

**PENGARUH KLOORIN DANPELAPIS BUAH PADA TINGKAT
KEMASAKAN YANG BERBEDA TERHADAP PERKEMBANGAN
STADIUM DANMUTU BUAH NANAS (*Ananas comosus*)
KULTIVAR MD2**

Oleh :

Reny Mita Sari
1324011005



**PROGRAM PASCASARJANAMAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

EFFECTS OF CHLORINE AND COATING AT DIFFERENT MATURITY STAGES ON THE DEVELOPMENT OF MATURITY STAGES AND FRUIT QUALITIES OF 'MD2' PINEAPPLE (*Ananas comosus*)

By

Reny Mita Sari

Pineapple 'MD2' is one commodity of Nusantara Tropical Farm, Co., Ltd., that is exported so it needs postharvest treatment in order to keep its good edible quality until it arrives to the destination countries. One of the stage on postharvest handling is the chlorination to control fungi and mold that derives from field, and use fruit coating to maintain fruit quality during shipment. This research was aimed at studying the effect of chlorination and coating on ripening stadiums after storage and fruit quality of pineapple 'MD2'.

This research was conducted in Nusantara Tropical Farm Co., Ltd., Plant Disease Laboratory, and Horticultural Postharvest Laboratory, Department of Agrotechnology, College of Agriculture, University of Lampung from February to March 2015. Experiments were conducted using completely randomized design, with treatments arranged in 3 x 3 x 3 factorials. The first was three levels of maturity fruit (0, 10 – 15, dan 25%), the second was three levels of chlorine (0, 100, dan 200 ppm),

and the third was three levels of fruit coating (control, chitosan 2.5%, and KD-112 7%). Each treatment repeated 3 times and consisted of 2 samples of fruits to be observed at 14 and 21 days after storage.

The results showed that combination treatment of maturity stage, chlorination and fruit coating did not significantly affect the development maturity stage and fruit quality of 'MD2' pineapple. The treatment of 0% maturity stage was the best for shipping because it showed the lowest maturity stage and translucent at 21 days after storage, and showed the lowest °Brix at 14 days after storage. Chlorination did not significantly affect maturity stage and fruit quality, but increased weight loss. Fruit coating using chitosan and KD-112 significantly prevented fruits weight loss until 14 days after storage, but did not affect other variables.

Keywords: chlorine, coating, pineapple, maturity, quality

ABSTRAK

PENGARUH KLORIN DAN PELAPIS BUAH PADA TINGKAT KEMASAKAN YANG BERBEDA TERHADAP PERKEMBANGAN STADIUM DAN MUTU BUAH NANAS (*Ananas comosus*) KULTIVAR MD2

Oleh

Reny Mita Sari

Nanas MD2 merupakan salah satu komoditas PT. Nusantara Tropical Farm yang diekspor ke luar negeri sehingga membutuhkan perlakuan pascapanen yang baik untuk menjaga kualitas buah tetap baik hingga sampai ke konsumen. Salah satu tahapan dalam pascapanen buah adalah klorinasi untuk mengatasi fungi atau bakteri yang terbawa dari areal, serta perlakuan pelapisan buah untuk mempertahankan mutu buah selama pengiriman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh klorinasi dan pelapisan buah pada tiga tingkat kemasakan buah terhadap tingkat kemasakan buah setelah di penyimpanan dan kualitas buah.

Penelitian dilakukan di PT Nusantara Tropical Farm, Laboratorium Penyakit Tanaman dan Laboratorium Pascapanen Hortikultura, Program Studi Agroteknologi, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Februari – Maret 2015. Percobaan ini disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial 3 x 3 x 3. Faktor pertama adalah tingkat kemasakan awal buah (0, 10 – 15, dan 25%), faktor kedua adalah aplikasi klorin (0, 100, dan 200 ppm), dan faktor ketiga adalah pelapisan buah (tanpa

pelapis, dengan kitosan 2.5%, dan waxing KD-112 7%). Masing – masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan masing – masing ulangan terdiri atas dua sampel buah (untuk diamati pada saat 14 HS dan 21 HS).

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan kombinasi tingkat kemasakan awal buah, klorinasi dan jenis pelapis tidak memberikan pengaruh terhadap perkembangan stadium dan mutu buah nanas MD2. Penggunaan buah dengan tingkat kemasakan awal 0% paling baik digunakan untuk pengiriman karena menunjukkan tingkat kemasakan dan translusi yang paling rendah hingga 21 HS, serta menunjukkan kandungan °Brix yang paling rendah pada 14 HS. Perlakuan klorinasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kemasakan dan kualitas buah, justru meningkatkan susut bobot buah. Perlakuan pelapisan dengan kitosan maupun KD-112 mampu menahan susut bobot buah hingga 14 HS namun tidak berpengaruh terhadap variabel lainnya.

Kata kunci: klorin, pelapis, nanas, kemasakan, kualitas

**PENGARUH KLOORIN DAN PELAPIS BUAH PADA TINGKAT
KEMASAKAN YANG BERBEDA TERHADAP PERKEMBANGAN
STADIUM DAN MUTU BUAH
NANAS (*Ananas comosus*) KULTIVAR MD2**

Oleh

Reny Mita Sari

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS

Pada

Program Studi Pascasarjana Magister Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Tesis : **PENGARUH KLORIN DAN PELAPIS BUAH
PADA TINGKAT KEMASAKAN YANG
BERBEDA TERHADAP PERKEMBANGAN
STADIUM DAN MUTU BUAH NANAS
(*Ananas comosus*) KULTIVAR MD2**

Nama Mahasiswa : ***Reny Mita Sari***

No. Pokok Mahasiswa : 1324011005

Program Studi : Magister Agronomi

Jurusan : Agroteknologi

Fakultas : Pertanian



Soesiladi Esti Widodo

Suskandini R. Dirmawati

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

Dr. Ir. Suskandini R. Dirmawati, M.P.
NIP. 196105021987072001

2. Ketua Program Studi Magister Agronomi

Yusnita
Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP. 196108031986032002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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

Anggota

: Dr. Ir. Suskandini R. Dirmawati, M. P. 

Penguji

Bukan Pembimbing

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

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002



Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung

Prof. Dr. Sudjarwo, M.S.
NIP. 195305281981031002

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 29 November 2016

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tesis dengan judul "PENGARUH KLOORIN DAN PELAPIS BUAH PADA TINGKAT KEMASAKAN YANG BERBEDA TERHADAP PERKEMBANGAN STADIUM DAN MUTU BUAH NANAS (*Ananas comosus*) KULTIVAR MD2" adalah karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Pembimbing penulisan tesis ini berhak mempublikasikan sebagian atau seluruh isi tesis ini pada jurnal ilmiah dengan mencantumkan nama saya sebagai salah satu penulisnya.
3. Hak intelektual karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Unila.

Apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, dan saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Juli 2017

Pembuat Pernyataan,



Reny Mita Sari
NPM 1324011005

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 06 Januari 1991 sebagai anak tunggal dari pasangan bapak Sujasmin dan ibu Dalmidah.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di Sekolah Dasar Al-Azhar, Bandar Lampung pada tahun 2002, kemudian melanjutkan sekolah di SMP Negeri 21, Bandar Lampung hingga tahun 2005, dan SMA Negeri 5, Bandar Lampung hingga tahun 2008.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Universitas Lampung (Unila) pada tahun 2008 pada program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan lulus pada tahun 2012. Selanjutnya Penulis melanjutkan pendidikan di Pascasarjana Universitas Lampung pada Program Studi Magister Agronomi pada tahun 2013.

Pada tahun 2014 hingga tahun 2015 Penulis pernah bekerja di PT. Nusantara Tropical Farm sebagai staff peneliti bidang pascapanen buah.

*Alhamdulillah rabbil 'alamin ...
Diiringi puji syukur kepada Allah SWT,
kupersembahkan karya ini untuk Papah dan
Mamah yang tiada henti mendo'akan dan
memberikan dukungan serta motivasi kepadaku,
serta teruntuk sahabat - sahabat tercinta yang
senantiasa memberikan dukungan dan semangat
hingga terselesaikannya karya tulis ini*

SANWACANA

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah *subhanahuwata'ala*, atas segala limpahan rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan penelitian, dan penyusunan tesis ini. Penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Soesiladi Esti Widodo, M.Sc., selaku Pembimbing Pertama yang memberikan bimbingan, bantuan, saran, dan masukan serta motivasinya, sehingga Penulis dapat melakukan penelitian dan menyelesaikan Penulisan tesis ini.
2. Ibu Dr. Ir. Suskandini R. Dirmawati, M.P. selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, masukan, saran, motivasi, perhatian dan bantuannya selama penelitian dan penyelesaian penulisan tesis ini.
3. Bapak Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc. selaku Pembahas dan Penguji atas saran, arahan, bantuan dan motivasi untuk penulisan tesis ini.
4. Ibu Dr. Ir. Tumiar K. Manik, M.Sc. selaku Pembimbing Akademik atas bimbingan, arahan, motivasi dan bantuannya selama Penulis menyelesaikan pendidikan.

5. Ibu Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Magister Agronomi yang telah memberikan motivasi, saran, dukungan, bantuan dan perhatian selama Penulis menyelesaikan pendidikan.
6. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
7. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc., selaku dosen program pascasarjana yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama Penulis menyelesaikan tulisan.
8. Bapak Ir. Soetjipto selaku Manajer *Research and Development (RnD) for Banana, Guava and Other Crop* PT. Nusantara Tropical Farm (PT NTF) yang telah memberikan kesempatan dan izin bagi Penulis untuk bekerja serta menyelesaikan pendidikan dan melakukan penelitian di PT NTF atas kerjasama dan bantuan selama Penulis menyelesaikan penelitian.
9. Bapak Ir. R.A. Wardhana, M.Si. selaku Manajer RnD *for Protection and Sustainable Crop* PT NTF yang telah memberikan kepercayaan, izin dan kesempatan bagi Penulis untuk bekerja serta menyelesaikan pendidikan dan melakukan penelitian di PT NTF atas ide, gagasan, kerjasama, bantuan, bimbingan dan motivasi selama Penulis menyelesaikan penelitian.
10. Staff *Research and Development* PT. NTF periode tahun 2014, bapak Ir. Gatot Pujiono, Ir. K. Joko Hartono, Ariyo Nugroho, S.P., Linggar Suprayogi, S.P., Irawan Kusuma, S.P., Miftah Farid Arthama, S.Si., Maryono, ibu Trias, Nita, Gandi dan Erfa atas saran, masukan, kerjasama, bantuan, motivasi dan kebersamaan selama Penulis bekerja di PT NTF.
11. Tim pascapanen dan *ripening* serta tenaga kerja Riset PT NTF, bapak Taufik, Tugino, Sigit, Budi, Syahri, Maryanto, Agus, Rukan, Trias, mbak Warni, Evi,

Legino, Sutris dan Alvan atas bantuan, kerjasama dan kebersamaan selama Penulis bekerja dan melakukan penelitian di PT NTF.

12. Tim Departemen “Nanas dan Buah Segar”: Guntur W. Nugraha S.T., Bawianto, Fadhil Murda Kusuma, S.Tp., Bibit Riyadi, Tukul Wibowo, atas bantuan, kerjasama, informasi, motivasi dan kebersamaan selama Penulis bekerja dan melakukan penelitian di areal dan *Packing House* nanas PT NTF.
13. Sahabat seperjuangan: Frestika Maharani, S.P. atas persahabatan, kerjasama dan bantuan selama melaksanakan penelitian dan penulisan tesis, dan teman – teman Program Studi Magister Agronomi 2013: Sri Nurmayanti, S.P, Annisa Ayu Fitri, S.P., Leni Marlina, S.P., M.Si., Sri Haryani, S.P., M.Si., Endang Ambarwati, S.P., M.Si., Nur Aflamara, S.P., M.Si., Meliya Indriyati, S.P., Ir. Dudy Arfian, M.Si., Iskandar Zulkarnain, S.P., Heri Hendarto, S.P. M.Si., atas bantuan, motivasi dan kebersamaan selama perkuliahan.
14. Kedua orang tua bapak Sujasmin dan ibu Dalmidah, yang senantiasa sabar dalam mendampingi, mendo’ akan, memberi dukungan baik moril maupun materil kepada Penulis selama ini.

Penulis berharap semoga Allah *subhanahuwata’ala* membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Bandar Lampung, Juli 2107
Penulis

Reny Mita Sari

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| Halaman | |
| DAFTAR ISI | xiv |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR GAMBAR | xvii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.3 Kerangka Pemikiran | 3 |
| 1.4 Hipotesis | 6 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| 2.1 Panen dan Pascapanen Nanas | 8 |
| 2.2 Klorinasi | 9 |
| 2.2.1 Pelapis buah (<i>coating</i>) | 10 |
| 2.2.2 Pelapis KD-112 | 11 |
| 2.3 Kitosan | 11 |
| 2.4 Tingkat Kemasakan | 12 |
| 2.5 <i>Mealybug</i> dan Jamur Patogen Pascapanen Nanas | 14 |
| 2.5.1 <i>Mealybug</i> (<i>Dysmicoccus brevipes</i>) | 14 |
| 2.5.2 Jamur patogen pascapanen nanas | 14 |
| III. METODOLOGI PENELITIAN | 16 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 16 |
| 3.2 Bahan dan Alat | 16 |
| 3.3 Rancangan Penelitian | 16 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | 17 |
| 3.4.1 Pembuatan larutan klorin dan pencelupan buah nanas ke larutan klorin | 17 |
| 3.4.2 Pembuatan larutan pelapis (kitosan dan KD-112) dan pencelupan buah nanas tanpa <i>crown</i> ke larutan pelapis | 19 |
| 3.4.3 Pengamatan intensitas serangan penyakit dan identifikasi jamur patogen | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 3.5 Peubah Pengamatan | 19 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 25 |
| 4.1 Tingkat Kemasakan Akhir | 25 |
| 4.2 Susut Bobot Buah | 30 |
| 4.3 Kandungan °Brix | 34 |
| 4.4 Kandungan Asam Bebas | 38 |
| 4.5 Persentase Translusi | 39 |
| 4.6 Persentase Intensitas Serangan Jamur | 44 |
| 4.7 Keterjadian <i>Mealybug</i> | 47 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 52 |
| 5.1 Kesimpulan | 52 |
| 5.2 Saran | 53 |
| DAFTAR PUSTAKA | 54 |
| LAMPIRAN | 61 |
| • Hasil analisis SAS pengaruh faktor tunggal dan kombinasi tingkat kemasakan, klorin, dan jenis pelapis terhadap persentase °Brix buah nanas pada 14 HS | 66 |
| • Pengaruh klorin dan pelapis buah pada tingkat kemasakan yang berbeda terhadap perkembangan stadium dan mutu buah nanas (<i>Ananas comosus</i>) Kultivar MD2 | 98 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Rancangan perlakuan pengamatan pengaruh klorin dan pelapis buah pada tingkat kemasakan yang berbeda terhadap perkembangan stadium dan mempertahankan mutu buah nanas (<i>Ananas comosus</i>) kultivar MD2 | 18 |
| 2. Pengaruh tingkat kemasakan, klorin dan jenis pelapis terhadap susut bobot dan tingkat kemasakan buah nanas MD2 pada 14 dan 21 HS | 26 |
| 3. Pengaruh tingkat kemasakan, klorin dan jenis pelapis terhadap °Brix dan asam bebas buah nanas MD2 pada 14 dan 21 HS | 35 |
| 4. Pengaruh tingkat kemasakan, klorin dan jenis pelapis terhadap translusi dan keterjadian jamur pada buah nanas MD2 pada 14 dan 21 HS | 40 |
| 5. Pengaruh tingkat kemasakan, klorin dan jenis pelapis terhadap keterjadian <i>mealybug</i> pada buah nanas MD2 pada 14 dan 21 HS | 48 |
| 6. Perbandingan nilai rata-rata susut bobot buah, stadium, °Brix buah nanas MD2 pada 0, 14 dan 21 HS tanpa perlakuan (kontrol) | 62 |
| 7. Perbandingan nilai rata-rata asam bebas, translusi, jamur dan <i>mealy bug</i> buah nanas MD2 pada 0, 14 dan 21 HS tanpa perlakuan (kontrol) | 62 |
| 8. Rata – rata susut bobot buah, tingkat kemasakan, Brix, asam bebas, translusi, jamur dan <i>mealybug</i> buah nanas MD2 pada 14 HS | 63 |
| 9. Rata – rata susut bobot buah, tingkat kemasakan, Brix, asam bebas, translusi, jamur dan <i>mealybug</i> buah nanas MD2 pada 21 HS | 64 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. <i>Color guide</i> (Delmonte <i>Quality</i>) | 8 |
| 2. Diagram proses pascapanen nanas | 9 |
| 3. Kriteria tingkat kemasakan nanas di PT NTF | 13 |
| 4. Tiga tingkat kematangan nanas MD2 yang digunakan | 17 |
| 5. Proses pengambilan <i>juice</i> buah | 21 |
| 6. Tingkat keparahan translusi | 22 |
| 7. Skor tingkat keparahan serangan jamur | 24 |
| 8. Deskripsi pelapis KD-112 | 65 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Nanas (*Ananas comosus*) merupakan salah satu komoditas andalan di PT.

