂), sampai hari ke-10 untuk perlakuan B (9-11% O₂ dan 9-12% CO₂) sedangkan panelis menolak aroma buah angka untuk perlakuan C (11-13% O₂ dan 4-7% CO₂) mulai hari ke-6. Grafik penerimaan panelis terhadap aroma buah angka pada penyimpanan suhu 5°C dan 10°C dapat dilihat pada Gambar 11c. dan 12c.

Untuk penerimaan panelis terhadap rasa, pada awal panelis memberikan skor yang hampir mendekati sangat suka, dan memberikan skor antara suka dan sangat suka sampai hari ke-12 untuk perlakuan A(4-7% O₂ dan 10-12% CO₂). Untuk perlakuan B (9-11% O₂ dan 9-12% CO₂) panelis masih menerima ke-12. Grafik penerimaan panelis terhadap rasa buah angka pada penyimpanan suhu 5°C dan 10°C dapat dilihat pada Gambar 11d. dan 12d.





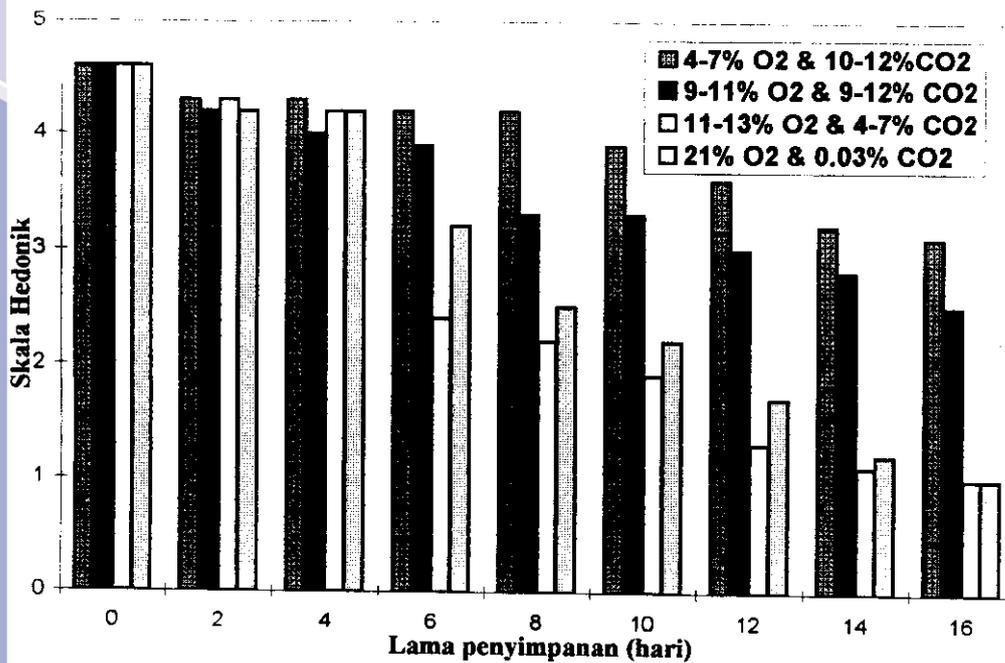
Gambar 11a. Grafik penerimaan panelis terhadap penampakan secara umum buah nangka selama penyimpanan suhu 5°C



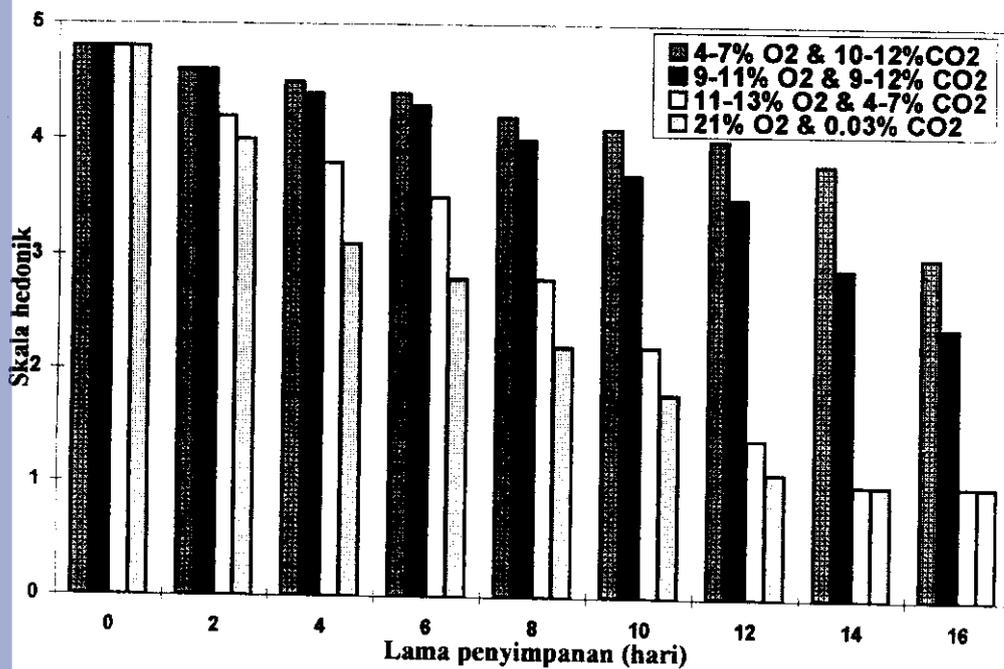
Gambar 11b. Grafik penerimaan panelis terhadap kekerasan buah nangka selama penyimpanan suhu 5°C

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



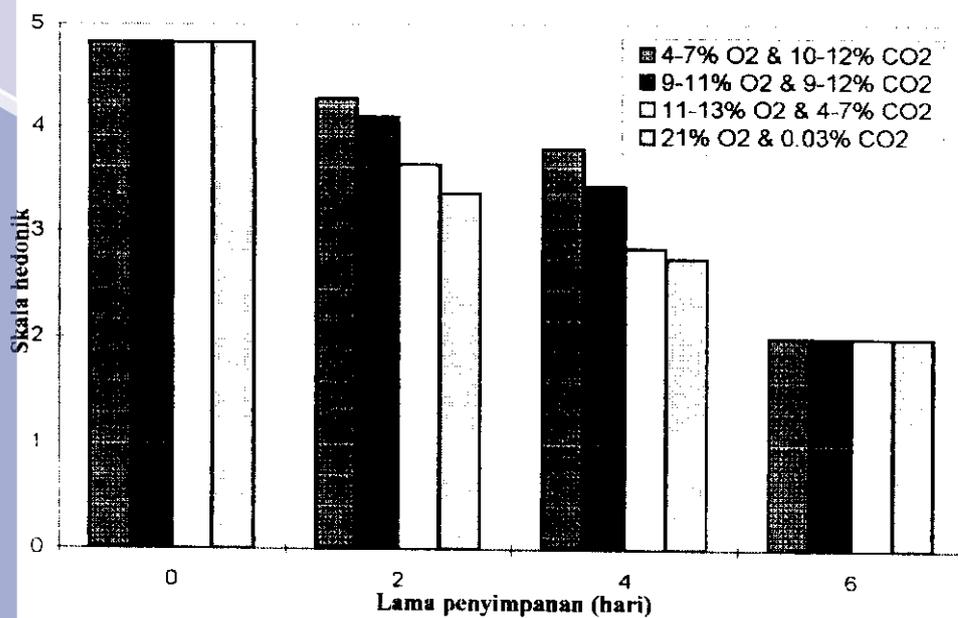
Gambar 11c. Grafik penerimaan panelis terhadap aroma buah nangka selama penyimpanan suhu 5⁰C



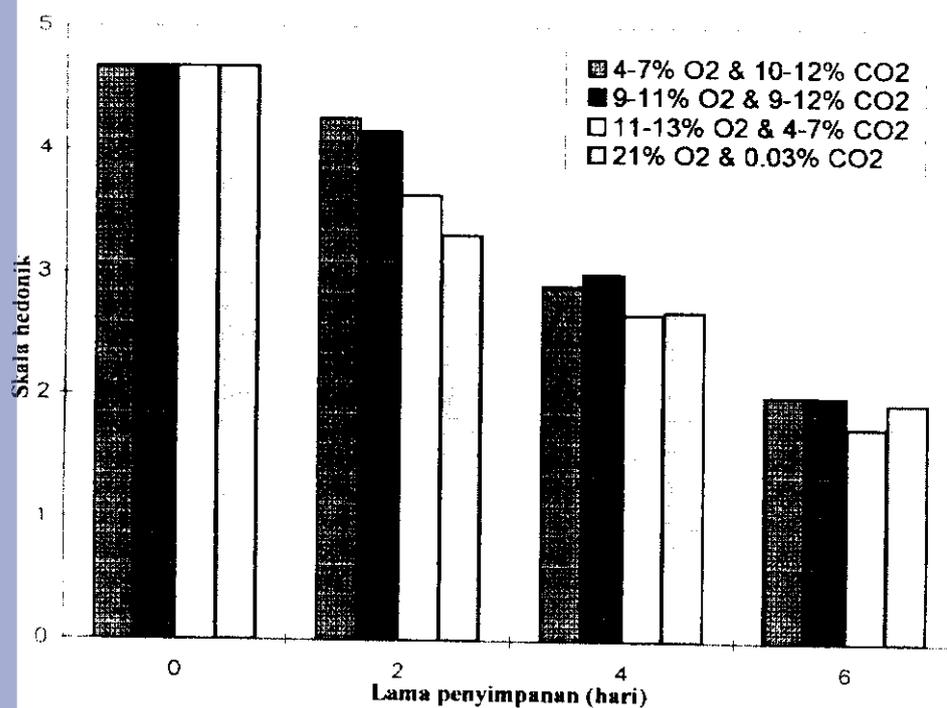
Gambar 11d. Grafik penerimaan panelis terhadap rasa buah nangka selama penyimpanan suhu 5⁰C

@Hak cipta milik IPB University

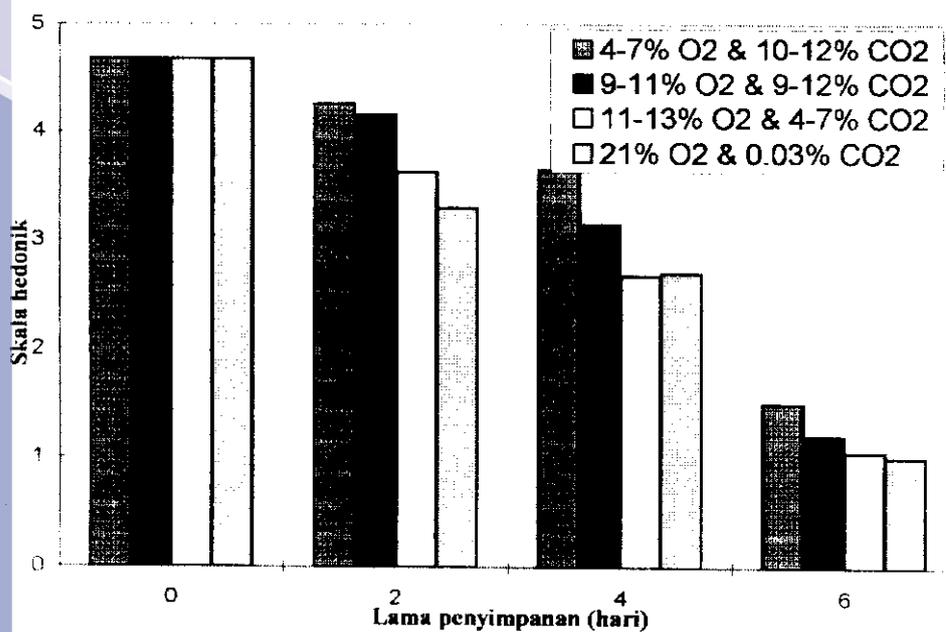
IPB University



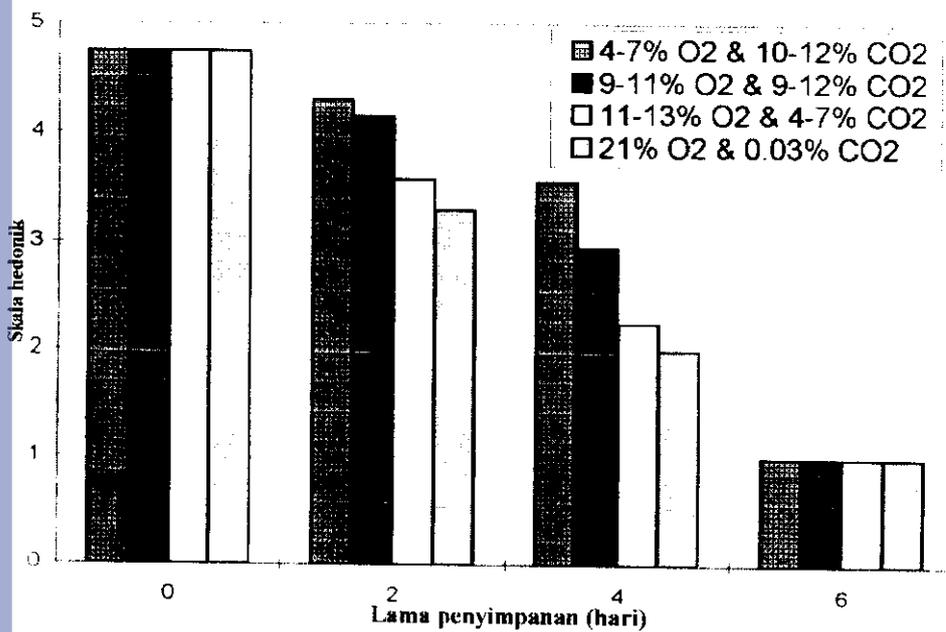
Gambar 12a. Grafik penerimaan panelis terhadap penampakan secara umum buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C



