



Universitas Udayana



ISBN 978-602-7776-09-8

PROSIDING SEMINAR NASIONAL PERTETA 2012

PERAN KETEKNIKAN PERTANIAN DALAM PEMBANGUNAN INDUSTRI PERTANIAN BERKELANJUTAN BERBASIS KEARIFAN LOKAL

Denpasar, 13-14 Juli 2012

Diselenggarakan oleh PERTETA Cabang Bali dan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.
Dalam rangka Dies Natalis Universitas Udayana ke-50, HUT ke 28 & BK ke 18 FTP UNUD

Didukung oleh :



PT. Wisu Varia Analitika



PT. Cakrawala Angkasa



PT. Almega Sejahtera



PT. Ditek Jaya

KAJIAN IDENTIFIKASI *CHILLING INJURY* PADA BUAH ALPUKAT SECARA *NON DESTRUCTIVE* MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK

Emmy Darmawati, Achmad Fauzan Alfansuri

Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

e-mail: emi_handono@yahoo.com

ABSTRAK

Buah alpukat (*Persea americana* Mill) termasuk buah klimakterik yang sering disimpan sebelum dimatangkan atau dipasarkan. Metode penyimpanan suhu rendah digunakan untuk mempertahankan mutu, namun permasalahannya adalah sering terjadi kerusakan dingin atau *chilling injury* (CI). Identifikasi adanya gejala CI secara *non destructive* perlu dilakukan untuk mencegah atau mengurangi kerusakan yang ditimbulkan. Penggunaan gelombang ultrasonik dalam identifikasi CI perlu dikaji selain menggunakan NIR. Tujuan penelitian adalah menganalisis sifat gelombang ultrasonik dalam hubungannya dengan gejala CI pada buah alpukat selama proses penyimpanan dingin. Bahan yang digunakan adalah buah alpukat varietas mentega mutu I yang diperoleh dari daerah Ciawi, Jawa Barat. Pengukuran non destruktif dengan gelombang ultrasonik menggunakan *transducer*, *oscilloscope digital*, *ultrasonic tester*, dan personal komputer. Data hasil penembakan gelombang ultrasonik berupa data tegangan (amplitudo) dan waktu, diolah menjadi data kecepatan gelombang dan atenuasi. Parameter mutu yang diduga dapat mengidentifikasi gejala CI adalah perubahan warna, kekerasan, total padatan terlarut (TPT) dan pH diukur secara destruktif. Pola hubungan parameter mutu dengan kecepatan gelombang dan atenuasi dianalisa untuk melihat parameter mutu yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi CI yang dapat direpresentasikan dengan panjang gelombang atau atenuasi. Dari hasil pengamatan, diketahui bahwa gejala CI dapat diamati dari perubahan warna, kekerasan, total padatan terlarut, pH dan sifat gelombang ultrasonik. Buah alpukat yang disimpan pada suhu 5°C mengalami penurunan nilai kekerasan, total padatan terlarut, dan peningkatan nilai pH yang lebih lambat dibandingkan pada penyimpanan suhu 15°C dan suhu ruang. Alpukat yang disimpan pada suhu 5°C mengalami kerusakan dingin pada hari ke-10 penyimpanan karena timbul ciri-ciri terjadinya CI baik secara visual maupun berdasarkan penurunan parameter mutu. Kekerasan dan total padatan terlarut merupakan parameter mutu yang dapat direpresentasikan dengan kecepatan gelombang ultrasonik untuk mengidentifikasi CI. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk memverifikasi hasil yang sudah didapat dengan varietas dan waktu panen berbeda. Kedua faktor ini berkaitan erat dengan sifat fisio kimia buah.