Nusantara Tropical Farm (PT NTF) selain pisang 'Cavendish'. Minat konsumen terhadap buah nanas yang dijual segar oleh PT NTF juga cukup tinggi.

Jenis nanas yang dikembangkan di PT NTF untuk tujuan ekspor maupun lokal tersebut adalah kultivar MD2 dengan keunggulan rasanya yang manis dan tidak menyebabkan gatal di lidah ketika dikonsumsi. Namun untuk tujuan penjualan, terlebih lagi untuk ekspor, diperlukan syarat perlakuan agar ketika buah nanas sampai ke konsumen masih segar, bersih, dan sehat. Hingga saat ini belum dilakukan usaha menjaga mutu buah nanas selama proses pascapanen. Oleh karena itu, perlu diupayakan usaha untuk menjaga mutu buah nanas.

Untuk menjaga mutu buah nanas, termasuk membersihkan *mealybug* (*Dysmicoccus brevipes*) dan jamur patogen, perlu penambahan klorin pada air pencucian buah. Klorin merupakan zat desinfektan yang biasa digunakan dalam proses panen maupun pascapanen. Desinfeksi merupakan perlakuan pada air saat pencucian buah untuk membunuh patogen, bakteri, fungi, virus maupun mikroorganisme lainnya (Pardede, 2009). Perlakuan klorinasi pada saat pencucian buah diharapkan mampu mengurangi *mealybug* dan infeksi patogen pada buah nanas pada saat pascapanen.

Selama ini, PT NTF belum menemukan jenis pelapis buah yang efektif untuk memperlama masa simpan dan mempertahankan mutu buah nanas segar. Jenis pelapis yang biasa digunakan oleh PT NTF adalah pelapis KD-112 yang diproduksi oleh perusahaan Kao. KD-112 merupakan jenis pelapis organik yang terbuat dari campuran gula ester. Namun KD-112 hanya berfungsi sebagai pelapis buah saja. Oleh karena itu, dalam penelitian ini juga akan digunakan jenis pelapis berupa kitosan, yang berfungsi ganda selain sebagai pelapis buah, juga berperan sebagai fungisida.

Kitosan diharapkan dapat melindungi buah dari infeksi patogen pascapanen. Menurut Trisnawati *et al.* (2013), pelapisan pada buah duku mampu menghambat keluarnya gas, uap air dan menghindari kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dan pencoklatan dapat dihambat.

Pada beberapa tahun terakhir, kitosan adalah satu bahan alami yang dapat digunakan untuk pelapis buah (Trisnawati *et al.*, 2013; Trung *et al.*, 2011; Abbasi *et al.*, 2009; Pamekas, 2007). Kitosan merupakan senyawa organik yang dapat digunakan sebagai *coating* pada buah yang aman untuk dikonsumsi.

Menurut Pamekas (2007), kitosan mampu melindungi buah secara fisik dan kimiawi. Kitosan yang melapisi permukaan buah dapat mengatur pertukaran gas dan kelembapan. Secara kimiawi, kitosan berfungsi sebagai fungisida. Beberapa penelitian menunjukkan hasil yang positif terhadap efektifitas kitosan sebagai senyawa fungisidal. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kitosan efektif dalam menghambat perkembangan fungi *Botrytis cinerea* pada pir jepang (Du *et al.*,

1997) dan mengendalikan penyakit antraknosa pada buah cabai merah (Pamekas, 2007).

Menurut Hasbi *et al.* (2005), tingkat kemasakan buah ketika dipanen akan mempengaruhi mutu buah. Buah yang dipanen terlalu cepat akan memiliki mutu buah yang tidak baik dan buah yang dipanen terlalu lama akan meningkatkan laju kerusakan pada buah. Tingkat kemasakan buah nanas yang biasa digunakan oleh PT NTF untuk pengiriman lokal adalah pada saat 0 (kacang hijau), 10 – 15, dan 25%. Namun, belum ditemukan tingkat kemasakan buah yang paling baik untuk ekspor.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pencelupan klorin dan pelapisan buah (KD-112 dan kitosan) pada tingkat kemasakan yang berbeda terhadap mutu dan tingkat kemasakan nanas kultivar MD2.

1.3 Kerangka Pemikiran

Dalam proses pascapanen buah, terdapat perlukaan pada buah yang terjadi ketika buah dipotong dari tanamannya induknya. Bagian buah yang luka akan mengalami respirasi dan reaksi biokimia yang lebih tinggi dibandingkan area lainnya.

Angka kehilangan hasil produk hortikultura dapat mencapai 50%, faktor – faktor yang dapat menyumbang kehilangan hasil antara lain penanganan pascapanen yang kurang tepat, dan aktivitas mikroorganisme. Bagian yang terluka dapat menjadi jalan masuknya patogen (Purwoko dan Suryana, 2000). Oleh karena itu,

perlu ada perlakuan terhadap buah ketika pascapanen untuk mengurangi respirasi pada buah dan serangan patogen pada buah untuk mempertahankan mutu buah tetap baik setelah buah dipanen.

Salah satu tahapan pascapanen yang biasa dilakukan untuk mengurangi kontaminasi mikroba pada buah adalah proses pencucian buah dengan menambahkan desinfektan berupa senyawa klorin sebanyak 100 ppm (Pardede, 2009). Menurut Anonimus (2008), penggunaan klorin 100 – 200 ppm mampu mengurangi cemaran *E. coli* pada produk sayur dan buah. Penggunaan klorin diperbolehkan asalkan tidak melebihi batas residu, yaitu 4 µL/L. Material klorin yang diperbolehkan untuk digunakan sebagai desinfektan adalah kalsium, sodium hipoklorit, dan klorin dioksida (Plotto dan Narciso, 2006).

Menurut Purwoko dan Suryana (2000), laju respirasi buah terkait dengan cepatnya proses kemunduran (deteriorasi) buah. Hal ini merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan kehilangan hasil pada buah. Umumnya buah memiliki lapisan lilin alami yang berfungsi sebagai pelindung, namun lapisan lilin alami tersebut seringkali hilang ketika proses pascapanen. Usaha yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan lapisan lilin secara eksogen. Perlakuan pelapisan ini dapat mempertahankan mutu buah selama di penyimpanan dengan menekan kehilangan kadar air pada buah, menguatkan jaringan kulit buah dan mempertahankan komponen volatil buah, serta mengendalikan kemasakan dengan memodifikasi konsentrasi O₂ dan CO₂ di dalam buah (Machado *et al.*, 2012), mengurangi transpirasi dan menghambat proses pemasakan (Banos *et al.*, 2006).

PT. NTF menggunakan pelapis KD-112 yang diproduksi oleh perusahaan Kao. KD-112 terbuat dari campuran gula ester. Untuk ekspor buah nanas, PT. NTF menggunakan KD-112 dengan konsentrasi 7%. Namun, pelapis KD-112 hanya berfungsi sebagai pelapis. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan suatu pelapis yang berfungsi juga untuk melindungi buah dari mikroba yaitu kitosan yang merupakan bahan pelapis dan juga bersifat fungisidal (Pamekas, 2007).

Kitosan merupakan modifikasi polimer karbohidrat alami yang berasal dari senyawa kitin yang secara alami ditemukan sebagai komponen dinding sel kulit serangga, jamur, dan ganggang dan digunakan dalam produk medis atau produk industri sebagai bahan bioaktif. Kitosan mampu menghambat pertumbuhan berbagai bakteri (Abbasi *et al.*, 2009). Pada beberapa penelitian, pelapisan kitosan pada buah srikaya (Trung *et al.*, 2011), cabai merah (Pamekas, 2007) dan duku (Trisnawati *et al.*, 2007), menggunakan kitosan dengan konsentrasi 2%, dan pada buah jambu kristal (Widodo *et al.*, 2013) menggunakan kitosan dengan konsentrasi 2,5%.

Buah dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu buah klimakterik dan nonklimakterik. Buah klimakterik, pemanenannya tidak perlu menunggu buah masak penuh di pohon. Walaupun demikian, untuk menjaga mutu, maka buah harus dipetik pada tingkat kematangan yang cukup. Buah nonklimakterik tidak dapat masak setelah dipetik dan mutunya tetap seperti pada saat dipetik meskipun disimpan beberapa lama (Antarlina, 2009). Buah nanas termasuk buah nonklimakterik yang mutunya tidak akan meningkat setelah buah dipanen.

Menurut Hasbi *et al.* (2005), mutu buah yang paling baik dapat diperoleh jika pemanenan dilakukan pada waktu yang tepat, karena mutu buah yang sudah dipanen tidak dapat diperbaiki dan hanya bisa dipertahankan. Buah yang dipanen terlalu cepat akan memiliki mutu yang jelek karena proses pemasakan tidak berlangsung sempurna. Buah yang dipanen terlalu lama akan meningkatkan peluang laju kerusakan buah.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Terdapat tingkat kemasakan buah yang paling tepat untuk memperlambat peningkatan tingkat kemasakan buah dan mempertahankan mutu buah nanas serta mencegah terjadinya penyakit busuk pada nanas;
2. Terdapat konsentrasi klorin yang paling efektif untuk memperlambat peningkatan tingkat kemasakan buah dan mempertahankan mutu buah nanas serta mencegah terjadinya penyakit busuk pada nanas;
3. Terdapat jenis pelapis yang paling efektif untuk memperlambat peningkatan tingkat kemasakan buah dan mempertahankan mutu buah nanas serta mencegah terjadinya penyakit busuk pada nanas;
4. Terdapat kombinasi klorin dan pelapis buah yang paling efektif untuk memperlambat peningkatan tingkat kemasakan buah dan mempertahankan mutu buah nanas serta mencegah terjadinya penyakit busuk pada nanas;
5. Terdapat kombinasi klorin dan tingkat kemasakan yang paling tepat untuk memperlambat peningkatan tingkat kemasakan buah dan mempertahankan mutu buah nanas serta mencegah terjadinya penyakit busuk pada nanas;

6. Terdapat kombinasi pelapis buah dan tingkat kemasakan yang paling tepat untuk memperlambat peningkatan tingkat kemasakan buah dan mempertahankan mutu buah nanas serta mencegah terjadinya penyakit busuk pada nanas;
7. Terdapat kombinasi klorin, pelapis buah dan tingkat kemasakan yang paling tepat untuk memperlambat peningkatan tingkat kemasakan buah dan mempertahankan mutu buah nanas serta mencegah terjadinya penyakit busuk pada nanas;

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panen dan Pascapanen Nanas

Dalam pemanenan nanas ada dua hal yang harus diperhatikan, yaitu apakah buah yang dipanen akan dijual untuk pasar lokal atau internasional. Pemanenan yang paling baik dilakukan pada saat buah telah masak sempurna (*ripe*), pada saat mutu santap (*eating quality*) dan tingkat Brix buah yang paling baik untuk dapat dikonsumsi. Namun untuk tujuan ekspor, buah dapat dipanen pada saat matang (*mature*).

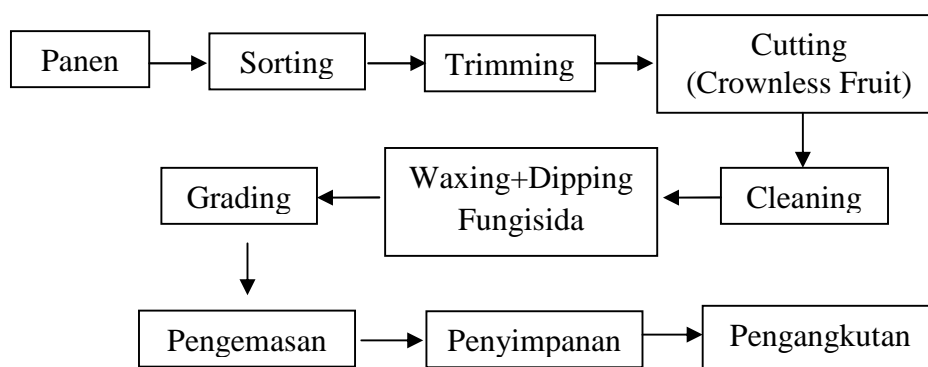
Nanas termasuk buah nonklimaterik dan tidak akan berubah dalam hal *eating quality* setelah buah dipanen. Untuk mendapatkan *eating quality* yang baik pada nanas, sebaiknya buah dipanen pada saat buah telah masak sempurna ketika di tanaman.

Di PT NTF, pemanenan buah dapat dilakukan pada saat 138 – 155 hari setelah *forcing*. Buah nanas dapat dipanen saat *color stage* antara 0 – 1 (Gambar 1).



Gambar 1. *Color guide* (Delmonte Quality)

Proses pascapanen nanas di PT NTF digambarkan dalam diagram berikut ini (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram proses pascapanen nanas

Buah yang sudah dipanen dibawa ke *packing house*. Buah yang rusak karena proses panen, terserang patogen atau terlalu matang tidak akan diproses lebih lanjut. Buah dibersihkan dari sisa – sisa daun yang terbawa ketika panen dan dilakukan pemotongan sisa tangkai buah. Untuk buah yang akan dijual dengan tanpa *crown* maka dilakukan pemotongan *crown* buah. Buah kemudian dimasukkan ke dalam bak pencucian dan disikat untuk membersihkan dari *mealybug*. Setelah buah bersih, buah dicelup dengan KD-112 dan fungisida. Buah kemudian dikelompokkan berdasarkan bobot buah. Tahap selanjutnya adalah, buah dimasukkan dalam kotak karton. Kotak buah kemudian dimasukkan ke dalam kontainer (*cold storage*) untuk kemudian diekspor.

2.2 Klorinasi

Salah satu tahapan pascapanen pada produk hortikultura adalah tahap pencucian buah. Pada tahapan ini, ke dalam air pencuci buah ditambahkan larutan klorin. Pembuatan larutan klorin dilakukan dengan menambahkan 200 ppm sodium hipoklorit ke dalam air bersih. Hal ini dilakukan untuk mengurangi bakteri dan jamur pada produk (Nasrin *et al.*, 2008).

Menurut Plotto dan Narciso (2006), penggunaan klorin diperbolehkan asalkan tidak melebihi batas residu pada air, yaitu 4 µL/L. Penggunaan klorin sebagai desinfektan sudah sering digunakan di banyak negara dalam proses produksi, pemanenan dan penanganan pascapanen pada buah dan sayur yang dijual segar. Klorin berguna sebagai fungisida dan bakterisida.

Penggunaan klorin mampu membersihkan produk dengan baik, tidak beracun dan tidak menimbulkan iritasi, larut dalam air pada berbagai konsentrasi, bau dapat diterima, konsentrasi stabil, mudah digunakan, mudah didapat, dan murah. Senyawa klorin yang paling sering digunakan sebagai sanitiser adalah hipoklorit. Klorin mampu merusak membran sel dan DNA mikroba. Penggunaan klorin 100 – 200 ppm mampu mengurangi cemaran *E. coli* pada produk sayur dan buah (Anonimus, 2008).

Klorin bekerja dengan cara kontak langsung dengan buah dan sayur namun tidak meninggalkan residu, sehingga mampu melindungi buah selama penyimpanan dan pengiriman (Zoffoli *et al.*, 2005). Pencelupan buah dan sayur dalam larutan klorin dapat menurunkan jumlah mikroba hingga 100 kali lipat dari populasi awal (Pardede, 2009).

2.3 Pelapis Buah (*Coating*)

Pelapis buah (*coating*) merupakan lapisan tipis pada buah yang dapat dimakan. Lapisan tipis ini mampu mengendalikan kelembapan, pertukaran O₂, CO₂, dan etilen dari buah yang dapat memengaruhi mutu dan daya simpan buah (Mishra *et al.*, 2010). Pelapis buah mampu memperpanjang masa simpan buah karena dapat memberikan perlindungan tambahan bagi buah dan memberikan efek yang sama

seperti penyimpanan termodifikasi. Maksimalnya fungsi pelapis buah sangat terpengaruh dari kontrol komposisi gas internal. Pelapis buah dapat memberikan alternatif untuk penyimpanan dengan atmosfer terkendali dengan cara menghambat perubahan mutu buah dan kerusakan pada buah melalui modifikasi dan kontrol atmosfer internal pada buah itu sendiri (Park, 1999).

2.3.1 Pelapis KD-112

Pelapis KD-112 diproduksi oleh perusahaan Kao. KD-112 merupakan jenis pelapis yang biasa dipakai oleh PT Nusantara Tropical Farm yang juga banyak digunakan oleh produsen nanas di Filipina. Pelapis KD-112 termasuk jenis pelapis organik yang terbuat dari campuran gula ester. KD-112 hanya berfungsi sebagai bahan pelapis buah yang berfungsi untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan mutu buah, namun tidak dapat melindungi buah dari infeksi patogen. Oleh karena itu, perlu dicari jenis pelapis lain yang juga dapat melindungi buah dari infeksi patogen, yaitu kitosan.

Menurut Sumnu dan Bayindirly (1997), poliester sukrosa efektif mereduksi oksigen tanpa meningkatkan CO₂ karena molekul sukrosa bersifat higroskopis yang dapat menarik air di atmosfer dan membentuk pembatas yang membuat molekul oksigen bergerak sangat lambat melewati air dan CO₂ tidak terperangkap oleh pembatas tersebut.