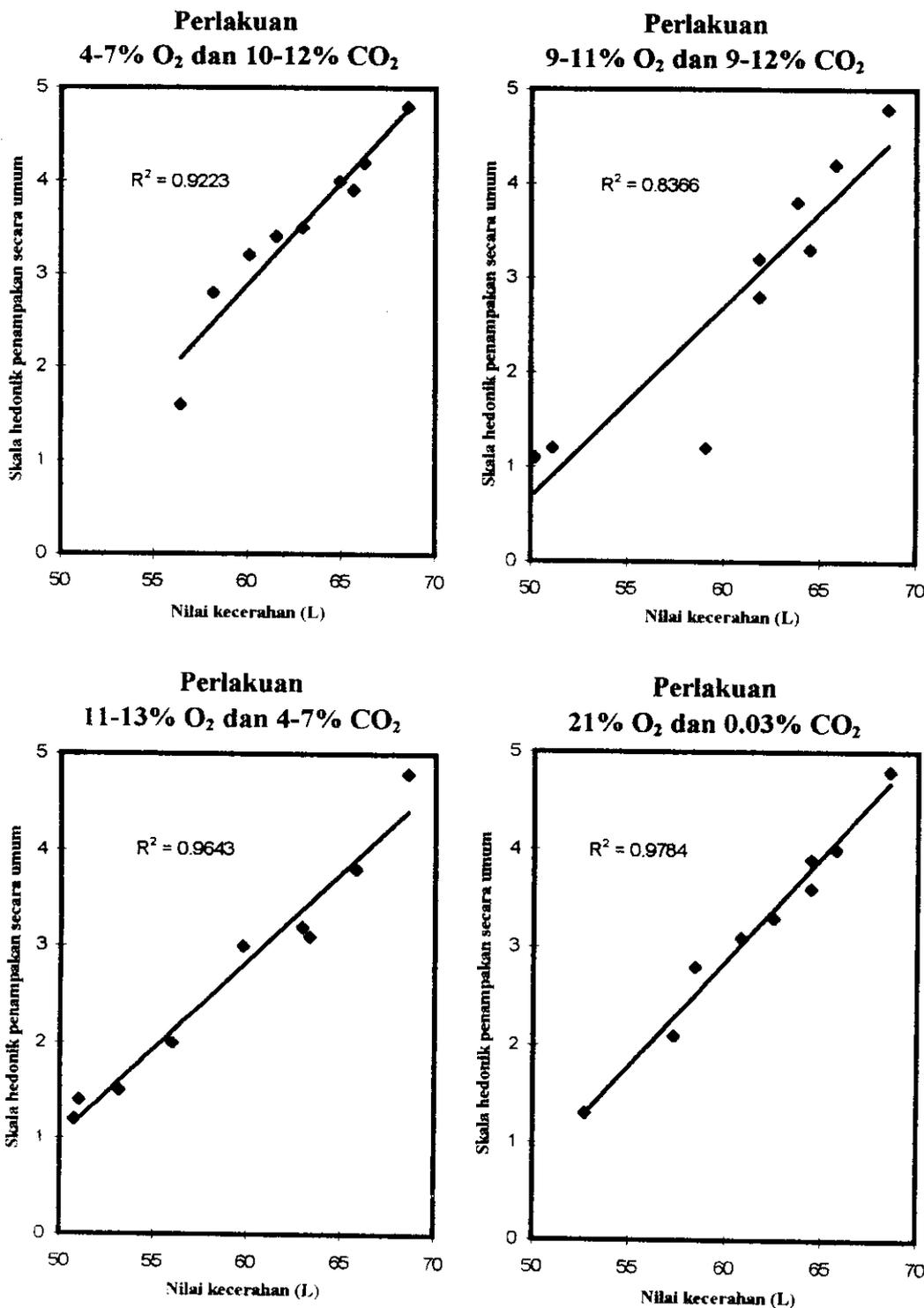
Gambar 12b. Grafik penerimaan panelis terhadap kekerasan buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C



Gambar 12c. Grafik penerimaan panelis terhadap aroma buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C

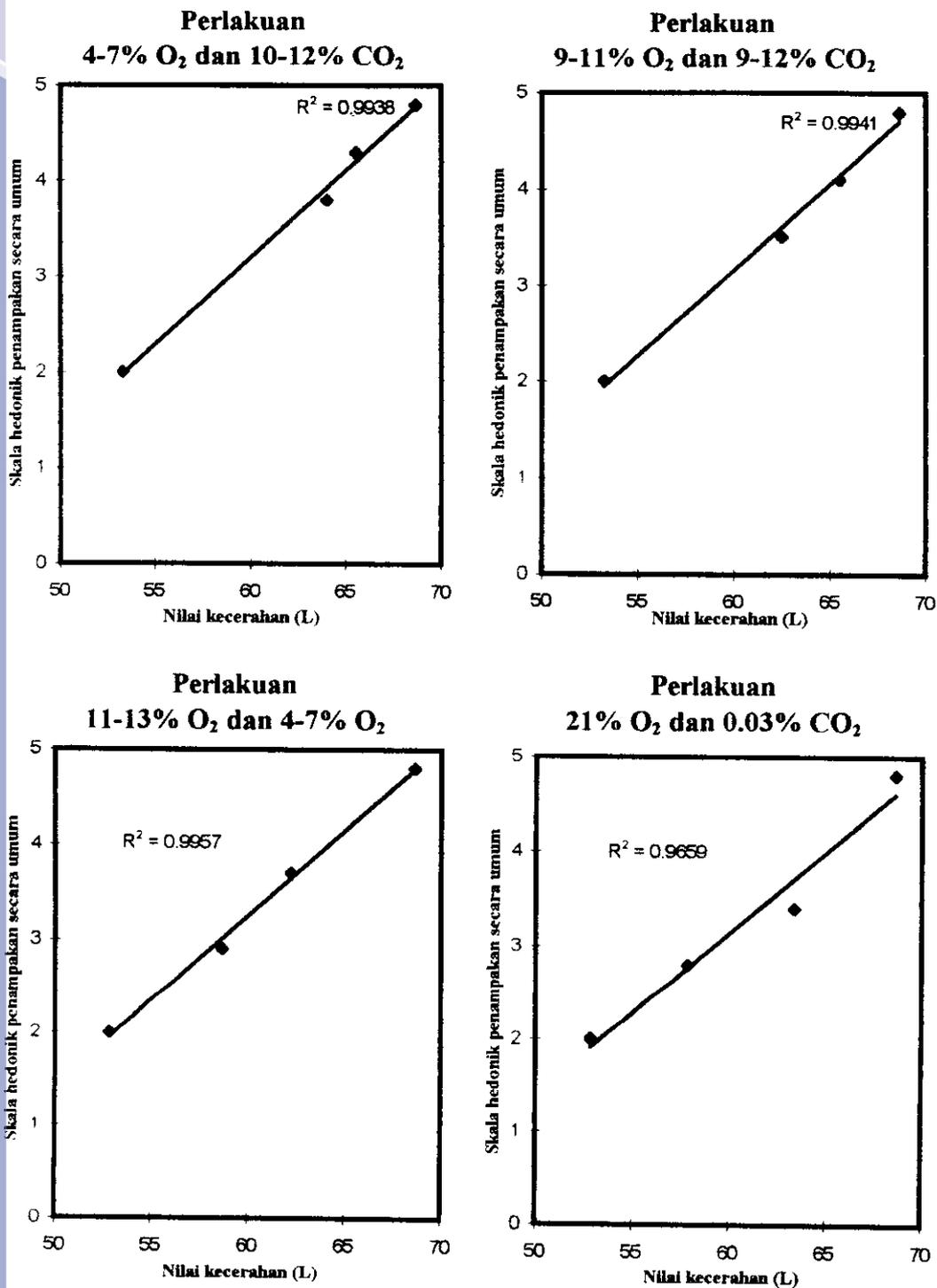


Gambar 12d. Gambar penerimaan panelis terhadap rasa buah nangka selama penyimpanan suhu 10°C

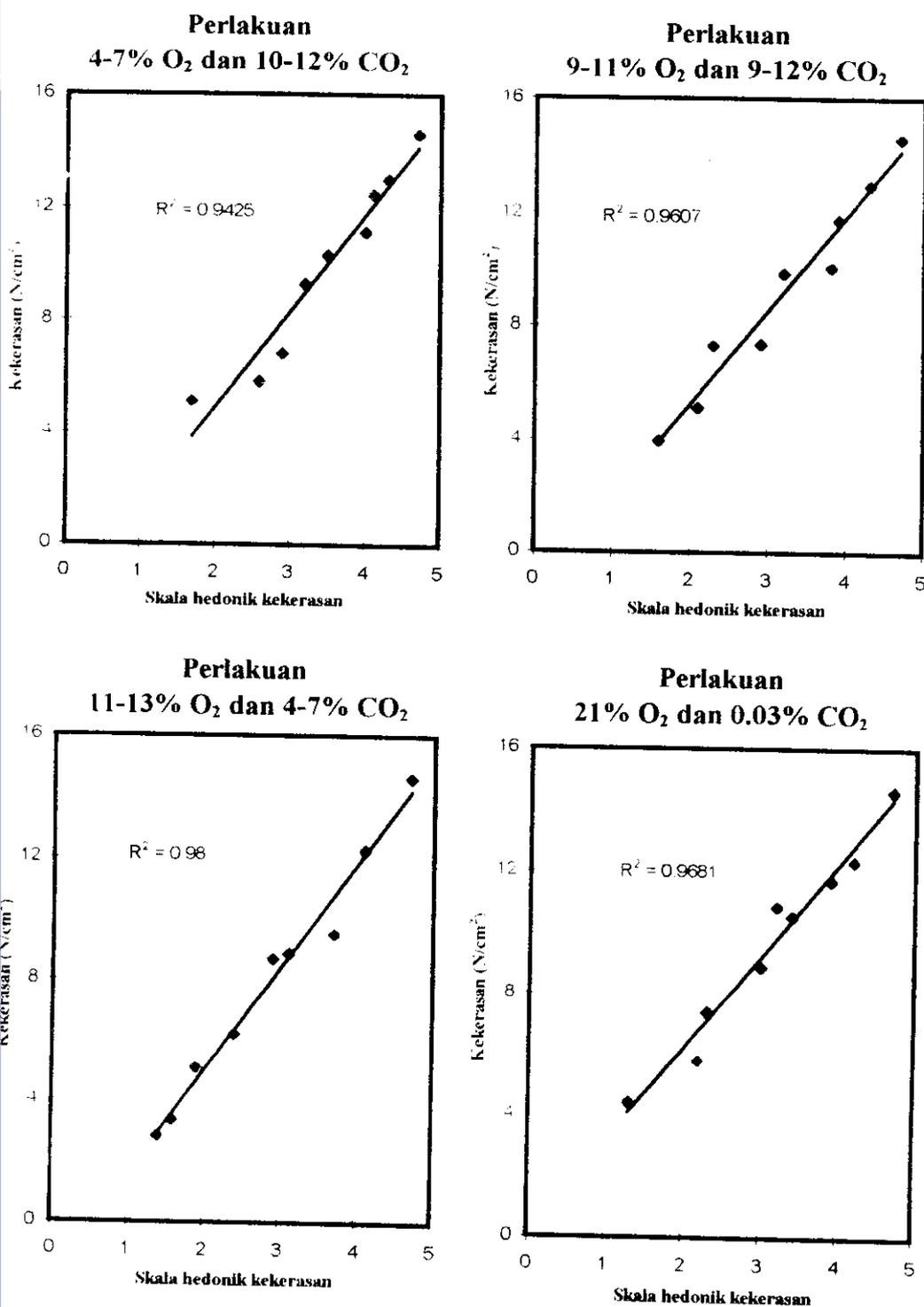


Gambar 13a. Grafik hubungan antara penerimaan penampakan secara umum buah nangka oleh panelis dengan nilai kecerahan selama penyimpanan suhu 5 oC