Kata kunci : *Alpukat, Chilling injury, Non destructive, Gelombang ultrasonik.*

PENDAHULUAN

Buah alpukat memiliki pasar dan nilai ekonomi yang sangat baik di dalam maupun luar negeri. Produksi buah alpukat Indonesia terus meningkat, berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2010 tercatat bahwa produksi buah alpukat tahun 2004 sebesar 221,774 ton dan pada tahun 2009 sebesar 257,642 ton. Buah alpukat memiliki umur simpan yang pendek bila disimpan pada ruang, dan akan melambat hingga 30-40 hari bila disimpan pada suhu 5°C (Indriani 1997). Namun permasalahan yang sering terjadi pada penyimpanan suhu dingin adalah adanya kerusakan dingin atau *Chilling Injury (CI)* yang akan menurunkan mutu buah.

Pendugaan adanya gejala *CI* menjadi penting untuk melakukan tindakan agar kerusakan dapat dicegah atau diperkecil. Kerusakan *CI* pada buah alpukat menyebabkan buah gagal matang, daging buah berwarna coklat, buah cepat busuk pada saat dibiarkan pada suhu ruang. Pemeriksaan mutu buah secara non destruktif (*Non Destructive Testing, NDT*) untuk mengidentifikasi adanya *CI* perlu dikaji sehingga *CI* dapat terdeteksi dengan cepat dan akurat. Penggunaan gelombang ultrasonik yang dapat mengidentifikasi mutu buah seperti total padatan terlarut dan kekerasan dapat dijadikan dasar untuk mengidentifikasi adanya gejala *CI*, khususnya untuk buah alpukat. Penelitian ini bertujuan mengkaji gelombang ultrasonik untuk mengidentifikasi gejala *CI* secara *non destructive*.

METODOLOGI

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah buah alpukat varietas mentega mutu I dari daerah Ciawi, Jawa Barat dengan ukuran diameter rata-rata 7 cm dan berat berkisar 250 – 350 gram/buah yang dipetik pada bulan Juli 2011. Alat untuk pengukuran sifat gelombang ultrasonik digunakan *transducer* pemancar dan penerima gelombang ultrasonik dengan frekuensi 50 kHz. Refraktometer digital ATAGO PR-201 untuk mengukur TPT, Rheometer model CR 300 DX-L untuk mengukur kekerasan, Chromameter model CR 310 untuk mengukur warna kulit dan daging buah.

Metodologi

Penelitian dilakukan dalam tahapan seperti tersaji pada Lampiran 1.

Pengukuran sifat gelombang ultrasonik. Buah alpukat yang telah dibersihkan diletakkan pada dudukan buah antara kedua *transducer*, kemudian gelombang ultrasonik ditembakkan dengan cara mengontrol penembakan melalui *software* M621 di komputer. Data hasil penembakan berupa data tegangan (amplitudo) dan waktu, selanjutnya diolah menjadi data kecepatan gelombang dan atenuasi. Perhitungan kecepatan gelombang ultrasonik dilakukan dengan menggunakan Persamaan 1, sedang perhitungan atenuasi dengan menggunakan Persamaan 2.

$$V = \frac{S}{t} \quad (1)$$

Dimana

V: kecepatan gelombang(m/s);

S : jarak antara transmitter dengan receiver (m) dan

t : waktu tempuh (detik).

$$\alpha = \frac{1}{x} \left[\ln \frac{A_0}{A_x} \right] \dots (2)$$

Dimana :

α : koefisien atenuasi (dB/m);

x : jarak;

A_0 : amplitudo mula-mula (volt);

A_x : amplitudo setelah menempuh jarak x (volt)

Pengukuran perubahan mutu alpukat selama dalam penyimpanan. Parameter mutu yang diduga berkaitan dengan gejala *CI* adalah warna, kekerasan, TPT. Pengukuran dilakukan setiap 3 hari sekali, dengan lama simpan berdasarkan suhu penyimpanan. Pada suhu ruang dilakukan lama simpan 14 hari, suhu 15°C 28 hari dan suhu 5°C 35 hari. Perbedaan lama simpan ditetapkan berdasarkan hasil penelitian yang sudah ada. Titik pengukuran dilakukan di daerah yang sama dengan titik penembakan gelombang ultrasonik yaitu arah radial pada 4 titik.