2.3.2 Kitosan

Kitosan terbuat dari limbah kulit udang sehingga aman untuk dikonsumsi. Kitosan mampu menginduksi enzim *chitinase* pada jaringan tanaman yang dapat mendegradasi kitin yang merupakan penyusun utama dinding sel fungi sehingga

kitosan juga bermanfaat sebagai fungisida (Trisnawati *et al.*, 2013). Kitosan bersifat tidak beracun, dapat didegradasi secara alami dan bersifat biofungsional. Kitosan adalah antifungi yang efektif dalam mengendalikan mikroba pada buah (Aider, 2010). Perlakuan kitosan secara umum mampu menekan infeksi *Colletotrichum gloeosporioides* secara *in vitro* (Hamdayanty *et al.*, 2012). Kitosan dapat mengacaukan sel – sel jamur dengan meningkatkan jumlah vakuola, menebalkan dinding sel, dan mendistorsi hifa dan mengagregasi sitoplasma (Trisnawati *et al.*, 2013).

Menurut Trung *et al.* (2011), kitosan harus dilarutkan ke dalam larutan asam organik jika akan digunakan sebagai pelapis pada buah. Pelapisan kitosan pada beberapa buah juga mampu memperpanjang masa simpan buah dan menghambat proses fermentasi buah (Trisnawati *et al.*, 2013; Trung *et al.*, 2011; Abbasi *et al.*, 2009; Pamekas, 2007). Kitosan mampu memperpanjang masa simpan dan mengendalikan kerusakan buah dengan cara menurunkan respirasi, menghambat pertumbuhan jamur dan pemasakan buah (Trisnawati *et al.*, 2013).

2.4 Tingkat Kemasakan

Buah dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu buah klimakterik dan nonklimakterik. Buah klimakterik, pemanenannya tidak perlu menunggu buah masak penuh di pohon. Walaupun demikian, untuk menjaga mutunya maka buah harus dipetik pada tingkat kematangan yang cukup. Buah nonklimakterik tidak dapat masak setelah dipetik dan mutunya tetap seperti pada saat dipetik meskipun disimpan beberapa lama (Antarlina, 2009).

Buah nanas termasuk buah nonklimaterik yang tidak akan mengalami peningkatan mutu setelah dipanen. Buah harus dipanen pada saat buah sudah masak. Buah yang dipanen pada tahap ini lebih rentan terhadap kerusakan mekanik, memiliki masa simpan (*shelf-life*) yang lebih pendek dan rentan terhadap serangan patogen dan gangguan fisiologis (Jan *et al.*, 2012).

Menurut Hasbi *et al.* (2005), mutu buah yang paling baik dapat diperoleh jika pemanenan dilakukan pada waktu yang tepat, karena mutu buah yang sudah dipanen tidak dapat diperbaiki, dan hanya bisa dipertahankan. Buah yang dipanen terlalu dini akan memiliki mutu yang jelek karena proses pemasakan tidak berlangsung sempurna. Buah yang dipanen terlalu lambat akan meningkatkan peluang laju kerusakan buah.

Menurut Parker and Maalekuu (2013), kerugian pascapanen dapat diminimalisir dengan memanen buah pada tingkat kemasakan yang tepat. PT NTF biasa menjual buah nanas pada tingkat kemasakan 0% (Kacang Hijau), 10 – 15, dan 25% (Gambar 3).



Gambar 3. Kriteria tingkat kemasakan nanas di PT NTF

2.5 *Mealybug* dan jamur patogen pascapanen nanas

2.5.1 *Mealybug* (*Dysmicoccus brevipes*)

Menurut Beardsley *et al.* (1982), hama utama pada perkebunan nanas adalah kutu putih (*Dysmicoccus brevipes*), lebih dari 100 spesies tanaman menjadi tanaman inangnya. Beberapa spesies semut berasosiasi dengan *mealybug* yang menyebabkan busuk lunak pada buah nanas (Sether *et al.*, 1998). Cara untuk mengendalikan hama ini adalah dengan memutus siklus hidupnya dengan cara membersihkan lahan nanas dari tanaman-tanaman yang terserang kutu putih, melakukan pergiliran tanaman yang buakan merupakan tanaman inangnya, dan menggunakan bibit yang bebas dari kutu putih (Mamahit *et al.*, 2008).

Menurut Husni *et al.* (2012), lama stadium telur *mealybug* adalah selama 8.2 ± 0.79 hari, nimfa instar kesatu selama 5.3 ± 0.67 hari, nimfa instar kedua selama 5.5 ± 0.84 hari untuk betina dan 5.3 ± 0.50 hari untuk jantan, nimfa instar ketiga selama 5.4 ± 0.51 hari untuk betina dan 3.6 ± 0.52 hari untuk jantan. Stadium nimfa instar keempat hanya terjadi pada jantan, berupa pupa selama $5,66 \pm 0,58$ hari. Lama hidup imago betina 14 ± 1.24 hari dan imago jantan 14 ± 1.24 hari. Total lama siklus hidup *mealybug* betina 38.4 ± 4.05 hari dan jantan 32.3 ± 3.64 hari.

2.5.2 Jamur patogen pascapanen nanas

Menurut Wijesinghe *et al.* (2010), beberapa penyebab kerusakan pascapanen buah nanas adalah meliputi serangan mikroorganisme baik jamur, bakteri maupun khamir. Penyakit yang menyerang pascapanen buah nanas adalah penyakit busuk hitam (*Thielaviopsis paradoxa* (De Seyn.)). Penyakit ini merupakan

penyakit utama pascapanen nanas di seluruh dunia yang berasal dari lapang (Sanchez *et al.*, 2007).

Jamur ini dapat menyerang nanas utuh pada saat di kebun maupun selama penyimpanan dan menyebabkan busuk hitam atau *black rot*. Jamur ini menginfeksi buah melalui luka yang terbentuk pada pangkal buah ketika buah dipanen. Infeksi dimulai dari pangkal buah dengan bentuk lingkaran kecil, bintik basah dan lunak. Bintik-bintik tersebut menyatu, membesar dan meluas pada seluruh bagian buah. Jaringan bagian dalam buah menjadi lunak, hitam, berair, dan mengeluarkan bau.

Penyakit ini dapat dikendalikan dengan menggunakan fungisida Benomyl atau dengan pengendalian secara biologi menggunakan mikroorganisme antagonis, yaitu *Trichoderma asperellum* (Wijesinghe *et al.*, 2010). Perkembangan penyakit ini dapat ditahan dengan penyimpanan dalam ruang pendingin, namun ketika buah dikeluarkan dan dipajang, penyakit ini akan terjadi dengan cepat (Reyes *et al.*, 2004).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di tiga Laboratorium, yaitu Laboratorium Pascapanen PT Nusantara Tropical Farm, Labuhan Ratu, Lampung Timur dan Laboratorium Penyakit Tanaman dan Laboratorium Pascapanen Hortikultura, Program Studi Agroteknologi, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari – Maret 2015.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang diperlukan dalam penelitian ini adalah buah nanas kultivar MD2, pelapis kitosan dan KD-112 (produksi Kao), larutan klorin (Bayclin 5,25%), dan aquades. Alat – alat yang digunakan antara lain refractometer, biuret, *cold storage* suhu 8 °C, gelas ukur, dan blender, dan lemari es.

3.3 Rancangan Penelitian

Percobaan ini disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial 3 x 3 x 3. Faktor pertama adalah tingkat kemasakan awal buah (0, 10 – 15, dan 25 %; Gambar 4). Faktor kedua adalah aplikasi klorin (0 [Kacang Hijau], 100, dan 200 ppm), dan faktor ketiga adalah pelapisan buah (tanpa pelapis, dengan kitosan 2.5%, dan waxing KD-112 7%). Masing – masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan masing – masing ulangan terdiri atas dua sampel buah

(untuk diamati pada saat 14 HS dan 21 HS). Total buah yang digunakan sebanyak 162 buah. Rancangan perlakuan total tertera pada Tabel 1.

Seluruh data dianalisis dengan ANOVA. Analisis data dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata 5% (*SAS System for Window V6.12*).



Gambar 4. Tiga tingkat kematangan nanas MD2 yang digunakan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan larutan klorin dan pencelupan buah nanas ke larutan klorin

Larutan klorin yang digunakan adalah 0, 100 dan 200 ppm. Bayclin memiliki konsentrasi 5,25%. Larutan klorin 100 ppm dibuat dengan cara mencampurkan cairan klorin sebanyak 1,90 ml dalam 1 L air, sedangkan untuk larutan klorin 200 ppm dibuat dengan cara mencampurkan 3,81 ml klorin ke dalam 1 L air. Pencelupan buah dilakukan selama ± 10 detik. Buah dicelupkan hingga seluruh bagian buah.

Tabel 1. Rancangan perlakuan pengamatan pengaruh klorin dan pelapis buah pada tingkat kemasakan yang berbeda terhadap perkembangan stadium dan mempertahankan mutu buah nanas (*Ananas comosus*) kultivar MD2

| Tingkat kemasakan | Perlakuan | Ulangan | Jml. Sampel (buah) | |
|--------------------------|------------------|----------------|---------------------------|---|
| 0% | Klorin 0 ppm | Tanpa pelapis | 3 | 2 |
| | | KD-112 7 % | 3 | 2 |
| | | Kitosan 2,5% | 3 | 2 |
| | Klorin 100 ppm | Tanpa pelapis | 3 | 2 |
| | | KD-112 7 % | 3 | 2 |
| | | Kitosan 2,5% | 3 | 2 |
| | Klorin 200 ppm | Tanpa pelapis | 3 | 2 |
| | | KD-112 7 % | 3 | 2 |
| | | Kitosan 2,5% | 3 | 2 |
| 10 – 15 % | Klorin 0 ppm | Tanpa pelapis | 3 | 2 |
| | | KD-112 7 % | 3 | 2 |
| | | Kitosan 2,5% | 3 | 2 |
| | Klorin 100 ppm | Tanpa pelapis | 3 | 2 |
| | | KD-112 7 % | 3 | 2 |
| | | Kitosan 2,5% | 3 | 2 |
| | Klorin 200 ppm | Tanpa pelapis | 3 | 2 |
| | | KD-112 7 % | 3 | 2 |
| | | Kitosan 2,5% | 3 | 2 |
| 25 % | Klorin 0 ppm | Tanpa pelapis | 3 | 2 |
| | | KD-112 7 % | 3 | 2 |
| | | Kitosan 2,5% | 3 | 2 |
| | Klorin 100 ppm | Tanpa pelapis | 3 | 2 |
| | | KD-112 7 % | 3 | 2 |
| | | Kitosan 2,5% | 3 | 2 |
| | Klorin 200 ppm | Tanpa pelapis | 3 | 2 |
| | | KD-112 7 % | 3 | 2 |
| | | Kitosan 2,5% | 3 | 2 |

3.4.2 Pembuatan larutan pelapis (kitosan dan KD-112) dan pencelupan buah nanas tanpa *crow*n ke larutan pelapis

Larutan kitosan 2.5% dibuat dengan cara melarutkan 0.5 ml asam asetat pekat ke dalam aquades hingga 1 L, lalu 25 g kitosan dilarutkan dalam larutan asam asetat tersebut hingga 1 L. Pelapis KD-112 7% dibuat dengan cara mencampurkan 70 ml KD-112 ke dalam 1 L aquades. Pencelupan buah dilakukan selama ± 10 detik. Pencelupan dilakukan hingga bagian buah tercelup seluruhnya. Setelah itu buah di masukkan ke dalam Box dan disimpan dalam *cold storage* suhu 8 °C.

3.4.3 Pengamatan intensitas serangan penyakit dan identifikasi jamur patogen

Pengamatan dilakukan secara rutin setiap hari terhadap kemunculan jamur pada buah (dengan kriteria ringan, sedang, berat) dan ada atau tidaknya gejala infeksi patogen. Buah yang menunjukkan gejala terinfeksi patogen (di bekas potongan mahkota nanas menunjukkan adanya perubahan warna menjadi hitam) dibawa ke Laboratorium Penyakit Tanaman, Program Studi Agroteknologi, Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung untuk dihitung dan diidentifikasi patogen yang menyerangnya.

3.5 Peubah Pengamatan

1. Perkembangan tingkat kemasakan

Pengamatan terhadap perkembangan tingkat kemasakan buah dilakukan pada masing – masing perlakuan. Pengamatan dilakukan pada saat 14 hari simpan (HS) dan 21 HS. Pengamatan tingkat kemasakan dilakukan dengan menyamakan persepsi tingkat kemasakan buah minimal sebanyak tiga orang.

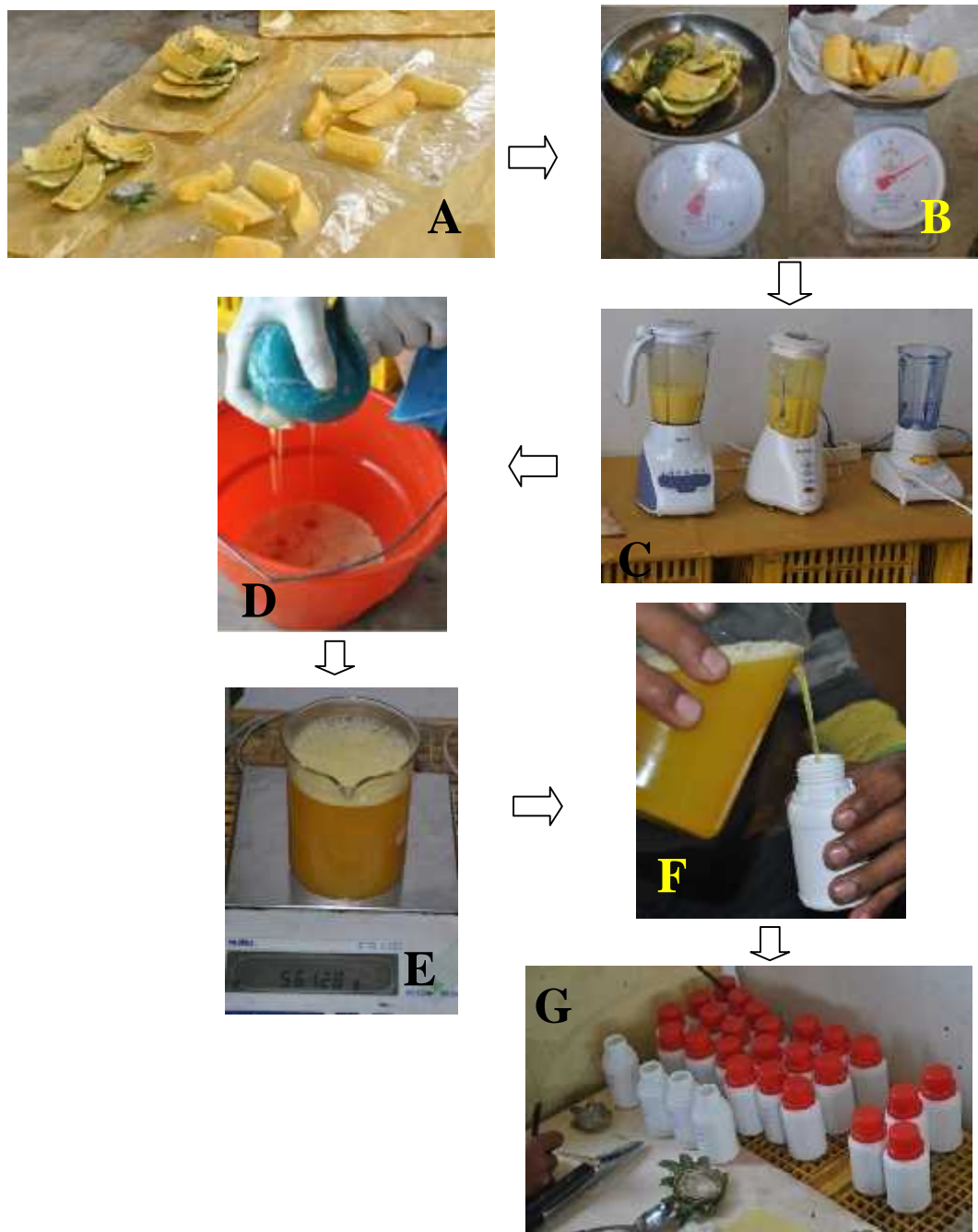
2. °Brix dan kandungan asam organik

Pengamatan terhadap tingkat °Brix buah dilakukan pada 14 HS dan 21 HS.

Pengamatan dilakukan dengan cara membelah buah dan memisahkan daging buah dengan kulitnya. Lalu daging dan kulit buah ditimbang. Setelah itu daging buah diblender lalu diperas untuk memperoleh *juice* nya. *Juice* buah ditimbang bobotnya dan diukur volumenya. *Juice* yang telah ditimbang dan diukur volumenya dimasukkan ke dalam botol – botol kecil sekitar \pm 100 ml/botol. Sisa *juice* yang diperoleh di teteskan ke alat refractometer untuk diketahui °Brix nya (Gambar 5). Selanjutnya botol – botol yang berisi *juice* nanas tersebut dimasukkan ke dalam *freezer* kulkas, setelah beku *juice* tersebut dibawa dari PT NTF ke Laboratorium Pascapanen Hortikultura, Fakultas Pertanian Universitas Lampung dengan menggunakan termos untuk diukur kandungan asam organiknya dengan metode titrasi.