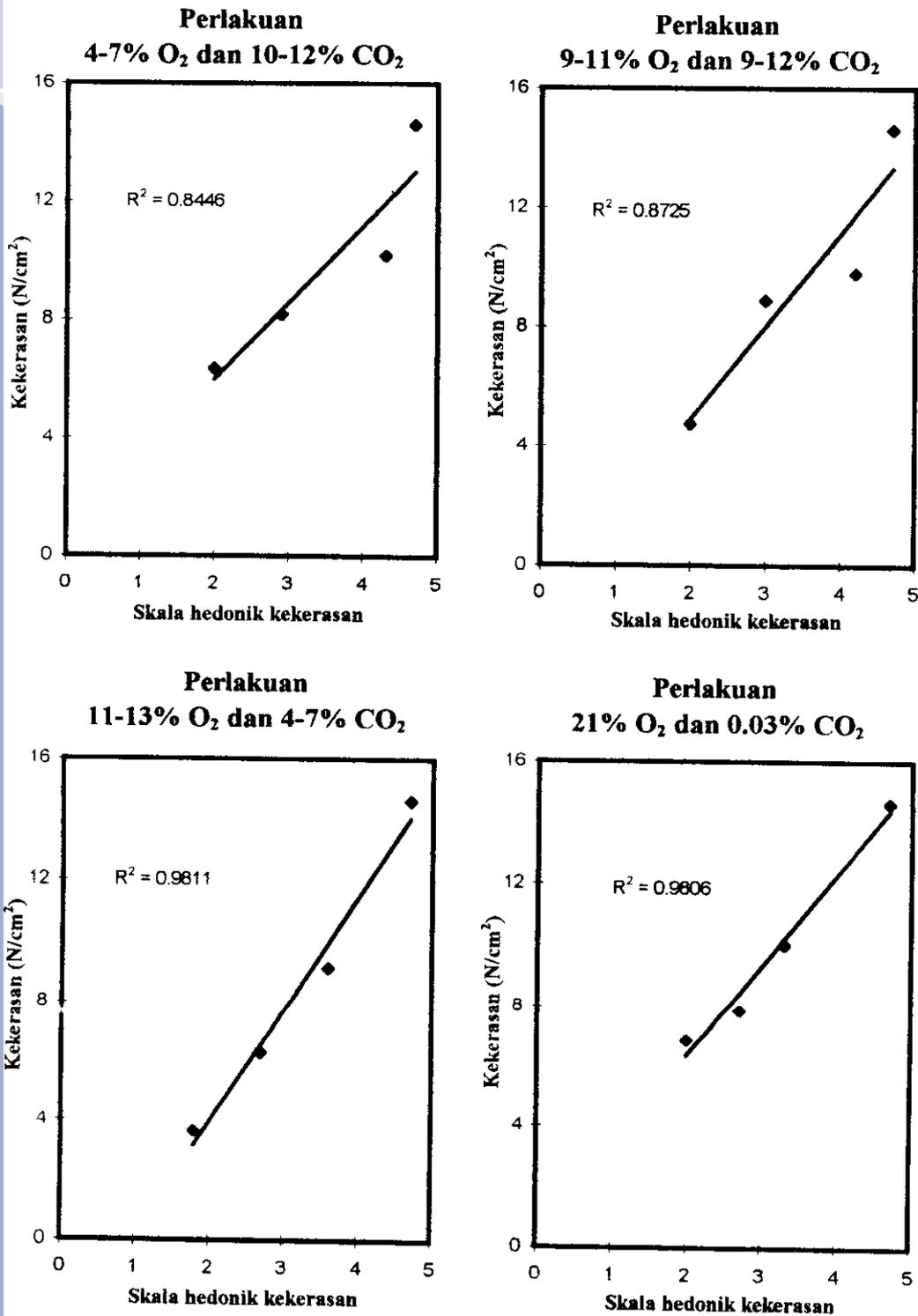
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 13b. Grafik hubungan antara penerimaan penampakan secara umum buah nangka oleh panelis dengan nilai kecerahan selama penyimpanan suhu 10 oC



Gambar 14a. Grafik hubungan antara kekerasan buah nangka dengan skala hedonik kekerasan pada penyimpanan suhu 5 oC



Gambar 14b. Grafik hubungan antara kekerasan buah nangka dengan skala hedonik kekerasan pada penyimpanan suhu 10 oC

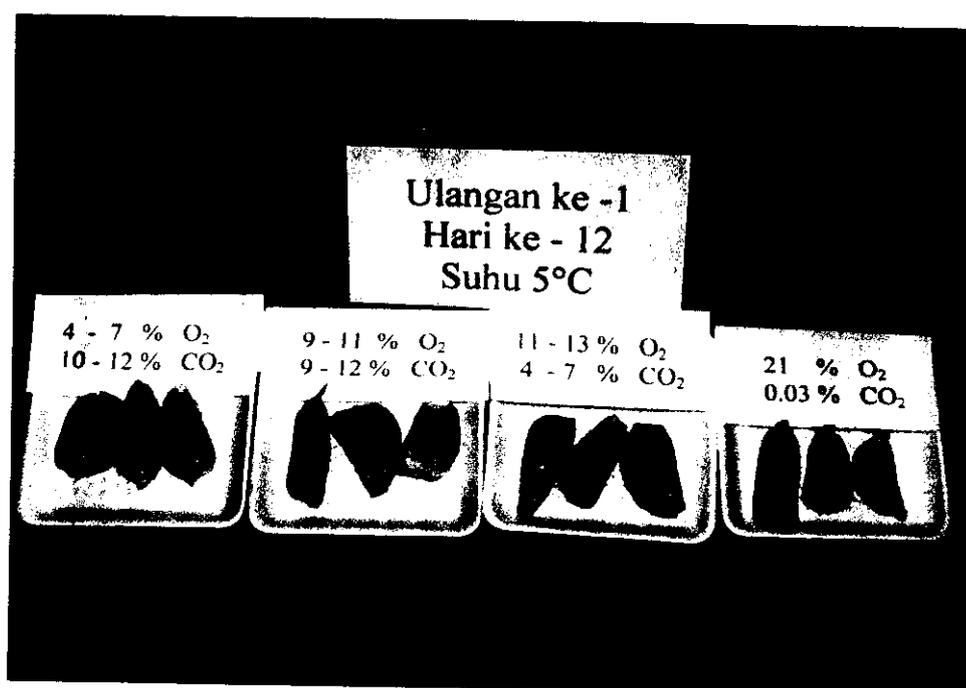
Hasil uji organoleptik secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa perlakuan A (4-7% O₂ dan 10-12% CO₂) merupakan perlakuan optimum dalam penyimpanan buah nangka dengan perlakuan gas yang dikombinasikan dengan suhu penyimpanan 5°C. Buah nangka hanya diterima sampai hari ke-10, dalam penyimpanan suhu 5°C. Untuk gambar selama penentuan konsentrasi optimum ini dapat dilihat pada Gambar 15. dan Gambar 16.



Gambar 15a. Penyimpanan buah nangka pada suhu 5°C hari ke-6



Gambar 15b. Penyimpanan buah nangka pada suhu 5°C hari ke-10



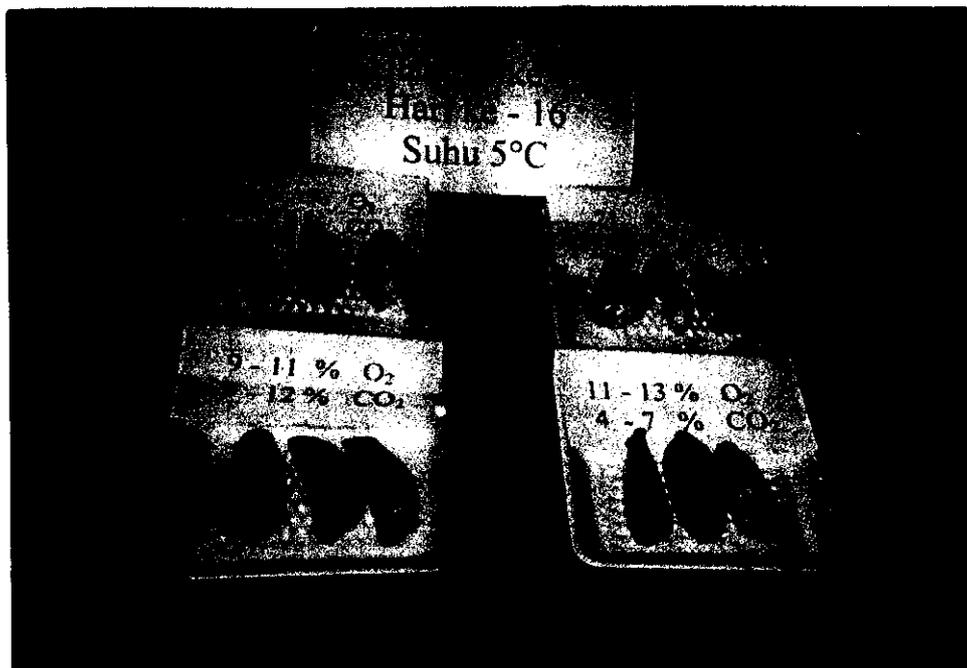
Gambar 15c. Penyimpanan buah nangka pada suhu 5°C hari ke-12

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 15d. Penyimpanan buah nangka pada suhu 5°C hari ke-16



Gambar 16a. Penyimpanan buah nangka pada suhu 10°C hari ke-6

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

C. PENENTUAN JENIS FILM KEMASAN

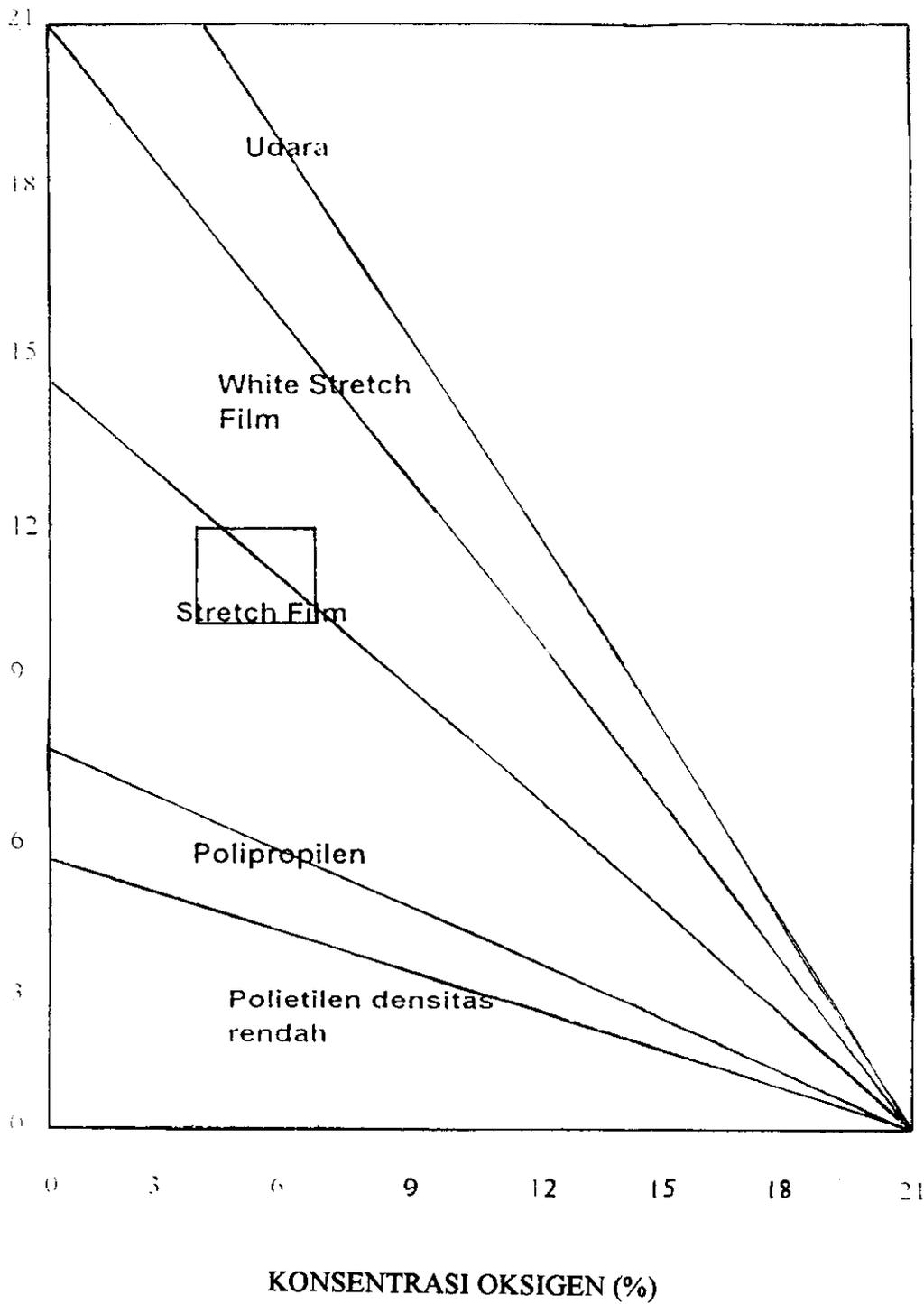
Hasil pengujian mutu pada tahap penentuan konsentrasi optimum menunjukkan bahwa penyimpanan dengan konsentrasi 4-7% O₂ dan 10-12% CO₂ serta suhu penyimpanan 5°C merupakan perlakuan konsentrasi dan suhu penyimpanan yang optimal, karena kombinasi keduanya mampu mempertahankan mutu buah nangka sampai waktu yang paling lama. Setelah konsentrasi ini diplotkan pada metode pemilihan film yang telah dilakukan Ida Bagus Putu Gunadnya (1993) maka yang terpilih adalah plastik jenis *Stretch Film* (SF), dan sebagai pembanding dipakai *White Stretch Film*. Gambarnya disajikan pada Gambar 17.

Metode hitungan yaitu metode pemilihan plastik kemasan dengan cara menghitung permeabilitas kemasan yang dibutuhkan, kemudian dilakukan pemilihan kemasan yang berada pada selang minimum dan maksimum hasil hitungan. Metode hitung hanya sebagai pembanding, karena pustaka permeabilitas film yang tersedia tidak ada pada suhu 5°C sehingga yang dipakai adalah permeabilitas pada suhu 10°C.

Untuk perhitungan metode hitungan itu diperlukan beberapa parameter yaitu bobot buah nangka yang dikemas (W), volume bebas kemasan (V) dan luas permukaan transmisi gas (S).

Hasil pengukuran rata-rata menunjukkan bahwa bobot buah nangka adalah 0.18945 kg, volume bebasnya adalah 118 ml dan luas permukaan transmisi adalah





Gambar 17. Grafik jenis film terpilih berdasarkan konsentrasi O₂ dan CO₂ optimum
(Ida Bagus Putu Gunadnya, 1993)

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

0.02812 m². Semakin besar bobot buah nangka yang dikemas, semakin kecil volume bebasnya dan semakin besar luas permukaan transmisinya.