Pengukuran warna. Chromameter model CR 310 dikalibrasi dan selanjutnya sampel diukur dengan meletakkan ujung head pada permukaan buah alpukat. Sistem notasi warna dinyatakan dengan menggunakan sistem Hunter yang dicirikan dengan 3 parameter, yaitu L, a, dan b.

Pengukuran kekerasan. Pengukuran kekerasan dilakukan dengan menggunakan Rheometer model CR 300 yang diset dengan *mode* 20, beban maksimum 10 kg, kedalaman penekanan 10 mm, kecepatan penurunan beban 60 mm/menit, dan diameter jarum 5 mm. Nilai hasil pengukuran dalam kg-force (kgf).

Pengukuran Total Padatan Terlarut (TPT). TPT diukur menggunakan alat Refraktometer digital ATAGO PR-201. Daging buah diambil fitratnya, kemudian diletakkan pada prisma refraktometer. Nilai yang tertera pada alat menunjukkan nilai total padatan terlarut pada daging buah dengan satuan °Brix.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Mutu Buah Alpukat Selama Penyimpanan

Parameter mutu buah yang diduga dapat mengindikasikan adanya gejala *CI* adalah warna, kekerasan, total padatan terlarut, dan pH.

Warna.

Hasil penelitian memperlihatkan perubahan nilai L selama penyimpanan di suhu ruang, suhu 15°C, dan suhu 5°C (Gambar 1, Lampiran 2). Pada penyimpanan suhu ruang, terjadi peningkatan nilai L pada hari ke-3 penyimpanan, kemudian menurun pada ke-7 sampai dengan hari ke 14 (busuk). Proses ini sesuai dengan ciri buah alpukat yang akan mengalami proses pematangan beberapa saat setelah panen dan kemudian akan menuju proses pembusukkan. Pematangan buah alpukat pada umumnya ditunjukkan oleh peningkatan kecerahan warna kulit buah. Pada penyimpanan suhu 15°C, mempunyai pola yang sama hanya proses pematangan yang ditunjukkan dengan peningkatan nilai L terjadi pada hari ke 10 dan selanjutnya akan menurun sampai akhir penyimpanan (hari ke 28 sudah busuk). Hal ini menunjukkan bahwa suhu penyimpanan mampu memperlambat proses pematangan. Fenomena tersebut tidak terlihat pada penyimpanan suhu 5°C, dimana nilai L meningkat di hari ke 10 dan menurun sangat lambat dengan nilai L yang masih tetap tinggi di akhir penyimpanan (35 hari penyimpanan). Hasil ini mengindikasikan adanya proses gagal matang karena kerusakan dingin (*CI*).

Perubahan nilai a dan b (Gambar 1, Lampiran 2) menunjukkan pola yang sama dengan L pada suhu ruang dan 15 °C yaitu terjadi perubahan warna hijau (-a) menuju warna merah (+a), komponen warna kuningnya berkurang, hal ini menandakan ada proses pematangan.

Pada penyimpanan suhu 5 °C, komponen warna hijaunya masih tetap tinggi (-a) demikian juga dengan komponen warna kuning yang mengindikasikan tidak terjadi proses pematangan.

Kekerasan.