2.1 Proses titrasi

Juice yang beku dicairkan terlebih dahulu. Setelah itu, larutan NaOH dibuat dengan cara melarutkan NaOH sebanyak 0,1 N dan dimasukkan ke dalam biuret. Selain itu juga disiapkan larutan PP (fenolftalein) sebagai indikator asam dengan cara mencampurkan sedikit PP ke dalam larutan etanol 70%. *Juice* nanas yang telah cair diambil menggunakan pipet gondok berukuran 1 ml dan dimasukkan ke dalam gelas (wadah), kemudian diberi tetesan cairan PP sebanyak dua tetes lalu dikocok sedikit agar cairan tercampur. Cairan *juice* tersebut kemudian diletakkan di bawah biuret dan dititrasi hingga terjadi perubahan warna menjadi sedikit pink.



Gambar 5. Proses pengambilan *juice* buah (A) buah dibelah dan dipisahkan antara kulit dan daging buahnya, (B) daging dan kulit buah ditimbang (C) daging buah di blender, (D) hasil blender disaring dan didapatkan *juice* nya, (E) *juice* buah di timbang bobotnya dan diukur volume nya, (F) *juice* buah dimasukkan dalam botol \pm 100 ml/botol (G) dilakukan pengukuran $^{\circ}$ Brix menggunakan refractometer dan botol – botol disimpan dalam *freezer*

3. Translusi

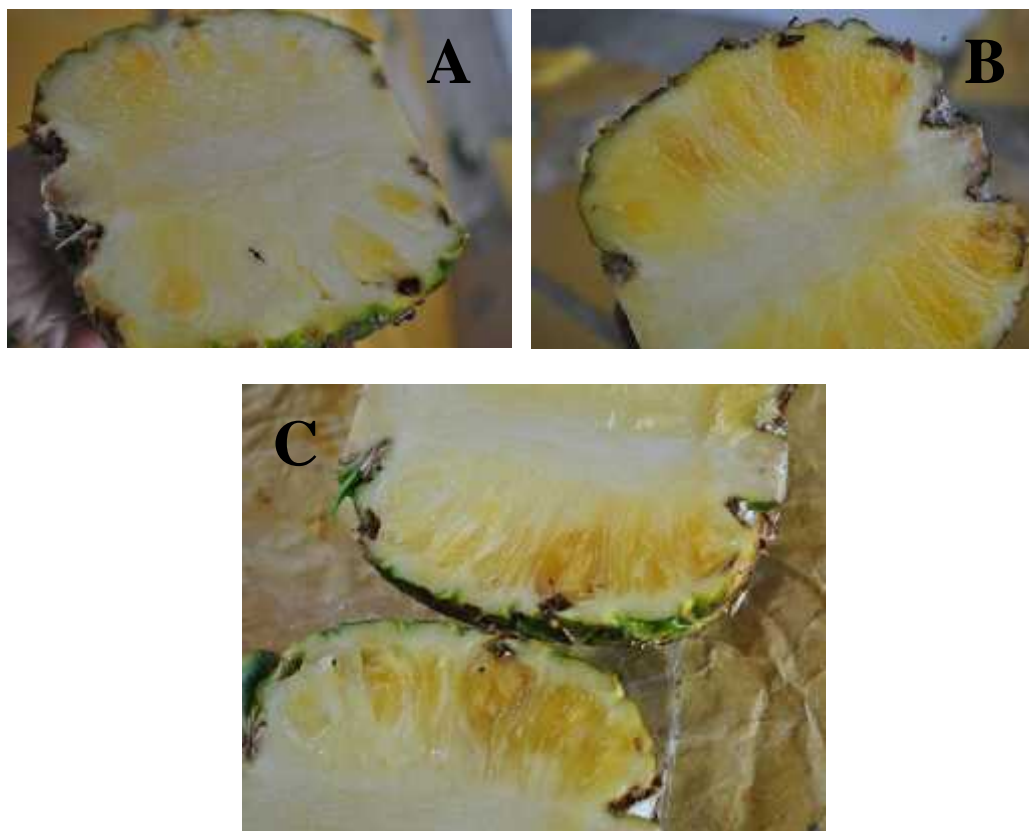
Pengamatan tingkat keparahan translusi dilakukan pada 14 HS dan 21 HS.

Pengamatan dilakukan dengan cara skoring secara visual tingkat keparahan translusi pada buah (Gambar 6).

1 = 0 – 30% (ringan)

2 = 31 – 60% (sedang)

3 > 60% (berat)



Gambar 6. Tingkat keparahan translusi (A) ringan (B) sedang (C) parah

4. Susut bobot

Penimbangan bobot buah dilakukan untuk mengetahui susut bobot pada buah.

Pengamatan dilakukan dengan menimbang buah pada awal perlakuan (0 HS), 14, dan 21 HS. Persentase susut bobot pada buah dihitung dengan cara sebagai berikut

$$\frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

5. Persentase serangan jamur dan *mealybug*

Pengamatan terhadap serangan jamur dilakukan pada 14 HS dan 21 HS.

Pengamatan dilakukan dengan cara skoring secara visual pada buah (Gambar 7).

1 = 1 – 20% (ringan)

2 = 21 – 41% (sedang)

3 > 41% (berat)

Persentase serangan jamur dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{PS} = \frac{n \cdot v}{N \cdot V} \times 100\%$$

PS = Persentase serangan jamur

n = Jumlah sampel yang bergejala jamur dengan skor tertentu

v = Skor tertentu yang ada pada sampel

N = Total jumlah seluruh sampel

V = Skor tertinggi

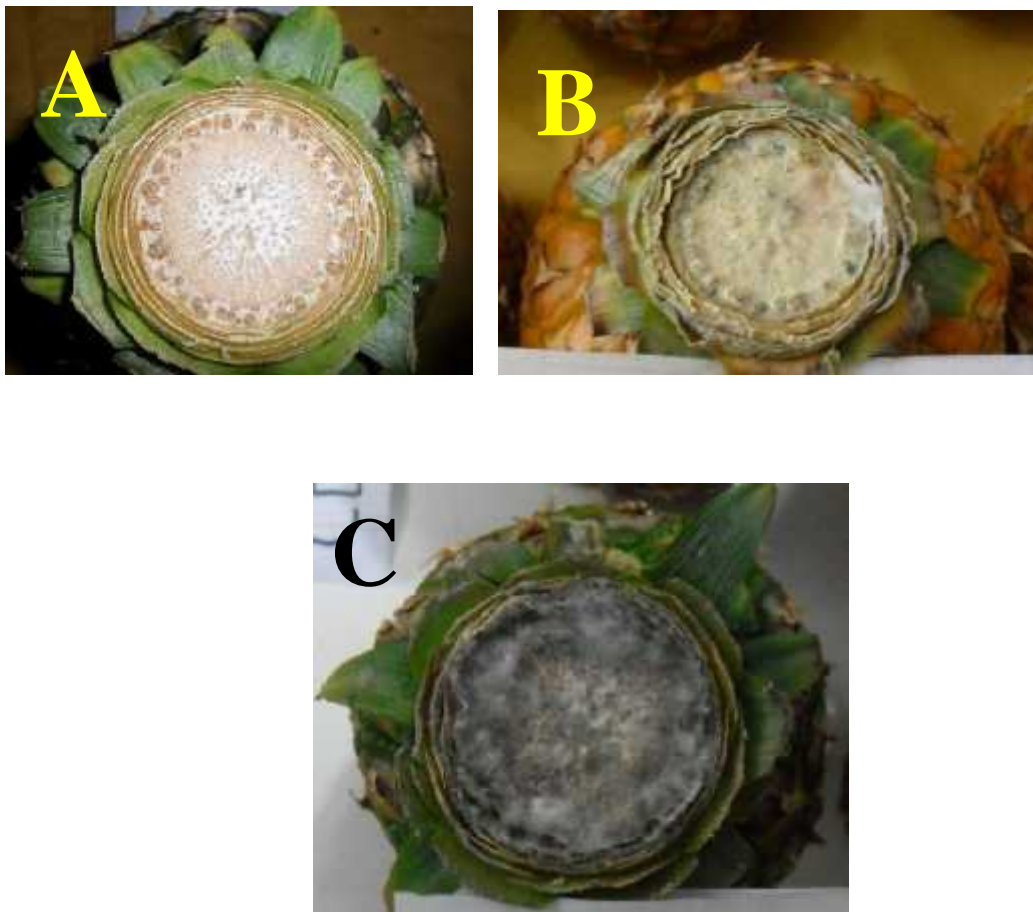
Keterjadian *mealy bug* dihitung dengan rumus berikut.

$$KP = n/N \times 100\%$$

KP = Keterjadian *mealy bug*

n = Jumlah sampel yang terdapat *mealy bug*

N = Total jumlah seluruh sampel



Gambar 7. Skor tingkat keparahan serangan jamur
(A) skor 1, (B) skor 2, (C) skor 3

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh tingkat kemasakan (0, 10 – 15% dan 25%), klorinasi (0, 100 dan 200 ppm) dan jenis pelapis (kitosan dan KD-112) terhadap tingkat kemasakan, susut bobot, (Tabel 2), °Brix, asam bebas (Tabel 3), translusi, intensitas serangan jamur (Tabel 4) serta keterjadian *mealybug* (Tabel 5) pada 14 dan 21 HS (hari simpan) tersaji sebagai berikut

4.1 Tingkat Kemasakan Akhir

Dari Tabel 2 menunjukkan tingkat kemasakan awal buah memengaruhi tingkat kemasakan akhir buah. Buah dengan tingkat kemasakan awal 0% menunjukkan tingkat kemasakan akhir yang paling rendah, yaitu 15,74% dan 19,82% pada 14 maupun 21 HS. Buah yang dipanen pada tingkat kemasakan 25% menunjukkan tingkat kemasakan akhir yang tertinggi yaitu 37,04% dan 40,74% pada 14 maupun 21 HS.

Hal ini menunjukkan bahwa ketika buah sampai di negara tujuan tingkat kemasakan buah masih belum mencapai 50% hingga 21 HS, ini artinya buah masih mempunyai waktu simpan untuk dipajang. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengamatan lama waktu simpan untuk buah ketika dipajang.

Tabel 2. Pengaruh tingkat kematangan, klorin dan jenis pelapis terhadap susut bobot dan tingkat kematangan buah nanas MD2 pada 14 dan 21 HS

| Perlakuan | | Tingkat Kemasakan (%) | | Susut Bobot (%) | |
|---|------------|-----------------------|----------|-----------------|----------|
| | | 14 HS | 21 HS | 14 HS | 21 HS |
| Tingkat Kemasakan | (S) | | | | |
| 0% | (S0) | 15,74 c | 19,82 b | 5,49 ab | 8,47 b |
| 10-15% | (S1) | 24,82 b | 25,74 b | 5,94 a | 10,37 a |
| 25% | (S2) | 37,04 a | 40,74 a | 4,27 b | 6,98 c |
| BNT (5%) | | 5,6 | 6,15 | 1,41 | 1,27 |
| Klorin | (K) | | | | |
| Tanpa | (K0) | 26,48 a | 31,30 a | 3,73 b | 7,42 b |
| Klorin 100 ppm | (K1) | 26,48 a | 27,41 a | 6,22 a | 9,67 a |
| Klorin 200 ppm | (K2) | 24,63 a | 27,59 a | 5,75 a | 8,73 a |
| BNT (5%) | | 5,6 | 6,15 | 1,41 | 1,27 |
| Jenis Pelapis | (P) | | | | |
| Tanpa | (P0) | 26,48 ab | 29,82 ab | 6,31 a | 8,86 a |
| Kitosan | (P1) | 29,04 a | 32,04 a | 4,94 b | 8,87 a |
| KD-112 | (P2) | 22,04 b | 24,44 b | 4,47 b | 8,09 a |
| BNT (5%) | | 5,6 | 6,15 | 1,41 | 1,27 |
| Tingkat Kemasakan*Klorin | S*K | | | | |
| S0K0 | | 16,11 d | 19,44 c | 4,87 b | 7,95 bcd |
| S0K1 | | 16,11 d | 21,67 bc | 6,83 ab | 9,04 abc |
| S0K2 | | 15,00 d | 18,33 c | 4,78 b | 8,41 bc |
| S1K0 | | 21,67 cd | 32,78 ab | 4,28 bc | 8,83 bc |
| S1K1 | | 24,44 cd | 21,67 bc | 5,46 ab | 11,74 a |
| S1K2 | | 28,33 c | 22,78 bc | 8,08 a | 10,55 a |
| S2K0 | | 41,67 a | 41,67 a | 2,06 c | 5,49 d |
| S2K1 | | 38,89 ab | 38,89 a | 6,36 ab | 8,23 bcd |
| S2K2 | | 30,56 bc | 41,67 a | 4,39 bc | 7,23 cd |
| BNT (5%) | | 9,60 | 12,19 | 2,67 | 2,84 |
| Tingkat Kemasakan* Jenis Pelapis | S*P | | | | |
| S0P0 | | 16,11 e | 21,67 bc | 6,01 ab | 9,09 abc |
| S0P1 | | 16,11 e | 20,56 bc | 5,36 ab | 8,50 a-d |
| S0P2 | | 15,00 e | 17,22 c | 5,11 ab | 7,80 bcd |
| S1P0 | | 27,22 bcd | 20,56 bc | 7,28 a | 10,76 a |
| S1P1 | | 26,67 cd | 31,11 b | 5,60 ab | 10,02 ab |
| S1P2 | | 20,56 de | 25,56 bc | 4,94 ab | 10,33 ab |
| S2P0 | | 36,11 ab | 47,22 a | 5,60 ab | 6,73 cd |
| S2P1 | | 44,44 a | 44,44 a | 3,87 b | 8,09 a-d |
| S2P2 | | 30,56 bc | 30,56 b | 3,35 b | 6,12 d |
| BNT (5%) | | 9,39 | 11,54 | 2,93 | 2,94 |

(Berlanjut)

Tabel 2. (Lanjutan)

| Perlakuan | Tingkat Kemasakan (%) | | Susut Bobot (%) | |
|--|-----------------------|-----------|-----------------|-----------|
| | 14 HS | 21 HS | 14 HS | 21 HS |
| Klorin* Jenis Pelapis | K*P | | | |
| K0P0 | 25,00 a | 32,78 ab | 3,15 c | 5,73 c |
| K0P1 | 31,11 a | 33,89 ab | 4,24 c | 7,88 bc |
| K0P2 | 23,33 a | 27,22 ab | 3,83 c | 8,65 abc |
| K1P0 | 31,11 a | 28,33 ab | 8,67 a | 11,36 a |
| K1P1 | 26,11 a | 27,22 ab | 5,40 bc | 9,26 ab |
| K1P2 | 22,22 a | 26,67 ab | 4,59 bc | 8,39 bc |
| K2P0 | 23,33 a | 28,33 ab | 7,07 ab | 9,50 ab |
| K2P1 | 30,00 a | 35,00 a | 5,19 bc | 9,48 ab |
| K2P2 | 20,56 a | 19,44 b | 4,99 bc | 7,21 bc |
| BNT (5%) | 12,79 | 14,68 | 2,69 | 2,95 |
| Tingkat kemasakan*Klorin* Jenis Pelapis | S*K*P | | | |
| S0K0P0 | 15,00 d | 25,00 cd | 5,85 cd | 6,18 hij |
| S0K0P1 | 18,30 cd | 18,33 d | 3,73 cde | 9,09 b-h |
| S0K0P2 | 15,00 d | 15,00 d | 5,02 cd | 8,57 c-h |
| S0K1P0 | 18,3 cd | 21,67 d | 7,08 bc | 12,76 ab |
| S0K1P1 | 15,00 d | 21,67 d | 7,06 bc | 7,21 e-j |
| S0K1P2 | 15,00 d | 21,67 d | 6,37 cd | 7,15 f-j |
| S0K2P0 | 15,00 d | 18,33 d | 5,09 cd | 8,35 c-i |
| S0K2P1 | 15,00 d | 21,67 d | 5,29 cde | 9,21 b-h |
| S0K2P2 | 15,00 d | 15,00 d | 3,95 cde | 7,68 d-j |
| S1K0P0 | 18,33 cd | 15,00 d | 3,58 cde | 11,00 a-e |
| S1K0P1 | 25,00 bcd | 50,00 ab | 5,17 cde | 6,84 g-j |
| S1K0P2 | 21,67 cd | 33,33 bcd | 4,09 cde | 8,64 c-i |
| S1K1P0 | 33,33 abc | 21,67 d | 7,19 bc | 10,46 a-g |
| S1K1P1 | 21,67 cd | 18,33 d | 5,26 cd | 11,26 a-d |
| S1K1P2 | 18,33 cd | 25,00 cd | 3,93 cde | 13,50 a |
| S1K2P0 | 30,00 bcd | 25,00 cd | 11,06 ab | 10,82 a-f |
| S1K2P1 | 33,33 abc | 25,00 cd | 6,38 cd | 11,96 abc |
| S1K2P2 | 21,67 cd | 18,33 d | 6,79 c | 8,86 c-i |
| S2K0P0 | 41,67 ab | 58,33 a | 0,00 e | 0,00 k |
| S2K0P1 | 50,00 a | 33,33 bcd | 3,81 cde | 7,72 e-j |
| S2K0P2 | 33,33 abc | 33,33 bcd | 2,36 de | 8,74 c-i |
| S2K1P0 | 41,67 ab | 41,67 abc | 11,74 a | 10,86 a-f |
| S2K1P1 | 41,67 ab | 41,67 abc | 3,89 cde | 9,29 b-h |
| S2K1P2 | 33,33 abc | 33,33 bcd | 3,46 cde | 4,54 j |
| S2K2P0 | 25,00 bcd | 41,67 abc | 5,06 cd | 9,34 b-h |
| S2K2P1 | 41,67 ab | 58,33 a | 3,90 cde | 7,28 e-j |
| S2K2P2 | 25,00 bcd | 25,00 cd | 4,23 cd | 5,08 ij |
| BNT (5%) | 16,82 | 18,44 | 4,29 | 3,8 |

Keterangan:

Huruf di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% menurut Uji BNT

Dari data pada tabel 2 menunjukkan aplikasi klorin tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perkembangan tingkat kemasakan buah nanas baik pada 14 maupun pada 21 HS, yang dalam hal ini diukur melalui perubahan warna pada kulit buah nanas. Menurut Wang *et. al.* (2013), aplikasi klorin yang diberikan pada buah strawberi juga tidak memberikan pengaruh terhadap perubahan warna kulit buah.