Berdasarkan data tersebut, permeabilitas film kemasan dihitung dengan persamaan (9) dan (10), dan perhitungannya adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$R_y^{**} (10^\circ\text{C})$	=	6.0305 ml/kg.jam
$R_z^{**} (10^\circ\text{C})$	=	15.4753 ml/kg.jam
W (bobot buah nangka)	=	0.18945 kg
S (luas transmisi kemasan)	=	0.02652 m ²
V (volume bebas kemasan)	=	118 ml
y_a (O ₂ luar)	=	21%
y_z (CO ₂ luar)	=	0.03%
O ₂ optimum	=	4 - 7 % (y eqi diharapkan)
CO ₂ optimum	=	10 - 12% (z eqi diharapkan)

maka permeabilitas terhadap O₂ yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}
 K_y \text{ min} &= \frac{W \cdot R_y}{S (y_a - y_{eqi})} \\
 &= \frac{0.18754 \cdot 6.0305}{0.02895 \cdot (0.21 - 0.04)} \\
 &= 229.79985 \text{ ml/ kg.m}^2. \\
 K_y \text{ max} &= \frac{0.18754 \cdot 6.0305}{0.02895 \cdot (0.21 - 0.07)} \\
 &= 279.04268 \text{ ml/ kg.m}^2.
 \end{aligned}$$

*) Nilai ini diperoleh dengan mengalikan laju respirasi (mg/kg.jam) dengan berat molekul gas (kg/mol) dibagi dengan tetapan gas yaitu 22.4 (liter/mol)

Permeabilitas terhadap O₂ yang dibutuhkan berkisar antara : 229.79985 ml/ kg.m² sampai 279.04268 ml/ kg.m², dan permeabilitas terhadap CO₂ yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned}
 Kz \text{ min} &= \frac{W \cdot Ry}{S (z_{eqi} - z_a)} \\
 &= \frac{0.18754 \cdot 15.4753}{0.02895 \cdot (0.1 - 0.0003)} \\
 &= 1005.51664 \text{ ml / kg.m}^2 \\
 Kz \text{ max} &= \frac{0.18754 \cdot 15.4753}{0.02895 \cdot (0.12 - 0.0003)} \\
 &= 837.51052 \text{ ml/kg.m}^2
 \end{aligned}$$

Permeabilitas terhadap CO₂ yang dibutuhkan adalah antara 1005.51664 ml/kg.m² sampai 837.51052 ml/kg.m²

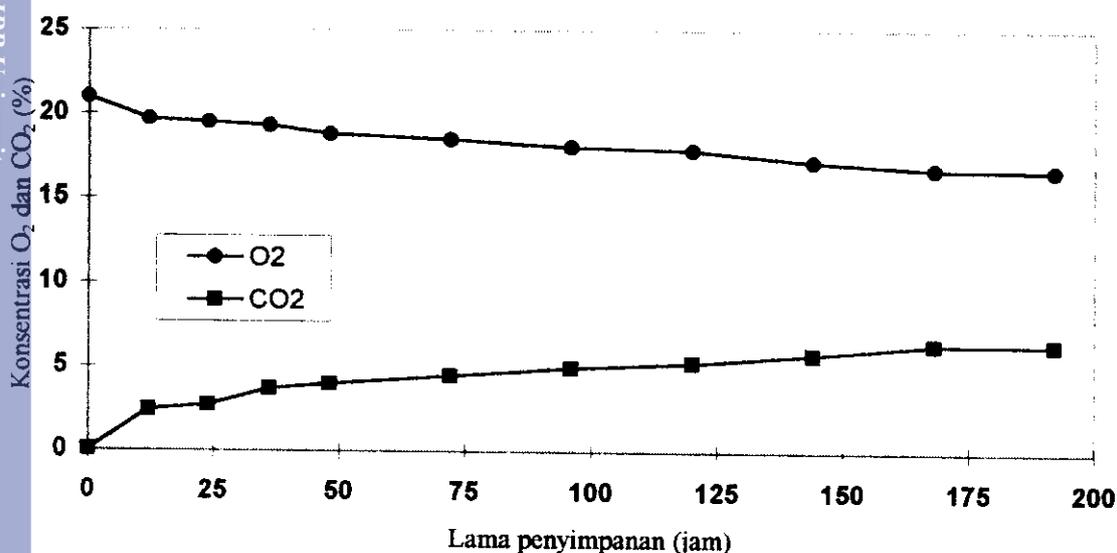
Tabel 3. Permeabilitas film kemasan yang diperoleh dari hasil perhitungan

	Permeabilitas Film Kemasan (ml/kg.m ²)
Ky min	229.79985
Ky max	279.04268
Kz min	1005.51664
Kz max	837.51052

Dilihat dari daftar pustaka, maka kemasan yang sesuai dengan permeabilitas yang diperlukan adalah *Stretch Film* (unadnya, 1993).

Tahap selanjutnya adalah membuat model kemasan. Selama penyimpanan, buah nangka mengalami perubahan yang menyebabkan mutu makin menurun secara berbanding lurus terhadap waktu. Perubahan ini disebabkan oleh respirasi (pengambilan O₂ dan pengeluaran CO₂) dan transpirasi (penguapan H₂O)

Hasil pengukuran laju respirasi buah nangka di dalam kemasan menunjukkan bahwa kondisi MA optimal tidak tercapai pada kemasan *Stretch Film*. Hal ini diduga disebabkan oleh kekurangan bobot bahan dalam kemasan. Hasil lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8., dan grafiknya disajikan pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik perubahan konsentrasi O₂ dan CO₂ buah nangka dalam kemasan *Stretch Film*

Dari pengamatan secara visual kemasan dengan SF lebih permeabel dibandingkan dengan WSF. Hal ini terlihat dari pengembunan yang terjadi pada masing-masing kemasan. Pada SF tidak terjadi pengembunan yang berarti, karena uap air hasil respirasi dapat merembes keluar, sedangkan pada WSF pada 3 jam pertama penyimpanan, seluruh permukaan kemasan sudah terpenuhi titik-titik air.

Dari pengamatan hari ke-4 terlihat bahwa pada kemasan SF buah nangka masih dalam keadaan seperti awal, sedangkan pada kemasan WSF, keadaannya sudah agak layu. Hari ke-8 pada kemasan SF masih tampak sama sedangkan pada

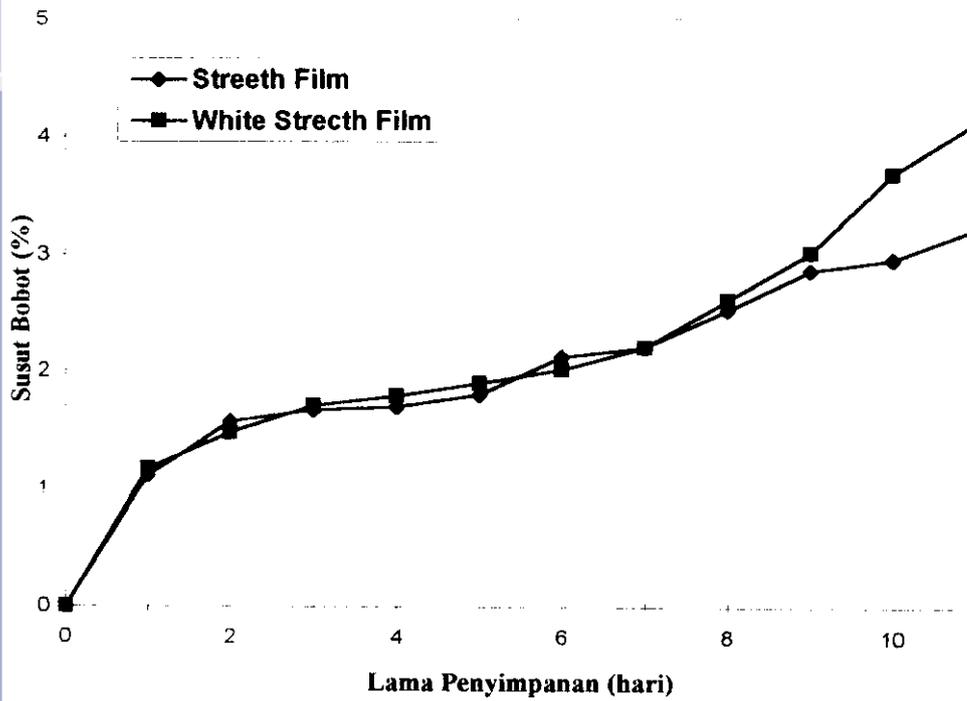
WSF sudah layu, sedangkan hari ke-11 pada kemasan SF sudah terlihat agak busuk karena ujung-ujungnya mulai berjamur. Ida Bagus Putu Gunadnya (1993) menyatakan bahwa pertumbuhan jamur akan meningkat bila RH dalam kemasan tinggi. Peningkatan RH ini ditandai oleh pembentukan embun yang sangat cepat.

Berdasarkan hasil pengamatan susut bobot (Lampiran 9.) menunjukkan susut bobot lebih kecil terjadi pada buah nangka yang dikemas dengan SF yaitu sebesar 3.21% sampai hari ke-11 sedangkan dengan WSF mencapai 4.11% untuk penyimpanan selama 11 hari. Grafik susut bobot ini dapat dilihat pada Gambar 19.

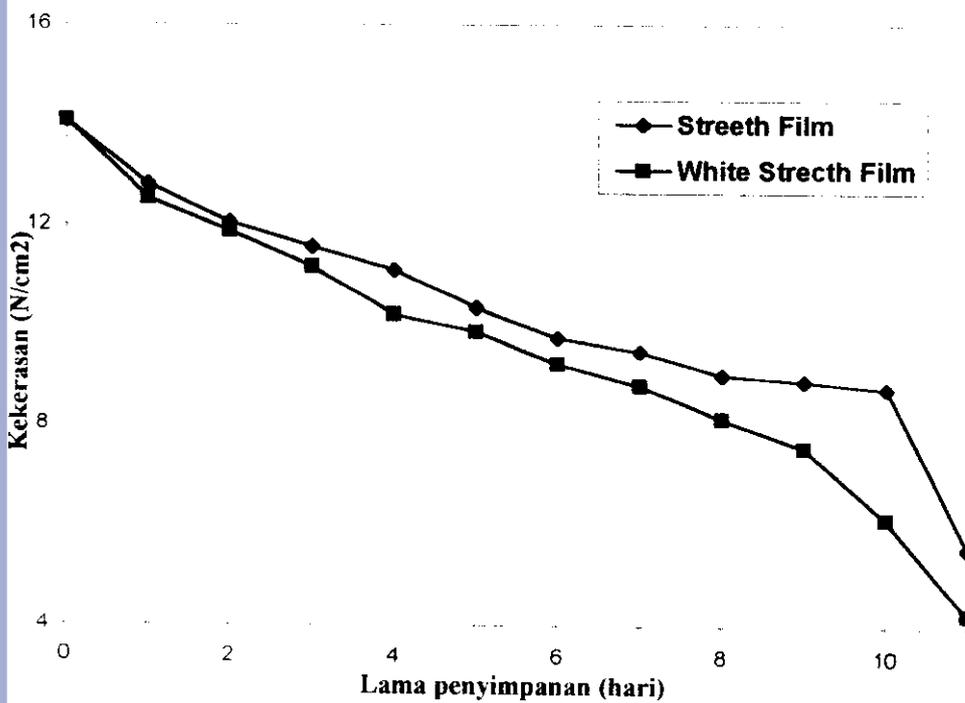
Kekerasan buah nangka dalam kemasan juga mengalami penurunan (Lampiran 10.) dari keadaan awal 14.08 N/cm^2 , menjadi sebesar 4.81 N/cm^2 untuk SF dan 3.84 N/cm^2 untuk WSF untuk penyimpanan selama 11 hari. Grafik perubahan kekerasan dapat dilihat pada Gambar 20.

Hasil uji organoleptik (Lampiran 11.) untuk penampakan secara umum panelis menyatakan buah nangka dalam keadaan masih bisa diterima (skor di atas atau sama dengan 3) dalam kemasan SF dalam waktu 10 hari, sedangkan untuk kemasan WSF penampakan secara umum sudah tidak bisa diterima pada hari ke-8. Untuk kekerasan panelis menyatakan masih suka terhadap kekerasan buah nangka yang dikemas dengan SF sampai hari ke-8. Nilai ini jika diplotkan dengan nilai yang diperoleh dari pengujian secara obyektif diperoleh nilai kekerasan yang masih disukai sebesar 8.75 N/cm^2 . Grafik hubungannya dapat dilihat pada Gambar 21.