Menurut Du *et al.* (1997), penggunaan pelapis buah mampu menghambat kemasakan buah karena produksi etilen pada buah dihambat. Pelapis kitosan maupun KD-112 yang diaplikasikan pada buah tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dalam menghambat tingkat kemasakan buah nanas (Tabel 2). Namun perlakuan KD-112 menunjukkan perbedaan tingkat kemasakan akhir yang signifikan lebih rendah daripada buah yang diaplikasikan kitosan. Hal ini menunjukkan pelapis KD-112 lebih mampu dalam menghambat laju respirasi buah dibandingkan dengan kitosan. Hagenmaier dan Shaw (1992) juga menyatakan bahwa penggunaan jenis pelapis dengan kandungan ester gula paling direkomendasikan untuk buah nanas karena memiliki permeabilitas yang lebih rendah terhadap O₂, CO₂ dan kelembapan buah.

Perlakuan kombinasi tingkat kemasakan awal buah dengan klorin (SK) pada 14 HS menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan awal 0% tanpa maupun dengan klorin menunjukkan tingkat kemasakan akhir yang paling rendah, begitu pula pada buah dengan tingkat kemasakan awal 10 – 15% tanpa maupun dengan klorin 100 ppm. Sementara buah dengan tingkat kemasakan awal 25% tanpa maupun dengan klorin 100 ppm menunjukkan tingkat kemasakan akhir yang paling tinggi.

Sementara buah dengan tingkat kemasakan awal 10 – 15% maupun 25% dengan klorin 200 ppm berada diantaranya. Hal yang sama juga terjadi pada 21 HS. Hal ini menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan awal 0% mengalami peningkatan kemasakan yang paling rendah, namun kombinasi dengan klorin 200 ppm juga mampu menekan tingkat kemasakan buah. Menurut Du *et. al.* (2007), aplikasi klorin pada buah paprika efektif dalam menghambat proses fisiologi buah pascapanen termasuk respirasi buah.

Pada perlakuan kombinasi tingkat kemasakan awal dan jenis pelapis buah (SP) pada 14 HS (Tabel 2) menunjukkan perlakuan kombinasi tingkat kemasakan awal buah 0% (S0) dengan tanpa pelapis buah menunjukkan tingkat kemasakan akhir yang paling rendah. Pada buah dengan tingkat kemasakan awal 10 - 15% yang dikombinasikan dengan pelapis KD-112 (S1P2) juga masih menunjukkan tingkat kemasakan akhir yang rendah. Buah dengan kombinasi tingkat kemasakan awal 25% tanpa maupun dengan pelapis kitosan menunjukkan tingkat kemasakan yang tinggi yaitu 36,11% dan 44,44%, namun kombinasi dengan pelapis KD-112 menunjukkan tingkat kemasakan yang signifikan lebih rendah yaitu 30,56%. Hal ini menunjukkan penggunaan buah dengan tingkat kemasakan awal 10 – 15% dengan aplikasi KD-112 masih menunjukkan tingkat kemasakan yang signifikan lebih rendah hingga 21 HS. Begitu pula pada 21 HS menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan 0% tanpa maupun dengan aplikasi pelapis buah dan buah dengan tingkat kemasakan awal 10 – 15% dengan aplikasi KD-112 menunjukkan tingkat kemasakan yang paling rendah. Hal ini menunjukkan pelapis KD-112 lebih efektif dalam menahan laju kemasakan buah sampai pada tingkat kemasakan awal 10 – 15% (S1) hingga 21 HS.

Kombinasi perlakuan klorin dengan pelapis buah (KP) pada 14 HS tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, namun pada 21 HS menunjukkan buah dengan aplikasi klorin 200 ppm dengan pelapis KD-112 menunjukkan tingkat kemasakan yang signifikan paling rendah. Hal ini memperkuat hasil sebelumnya yang menunjukkan kombinasi tingkat kemasakan awal buah dengan klorin 200 ppm maupun pelapis KD-112 menunjukkan tingkat kemasakan akhir yang paling rendah.

Kombinasi tingkat kemasakan awal, klorin dan jenis pelapis buah (SKP) pada 14 HS menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan awal 0% dikombinasikan dengan seluruh perlakuan klorin maupun pelapis buah menunjukkan tingkat kemasakan buah yang rendah, buah dengan tingkat kemasakan awal 10 – 15% tanpa klorin dengan pelapis kitosan maupun KD-112 juga menunjukkan tingkat kemasakan yang rendah.

Perlakuan kombinasi tiga faktor menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan awal 0% yang dikombinasikan dengan seluruh perlakuan klorin dan pelapis buah menunjukkan tingkat kemasakan yang paling rendah baik pada 14 maupun 21 HS.

4.2 Susut Bobot Buah

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan tingkat kemasakan awal buah tidak berpengaruh nyata terhadap susut bobot pada buah nanas hingga 14 HS, namun setelah 21 HS terlihat buah dengan tingkat kemasakan 25% (S2) menunjukkan susut bobot yang signifikan lebih rendah dibandingkan buah dengan tingkat kemasakan awal 0% (S0), dan S0 signifikan lebih rendah dibandingkan buah dengan tingkat kemasakan 10 – 15% (S1).

Menurut Jan *et al.* (2012), tingkat kemasakan saat buah dipanen sangat memengaruhi susut bobot pada buah setelah dipanen. Pada umumnya, susut bobot pada buah yang dipanen dengan tingkat kemasakan yang lebih awal menunjukkan susut bobot yang lebih tinggi daripada buah yang dipanen pada pertengahan atau pada tingkat kemasakan yang lebih lanjut.

Susut bobot buah dipengaruhi oleh tingkat kelembapan buah yang diatur oleh lapisan lilin alami pada buah yang meningkat sejalan dengan tingkat kemasakan buah. Pada umumnya, lapisan lilin pada buah yang dipanen pada tingkat kemasakan yang lebih awal belum terlalu sempurna sehingga mengalami susut bobot yang lebih tinggi (Jan *et al.*, 2012). Hal inilah yang menyebabkan buah dengan tingkat kemasakan 25% (S2) secara signifikan mengalami susut bobot yang lebih rendah. Menurut Perez *et al.* (2007), tingkat kemasakan buah memengaruhi terjadinya susut bobot pada beberapa komoditas seperti kentang dan tomat, namun belum ada penjelasan yang pasti mengenai hubungan antara tingkat kemasakan dengan terjadinya susut bobot baik pada buah maupun pada sayuran. Sedangkan untuk buah dengan tingkat kemasakan awal 10 – 15% (S1) menunjukkan susut bobot yang relatif lebih tinggi diduga karena tingginya tingkat dehidrasi pada buah karena mekanisme tertentu (Dhar *et al.*, 2008).

Tabel 2 menunjukkan perlakuan klorinasi justru secara signifikan meningkatkan terjadinya susut bobot buah pada 14 maupun 21 HS. Menurut Kamol *et al.* (2014), peningkatan susut bobot pada buah nanas terkait dengan terjadinya difusi gas melalui stomata pada kulit buah nanas. Hal yang sama juga terjadi pada aplikasi klorin pada buah strawberi yang justru meningkatkan susut bobot buah.

Hal ini diduga terjadi karena klorin memberikan pengaruh baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap pembukaan stomata yang berakibat meningkatnya susut bobot pada buah (Kim dan Hwang, 2016).

Menurut Brewer dan Schreuder (2001), klorin dalam larutan air akan membentuk larutan asam tinggi yang terdiri dari asam hidroklorik (HCl) dan asam hipoklorida (HOCl atau *bleach*). Efek dari asam ini sangat akut pada sel kutikula (Percy *et al.*, 1992), yang dapat menyebabkan perubahan lilin kutikula dan meningkatkan kehilangan air pada sel kutikula (Esch dan Mengel, 1998).

Pada 14 HS menunjukkan aplikasi pelapis buah, baik kitosan maupun KD-112 memberikan pengaruh yang signifikan dalam menghambat susut bobot buah dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Tabel 2). Menurut Machado *et al.* (2009), aplikasi pelapis buah dapat menutup lapisan pori – pori pada kulit buah yang dapat mengurangi permeabilitas uap air dan gas, sehingga dapat mengurangi susut bobot pada buah. Namun pada penelitian yang sama dengan perlakuan yang sama tidak memberikan pengaruh terhadap susut bobot buah, hal ini dikarenakan efek dari pelapis buah ini tergantung dari status dehidrasi buah yang ditentukan oleh tingkat kemasakan buah (Machado *et al.*, 2014). Oleh karena itu pada 21 HS tidak menunjukkan pengaruh yang nyata dikarenakan tingkat kemasakan buah yang lebih tinggi.

Perlakuan kombinasi tingkat kemasakan awal buah dengan klorinasi pada 14 HS (Tabel 2) menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap susut bobot buah. Kombinasi tingkat kemasakan awal 10 – 15% tanpa klorin (S1K0), tingkat kemasakan 25% tanpa klorin (S2K0), dan tingkat kemasakan awal 25% dengan

klorin 200 ppm (S2K2) menunjukkan susut bobot yang paling rendah, namun pada 21 HS tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini sejalan dengan hasil pengamatan secara tunggal yang menunjukkan bahwa aplikasi klorin justru meningkatkan susut bobot buah. Dari data ini menunjukkan kombinasi S1K0 dan S2K0 mengalami susut bobot yang rendah.

Perlakuan kombinasi tingkat kemasakan awal dengan jenis pelapis buah (SP) tidak menunjukkan interaksi yang nyata terhadap susut bobot buah baik pada 14 maupun 21 HS (Tabel 2). Kombinasi perlakuan klorin dengan jenis pelapis (KP) pada 21 HS menunjukkan interaksi yang nyata. Kombinasi pelapis buah dengan kontrol tidak berpengaruh terhadap susut bobot buah, namun kombinasi kitosan maupun KD – 112 dengan klorin 100 maupun 200 ppm menunjukkan susut bobot yang tinggi. Kombinasi klorin 100 maupun 200 ppm dengan KD – 112 mampu menahan susut bobot buah. Hal ini konsisten dengan yang dilaporkan oleh Widodo *et al.* (2016), bahwa aplikasi KD-112 terhadap pepaya Kalifornia mampu menghambat susut bobot buah.

Pada kombinasi tiga faktor tidak menunjukkan interaksi yang nyata pada 14 HS, namun pada 21 HS menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan awal 25% tanpa aplikasi klorin maupun pelapis buah (S2K0P0) mengalami susut bobot yang signifikan paling rendah. Hal ini menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan 25% mengalami transpirasi yang rendah karena lapisan lilin alami yang sudah terbentuk sempurna (Jan *et al.*, 2012) sehingga mampu menahan susut bobot buah meski tanpa aplikasi klorin maupun pelapis buah.

PT NTF memiliki batasan toleransi penyusutan bobot buah hingga sampai ke negara tujuan maksimal adalah 1 kg/box buah. Dalam satu box buah nanas *crowless* terdapat 9 buah. Berdasarkan hasil pengamatan, pada 21 HS susut bobot pada buah dengan tingkat kemasakan 0 dan 10 – 15% (S0 dan S1) sebesar 8,47% dan 10,37%, dan jika dihitung dalam satu box, buah dengan tingkat kemasakan awal 0% (S0) akan mengalami susut bobot sebesar 1,04 kg/box dan buah dengan tingkat kemasakan awal 10 -15% (S1) akan mengalami susut bobot sebesar 1,23 kg/box. Hal ini menunjukkan buah yang paling baik digunakan untuk pengiriman dengan pertimbangan susut bobotnya adalah buah dengan tingkat kemasakan awal 0% (S0).

4.3 Kandungan °Brix

Pada 14 HS buah dengan tingkat kemasakan awal 10 – 15% dan 25% (S1 dan S2) menunjukkan kandungan °Brix yang signifikan lebih tinggi dibandingkan kontrol (Tabel 3). Namun pada 21 HS perlakuan tingkat kemasakan awal buah tidak berpengaruh nyata terhadap °Brix buah. Padatan terlarut pada buah akan meningkat seiring dengan meningkatnya kemasakan buah (Parker dan Maalekuu, 2013) dan lamanya penyimpanan, namun setelah mencapai kemasakan normal, akan terjadi penurunan kadar padatan terlarut buah (Purwoko dan Magdalena, 1999).

Tabel 3. Pengaruh tingkat kemasakan, klorin dan jenis pelapis terhadap °Brix dan asam bebas buah nanas MD2 pada 14 dan 21 HS

| Perlakuan | | °Brix | | Asam Bebas (g/100 g) | |
|---|------------|-----------|----------|-------------------------|----------|
| | | 14 HS | 21 HS | 14 HS | 21 HS |
| Tingkat Kemasakan | (S) | | | | |
| 0% | (S0) | 15,95 b | 16,00 a | 0,78 a | 0,81 a |
| 10-15% | (S1) | 16,43 a | 16,33 a | 0,76 a | 0,88 a |
| 25% | (S2) | 16,54 a | 16,27 a | 0,81 a | 0,91 a |
| BNT (5%) | | 0,43 | 0,43 | 0,11 | 0,11 |
| Klorin | (K) | | | | |
| Tanpa | (K0) | 16,08 a | 16,16 a | 0,82 a | 0,89 a |
| Klorin 100 ppm | (K1) | 16,43 a | 16,16 a | 0,72 a | 0,83 a |
| Klorin 200 ppm | (K2) | 16,41 a | 16,27 a | 0,80 a | 0,87 a |
| BNT (5%) | | 0,43 | 0,43 | 0,11 | 0,11 |
| Jenis Pelapis | (P) | | | | |
| Tanpa | (P0) | 16,13 a | 16,23 a | 0,74 b | 0,92 a |
| Kitosan | (P1) | 16,37 a | 16,16 a | 0,86 a | 0,87 a |
| KD-112 | (P2) | 16,41 a | 16,21 a | 0,74 b | 0,81 a |
| BNT (5%) | | 0,43 | 0,43 | 0,13 | 0,11 |
| Tingkat Kemasakan* Klorin | S*K | | | | |
| S0K0 | | 15,78 b | 15,93 a | 0,78 a | 0,88 abc |
| S0K1 | | 15,80 b | 16,00 a | 0,69 a | 0,84 abc |
| S0K2 | | 16,27 ab | 16,07 a | 0,86 a | 0,70 c |
| S1K0 | | 16,22 ab | 16,09 a | 0,83 a | 0,88 abc |
| S1K1 | | 16,68 ab | 16,33 a | 0,64 a | 0,78 bc |
| S1K2 | | 16,49 ab | 16,56 a | 0,81 a | 0,99 a |
| S2K0 | | 16,24 ab | 16,47 a | 0,85 a | 0,91 ab |
| S2K1 | | 16,91 a | 16,13 a | 0,82 a | 0,88 abc |
| S2K2 | | 16,47 ab | 16,20 a | 0,75 a | 0,93 ab |
| BNT (5%) | | 0,82 | 0,76 | 0,22 | 0,19 |
| Tingkat Kemasakan* Jenis Pelapis | S*P | | | | |
| S0P0 | | 15,91 c | 15,84 b | 0,76 a | 0,81 ab |
| S0P1 | | 16,20 abc | 15,91 ab | 0,79 ab | 0,82 ab |
| S0P2 | | 15,73 c | 15,24 ab | 0,78 b | 0,79 b |
| S1P0 | | 16,07 bc | 16,60 a | 0,74 b | 0,96 ab |
| S1P1 | | 16,24 abc | 16,07 ab | 0,81 ab | 0,83 ab |
| S1P2 | | 16,98 a | 16,31 ab | 0,74 b | 0,86 ab |
| S2P0 | | 16,42 abc | 16,24 ab | 0,73 b | 0,98 a |
| S2P1 | | 16,80 ab | 16,49 ab | 0,99 a | 0,96 ab |
| S2P2 | | 16,40 abc | 16,07 ab | 0,70 b | 0,78 b |
| BNT (5%) | | 0,8 | 0,75 | 0,21 | 0,19 |

(Berlanjut)