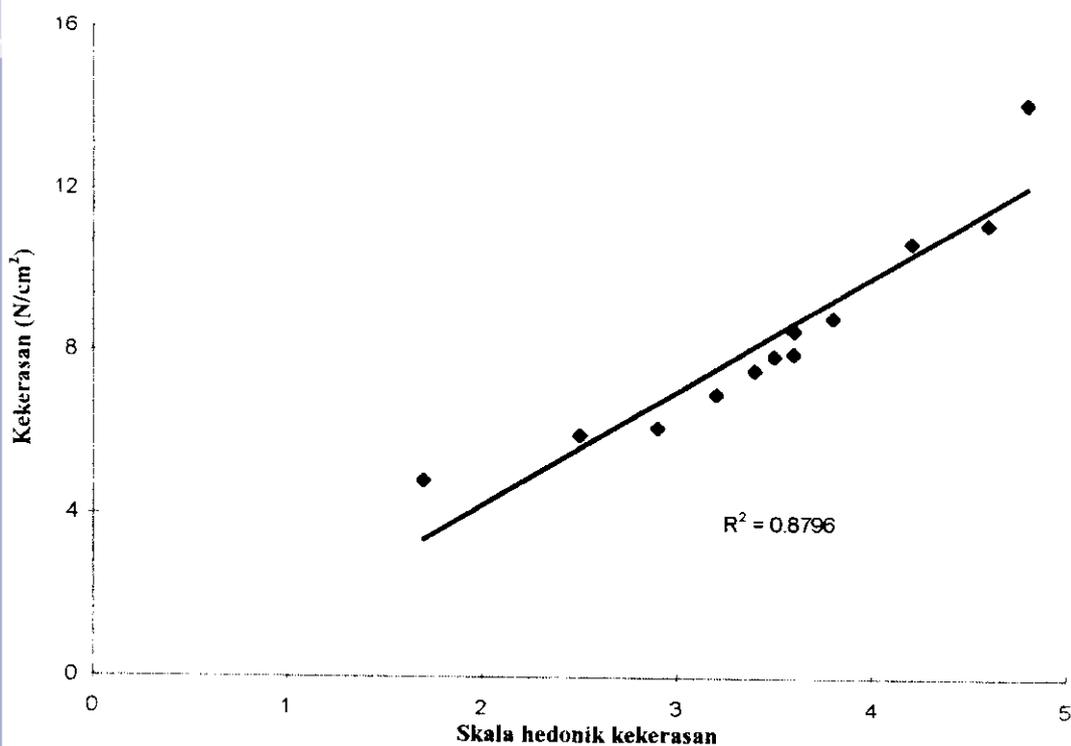




Gambar 19. Grafik susut bobot buah nangka selama penyimpanan dalam kemasan



Gambar 20. Grafik perubahan kekerasan buah nangka selama penyimpanan dalam kemasan



Gambar 21 Grafik hubungan antara penerimaan panelis terhadap kekerasan buah nangka dalam kemasan Stretch Film dengan hasil uji dengan Penetrometer

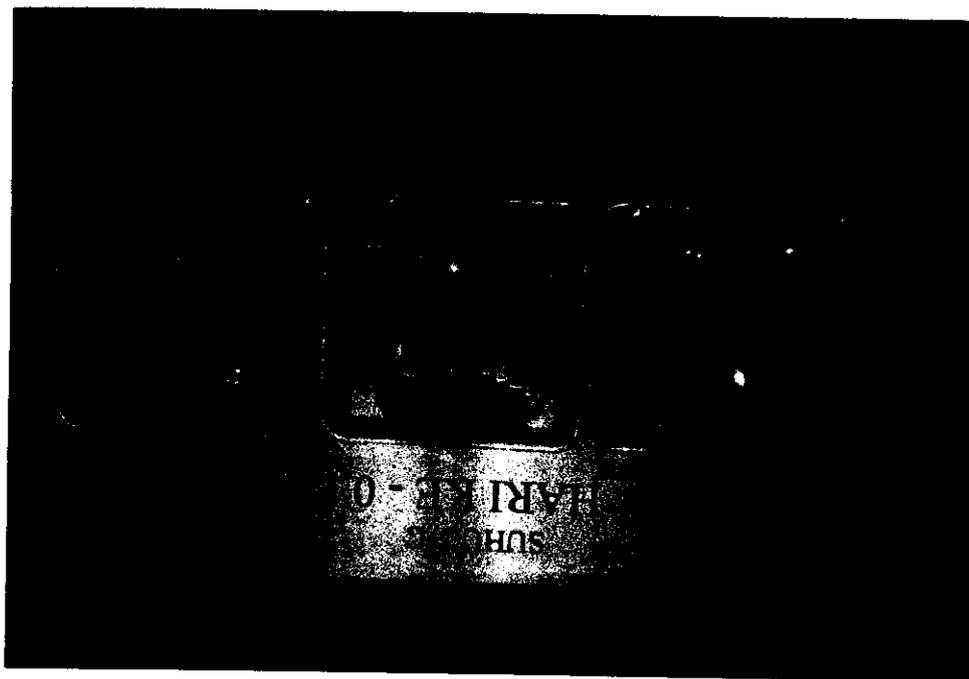
Untuk aroma dan rasa buah dalam kemasan, panelis masih menerima aroma buah sampai hari ke-9 dan rasa buah sampai hari ke-10 untuk SF, sedangkan untuk WSF sudah tidak diterima dari ke-8.

Dari hasil uji mutu secara keseluruhan, diperoleh bahwa lama simpan pada tahap pemilihan jenis kemasan adalah 8 hari. Hasil ini mendekati penelitian Ploymerusmee (1990) yang menyatakan bahwa buah nangka kupas dapat disimpan selama 6 hari pada suhu 1°C atau sampai 9 hari pada suhu 5°C, dan Tannanonta (1992) menyatakan dapat menyimpan buah nangka kupas sampai 16 hari pada suhu 1°C dan 14 hari pada suhu 5°C.



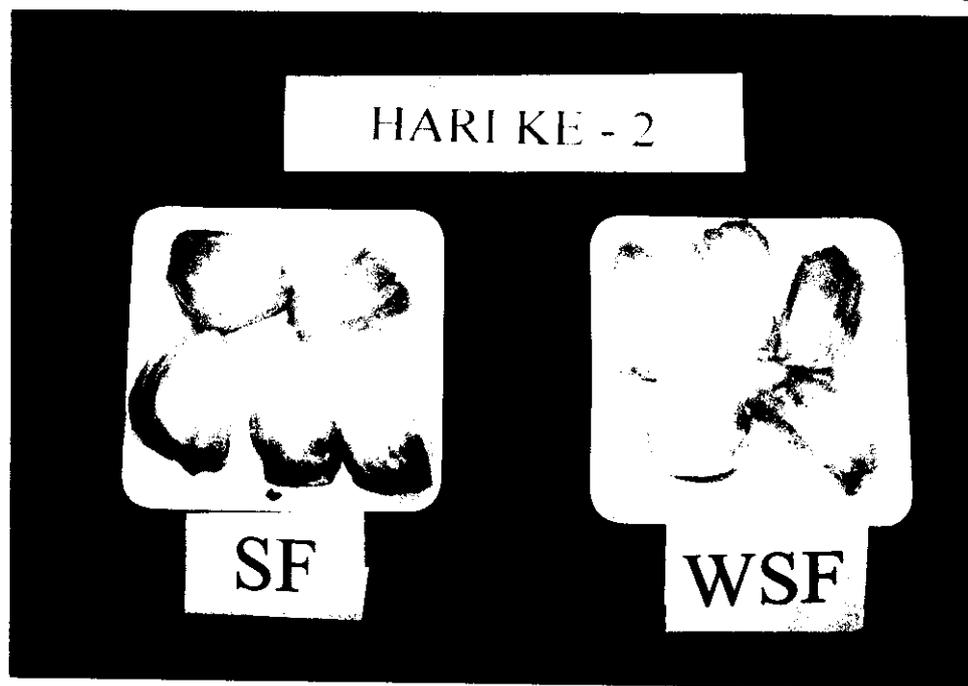
Kedua penelitian ini sama-sama dilakukan dengan pengemasan dalam mangkuk styrofoam dengan pengemas yang mampu lengket dalam mangkuk. Disini tidak dijelaskan jenis kemasan yang dipakai. Ketidaksesuaian hasil penelitian mereka ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan kultivar dan umur petik dari bahan penelitiannya (Champ *et al.*, 1993).

Hal yang menyebabkan perbedaan lama simpan dengan kedua penelitian sebelumnya adalah adanya perbedaan dalam pengolahan minimal pada awal penelitian dimana pada penelitian sebelumnya biji nangka dihilangkan. Ploymerusmee (1990) mengatakan bahwa warna buah nangka dengan biji akan lebih pucat dibandingkan dengan buah nangka tanpa biji. Kelihatannya mungkin ada *translocation* zat gizi dari daging buah ke biji.

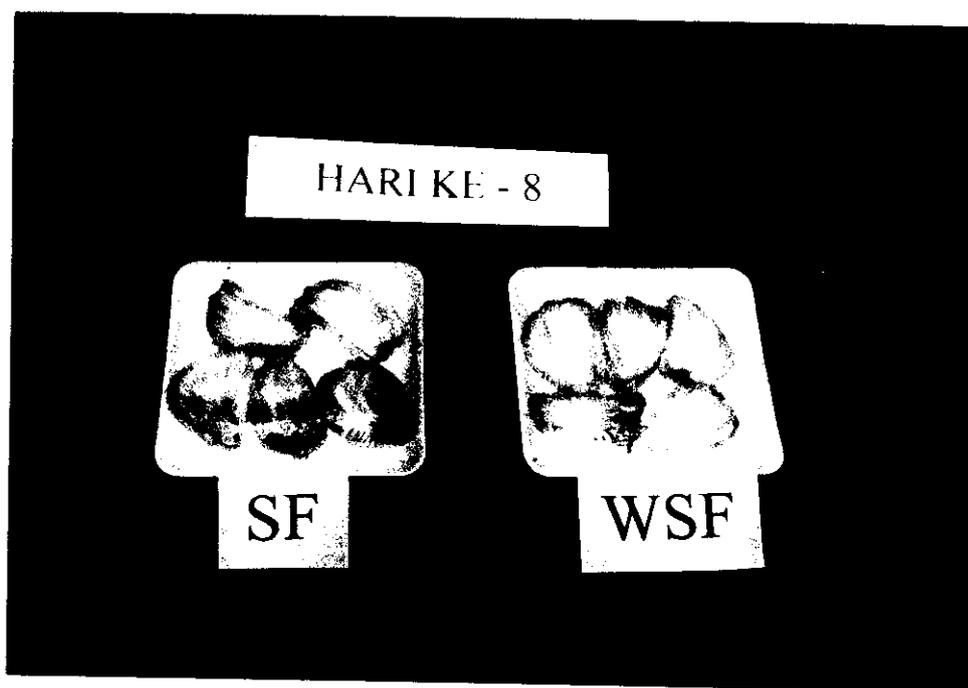


Gambar 22a. Buah nangka dalam kemasan *Stretch Film* selama penyimpanan hari ke-0





Gambar 22b. Buah nangka dalam kemasan selama penyimpanan hari ke-2

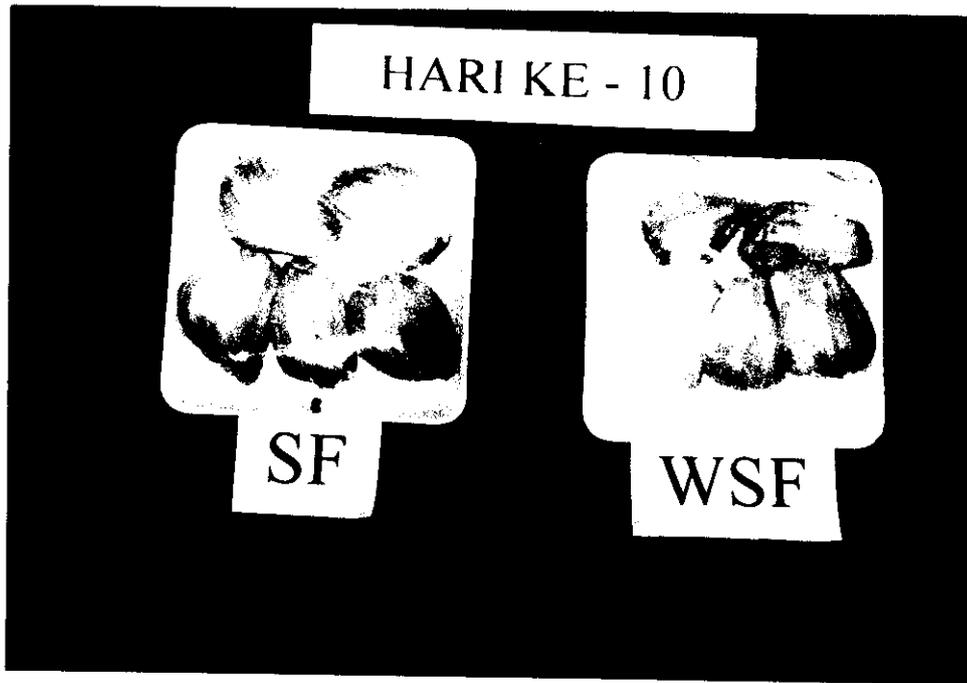


Gambar 22c. Buah nangka dalam kemasan selama penyimpanan hari ke-8

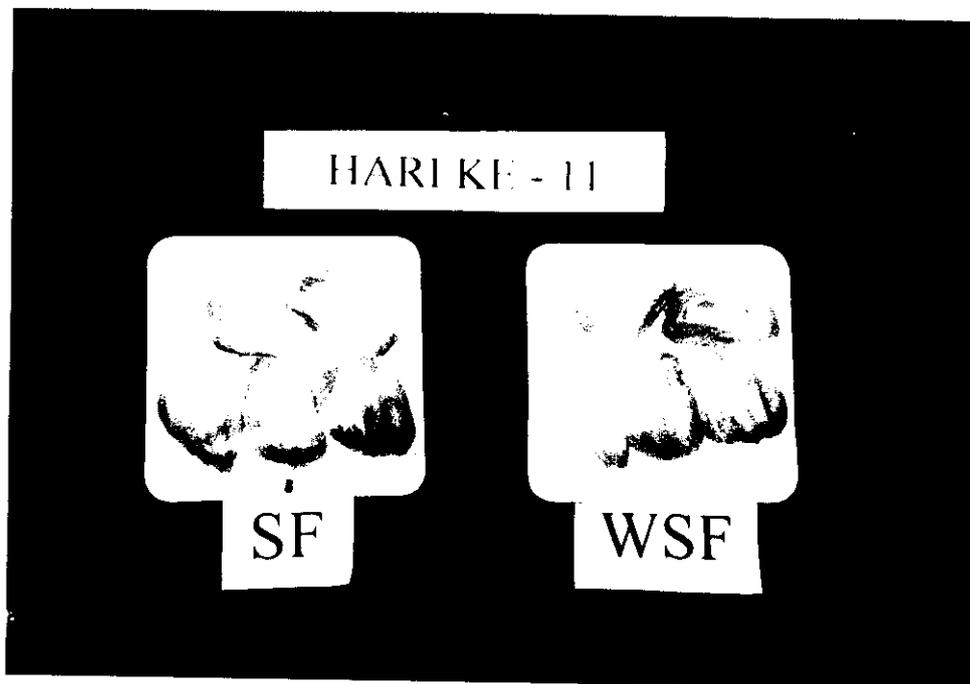


Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 22d. Buah nangka dalam kemasan selama penyimpanan hari ke-10