Tabel 3. (Lanjutan)

| Perlakuan | | °Brix | | Asam Bebas (g/100 g) | |
|---|--------------|-----------|-----------|-------------------------|----------|
| | | 14 HS | 21 HS | 14 HS | 21 HS |
| Klorin* Jenis Pelapis | K*P | | | | |
| K0P0 | | 15,82 a | 16,18 a | 0,68 c | 0,93 a |
| K0P1 | | 16,16 a | 16,09 a | 1,02 a | 0,88 a |
| K0P2 | | 16,27 a | 16,22 a | 0,76 bc | 0,86 a |
| K1P0 | | 16,60 a | 15,98 a | 0,66 c | 0,86 a |
| K1P1 | | 16,47 a | 15,93 a | 0,75 bc | 0,85 a |
| K1P2 | | 16,22 a | 16,56 a | 0,75 bc | 0,78 a |
| K2P0 | | 15,98 a | 16,53 a | 0,89 ab | 0,97 a |
| K2P1 | | 16,62 a | 16,44 a | 0,82 bc | 0,87 a |
| K2P2 | | 16,62 a | 15,84 a | 0,71 bc | 0,78 a |
| BNT (5%) | | 0,84 | 0,74 | 0,2 | 0,19 |
| Tingkat kemasakan* Klorin* Jenis Pelapis | S*K*P | | | | |
| S0K0P0 | | 16,13 b-e | 15,60 c | 0,63 efg | 0,82 abc |
| S0K0P1 | | 15,73 de | 15,73 c | 0,84 a-g | 0,87 abc |
| S0K0P2 | | 15,47 e | 16,47 abc | 0,86 a-f | 0,96 abc |
| S0K1P0 | | 15,60 e | 16,13 abc | 0,83 efg | 0,84 abc |
| S0K1P1 | | 15,80 cde | 15,67 c | 0,76 b-g | 0,88 abc |
| S0K1P2 | | 16,00 b-e | 16,20 abc | 0,73 c-g | 0,78 bc |
| S0K2P0 | | 16,00 b-e | 15,80 c | 1,07 ab | 0,76 bc |
| S0K2P1 | | 17,07 abc | 16,33 abc | 0,75 b-g | 0,72 bc |
| S0K2P2 | | 15,73 de | 16,07 bc | 0,74 b-g | 0,63 c |
| S1K0P0 | | 15,33 e | 16,40 abc | 0,72 d-g | 0,99 ab |
| S1K0P1 | | 16,40 b-e | 16,00 c | 1,17 a | 0,87 abc |
| S1K0P2 | | 16,93 a-d | 15,87 c | 0,61 efg | 0,78 bc |
| S1K1P0 | | 17,07 abc | 16,00 c | 0,64 efg | 0,76 bc |
| S1K1P1 | | 16,60 b-e | 15,67 c | 0,55 fg | 0,73 bc |
| S1K1P2 | | 16,07 b-e | 17,33 ab | 0,73 c-g | 0,85 abc |
| S1K2P0 | | 15,80 cde | 17,40 a | 0,85 a-f | 1,14 a |
| S1K2P1 | | 15,73 de | 16,33 abc | 0,70 d-g | 0,88 abc |
| S1K2P2 | | 17,93 a | 15,73 c | 0,87 a-f | 0,94 abc |
| S2K0P0 | | 16,00 b-e | 16,53 abc | 0,70 d-g | 0,98 ab |
| S2K0P1 | | 16,33 b-e | 16,53 abc | 1,06 abc | 0,91 abc |
| S2K0P2 | | 16,40 b-e | 16,33 abc | 0,80 b-g | 0,84 abc |
| S2K1P0 | | 17,13 ab | 15,80 c | 0,75 b-g | 0,97 ab |
| S2K1P1 | | 17,00 a-d | 16,47 abc | 0,92 a-e | 0,95 abc |
| S2K1P2 | | 16,60 b-e | 16,13 abc | 0,80 b-g | 0,72 bc |
| S2K2P0 | | 16,13 b-e | 16,40 abc | 0,74 b-g | 1,01 ab |
| S2K2P1 | | 17,07 abc | 16,47 abc | 1,00 a-d | 1,01 ab |
| S2K2P2 | | 16,20 b-e | 15,73 c | 0,56 g | 0,78 bc |
| BNT (5%) | | 1,28 | 1,29 | 0,34 | 0,34 |

Keterangan:

Huruf di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% menurut Uji BNT

Pada 14 HS buah dengan tingkat kemasakan 0% (S0) masih menunjukkan °Brix yang signifikan paling rendah dibandingkan dengan buah dengan tingkat kemasakan awal 10 – 15% (S1) dan 25% (S2), karena tingkat kemasakannya masih rendah, namun setelah 21 HS tidak lagi menunjukkan perbedaan yang signifikan karena pati sudah terdegradasi menjadi gula. Menurut Hajar *et al.* (2012), selama proses pemasakan nanas, pati akan terdegradasi menjadi gula larut sederhana, sehingga nilai °Brix cenderung tidak berbeda nyata.

Perlakuan klorin maupun pelapisan buah secara tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan °Brix buah pada 14 maupun 21 HS (Tabel 3). Hal yang sama juga terjadi pada penelitian Wang *et al.* (2013), aplikasi klorin tidak memengaruhi padatan terlarut pada buah strawberi. Penelitian Kassim *et al.* (2016), pada buah jeruk juga menunjukkan hal yang sama. Begitupula pada aplikasi pelapis buah, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini dikarenakan pati sudah terdegradasi menjadi gula sehingga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Degradasi selulosa, hemiselulosa, dan pektin pada dinding sel buah menghasilkan komponen terlarut dan meningkatkan °Brix pada buah (Kassim *et al.*, 2016).

Perlakuan kombinasi dua maupun tiga faktor tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap °Brix buah baik pada 14 maupun 21 HS. Dari data tunggal terlihat bahwa pada akhir pengamatan kandungan °Brix buah hanya signifikan berbeda nyata lebih rendah pada buah dengan tingkat kemasakan awal 0% (S0). Aplikasi klorin maupun pelapis buah juga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap °Brix buah.

4.4 Kandungan Asam Bebas

Terjadinya efek penundaan kematangan akan lebih jelas terlihat pada nilai nisbah padatan terlarut total dengan kandungan total asam tertitrasi buah. Saat buah-buahan menjadi masak, maka kandungan gulanya meningkat, tetapi kandungan asamnya menurun (Purwoko dan Magdalena, 1999). Perlakuan tingkat kemasakan awal buah dan klorinasi secara tunggal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan asam bebas buah baik pada 14 maupun 21 HS (Tabel 3). Menurut Nagar (1994), seiring dengan meningkatnya kemasakan buah, kandungan asam pada buah akan terdegradasi selama proses respirasi pada buah. Diduga kandungan asam pada buah setelah 14 maupun 21 HS telah terdegradasi sehingga dari data pada Tabel 3 terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan.

Selama dalam proses penyimpanan, seiring dengan kemasakan buah, metabolisme asam terus berjalan dengan mengubah pati dan asam menjadi gula (Duan *et al.*, 2011). Aplikasi pelapis buah pada 14 HS menunjukkan buah yang diaplikasikan kitosan (P1) berbeda nyata lebih tinggi kandungan asamnya dibandingkan dengan kontrol maupun pelapis KD-112, namun setelah 21 HS tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini menunjukkan kitosan mampu menahan kandungan asam pada buah hingga 14 HS. Hal ini sejalan dengan penelitian Chauhan *et al.* (2014), yang menunjukkan pada buah mangga yang diaplikasikan kitosan kandungan asam nya lebih tinggi.

Perlakuan kombinasi tanpa klorin dengan jenis pelapis kitosan pada 14 HS menunjukkan kandungan asam yang signifikan paling tinggi, namun tidak

menunjukkan perbedaan yang signifikan setelah 21 HS. Hal ini sejalan dengan data pada perlakuan secara tunggal bahwa aplikasi kitosan mampu menahan kandungan asam buah hingga 14 HS.

Perlakuan kombinasi tiga faktor tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan baik pada 14 HS maupun pada 21 HS.

4.4 Persentase Translusi

Menurut Chen dan Paull (2000), translusi terjadi karena adanya akumulasi gula dan aktifitas enzim metabolisme gula pada buah. Tingginya aktifitas enzim ini meningkatkan konsentrasi zat terlarut, menurunkan potensial osmotik pada apoplas sehingga meningkatkan perpindahan air ke apoplas, hal ini dapat menurunkan porositas dan menyebabkan translusi. Aktifitas enzim ini meningkat 4 minggu sebelum panen, oleh karena itu translusi paling banyak terjadi pada buah yang dipanen pada stadium akhir. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya translusi adalah tingginya suhu pertanaman dan jenis kultivar yang digunakan. Tabel 4 menunjukkan bahwa pada 14 HS, penggunaan buah dengan tingkat kemasakan awal 10 – 15% dan 25% (S1 dan S2) mengalami translusi yang signifikan lebih tinggi daripada buah dengan tingkat kemasakan awal 0%. Hal ini dikarenakan tingkat kemasakan buah S1 dan S2 lebih tinggi ketika dipanen, sehingga aktifitas metabolisme pada kedua tingkat kemasakan buah ini juga lebih tinggi.

Tabel 4. Pengaruh tingkat kematangan, klorin dan jenis pelapis terhadap translusi dan keterjadian jamur pada buah nanas MD2 pada 14 dan 21 H

| Perlakuan | | Translusi (%) | | Jamur (%) | |
|---|------|---------------|----------|------------|----------|
| | | 14 HS | 21 HS | 14 HS | 21 HS |
| Tingkat Kemasakan (S) | | | | | |
| 0% | (S0) | 0,1 b | 0,37 c | 16,05 b | 32,92 a |
| 10-15% | (S1) | 0,78 a | 0,89 b | 18,11 b | 30,04 b |
| 25% | (S2) | 1,00 a | 2,07 a | 21,40 a | 32,51 a |
| BNT (5%) | | 0,33 | 0,38 | 3,16 | 1,91 |
| Klorin (K) | | | | | |
| Tanpa | (K0) | 0,63 a | 1,33 a | 18,11 a | 32,09 a |
| Klorin 100 ppm | (K1) | 0,52 a | 1,00 a | 20,16 a | 32,51 a |
| Klorin 200 ppm | (K2) | 0,74 a | 1,00 a | 17,28 a | 30,86 a |
| BNT (5%) | | 0,33 | 0,38 | 3,16 | 1,91 |
| Jenis Pelapis (P) | | | | | |
| Tanpa | (P0) | 0,56 b | 1,37 a | 16,87 b | 32,51 a |
| Kitosan | (P1) | 0,44 b | 1,07 ab | 18,11 ab | 32,51 a |
| KD-112 | (P2) | 0,89 a | 0,89 b | 20,57 a | 30,45 b |
| BNT (5%) | | 0,33 | 0,38 | 3,16 | 1,91 |
| Tingkat Kemasakan*Klorin S*K | | | | | |
| S0K0 | | 0,33 ab | 0,33 b | 16,05 cde | 33,33 a |
| S0K1 | | 0,00 b | 0,11 b | 17,28 bcde | 32,09 a |
| S0K2 | | 0,00 b | 0,67 b | 14,81 de | 33,33 a |
| S1K0 | | 0,56 ab | 1,67 a | 22,22 abc | 30,86 ab |
| S1K1 | | 0,67 ab | 0,56 b | 19,75 abcd | 32,09 a |
| S1K2 | | 1,11 a | 0,44 b | 12,34 e | 27,16 b |
| S2K0 | | 1,00 a | 2,00 a | 16,05 cde | 32,09 a |
| S2K1 | | 0,89 a | 2,33 a | 23,45 ab | 33,33 a |
| S2K2 | | 1,11 a | 1,89 a | 24,69 a | 32,09 a |
| BNT (5%) | | 0,86 | 0,7 | 6,46 | 3,76 |
| Tingkat Kemasakan* Jenis Pelapis S*P | | | | | |
| S0P0 | | 0,33 bc | 0,67 cde | 13,58 c | 32,09 a |
| S0P1 | | 0,00 c | 0,33 de | 14,81 bc | 33,33 a |
| S0P2 | | 0,00 c | 0,11 e | 19,75 abc | 33,33 a |
| S1P0 | | 0,78 abc | 1,11 bc | 16,05 bc | 32,09 a |
| S1P1 | | 0,44 bc | 0,67 cde | 19,75 abc | 30,86 ab |
| S1P2 | | 1,11 ab | 0,89 cd | 18,52 abc | 27,16 a |
| S2P0 | | 0,56 bc | 2,33 a | 20,99 ab | 33,33 a |
| S2P1 | | 0,89 ab | 2,22 a | 19,75 abc | 33,33 a |
| S2P2 | | 1,56 a | 1,67 ab | 23,45 a | 30,86 ab |
| BNT (5%) | | 0,83 | 0,75 | 6,98 | 3,71 |

(Berlanjut)

Tabel 4. (Lanjutan)

| Perlakuan | Translusi (%) | | Jamur (%) | |
|---|---------------|----------|-----------|----------|
| | 14 HS | 21 HS | 14 HS | 21 HS |
| Klorin* Jenis Pelapis | K*P | | | |
| K0P0 | 0,89 ab | 2,00 a | 14,81 bc | 33,33 a |
| K0P1 | 0,44 ab | 1,00 ab | 18,52 bc | 32,09 a |
| K0P2 | 0,56 ab | 1,00 ab | 20,99 ab | 30,86 ab |
| K1P0 | 0,22 b | 0,89 b | 16,05 bc | 30,86 ab |
| K1P1 | 0,44 ab | 1,11 ab | 17,28 bc | 33,33 a |
| K1P2 | 0,89 ab | 1,00 ab | 27,16 a | 33,33 a |
| K2P0 | 0,56 ab | 1,22 ab | 19,75 bc | 33,33 a |
| K2P1 | 0,44 ab | 1,11 ab | 18,52 bc | 32,09 a |
| K2P2 | 1,22 a | 0,67 b | 13,58 c | 27,16 b |
| BNT (5%) | 0,91 | 1 | 6,59 | 3,72 |
| Tingkat kemasakan* Klorin* Jenis Pelapis | S*K*P | | | |
| S0K0P0 | 1,00 cd | 0,67 def | 14,81 cde | 33,33 a |
| S0K0P1 | 0,00 e | 0,00 f | 14,81 cde | 33,33 a |
| S0K0P2 | 0,00 e | 0,33 ef | 18,52 bcd | 33,33 a |
| S0K1P0 | 0,00 e | 0,00 f | 11,11 de | 33,33 a |
| S0K1P1 | 0,00 e | 0,33 ef | 11,11 de | 33,33 a |
| S0K1P2 | 0,00 e | 0,00 f | 29,63 a | 33,33 a |
| S0K2P0 | 0,00 e | 1,33 b-e | 14,81 cde | 33,33 a |
| S0K2P1 | 0,00 e | 0,67 def | 18,52 bcd | 33,33 a |
| S0K2P2 | 0,00 e | 0,00 f | 11,11 de | 33,33 a |
| S1K0P0 | 0,00 e | 2,67 a | 14,81 cde | 33,33 a |
| S1K0P1 | 0,00 e | 1,00 c-f | 25,92 ab | 33,33 a |
| S1K0P2 | 1,67 bc | 1,33 b-e | 25,92 ab | 33,33 a |
| S1K1P0 | 0,67 de | 0,00 f | 14,81 cde | 33,33 a |
| S1K1P1 | 1,33 bcd | 0,67 def | 22,22 abc | 33,33 a |
| S1K1P2 | 0,00 e | 1,00 c-f | 22,22 abc | 33,33 a |
| S1K2P0 | 1,67 bc | 0,67 def | 18,52 bcd | 33,33 a |
| S1K2P1 | 0,00 e | 0,33 ef | 11,11 de | 33,33 a |
| S1K2P2 | 1,67 bc | 0,33 ef | 7,41 e | 33,33 a |
| S2K0P0 | 1,67 bc | 2,67 a | 14,81 cde | 33,33 a |
| S2K0P1 | 1,33 bcd | 2,00 abc | 14,81 cde | 33,33 a |
| S2K0P2 | 0,00 e | 1,33 b-e | 18,52 bcd | 33,33 a |
| S2K1P0 | 0,00 e | 2,67 a | 22,22 abc | 33,33 a |
| S2K1P1 | 0,00 e | 2,33 a | 18,52 bcd | 33,33 a |
| S2K1P2 | 2,67 a | 2,00 abc | 29,63 a | 33,33 a |
| S2K2P0 | 0,00 e | 1,67 a-d | 25,92 ab | 33,33 a |
| S2K2P1 | 1,33 bcd | 2,33 ab | 25,92 ab | 33,33 a |
| S2K2P2 | 2,00 ab | 1,67 a-d | 22,22 abc | 33,33 a |
| BNT (5%) | 0,99 | 1,14 | 9,48 | 5,72 |

Keterangan:

Huruf di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% menurut Uji BNT

Pada 21 HS menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan 25% (S2) signifikan mengalami translusi lebih tinggi daripada buah dengan tingkat kemasakan awal 10 – 15% (S1) dan buah dengan tingkat kemasakan awal 0% (S1) mengalami translusi yang signifikan paling rendah. Hal ini menunjukkan buah – buah dengan tingkat kemasakan yang lebih tinggi telah mengalami akumulasi gula yang lebih tinggi sehingga menunjukkan tingkat translusi yang lebih tinggi setelah di penyimpanan.

Perlakuan klorinasi secara tunggal tidak berpengaruh terhadap terjadinya translusi buah baik pada 14 HS maupun 21 HS (Tabel 4). Menurut Chen dan Paull (2000), terjadinya translusi pada nanas merupakan gangguan fisiologis pada daging buah nanas. Oleh karena itu buah yang diaplikasikan klorin tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap keterjadian translusi pada buah nanas.

Menurut Haff *et al.* (2006), penelitian mengenai pendektasian kualitas buah nanas khususnya mengenai translusi sangat terbatas, tidak disebutkan secara spesifik. Menurut Chen dan Paull (2000), terjadinya translusi dimulai ketika buah belum dipanen namun berlanjut hingga ke tingkat yang lebih parah dan menyebabkan peningkatan kemasakan buah yang mengakibatkan buah rentan terhadap kerusakan dan *sunburn*. Ketika buah telah dipanen dan berada di penyimpanan kerusakan ini terus berlanjut.

Terjadinya luka pada tangkai buah akibat proses panen memicu terjadinya translusi (Paull dan Reyes, 1996). Hu *et al.* (2011), mengamati permeabilitas membran sel yang diukur dengan terjadinya kebocoran elektrolit pada sel buah nanas yang diaplikasikan pelapis buah berbahan ester gula selama berada dan

setelah keluar dari penyimpanan. Pada 14 HS buah yang diaplikasikan pelapis buah mengalami kebocoran elektrolit yang sama dengan kontrol, dan terus meningkat hingga 21 HS, namun buah dengan perlakuan kontrol menunjukkan kebocoran sel yang meningkat secara drastis dibandingkan dengan buah yang diaplikasikan pelapis buah berbahan ester gula. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan buah dengan aplikasi KD-112 signifikan mengalami translusi yang tinggi pada 14 HS yaitu 0.89%, namun tingkat keterjadian translusi sama sekali tidak bertambah pada 21 HS. Namun pada perlakuan kontrol, tingkat translusi 0.56% pada 14 HS namun meningkat secara drastis menjadi 1.37% pada 21 HS.

Pada Tabel 4 menunjukkan pada 21 HS keterjadian translusi cenderung tidak berbeda signifikan. Menurut Machado *et al.* (2009), menyatakan buah nanas yang diaplikasikan pelapis buah justru menunjukkan keterjadian translusi yang lebih tinggi dibandingkan kontrol setelah keluar dari penyimpanan. Namun tidak ada pengaruh dari pelapis buah terhadap keterjadian translusi ketika berada di penyimpanan.

Kombinasi perlakuan tingkat kemasakan awal dan klorinasi menunjukkan perbedaan yang nyata pada 21 HS (Tabel 4). Kombinasi klorinasi dengan buah dengan tingkat kemasakan awal 25% (S2) menunjukkan keterjadian translusi yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan buah lebih lama berada di tanaman dan dipanen lebih akhir sehingga menunjukkan translusi yang lebih tinggi.

Kombinasi tingkat kemasakan awal dengan jenis pelapis pada 14 HS menunjukkan perbedaan yang signifikan. Buah-buah dengan tingkat kemasakan 0 dan 10 – 15% menunjukkan tingkat translusi yang signifikan lebih rendah, namun buah dengan tingkat kemasakan 10 – 15% dan 25% yang dikombinasikan dengan KD-112 menunjukkan tingkat translusi yang tinggi. Hal ini sejalan dengan data pada perlakuan tunggal bahwa aplikasi pelapis KD-112 meningkatkan translusi buah pada 14 HS.

Perlakuan kombinasi dua maupun tiga faktor yang lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata karena translusi lebih dipengaruhi oleh faktor fisiologis dari dalam buah itu sendiri.

4.6 Persentase Intensitas Serangan Jamur

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pada 14 HS, buah dengan tingkat kemasakan awal 25% (S2) mengalami intensitas serangan jamur yang signifikan paling tinggi. Hal ini berlanjut hingga 21 HS menunjukkan bahwa buah dengan tingkat kemasakan 25% terinfeksi jamur dengan persentase lebih tinggi daripada buah dengan kemasakan 10 – 15% (S1).

Menurut Chaimanee dan Suntornwat (1994), Selama proses pemasakan buah, karbohidrat akan dirubah menjadi gula, sehingga kandungan gula akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kemasakan buah. Menurut Patrick (1989), pathogen yang menyerang inang memperoleh karbohidrat untuk energi dan karbon sebagai sumber nutrisinya. Chen *et al.* (2010), mengatakan bahwa patogen memanfaatkan gula dari inangnya sebagai sumber energi. Oleh karena

itu, buah dengan tingkat kemasakan 25% mengalami intensitas serangan jamur yang paling tinggi karena memiliki kandungan gula yang paling tinggi.

Hal yang menarik adalah intensitas serangan jamur pada buah dengan tingkat kemasakan 0% ternyata pada 21 HS menunjukkan intensitas serangan jamur yang sama dengan buah masak 25%. Hal ini diduga buah dengan tingkat kemasakan awal 0% mengalami lonjakan kemasakan yang lebih cepat, hal ini sejalan dengan data pada Tabel 2 yang menunjukkan nilai tingkat kemasakan buah dengan tingkat kemasakan 0% menunjukkan nilai tingkat kemasakan akhir yang sama dengan buah dengan tingkat kemasakan 10 – 15%. Kandungan gula pada buah dengan tingkat kemasakan 0% tinggi sehingga memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi patogen.

Pada Tabel 4 menunjukkan aplikasi klorin tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap keterjadian jamur pada 14 maupun 21 HS. Hal yang sama juga terjadi pada dua percobaan Boshoff *et al.* (1995), yang menunjukkan aplikasi klorin justru meningkatkan keterjadian penyakit pada buah alpukat atau tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap keterjadian penyakit. Menurut Bartz (1988), keterjadian penyakit dipengaruhi oleh adanya infiltrasi air oleh buah tomat. Buah yang mengalami infiltrasi cenderung terserang patogen, dan hal ini tidak dapat diatasi meski telah menambahkan klorin sebanyak 50 – 1000 ppm, hanya saja berkurang dengan semakin meningkatnya konsentrasi klorin. Diduga karena pengaruh infiltrasi inilah yang pada penelitian ini aplikasi klorin tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.

Dari hasil identifikasi di Laboratorium, sampel buah yang terserang jamur mengandung 60% *Penicillium*, dan jamur – jamur lainnya adalah *Trichoderma* dan *Culvularia*. Pada Tabel 4 menunjukkan pada 14 HS aplikasi pelapis buah tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Menurut Lin dan Zhao (2007), pencucian buah dengan klorin memungkinkan lapisan lilin alami pada buah terdegradasi karena melemahkan daya adhesi dan daya tahan pelapis buah. Selain itu, air yang tertinggal pada permukaan buah setelah dicuci akan mengencerkan atau melarutkan bahan pelapis buah, sehingga pelapis buah sulit untuk membentuk lapisan yang tahan lama pada permukaan buah. Menurut Waks *et al.* (1985), pelapis yang mencair memicu terjadinya serangan jamur, terutama *Penicillium*.

Menurut Waks *et al.* (1985), rendahnya serangan jamur pada buah yang diberi pelapis disebabkan oleh adanya pembatas atau penghalang yang mencegah kontak antara spora dengan luka yang terjadi pada saat proses pemanenan. Pada 21 HS penggunaan pelapis KD-112 menunjukkan intensitas serangan jamur yang signifikan lebih rendah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Kolekar *et al.* (1988 dan 1992), yang menunjukkan bahwa aplikasi pelapis ester sukrosa pada buah pisang maupun mangga mampu menghambat kemasakan buah, sehingga peningkatan kandungan gula juga dapat lebih dihambat. Hal ini yang menyebabkan aplikasi KD-112 lebih efektif dalam menghambat perkembangan jamur pada penelitian ini, karena KD-112 lebih efektif menghambat kemasakan buah sehingga kandungan gula yang juga berpengaruh terhadap keberadaan jamur menjadi lebih rendah. Perlakuan kombinasi tingkat kemasakan awal buah dengan klorin pada 14 HS menunjukkan perbedaan yang nyata. Buah-buah dengan

tingkat kemasakan awal 0% menunjukkan keterjadian jamur yang signifikan lebih rendah. Hal ini membuktikan bahwa tingkat kemasakan buah yang lebih rendah dapat menghambat keparahan serangan jamur.

Perlakuan kombinasi aplikasi klorin dengan jenis pelapis menunjukkan hasil yang berbeda nyata baik pada 14 maupun 21 HS. Kombinasi klorin 200 ppm dengan pelapis KD-112 menunjukkan keterjadian jamur yang paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa ternyata pelapis KD-112 efektif menahan serangan jamur pada buah jika dikombinasikan dengan klorin 200 ppm. Menurut Nasrin *et al.* (2008), penggunaan 200 ppm klorin dapat mengurangi bakteri dan jamur pada produk buah maupun sayur. Perlakuan kombinasi dua maupun tiga faktor lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap serangan jamur baik pada 14 maupun 21 HS.

4.7 Keterjadian *Mealybug*

Tabel 5 menunjukkan pada 14 HS seluruh perlakuan tunggal maupun kombinasi dua dan tiga faktor tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap keterjadian *mealybug*. Pada 21 HS terlihat bahwa buah dengan tingkat kemasakan awal 25% (S2) menunjukkan keterjadian *mealybug* yang signifikan paling tinggi (Tabel 5). Hal ini dikarenakan buah dengan tingkat kemasakan awal 25% menyediakan gula terlarut yang lebih banyak sehingga jumlah inokulum *mealybug* pada buah menjadi lebih banyak. Menurut Sutherland (1977), serangga membutuhkan zat gula untuk merangsang makan, khususnya yang berupa sukrosa, asam amino dan lemak.

Tabel 5. Pengaruh tingkat kemasakan, klorin dan jenis pelapis terhadap terjadinya *mealybug* pada buah nanas MD2 pada 14 dan 21 HS

| Perlakuan | | <i>Mealybug</i> | |
|--|------------|-----------------|----------|
| | | 14 HS | 21 HS |
| Tingkat Kemasakan | (S) | | |
| 0% | (S0) | 3,70 a | 4,94 b |
| 10-15% | (S1) | 3,70 a | 2,47 b |
| 25% | (S2) | 4,94 a | 19,75 a |
| BNT (5%) | | 6,39 | 7,29 |
| Klorin | (K) | | |
| Tanpa | (K0) | 4,94 a | 3,70 b |
| Klorin 100 ppm | (K1) | 4,94 a | 9,88 ab |
| Klorin 200 ppm | (K2) | 2,47 a | 13,58 a |
| BNT (5%) | | 6,39 | 7,29 |
| Jenis Pelapis | (P) | | |
| Tanpa | (P0) | 2,47 a | 3,70 b |
| Kitosan | (P1) | 3,70 a | 19,75 a |
| KD-112 | (P2) | 6,17 a | 3,70 b |
| BNT (5%) | | 6,39 | 7,29 |
| Tingkat Kemasakan*Klorin | S*K | | |
| S0K0 | | 0,00 a | 7,41 b |
| S0K1 | | 7,41 a | 3,70 b |
| S0K2 | | 3,70 a | 3,70 b |
| S1K0 | | 7,41 a | 0,00 b |
| S1K1 | | 3,70 a | 7,41 b |
| S1K2 | | 0,00 a | 0,00 b |
| S2K0 | | 7,41 a | 3,70 b |
| S2K1 | | 3,70 a | 18,52 ab |
| S2K2 | | 3,70 a | 37,04 a |
| BNT (5%) | | 10,58 | 19,84 |
| Tingkat Kemasakan*Jenis Pelapis | S*P | | |
| S0P0 | | 0,00 a | 3,70 b |
| S0P1 | | 7,41 a | 7,41 b |
| S0P2 | | 3,70 a | 3,70 b |
| S1P0 | | 3,70 a | 0,00 b |
| S1P1 | | 0,00 a | 3,70 b |
| S1P2 | | 7,41 a | 3,70 b |
| S2P0 | | 3,70 a | 7,41 b |
| S2P1 | | 3,70 a | 48,15 a |
| S2P2 | | 7,41 a | 3,70 b |
| BNT (5%) | | 10,58 | 18 |

(Berlanjut)

Tabel 5. (Lanjutan)

| Perlakuan | | <i>Mealybug</i> | |
|---|--------------|-----------------|----------|
| | | 14 HS | 21 HS |
| Klorin* Jenis Pelapis | K*P | | |
| K0P0 | | 7,41 ab | 7,41 b |
| K0P1 | | 0,00 b | 3,70 b |
| K0P2 | | 7,41 ab | 0,00 b |
| K1P0 | | 0,00 b | 3,70 b |
| K1P1 | | 3,70 ab | 18,52 ab |
| K1P2 | | 11,11 a | 7,41 b |
| K2P0 | | 0,00 b | 0,00 b |
| K2P1 | | 7,41 ab | 37,04 a |
| K2P2 | | 0,00 b | 3,70 b |
| BNT (5%) | | 1,15 | 19,84 |
| Tingkat kemasakan* Klorin* Jenis Pelapis | S*K*P | | |
| S0K0P0 | | 0,00 a | 11,11 c |
| S0K0P1 | | 0,00 a | 11,11 c |
| S0K0P2 | | 0,00 a | 0,00 c |
| S0K1P0 | | 0,00 a | 0,00 c |
| S0K1P1 | | 11,11 a | 0,00 c |
| S0K1P2 | | 11,11 a | 11,11 c |
| S0K2P0 | | 0,00 a | 0,00 c |
| S0K2P1 | | 11,11 a | 11,11 c |
| S0K2P2 | | 0,00 a | 0,00 c |
| S1K0P0 | | 11,11 a | 0,00 c |
| S1K0P1 | | 0,00 a | 0,00 c |
| S1K0P2 | | 11,11 a | 0,00 c |
| S1K1P0 | | 0,00 a | 0,00 c |
| S1K1P1 | | 0,00 a | 11,11 c |
| S1K1P2 | | 11,11 a | 11,11 c |
| S1K2P0 | | 0,00 a | 11,11 c |
| S1K2P1 | | 0,00 a | 0,00 c |
| S1K2P2 | | 0,00 a | 0,00 c |
| S2K0P0 | | 11,11 a | 11,11 c |
| S2K0P1 | | 0,00 a | 0,00 c |
| S2K0P2 | | 11,11 a | 0,00 c |
| S2K1P0 | | 0,00 a | 11,11 c |
| S2K1P1 | | 0,00 a | 44,45 b |
| S2K1P2 | | 11,11 a | 0,00 c |
| S2K2P0 | | 0,00 a | 0,00 c |
| S2K2P1 | | 11,11 a | 100 a |
| S2K2P2 | | 0,00 a | 11,11 c |
| BNT (5%) | | 19,17 | 21,86 |

Keterangan:

Huruf di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% menurut Uji BNT

Penggunaan klorin 200 ppm (K2) secara signifikan menunjukkan keterjadian *mealybug* yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol (K0), namun tidak berbeda dengan perlakuan klorin 100 ppm (K1) (Tabel 5). Menurut Schreuder dan Brewer (2001), daun yang terpapar klorin akan mengalami klorosis (pemutihan jaringan), nekrotik (bintik hitam merah dan hitam), dan nekrosis (kematian sel dan jaringan sel). Aplikasi klorin 200 ppm pada kulit buah nanas merusak sel kulit buah yang mengakibatkan meningkatnya difusi udara dari maupun keluar buah sehingga buah lebih cepat mengalami senesen dan kandungan gula menjadi lebih tinggi. Kerusakan yang terjadi pada buah inilah yang memicu meningkatnya serangan *mealybug* pada buah.

Beberapa molekul makro yang sangat dibutuhkan oleh serangga di dalam nutrisinya antara lain karbohidrat, protein, lipid, sterol, vitamin, asam nukleat, air dan mineral (Awmack & Leather, 2002). Aplikasi kitosan menunjukkan pengaruh yang signifikan meningkatkan keterjadian *mealybug* pada 21 HS. Menurut Tolamite *et al.* (2000), kitosan merupakan polimer karbohidrat alami yang termodifikasi yang berasal dari kitin. Umumnya imago yang mengonsumsi karbohidrat berumur lebih panjang, karbohidrat ini juga berpengaruh terhadap keperidian dan kemampuan bertahan hidup serangga (Stockhoff, 1993). Oleh karena adanya kandungan karbohidrat inilah keterjadian *mealybug* menjadi lebih tinggi pada 21 HS. Menurut Mamahit *et al.* (2008), lama hidup imago dari *mealybug* adalah sekitar 20 hari. Sejalan dengan *mealybug* yang semula masih dalam fase nimfa dan berwarna bening menjadi *mealybug* dewasa berkilin putih pada 21 HS.

Pada kombinasi perlakuan tingkat kemasakan dan jenis pelapis menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan 25% dengan jenis pelapis kitosan (S2P1) secara signifikan menunjukkan keterjadian *mealybug* yang paling tinggi (Tabel 5). Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan pada faktor tunggal yang menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan awal 25% dan buah dengan aplikasi kitosan menunjukkan keterjadian *mealybug* yang signifikan paling tinggi. Begitu pula pada kombinasi klorin dan jenis pelapis (Tabel 5). Kombinasi klorin 200 ppm dengan jenis pelapis kitosan (K2P1) menunjukkan keterjadian *mealybug* yang signifikan paling rendah dan sama dengan perlakuan kombinasi klorin 100 ppm dengan pelapis kitosan (K1P1).