Gambar 22e. Buah Nangka dalam kemasan selama penyimpanan hari ke-11

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Respirasi produk “minimally processed” buah nangka selama penyimpanan menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan laju respirasi semakin tinggi. Buah nangka mengalami puncak respirasi pada jam ke-21 pada penyimpanan dalam suhu kamar (25°C - 28°C), dan pada jam ke-190 pada penyimpanan suhu 10°C . Pada suhu 5°C buah sudah mulai busuk pada jam ke-216 sebelum terjadi puncak respirasi.
2. Laju konsumsi O_2 buah nangka untuk penyimpanan suhu kamar (25°C - 28°C), 5°C dan 10°C masing-masing sebesar 43.778 mg/kg.jam, 3.400 mg/kg.jam, 8.615 mg/kg.jam, dan laju produksi CO_2 sebesar 149.604 mg/kg.jam, 12.035 mg/kg.jam dan 30.398 mg/kg.jam, dengan RQ masing-masing sebesar : 2.83, 0.26 dan 1.09.
3. Penyimpanan pada suhu 5°C dan 10°C berpengaruh nyata terhadap lama simpan, karena penyimpanan pada suhu 5°C dapat bertahan sampai pada hari ke-16, sedangkan pada suhu 10°C hanya bertahan sampai hari ke-6. Susut bobot, kekerasan dan kecerahan buah nangka selama penyimpanan secara umum mengalami penurunan. Penurunan terkecil terjadi pada konsentrasi A (4 -7% O_2 dan 10-12% CO_2).
4. Hasil uji organoleptik memperlihatkan bahwa panelis memberikan skor tertinggi untuk perlakuan konsentrasi A (4 -7% O_2 dan 10-12% CO_2) pada

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

suhu penyimpanan 5°C dan 10°C, meliputi semua kriteria uji yaitu penampakan secara umum, kekerasan, aroma dan rasa buah. Jika hasil uji organoleptik diplotkan dengan hasil uji secara obyektif, maka diperoleh korelasi bahwa penampakan secara umum buah yang masih diterima panelis mempunyai tingkat kecerahan sebesar 59.79, dan kekerasan yang masih diterima sebesar 8.88 N/ cm².

5. Hasil uji mutu secara keseluruhan pada tahap penentuan konsentrasi O₂ dan CO₂ optimum menunjukkan bahwa lama simpan buah nangka pada suhu 5°C adalah 10 hari.
- 6 Hasil uji mutu pada pemilihan jenis film kemasan buah nangka menunjukkan bahwa jenis film *Stretch Film* mampu mempertahankan kekerasan dan mempunyai susut bobot lebih kecil dibandingkan dengan film *White Stretch Film*. Berdasarkan uji organoleptik dapat disimpulkan panelis sudah menolak buah nangka yang dikemas dengan *White Stretch Film* pada hari ke-5, sedangkan buah nangka yang dikemas dengan *Stretch Film* masih diterima panelis sampai hari ke-8. Penyimpanan dengan *Stretch Film* ini harus dikombinasikan dengan suhu penyimpanan 5°C. Masa simpan produk “minimally processed” buah nangka ini masih jauh lebih pendek dari penyimpanan buah nangka utuh yaitu tahan sampai 3-6 minggu pada suhu 12°C.



7. Pengemasan dengan *Stretch Film* yang dikombinasikan dengan penyimpanan pada suhu 5°C merupakan kondisi penyimpanan optimal yang mampu mempertahankan kesegaran produk lebih lama.

B. SARAN

1. Untuk memperoleh tingkat kematangan (umur petik) buah nangka yang seragam sebaiknya perlu dilakukan tes obyektif kandungan gula dengan refraktometer atau dengan prosedur kimia.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan taraf suhu yang lebih tinggi untuk menghindari kemungkinan terjadinya *chiling injury* pada suhu rendah
3. Disarankan dilakukan penelitian tentang kemungkinan perlakuan *coating* pada buah nangka untuk memperpanjang masa simpan produk “minimally processed” buah nangka.
4. Perlu dilakukan percobaan pengemasan dengan bobot yang lebih besar untuk mencapai keseimbangan MA dalam kemasan.





LAMPIRAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 1. Data perubahan konsentrasi O₂ dan CO₂ pada pengukuran laju respirasi buah nangka pada suhu kamar (%)

Waktu pengamatan (jam)	ulangan 1		ulangan 2		ulangan 3		ulangan 4		Rata - rata	
	O ₂	CO ₂								
0	21.0	0.03	21.0	0.03	21.0	0.03	21.0	0.03	21.0	0.03
3	19.7	1.9	20.2	1.8	20.1	2.7	19.8	3.4	20.0	2.5
6	19.0	3.2	19.1	3.3	18.9	3.8	19.2	3.9	19.1	3.6
9	18.4	5.8	18.4	5.5	18.1	6.2	18.3	6.3	18.3	6.0
12	16.0	8.8	16.3	9.2	15.9	10.0	16.0	11.0	16.1	9.8
15	14.6	11.0	14.5	12.0	14.5	12.0	13.9	13.0	14.4	12.0
18	13.6	15.0	13.1	16.0	12.8	16.0	12.8	17.0	13.1	16.0
21	12.2	19.0	11.5	20.0	10.8	22.0	10.8	23.0	11.3	21.0
24	10.7	27.0	9.4	29.0	8.4	33.0	8.7	30.0	9.3	29.8
33	4.7	38.0	4.6	38.0	4.6	39.0	4.4	36.0	4.6	37.8
39	4.6	41.0	4.5	41.0	4.5	41.0	4.5	38.0	4.5	40.3
45	4.8	39	4.6	40	4.5	40	4.5	37	4.6	39.0

Keterangan

ulangan 1 : berat bahan = 350.1 gram, Volume bebas = 2950 ml

ulangan 2 : berat bahan = 352 gram, Volume bebas = 2948 ml

ulangan 3 : berat bahan = 355.3 gram, Volume bebas = 2945 ml

ulangan 4 : berat bahan = 353.8 gram, Volume bebas = 2946 ml

Lampiran 2. Data perubahan konsentrasi O₂ dan CO₂ pada pengujian laju respirasi buah nangka pada suhu 5 oC

waktu pengamatan (jam)	ulangan 1		ulangan 2		ulangan 3		ulangan 4		Rata - rata	
	O ₂	CO ₂								
0	21.0	0.03	21.0	0.03	21.0	0.03	21.0	0.03	21.0	0.03
3	20.5	2.4	20.4	2.5	20.6	2.4	20.6	2.4	20.5	2.4
6	20.2	3.5	20.1	3.2	20.1	2.9	20.2	3.1	20.2	3.2
9	20.0	3.7	19.9	3.5	19.8	3.6	20.0	3.6	19.9	3.6
12	19.8	3.9	19.6	3.9	19.5	4.0	19.7	3.9	19.7	3.9
18	19.6	4.1	19.5	4.4	19.5	4.3	19.6	4.2	19.6	4.3
24	19.4	4.3	19.3	4.6	19.6	4.2	19.4	4.4	19.4	4.4
36	19.2	4.5	19.2	4.8	19.2	4.2	19.3	4.6	19.2	4.5
45	19.1	4.7	19.2	5.1	19.2	4.4	19.2	4.9	19.2	4.8
57	19.3	4.8	18.9	5.3	19.2	4.4	19.1	5.1	19.1	4.9
70	19.1	5.0	18.7	5.5	19.2	4.6	19.0	5.1	19.0	5.1
83	19.0	5.2	18.6	5.7	19.0	5.2	18.8	5.2	18.9	5.3
96	18.9	5.4	18.5	5.9	19.0	5.0	18.7	5.4	18.8	5.4
109	18.8	5.6	18.5	6.1	18.9	4.7	18.5	5.6	18.7	5.5
120	18.8	5.8	18.5	6.4	18.9	4.7	18.4	5.8	18.7	5.7
132	18.7	6.0	18.4	6.6	18.8	5.0	18.2	6.0	18.5	5.9
143	18.5	6.3	18.3	6.8	18.9	5.2	18.2	6.1	18.5	6.1
156	18.5	6.4	18.1	6.9	18.8	5.1	18.5	6.3	18.5	6.2
180	18.1	6.6	18.0	7.1	18.6	6.2	18.3	6.5	18.3	6.6
204	17.9	6.8	17.8	7.3	18.2	6.6	17.6	6.6	17.9	6.8
228	17.4	7.1	17.4	7.7	17.9	6.9	17.4	6.9	17.5	7.2
252	17.4	7.0	17.1	7.7	17.9	6.9	17.3	7.0	17.4	7.2

Keterangan :

ulangan 1 : berat bahan	= 353.3 gram,	Volume bebas	= 2947 ml
ulangan 2 : berat bahan	= 355.1 gram,	Volume bebas	= 2945 ml
ulangan 3 : berat bahan	= 353.3 gram,	Volume bebas	= 2947 ml
ulangan 4 : berat bahan	= 350.3 gram,	Volume bebas	= 2950 ml

Lampiran 3. Data perubahan konsentrasi O₂ dan CO₂ pada pengukuran laju respirasi buah nangka pada suhu 10 oC (%)

Jam ke pengamatan (jam)	ulangan 1		ulangan 2		ulangan 3		ulangan 4		Rata - rata	
	O ₂	CO ₂								
0	21.00	0.03	21.00	0.03	21.00	0.03	21.00	0.03	21.0	0.03
3	20.3	3.0	20.2	2.6	20.3	2.4	20.7	2.2	20.4	2.6
6	20.1	3.9	20.1	3.7	20.3	2.9	20.3	2.9	20.2	3.4
9	19.9	4.0	19.9	3.8	19.8	3.8	20.2	3.6	20.0	3.8
12	19.5	4.2	19.5	4.1	19.6	4.0	19.9	4.0	19.6	4.1
15	19.5	4.5	19.5	3.9	19.6	4.4	19.6	4.3	19.6	4.3
18	19.5	4.5	19.5	4.4	19.3	4.9	19.7	4.6	19.5	4.6
24	19.5	5.0	19.4	3.9	19.1	5.0	19.3	4.8	19.3	4.7
33	18.9	5.2	18.9	4.7	19.0	5.5	19.0	4.9	19.0	5.1
45	18.7	5.8	18.8	5.5	18.7	5.7	18.9	5.2	18.8	5.6
60	18.2	6.7	18.4	6.2	18.5	7.0	18.4	5.9	18.4	6.5
70	18.1	7.0	18.0	6.6	18.1	7.0	18.3	6.2	18.1	6.7
82	17.4	8.0	17.2	7.9	17.2	8.1	17.5	7.4	17.3	7.9
95	17.3	8.9	17.3	9.1	17.4	8.6	17.4	8.6	17.4	8.8
109	17.0	10.0	16.3	11.0	16.7	11.0	16.6	11.0	16.7	10.8
120	15.7	14.0	15.1	14.0	15.6	13.0	15.4	14.0	15.5	13.8
132	14.3	15.0	14.6	15.0	15.1	15.0	15.2	15.0	14.8	15.0
143	13.4	18.0	12.8	19.0	14.8	17.0	13.9	18.0	13.7	18.0
156	11.1	24.0	10.3	24.0	12.4	22.0	12.2	23.0	11.5	23.3
180	11.5	34.0	8.6	32.0	10.7	27.0	8.9	31.0	9.9	31.0
190	6.4	37.0	4.9	41.0	7.5	35.0	7.2	34.0	6.5	36.8
204	6.5	38.0	5.0	41.0	7.2	36.0	7.2	35.0	6.5	37.5

Keterangan :

ulangan 1 : berat bahan	= 356.6 gram,	Volume bebas	= 2943 ml
ulangan 1 : berat bahan	= 359.1 gram,	Volume bebas	= 2941 ml
ulangan 1 : berat bahan	= 353.3 gram,	Volume bebas	= 2947 ml
ulangan 1 : berat bahan	= 360.4 gram,	Volume bebas	= 2940 ml

Lampiran 4a. Data susut bobot buah nangka yang disimpan pada suhu 5 oC (%)

Hari ke-	konsentrasi			
	A	B	C	D
0	0	0	0	0
2	0.40	0.71	0.55	0.57
4	0.55	1.06	1.02	0.72
6	0.63	1.13	1.30	0.96
8	0.65	1.18	1.45	1.17
10	1.04	1.25	1.73	1.41
12	1.07	1.71	1.98	2.12
14	1.32	1.99	2.07	2.22
16	2.03	2.62	2.52	2.97

Lampiran 4b. Data susut bobot buah nangka yang disimpan pada suhu 10 oC (%)

Hari ke-	konsentrasi			
	A	B	C	D
0	0	0	0	0
2	0.79	0.73	0.57	0.83
4	1.18	0.95	1.33	1.66
6	1.81	2.32	2.27	2.61



Lampiran 5a. Tabel data uji kekerasan buah nangka selama penyimpanan pada suhu 5 oC (N/cm²)

Hari ke-	k o n s e n t r a s i			
	A	B	C	D
0	14.61	14.61	14.61	14.61
2	12.34	12.97	11.55	13.01
4	11.71	11.75	9.53	10.63
6	10.54	10.07	8.89	10.64
8	10.85	9.85	8.70	9.28
10	10.04	7.37	6.20	9.29
12	7.39	7.31	5.10	6.82
14	5.78	5.11	3.37	5.82
16	4.38	3.95	2.83	5.12

Lampiran 5b. Tabel data uji kekerasan buah nangka selama penyimpanan pada suhu 10 oC (N/cm²)

Hari ke-	k o n s e n t r a s i			
	A	B	C	D
0	12.16	12.16	12.16	12.16
2	12.48	9.80	9.13	10.18
4	7.85	9.82	6.26	8.16
6	6.86	4.72	3.65	6.33

Lampiran 6a. Data perubahan warna buah nangka selama penyimpanan suhu 5 oC

Lama simpan (hari)	kode warna	konsentrasi			
		A	B	C	D
0	L	68.54	68.54	68.54	68.54
	a	-1.43	-1.43	-1.43	-1.43
	b	33.08	33.08	33.08	33.08
2	L	66.18	65.78	65.78	65.72
	a	-1.18	-1.28	-1.25	-1.22
	b	31.84	31.78	31.25	32.17
4	L	64.92	63.83	62.94	64.42
	a	-1.22	-1.14	-1.35	-1.29
	b	32.48	32.63	31.76	33.39
6	L	65.65	64.45	63.33	64.43
	a	-1.15	-1.31	-1.29	-1.24
	b	31.8	30.63	29.34	31.8
8	L	62.94	61.83	59.79	62.48
	a	-1.16	-1.26	-1.25	-1.21
	b	29.15	29.22	28.39	30.06
10	L	61.52	61.85	56.02	60.83
	a	-1.11	-1.12	-0.86	-0.96
	b	31.71	27.23	29.68	29.28
12	L	60.09	59.11	53.19	58.45
	a	-1.06	-0.64	-0.74	-0.81
	b	28.41	28.02	30.27	29.63
14	L	58.20	51.13	51	57.3
	a	-0.92	-0.51	-0.54	-0.8
	b	31.03	31.47	32.07	30.75
16	L	56.45	50.2	50.73	52.69
	a	-0.63	-0.28	-0.32	-0.68
	b	32.59	32.71	32.38	33.23

Lampiran 6b. Data perubahan warna buah nangka selama penyimpanan suhu 10 oC

Lama simpan (hari)	kode warna	konsentrasi			
		A	B	C	D
0	L	68.63	68.63	68.63	68.63
	a	-1.41	-1.41	-1.41	-1.41
	b	32.93	32.93	32.93	32.93
2	L	65.5	65.5	62.24	63.39
	a	-1.33	-1.27	-1.21	-1.23
	b	30.73	30.23	28.81	29.35
4	L	64.01	62.5	58.71	57.89
	a	-1.19	-1.26	-1.21	-1.16
	b	31.53	32.23	32.79	32.86
6	L	53.33	53.23	52.79	52.86
	a	-0.71	-0.68	-0.59	-0.62
	b	32.86	32.88	33.12	32.48



Lampiran 7a. Data Rata-rata Hasil Uji Organoleptik Buah Nangka Selama Penyimpanan Suhu 5 oC

Kriteria uji : Penampakan secara umum

hari ke-	A	B	C	D
0	4.8	4.8	4.8	4.8
2	4.2	4.2	3.8	4.0
4	4.0	3.8	3.2	3.9
6	3.9	3.3	3.0	3.7
8	3.5	3.4	3.0	3.4
10	3.4	2.7	1.7	3.3
12	3.2	1.2	1.6	3.0
14	2.8	1.2	1.4	2.6
16	1.6	1.1	1.2	1.3

Kriteria uji : Aroma buah

hari ke-	A	B	C	D
0	4.6	4.6	4.6	4.6
2	4.3	4.2	4.3	4.2
4	4.3	4.0	4.2	4.2
6	4.2	3.9	2.4	3.2
8	4.2	3.3	2.2	2.5
10	3.9	3.3	1.9	2.2
12	3.6	3.0	1.3	1.7
14	3.2	2.8	1.1	1.2
16	3.1	2.5	1.0	1.0

Kriteria uji : Kekerasan buah

hari ke-	A	B	C	D
0	4.7	4.7	4.7	4.7
2	4.3	4.3	4.1	4.2
4	4.1	3.9	3.7	3.9
6	4.0	3.8	3.1	3.4
8	3.5	3.2	2.9	3.2
10	3.2	2.9	2.4	3.0
12	2.9	2.3	1.9	2.3
14	2.6	2.1	1.6	2.2
16	1.7	1.6	1.4	1.3

Kriteria uji : Rasa buah

hari ke-	A	B	C	D
0	4.8	4.8	4.8	4.8
2	4.6	4.6	4.2	4.0
4	4.5	4.4	3.8	3.1
6	4.4	4.3	3.5	2.8
8	4.2	4.0	2.8	2.2
10	4.1	3.7	2.2	1.8
12	4.0	3.5	1.4	1.1
14	3.8	2.9	1.0	1.0
16	3.0	2.4	1.0	1.0

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 7b. Data Rata-rata Hasil Uji Organoleptik Buah Nangka Selama Penyimpanan Suhu 10 oC

Kriteria uji : Penampakan secara umum

hari ke-	A	B	C	D
0	4.8	4.8	4.8	4.8
2	4.3	4.1	3.7	3.4
4	3.8	3.5	2.9	2.8
6	2.0	2.0	2.0	2.0

Kriteria uji : Kekerasan buah

hari ke-	A	B	C	D
0	4.7	4.7	4.7	4.7
2	4.3	4.2	3.6	3.3
4	2.9	3.0	2.7	2.7
6	2.0	2.0	1.8	2.0

Kriteria uji : Aroma buah

hari ke-	A	B	C	D
0	4.7	4.7	4.7	4.7
2	4.3	4.2	3.6	3.3
4	3.7	3.2	2.7	2.7
6	1.5	1.2	1.1	1.0

Kriteria uji : Rasa buah

hari ke-	A	B	C	D
0	4.8	4.8	4.8	4.8
2	4.3	4.2	3.6	3.3
4	3.6	3.0	2.3	2.0
6	1.0	1.0	1.0	1.0

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 8. Perubahan konsentrasi O₂ dan CO₂ buah nangka dalam kemasan Stretch Film

Waktu (jam)	O ₂	CO ₂
0	21.0	0.0
12	19.7	2.4
24	19.5	2.7
36	19.3	3.7
48	18.8	4.0
72	18.5	4.5
96	18.1	5.0
120	17.9	5.3
144	17.2	5.8
168	16.8	6.4
192	16.7	6.4

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 9. Data rata-rata susut bobot buah nangka selama penyimpanan dalam kemasan (%)

Penyimpanan hari ke-	Jenis kemasan	
	Strech Film	White Strech Film
0	0.00	0.00
1	1.11	1.17
2	1.57	1.48
3	1.67	1.71
4	1.70	1.79
5	1.80	1.90
6	2.12	2.01
7	2.20	2.20
8	2.52	2.61
9	2.86	3.01
10	2.95	3.67
11	3.21	4.11

Lampiran 10. Data hasil uji kekerasan buah nangka selama penyimpanan dalam kemasan (N/cm²)

Penyimpanan hari ke-	Jenis kemasan	
	Strech Film	White Strech Film
0	14.08	14.08
1	11.13	10.40
2	10.68	10.10
3	8.49	7.77
4	8.81	7.34
5	7.93	6.79
6	7.87	6.19
7	7.52	5.64
8	6.95	5.11
9	6.11	4.28
10	5.92	4.03
11	4.81	3.84



Lampiran II. Data rata-rata hasil uji organoleptik buah nangka selama penyimpanan dalam kemasan

Penyimpanan hari ke-	Jenis Kemasan							
	Strech Film				White Strech Film			
	umum	keras	aroma	rasa	umum	keras	aroma	rasa
0	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
1	4.6	4.6	4.5	4.7	4.6	4.5	4.6	4.3
2	4.2	4.2	4.3	4.3	4.3	4.2	4.4	3.8
3	3.8	3.6	3.8	3.6	4.0	3.9	4.1	3.5
4	3.9	3.8	3.8	4.0	3.7	3.6	3.8	3.2
5	3.7	3.6	3.6	3.9	3.4	3.1	3.6	2.9
6	3.6	3.5	3.5	3.9	3.0	2.9	3.2	2.7
7	3.4	3.4	3.3	3.7	3.0	2.7	3.1	2.3
8	3.3	3.2	3.3	3.6	2.9	2.4	2.8	1.8
9	3.2	2.9	3.0	3.3	2.4	2.2	2.5	1.3
10	3.0	2.5	2.2	2.9	1.9	1.7	1.9	1.1
11	1.8	1.7	1.2	1.0	1.2	1.2	1.3	1.0

@Hak_cipta_milik_IPB_University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 12 a. Data hasil uji statistik susut bobot buah nangka pada suhu 5°C

Dependent Variable: Susut Bobot

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PERL	3	3.40002222	1.13334074	156.68	0.0001
HARI	8	36.73360000	4.59170000	634.80	0.0001
PERL * HARI	24	1.88017778	0.07834074	10.83	0.0001
Model	35	42.01380000	1.20039429	165.95	0.0001
Error	36	0.26040000	0.00723333		
Corrected Total	71	42.27420000			

Duncan's Multiple Range Test for variable: Susut Bobot

Alpha = 0.05

df = 36

MSE = 0.007233

Number of Means 2 3 4

Critical Range .0575 .0604 .0624

Duncan Grouping	Mean	N	PERL
A	1.4022	18	C
BA	1.3489	18	D
B	1.2944	18	B
C	0.8544	18	A

Duncan's Multiple Range Test for variable: Susut Bobot

Alpha = 0.05

df = 36

MSE = 0.007233

Number of Means 2 3 4 5 6 7 8 9
 Critical Range 0.086 0.091 0.094 0.096 0.097 0.099 0.100 0.100

Duncan Grouping	Mean	N	HARI
A	2.5350	8	16
B	1.9000	8	14
C	1.7200	8	12
D	1.3575	8	10
E	1.1125	8	8
F	1.0050	8	6
G	0.8375	8	4
H	0.5575	8	2
I	0.0000	8	0

Lampiran 12 b. Data hasil uji statistik susut bobot buah nangka pada suhu 10°C

Dependent Variable: Susut Bobot

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PERL	3	0.50583750	0.16861250	41.38	0.0001
HARI	3	21.62263750	7.20754583	1768.72	0.0001
PERL*HARI	9	0.76111250	0.08456806	20.75	0.0001
Model	15	22.88958750	1.52597250	374.47	0.0001
Error	16	0.06520000	0.00407500		
Corrected Total	31	22.95478750			

Duncan's Multiple Range Test for variable: Susut Bobot

Alpha = 0.05
df = 16
MSE = 0.004075
Number of Means 2 3 4
Critical Range .0675 .0709 .0732

Duncan Grouping	Mean	N	PERL
A	1.2750	8	D
B	1.0425	8	C
CB	1.0000	8	B
C	0.9450	8	A

Duncan's Multiple Range Test for variable: Susut Bobot

Alpha = 0.05
df = 16
MSE = 0.004075
Number of Means 2 3 4
Critical Range .0675 .0709 .0732

Duncan Grouping	Mean	N	HARI
A	2.2525	8	6
B	1.2800	8	4
C	0.7300	8	2
D	0.0000	8	0

Lampiran 13 a. Data hasil uji statistik kekerasan buah nangka pada suhu 5°C

Dependent Variable: Kekerasan

Source	DF	SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PERL	3	28.7536444	9.5845481	4.93	0.0057
HARI	8	820.5600111	102.5700014	52.75	0.0001
PERL*HARI	24	13.7274556	0.5719773	0.29	0.9988
Model	35	863.0411111	24.6583175	12.68	0.0001
Error	36	70.0000000	1.9444444		
Corrected Total	71	933.0411111			

Duncan's Multiple Range Test for variable:Kekerasan

Alpha = 0.05
 df = 36
 MSE = 1.944444
 Number of Means 2 3 4
 Critical Range 0.943 0.991 1.023

Duncan Grouping	Mean	N	PERL
A	9.814	18	A
A	9.396	18	D
A	9.053	18	B
B	8.101	18	C

Duncan's Multiple Range Test for variable: Kekerasan

Alpha = 0.05
 df = 36
 MSE = 1.944444
 Number of Means 2 3 4 5 6 7 8 9
 Critical Range 1.414 1.486 1.535 1.567 1.594 1.615 1.632 1.646

Duncan Grouping	Mean	N	HARI
A	14.610	8	0
B	12.643	8	2
CB	11.373	8	4
C	10.163	8	6
C	9.932	8	8
D	7.935	8	10
E	6.103	8	12
FE	5.072	8	14
F	3.990	8	16

Lampiran 13 b. Data hasil uji statistik kekerasan buah nangka pada suhu 10°C

Dependent Variable: Kekerasan

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PERL	3	10.8129375	3.6043125	2.40	0.1056
HARI	3	367.6993375	122.5664458	81.71	0.0001
PERL*HARI	9	10.8928125	1.2103125	0.81	0.6169
Model	15	389.4050875	25.9603392	17.31	0.0001
Error	16	24.0000000	1.5000000		
Corrected Total	31	413.4050875			

Duncan's Multiple Range Test for variable: Kekerasan

Alpha = 0.05

df = 16

MSE = 1.5

Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.296	1.360	1.404

Duncan Grouping	Mean	N	PERL
A	9.835	8	D
A	9.820	8	A
B	9.505	8	B
B	8.413	8	C

Duncan's Multiple Range Test for variable: Kekerasan

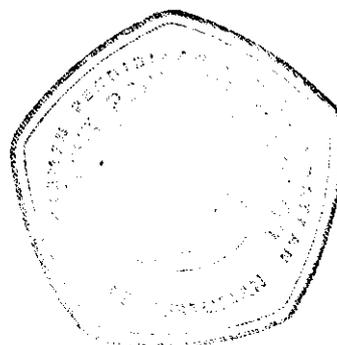
Alpha = 0.05

df = 16

MSE = 1.5

Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.296	1.360	1.404

Duncan Grouping	Mean	N	HARI
A	14.610	8	0
B	9.783	8	2
C	7.790	8	4
D	5.390	8	6



Lampiran 14 a. Data hasil uji statistik nilai "L" buah nangka pada suhu 5°C

Dependent Variable: Nilai "L"