Pada perlakuan kombinasi tiga faktor menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan awal 25% dengan klorin 200 ppm dan pelapis kitosan (S2K2P1) menunjukkan keterjadian *mealybug* yang signifikan paling tinggi, dan berbeda signifikan dengan buah dengan kombinasi tingkat kemasakan 25% dengan klorin 100 ppm dan pelapis kitosan (S2K1P1) yang juga signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya (Tabel 5). Hal ini menunjukkan buah dengan tingkat kemasakan 25% dengan yang diaplikasikan klorin baik 100 maupun 200 ppm dengan pelapis kitosan meningkatkan keterjadian *mealybug*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Buah dengan tingkat kemasakan awal kacang hijau (0%) paling baik digunakan untuk pengiriman, karena peningkatan tingkat translusi buah yang kemasakan, penurunan susut bobot dan translusi yang paling rendah hingga 21 HS, kandungan °Brix buah masih paling rendah hingga 14 HS.
2. Perlakuan klorinasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan tingkat kemasakan dan kualitas buah nanas 'MD2' namun justru meningkatkan susut bobot pada buah.
3. Jenis pelapis KD-112 lebih baik untuk digunakan karena berpengaruh signifikan terhadap susut bobot buah hingga 14 HS, mempertahankan translusi hingga 21 HS, dan menghambat perkembangan jamur hingga 21 HS.
4. Perlakuan kombinasi tingkat kemasakan awal 0% tanpa klorin (SOK0) menunjukkan susut bobot dan keparahan jamur yang rendah pada 14 HS serta mengalami translusi yang rendah pada 21 HS.
5. Perlakuan kombinasi tingkat kemasakan 0% tanpa pelapis (SOP0) menunjukkan translusi yang rendah pada 14 HS dan keterjadian *mealybug* yang rendah pada 21 HS.

6. Perlakuan kombinasi klorin 0 ppm dan tanpa pelapis (KOP0) menunjukkan keparahan jamur yang rendah pada 14 HS dan keterjadian *mealybug* yang rendah pada 21 HS.
7. Perlakuan kombinasi buah dengan tingkat kemasakan 0% dengan tanpa klorin maupun pelapis (SOKOP0) menunjukkan tingkat kemasakan akhir, susut bobot, dan keterjadian *mealybug* yang rendah hingga 21 HS dan mengalami translusi yang rendah pada 14 HS.

5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya pada buah nanas MD2 diharapkan dicoba menggunakan jenis pelapis buah yang lain yang terbuat dari sorbitan ester untuk mempertahankan mutu buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, N. A., Z. Iqbal, M. Maqbool, dan I. A. Hafiz, 2009. Postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L.) fruit as affected by chitosan coating. *Pakistan Journal of Botany* 41(1): 343 – 357.
- Aider, M. 2010. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. *LWT - Food Science and Technology* 43: 837 – 842.
- Anonimus. 2008. Menurunkan kontaminasi mikroba pada buah dan sayuran segar. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30(6): 1 – 3.
- Antarlina, S. 2009. Identifikasi sifat fisik dan kimia buah-buahan lokal Kalimantan. *Buletin Plasma Nutfah* 15(2): 80 – 90.
- Awmack, C. S. dan S. R. Leather. 2002. Host Plant Quality and Fecundity in Herbivorous Insects. *Annual Review of Entomology* 47: 817 – 44.
- Banos, S. B., A. N. H. Lazuardo, M. G. V. Valle, M. H. Lopez, E. A. Barka, E. B. Molina, dan C. L. Wilson. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25: 108 – 118.
- Bartz, J. A. 1988. Potential for Postharvest Disease in Tomato Fruit Infiltrated with Chlorinated Water. *Plant Disease* 72: 9 – 13.
- Boshoff, M., M. J. Slabbert dan L. Korsten. 1995. Effect of Detergent Sanitizers on Post-harvest Diseases of Avocado. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 18: 96 – 98.
- Chaimanee, P. dan O. Suntornwat. 1994. Changes in carbohydrate content during fruit ripening in a new approach of teaching of carbohydrate chemistry in biochemistry course. *Biochemical Education* 22(2): 101 – 102.

- Chauhan, S., K. C. Gupta dan M. Agrawal. 2014. Efficacy of Chitosan and Calcium Chloride on Post harvest Storage Period of Mango with the Application of Hurdle Technology. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 3(5): 731 – 740.
- Chen, C. C. dan R. E. Paull. 2000. Sugar metabolism and pineapple flesh translucency. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 125(5): 558 – 562
- Chen, L. Q., B. H. Hou, S. Lalonde, H. Takanaga, M. L. Hartung, X. Q. Qu, W. J. Guo, J. G. Kim, W. Underwood, B. Chaudhuri, D. Chemark, G. Antony, F. F. White, S. C. Somerville, M. B. Mudgett, dan W. F. Frommer. 2010. Sugar transporters for intercellular exchange and nutrition of pathogens. *Nature* 468(7323): 527 – 532.
- Dhar, M., S. M. Rahman, dan S. M. Sayem. 2008. Maturity and Post Harvest Study of Pineapple with Quality and Shelf life under Red Soil. *International Journal of Sustainable Crop Production* 3(2): 69 – 75.
- Duan, J., R. Wu, B. C. Strik, Y. Zhao. 2011. Effect of Edible Coatings on the Quality of Fresh Blueberries (Duke and Elliott) under Commercial Storage Conditions. *Postharvest Biology and Technology* 59: 71 – 79.
- Du, J., H. Gemma, dan S. Iwahori. 1997. Effect of chitosan coating on the storage of peach, Japanese Pear, and Kiwifruit. *Japanese Society for Horticultural Science* 66 (1) : 15 – 22.
- Du, J.H., M.R. Fu, M.M. Li, and W. Xia. 2007. Effects of chlorine dioxide gas on postharvest physiology and storage quality of green bell pepper (*Capsicum frutescens* L. var. Longrum). *Agricultural Sciences in China* 6(2): 214 – 219.
- Esch. A., dan K. Mengel. 1998. Combined Effects of Acid Mist and Frost Drought on the Water Status of Young Spruce Trees (*Picea abies*). *Environmental and Experimental Botany* 39: 57 – 65.
- Haff, R. P., D. C. Slaughter, Y. Sarig dan A. Kader. 2006. X-ray Assessment of Translucency in Pineapple. *Journal of Food Processing and Preservation* 30: 527 – 533.
- Hajar, N., S. Zainal, K. Z. Nadzirah, A. M. S. Roha, O. Atikah, dan T. Z. M. T. Elida. 2012. Physicochemical properties analysis of three indexes Pineapple (anas comosus) peel extract variety N36. *APCBEE Procedia* 4: 115 – 121

- Hamdayanty, R. Yunita, N. N. Amin, dan T. A. Damayanti. 2012. Pemanfaatan kitosan untuk mengendalikan antraknosa pada pepaya (*Colletotrichum gloeosporioides*) dan meningkatkan daya simpan buah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 8(4): 97 – 102.
- Hasbi, D. Saputra, dan Juniar. 2005. Masa simpan buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) pada berbagai tingkat kematangan, suhu dan jenis kemasan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 16(3): 199 – 205.
- Hagenmaier, R.D., dan P.E. Shaw, 1992. Gas permeability of fruit coating waxes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117(1): 105-109.
- Hu, H., X. Li, C. Dong, dan W. Chen. 2011. Effects of wax on the quality of pineapple fruit in cold storage. *African Journal of Biotechnology* 10(39): 7592 – 7603.
- Husni, N. Pramayudi, dan M. Faridah. 2012. Biology of papaya mealy bug *Paracoccus marginatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Cassava (*Manihot utilissima* Pohl). *Jurnal Natural* 12(2): 10 – 17.
- Jan, I., A. Rab, dan M. Sajid. 2012. Storage performance of apple cultivars harvested at different stages of maturity. *Journal of Animal and Plant Sciences* 22(2): 438 – 447.
- Kamol, S. I., J. Howlader, G. C. Sutra Dhar dan M. Aklimuzzaman. 2014. Effect of Different Stages of Maturity and Postharvest Treatments on Quality and Storability of Pineapple. *Journal of the Bangladesh Agricultural University* 12(2): 251 – 260.
- Kassim. A., T. S. Workneh, M. D. Laing dan I. H. Basdew. 2016. The effects of Different pre-Packaging Treatments on the Quality of Kumquat Fruit. *Journal of Food* (14) 4: 639 – 648.
- Kim, H. M., dan S. J. Hwang. 2016. Effect of Chlorine Dioxide on Freshness of 'Maehyang' Strawberries during Export. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology* 34(4): 626 – 633.
- Kolekar, T. O., H. M. Modak dan S. J. Jadhav. 1988. Shelf-life Extension of Banana by use of Sucrose Ester Formulation. *Indian Journal of Plant Physiology* 31(1): 16 – 20.
- Kolekar, T. O., S.P. Phadnis, A. Kumar dan S. J. Jadhav. 1988 Shelf-Life Extension of Alphonso Mangoes by Surface Coating of Sucrose Ester. *Indian Journal of Plant Physiology* 35(1): 44 – 471

- Lin, D., dan Y. Zhao. 2007. Innovations in the Development and Application of Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 6: 60 – 75.
- Machado, F.L.C., R.E. Alves, R.W. Figueiredo, dan A.S. Teixeira. 2009. Quality Maintenance of Ripe Pineapple as Affected by Application of Wax Associated to 1-Methylcyclopropene. *Acta Horticulturae* 822(1): 261 – 268.
- Machado, F. L. C., J. M. C. Costa, dan E. N. Batista. 2012. Application of carnauba-based wax maintains postharvest quality of ‘Ortanique’ tangor. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas* 32(2): 261 – 266.
- Machado, F. L. C., R. M. T. Lima, R. E. Alves, dan R. W. Figueiredo. 2014. Influence of waxing coupled to 1-methylcyclopropene on compositional changes in early harvested ‘Gold’ pineapple for export. *Acta Scientiarum Agronomy* (36)2: 219 – 225.
- Mamahit, J. M. E., S. Manuwoto, P. Hidayat, dan Sobir. 2008. Biologi kutu putih *Dysmicoccus brevipes* Cockerell (Hemiptera : Pseudococcidae) pada tanaman nenas dan kencur. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* 19(2): 164 – 173.
- Mishra, B., B. S. Khatkar, M. K. Garg, dan L. A. Wilson. 2010. Permeability of edible coatings. *Journal of Food Science and Technology* 47(1): 109 – 113.
- Nagar, P. K. 1994. Effect of some Ripening Retardents on Fruit Softening Enzymes of Kinnow Mandarin Fruits. *Indian Journal of Plant Physiology* 37(2): 122 – 124.
- Nasrin, T. A. A., M. M. Molla, M. A. Hossain, M. S. Alam, dan L. Yasmin. 2008. Effect of postharvest treatments on shelf life and quality of tomato. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 33(3) : 579 – 585.
- Pamekas, T. 2007. Potensi ekstrak cangkang kepiting untuk mengendalikan penyakit pascapanen antraknosa pada buah cabai merah. *Jurnal Akta Agrosia* 10(1): 72 – 75.
- Pardede, E. 2009. Buah dan sayur olahan secara minimalis. *Visi* 17(3): 245 – 254.
- Park, H. J. 1999. Development of advanced edible coatings for fruits. *Trends in Food Science and Technology* 10: 254 – 260.
- Parker, R., dan B. K. Maalekuu. 2013. The effect of harvesting stage on fruit quality and shelf-life of four tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Agricultural Biology Journal of North American* 4(3): 252 – 259.

- Patrick, J. W. 1989. Solute efflux from the host at plant-microorganism interfaces. *Australian Journal of Plant Physiology*. 16: 53 – 67.
- Paull, R. E. dan M. E. Q. Reyes. 1996. Preharvest weather conditions and pineapple Translucency. *Scientia Horticulturae* 66: 59 – 67.
- Percy, K. E., K. F. Jensen dan C. J. McQuattie. 1992. Effects of Ozone and Acidic Fog on Red Spruce Needle Epicuticular Wax Production, Chemical Composition, Cuticular Membrane Ultrastructure and Needle Wettability. *New Phytologist* 122: 71 – 80.
- Perez, J. C. D., M. D. M. Rangel, dan A. G. Mascorro. 2007. Fruit size and stage of ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 68 – 73.
- Plotto, A., dan J. A. Narciso. 2006. Guidelines and acceptable postharvest practices for organically grown produce. *Horticulture Science* 41(2): 287 – 291.
- Purwoko, B. S., dan F. S. Magdalena. 1999. Pengaruh perlakuan pascapanen dan suhu simpan terhadap daya simpan dan kualitas buah mangga (*Mangifera Indica* L.) varietas Arumanis. *Bul. Agron.* 27(1) 16 – 24.
- Purwoko, B. S. dan K. Suryana. 2000. Efek suhu simpan dan pelapis terhadap perubahan kualitas buah pisang cavendish. *Buletin Agronomi* 28(3): 77 – 84.
- Reyes, M. E. Q., K. G. Rohrbach, dan R. E. Paull. 2004. Microbial antagonists control postharvest black rot of pineapple fruit. *Postharvest Biology and Technology* 33: 193 – 203.
- Sanchez, V., O. Rebolledo, M. R. Picaso, E. Cardenas. J. Cordova, O. Gonzalez, dan G. J. Samuels. 2007. In-vitro antagonism of *Thielaviopsis paradoxa* by *Trichoderma longibrachiatum*. *Mycopathologia* 163: 49 – 58.
- Schreuder, M. D. J. dan C. A. Brewer. 2001. Effects of Short-term, High Exposure to Chlorine Gas on Morphology and Physiology of *Pinus Ponderosa* and *Pseudotsuga Menziesii*. *Annals of Botany* 88: 187 – 195.
- Sether, D.M., D.E. Ulman dan J.S. Hu. 1998. Transmission of pineapple mealybug wilt-associated virus by two species of mealybug (*Dysmicoccus spp*). *Phytopathology* 88: 1224-1230.
- Stockhoff, B. A. 1993. Ontogenetic Change in Dietary Selection for Protein and Lipid by Gypsy Moth Larvae. *Journal of Insect Physiology* 39(8): 677 – 686.

- Sumnu, G., dan L. Bayindirli. 1997. Preview on preservation of fruits by sucrose polyester coatings. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis* 22(3) : 227 – 232.
- Sutherland, O. R. W., 1977. Plant Chemicals Influencing Insect Behaviour. *The New Zealand Entomologist* (6)3: 222 – 228.
- Tolaimate, A., J. Desbrieres, M. Rhazi, A. Alagui, M. Vincendon, dan P. Vottero. 2000. On the Influence of Deacetylation Process on the Physicochemical Characteristics of Chitosan from Squid Chitin. *Polymer* 41: 2463 – 2469.
- Trisnawati, E., D. Andesti, dan A. Saleh. 2013. Pembuatan kitosan dari limbah cangkang kepiting sebagai bahan pengawet buah duku dengan variasi lama pengawetan. *Jurnal Teknik Kimia* 2(19): 17 – 26.
- Trung, T. S., N. T. H. Phuong, dan W. F. Stevens. 2011. Protective effect of chitosan coating and polyethylene film wrapping on postharvest storage of sugar-apples. *Association Journal of Food Agriculture Industrial* 4(2): 81 – 90.
- Waks, J., M. Schiffmann-nadel, E. Lomaniec, dan E. Chalutz. 1985. Relation between fruit waxing and development of rots in citrus fruit during storage. *The American Phytopathological Society Plant Disease* 69(10): 869 – 870.
- Wang, Z., J. Narciso, A. Biotteau, A. Plotto, dan J. Bai. 2013. Plant Physiological Response of Strawberry Fruit to Chlorine Dioxide Gas Treatment during Postharvest Storage. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 126: 192–195.
- Widodo, S. E., Zulferiyenni, D. W. Kusuma. 2013. Pengaruh penambahan benziladenin pada pelapis kitosan terhadap mutu dan masa simpan buah jambu biji 'crystal'. *Jurnal Agrotek Tropika* 1(1): 55 – 60.
- Widodo, S. E., Zulferiyenni, S. R. Dirmawati, R. A. Wardhana, N. Octavia, dan L. Cahyani. 2016. Effects of Sugar Ester Blend Coating of KD-112 and Plastic Wrapping on Fruit Shelf-Life and Qualities of 'California' Papaya. *Environment and Biological Sciences* 141 – 144.
- Wijesinghe, C. J., R. S. W. Wijeratnam, J. K. R. R. Samarasekara, dan R. L. C. Wijesundera. 2010. Biological control of *Thielaviopsis paradoxa* on pineapple by an isolate of *Trichoderma asperellum*. *Biological Control*. 53: 285 – 290.

Zoffoli, J.P., B. A. Latorre, N. Daire, dan S. Viertel. 2005. Effectiveness of chlorine dioxide as influenced by concentration, pH, and exposure time on spore germination of *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* and *Rhizopus stolonifer*. *Ciencia e Investigación Agraria* 32(3): 142 – 148.