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PERL	3	139.432015	46.477338	34.84	0.0001
HARI	8	1816.809011	227.101126	170.25	0.0001
PERL*HARI	24	124.031222	5.167968	3.87	0.0001
Model	35	2080.272249	59.436350	44.56	0.0001
Error	36	48.022650	1.333962		
Corrected Total	71	2128.294899			

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "L"

Alpha = 0.05
df = 36
MSE = 1.333962
Number of Means 2 3 4
Critical Range 0.781 0.821 0.848

Duncan Grouping	Mean	N	PERL
A	62.719	18	A
B	61.649	18	D
C	60.745	18	B
D	58.926	18	C

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "L"

Alpha = 0.05
df = 36
MSE = 1.333962
Number of Means 2 3 4 5 6 7 8 9
Critical Range 1.171 1.231 1.272 1.298 1.320 1.338 1.352 1.364

Duncan Grouping	Mean	N	HARI
A	68.540	8	0
B	65.620	8	2
CB	64.464	8	6
C	64.025	8	4
D	61.757	8	8
E	60.051	8	10
F	57.709	8	12
G	54.406	8	14
H	52.516	8	16

Lampiran 14 b. Data hasil uji statistik nilai "L" buah nangka pada suhu 10°C

Dependent Variable: Nilai "L"

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PERL	3	33.415112	11.138371	31.42	0.0001
HARI	3	1038.179962	346.059987	976.26	0.0001
PERL*HARI	9	34.743213	3.860357	10.89	0.0001
Model	15	1106.338287	73.755886	208.07	0.0001
Error	16	5.671600	0.354475		
Corrected Total	31	1112.009887			

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "L"

Alpha = 0.05
 df = 16
 MSE = 0.354475
 Number of Means 2 3 4
 Critical Range 0.630 0.661 0.682

Duncan Grouping	Mean	N	PERL
A	62.865	8	A
A	62.461	8	B
B	60.690	8	D
B	60.591	8	C

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "L"

Alpha = 0.05
 df = 16
 MSE = 0.354475
 Number of Means 2 3 4
 Critical Range 0.630 0.661 0.682

Duncan Grouping	Mean	N	HARI
A	68.630	8	0
B	64.156	8	2
C	60.774	8	4
D	53.048	8	6



Lampiran 15 a. Data hasil uji statistik nilai "a" buah nangka pada suhu 5°C

Dependent Variable: Nilai "a"

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PERL	3	0.09480417	0.03160139	4.13	0.0129
HARI	8	6.66547500	0.83318438	108.93	0.0001
PERL*HARI	24	0.77825833	0.03242743	4.24	0.0001
Model	35	7.53853750	0.21538679	28.16	0.0001
Error	36	0.27535000	0.00764861		
Corrected Total	71	7.81388750			

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "a"

Alpha = 0.05
df = 36
MSE = 0.007649
Number of Means 2 3 4
Critical Range .0591 .0621 .0642

Duncan Grouping	Mean	N	PERL
A	-1.0017	18	C
BA	-1.0239	18	B
BC	-1.0689	18	D
C	-1.0939	18	A

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "a"

Alpha = 0.05
df = 36
MSE = 0.007649
Number of Means 2 3 4 5 6 7 8 9
Critical Range 0.089 0.093 0.096 0.098 0.100 0.101 0.102 0.103

Duncan Grouping	Mean	N	HARI
A	-0.4737	8	16
B	-0.6912	8	14
C	-0.8100	8	12
D	-1.0113	8	10
E	-1.2163	8	8
FE	-1.2288	8	2
FE	-1.2462	8	6
F	-1.3163	8	4
G	-1.4300	8	0

Lampiran 15 b. Data hasil uji statistik nilai "a" buah nangka pada suhu 10°C

Dependent Variable: Nilai "a"

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PERL	3	0.02230000	0.00743333	2.78	0.0749
HARI	3	2.62025000	0.87341667	326.51	0.0001
PERL*HARI	9	0.02280000	0.00253333	0.95	0.5138
Model	15	2.66535000	0.17769000	66.43	0.0001
Error	16	0.04280000	0.00267500		
Corrected Total	31	2.70815000			

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "a"

Alpha	=	0.05	
df	=	16	
MSE	=	0.002675	
Number of Means	2	3	4
Critical Range	.0547	.0574	.0593

Duncan Grouping	Mean	N	PERL
A	-1.1012	8	C
A	-1.1038	8	D
A	-1.1512	8	B
A	-1.1588	8	A

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "a"

Alpha	=	0.05	
df	=	16	
MSE	=	0.002675	
Number of Means	2	3	4
Critical Range	.0547	.0574	.0593

Duncan Grouping	Mean	N	HARI
A	-0.6500	8	6
B	-1.2025	8	4
C	-1.2575	8	2
D	-1.4050	8	0

Lampiran 16 a. Data hasil uji statistik nilai "b" buah nangka pada suhu 5°C

Dependent Variable: Nilai "b"

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PERL	3	6.5366597	2.1788866	2.23	0.1016
HARI	8	156.3267500	19.5408438	19.99	0.0001
PERL*HARI	24	37.6022278	1.5667595	1.60	0.0979
Model	35	200.4656375	5.7275896	5.86	0.0001
Error	36	35.1977500	0.9777153		
Corrected Total	71	235.6633875			

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "b" N

Alpha	=	0.05	
df	=	36	
MSE	=	0.977715	
Number of Means	2	3	4
Critical Range	0.668	0.703	0.726

Duncan Grouping	Mean	N	PERL
A	31.486	18	D
BA	31.341	18	A
BA	30.912	18	C
B	30.749	18	B

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "b"

Alpha	=	0.05						
df	=	36						
MSE	=	0.977715						
Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
Critical Range	1.002	1.054	1.089	1.111	1.130	1.145	1.157	1.167

Duncan Grouping	Mean	N	HARI
A	33.080	8	0
BA	32.725	8	16
BA	32.563	8	4
BC	31.756	8	2
C	31.326	8	14
C	30.891	8	6
D	29.472	8	10
D	29.204	8	8
D	29.081	8	12

Lampiran 16 b. Data hasil uji statistik nilai "b" buah nangka pada suhu 10°C

Dependent Variable: Nilai "b"

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PERL	3	168.296384	56.098795	153.43	0.0001
HARI	3	1493.642059	497.880686	1361.71	0.0001
PERL * HARI	9	591.594003	65.732667	179.78	0.0001
Model	15	2253.532447	150.235496	410.90	0.0001
Error	16	5.850050	0.365628		
Corrected Total	31	2259.382497			

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "b"

Alpha = 0.05
df = 16
MSE = 0.365628
Number of Means 2 3 4
Critical Range 0.640 0.671 0.693

Duncan Grouping	Mean	N	PERL
A	37.314	8	B
A	36.908	8	C
A	36.901	8	D
B	31.759	8	A

Duncan's Multiple Range Test for variable: Nilai "b"

Alpha = 0.05
df = 16
MSE = 0.365628
Number of Means 2 3 4
Critical Range 0.640 0.671 0.693

Duncan Grouping	Mean	N	HARI
A	47.349	8	4
B	32.925	8	0
B	32.830	8	6
C	29.778	8	2



DAFTAR PUSTAKA

- Bailey, L. H. 1962. The Standard Cyclopedia of Horticulture, vol.1. The Millan Company. New York.
- Brecht, J.K. 1995. Physiology of Lightly Processed Fruits and Vegetables. Hort. Science. vol. 30(1).
- Bolin, H.R. and King, A.D. 1989. Physiology and Microbiological Storage Stability of Minimally Processed Fruits and Vegetables. Food Technology.
- Champ, B.R., Highley, E., Johnson, G.I. 1993. Postharvest Handling of Tropical Fruits. Proceedings of an International Conference held at Chiang Mai, Thailand, 19 - 23 July 1993.
- Daun, H., S.G. Gilbert, Y. Ashkenazi dan Y. Henig. 1973. Storage quality of bananas package in selected permeability film. J. Food Sci. 38 : 1247.
- Deily, K.R. dan S.S.H. Rizvi. 1981. Optimization of parameters for packaging of fresh peaches in polymeric films. J. Food Proc. Engr. 5 : 23.
- Dewanto, T. A. 1994. Penyimpanan Buah Ketimun Jepang (*Cucumis sativus*) Dan Zucchini (*Cucurbita maxima*) Dalam Kemasan "Modified Atmosphere". Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Hariyadi, P. 1995. Kerusakan dingin pada produk hortikultura. Buletin Teknologi dan Industri pangan. Vol. VI (3) : 115 - 124
- Hasbullah, R., A.M. Syarief, Gardjito, R. Syarief, L. Pujantoro. 1995. Teknik Pengukuran Laju Respirasi Komoditas Hortikultura. Makalah Seminar Hasil-hasil Penelitian. IPB. Bogor.
- Huxsoll, C.C and Bolin, H.R. 1989. Processing and Distribution Alternatives for Minimally Processed Fruits and Vegetables. Food Technology.
- Ida Bagus Putu Gunadnya. 1993. Pengkajian Penyimpanan Salak segar (*Salacca edulis* Reinv.) Dalam Kemasan Film Dengan "Modified Atmosphere". Tesis. Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological. Basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruit and vegetables. Food Technol 90 (5) : 99 - 104.

- Kader, A.A. R.F. Kasmire, F.G Mitchell, M.S. Reid, N.F. Sommer, J.F. Thompson. 1985. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Cooperative Extension University of California. Division of Agriculture and Natural Resources.
- Kader, A.A. dan L.L. Morris. 1977. Relative tolerance of fruits and vegetables to elevated CO₂ and reduce O₂ levels. Michigan State Univ. Hort. Report 28 : 260.
- Kim, D.M., N.L. Smith and C.Y. Lee. 1993. Quality of Minimally Process Apple Slices from Selected Cultivars. J. Food Sci. 58(5) : 1115-1117.
- Krochta, J.M., Elizabeth, A.B. dan Myrna, O.N.C. 1992. Edible Coating and Film to Improve Food Quality. Technomic Publishing Co. Inc., USA
- LBN. 1977. Buah-buahan. P.N. Balai Pustaka. Jakarta. Indonesia.
- Maxcy, R.B. 1982. Fate of microbial contaminants in lettuce juice. J. Food Protection, 45 : 335 - 339
- Mulyadi Tubagus. 1993. Mempelajari Penyimpanan Brokoli (*Brassica oleracea*. L var. *italica*) dan Kembang Kol (*Brassica oleracea*. L var. *botrytis*) Dengan "Modified Atmosphere". Skripsi. Jurusan Mekanisasi Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB.
- Nugroho, L.P.E. 1995. Study on Quality Preservation of Fresh Agriculture Products Under Controlled Atmosphere Conditions. Doctoral Thesis. Tokyo University of Agriculture and Technology *di dalam* Ananta Puji Nugroho. 1997. Mempelajari Laju Respirasi Buah Nenas Iris Dalam Keadaan Terolah Minimal. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Pantastico. Er. B. 1986. Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan Dan Sayuran Tropika dan Subtropika. Penerjemah Kamaryani. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Phan, C.T., Er. B. Pantastico, K., Ogata, K. Chochin. 1986. Respirasi dan Puncak Respirasi di dalam Pantastico (Ed). Fisiologi Pasca Panen. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ploymerusmee, S. 1990. Effects of storage temperature on quality of jackfruit's pulp. Undergraduate Special Problem. Dept. of Horticulture. Kasetsart Univ. Bangkok. 18p. (In Thai with English abstract)



- Salisbury, F. B. dan Ross C.W. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Penerbit ITB. Bandung.
- Sapers, G.M., Robert L.M., Frederick C.M, Peter H.C., and Sang, W.C. 1994. Enzymatic Browning Control in Minimally Processed Mushrooms. *Journal of Food Science*. Vol. 59. No.5.
- Shaw R. E. O., R. Roberts, A.L., Ford, and S.M. Notingham. 1994. Shelf Life of Minimally Processed Honeydew, Kiwifruit, Papaya, Pineapple and Cantaloupe *Journal of Food Science*. Vol 59. No 6.
- Shewfelt, R. L. 1987. Quality of Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Journal of Food Quality* : 143-156
- Siswosaputro. 1982. Nangka. P. N. Balai Pustaka. Jakarta.
- Smock, R.M. 1979. Controlled atmosphere storage of fruits. *Hort. Rev.* 1 : 301.
- Soediby, M. 1979. Penanganan Pasca Panen Buah-buahan dan Sayuran
- Soesarsono. 1988. Teknologi Penyimpanan Komoditas Pertanian. Agroindustri Press. IPB. Bogor
- Tannanonta, M. 1992. Storage of Jackfruit Pulp. Undergraduate Special Problem. Dept. of Horticulture. Kasetsart Univ. Bangkok. 18p. (In Thai with English abstract)
- Wills, R. B. H., T.H. Lee, D. Graham, W. B. Mc. Galsson dan E.G. Hall. 1981. Postharvest, an Introduction to The Physiology and Handling of Fruit and Vegetable. New South Wales University Press Limited. Kesington. Australia.
- Winarno, F.G. dan Muhammad Aman. 1979. Fisiologi Lepas Panen. Sastra Hudaya. Jakarta.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