Ada kesamaan pola penurunan kekerasan buah alpukat yang disimpan pada suhu ruang dan 15°C (Gambar 2, Lampiran 2) hanya berbeda saat terjadinya penurunan tertinggi yang mengindikasikan proses pematangan. Pada suhu ruang terjadi penurunan yang tajam pada hari ke 3 penyimpanan dan pada suhu 15°C terjadi pada hari ke 10 setelah penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu 15°C bersifat memperlambat proses pematangan. Pada penyimpanan 5°C, penurunan nilai kekerasan kecil bahkan pada hari ke 10 terjadi kenaikan nilai kekerasan yang tertinggi dan menurun secara fluktuatif sampai hari ke 35 dengan nilai kekerasan masih lebih tinggi dari buah alpukat yang disimpan di suhu ruang maupun 15°C. Seperti yang ditunjukkan oleh perubahan warna, perubahan kekerasan juga dapat dijadikan indikator adanya proses pematangan buah. Peleg et al. (1990) menyatakan bahwa kekerasan merupakan prediktor yang baik untuk menentukan tingkat kematangan buah. Kekerasan buah alpukat yang disimpan pada suhu 5°C yang tetap tinggi menunjukkan tidak terjadi proses pelunakan atau pematangan selama dalam penyimpanan.

Penurunan kekerasan atau pelunakan terjadi karena ada proses perombakan protopektin menjadi pektin dimana pecahnya protopektin menjadi zat dengan bobot molekul rendah yang larut dalam air mengakibatkan lemahnya dinding sel dan turunnya kohesi yang mengikat sel satu dengan yang lain.

Total Padatan Terlarut.

Buah alpukat adalah buah klimaterik yang unik karena tidak dapat matang di pohon. Kematangan akan terjadi setelah beberapa saat dipanen. Walaupun buah alpukat tidak berasa manis pada saat matang, tetapi TPT dapat dijadikan indikator kematangan buah karena kandungan karbohidratnya cukup tinggi yaitu 7,7 gram dalam 100 gram daging buah, sementara kandungan lemak sebesar 6,5 gram.

Pola perubahan TPT (Gambar 3, Lampiran 2) selama dalam penyimpanan seiring dengan pola perubahan kekerasan. Pada awal penyimpanan, nilai TPT rendah dan meningkat beberapa hari setelah penyimpanan kemudian menurun diakhir penyimpanan. Pada saat nilai TPT tinggi, menandakan adanya proses pematangan buah, selanjutnya nilai TPT menurun mengindikasikan adanya proses pembusukan. Pola tersebut tidak terlihat pada buah alpukat yang disimpan di suhu 5°C. diawal penyimpanan kandungan TPTnya terus menurun dan meningkat tinggi setelah hari ke 35. Peningkatan nilai TPT pada buah alpukat tidak hanya karena perombakan karbihidrat tetapi juga hidrolisa lemak, sehingga fenomena pada alpukat yang disimpan pada suhu 5°C kemungkinan besar adalah hasil dari hidrolisa lemak yang mengindikasikan kebusukan.

Sifat Gelombang Ultrasonik Selama Penyimpanan

Pengukuran sifat gelombang ultrasonik pada buah alpukat dilakukan dari saat buah baru diangkut dari kebun ke laboratorium sampai buah mengalami pembusukan di setiap perlakuan suhu penyimpanan.

Kecepatan gelombang.

Pada penyimpanan suhu ruang dan suhu 15°C memperlihatkan bahwa kecepatan gelombang cenderung meningkat di awal kemudian menurun sampai akhir penyimpanan (Gambar 4, Lampiran 3). Pada penyimpanan suhu 5°C, kecepatan gelombang menurun lambat sampai dengan hari ke 23, kemudian terus meningkat sampai akhir penyimpanan. Hasil ini manandakan bahwa ada pengerasan kembali diakhir penyimpanan yang disebabkan

tidak terjadinya proses pematangan. Mizrach et al. (1994), menyimpulkan dari hasil penelitiannya bahwa ada hubungan antara kecepatan gelombang dan kekerasan. Semakin lunak buah, nilai kecepatan gelombang ultrasoniknya akan semakin rendah karena sifat gelombang ultrasonik yang sempurna merambat pada media padat. Pada penelitian ini, secara visual hubungan kecepatan gelombang dengan nilai kekerasan tidak terlihat tetapi bila dihubungkan dengan TPT lebih terlihat. Selanjutnya akan dibahas pada sub bab hubungan pengukuran destruktif dan non destruktif.

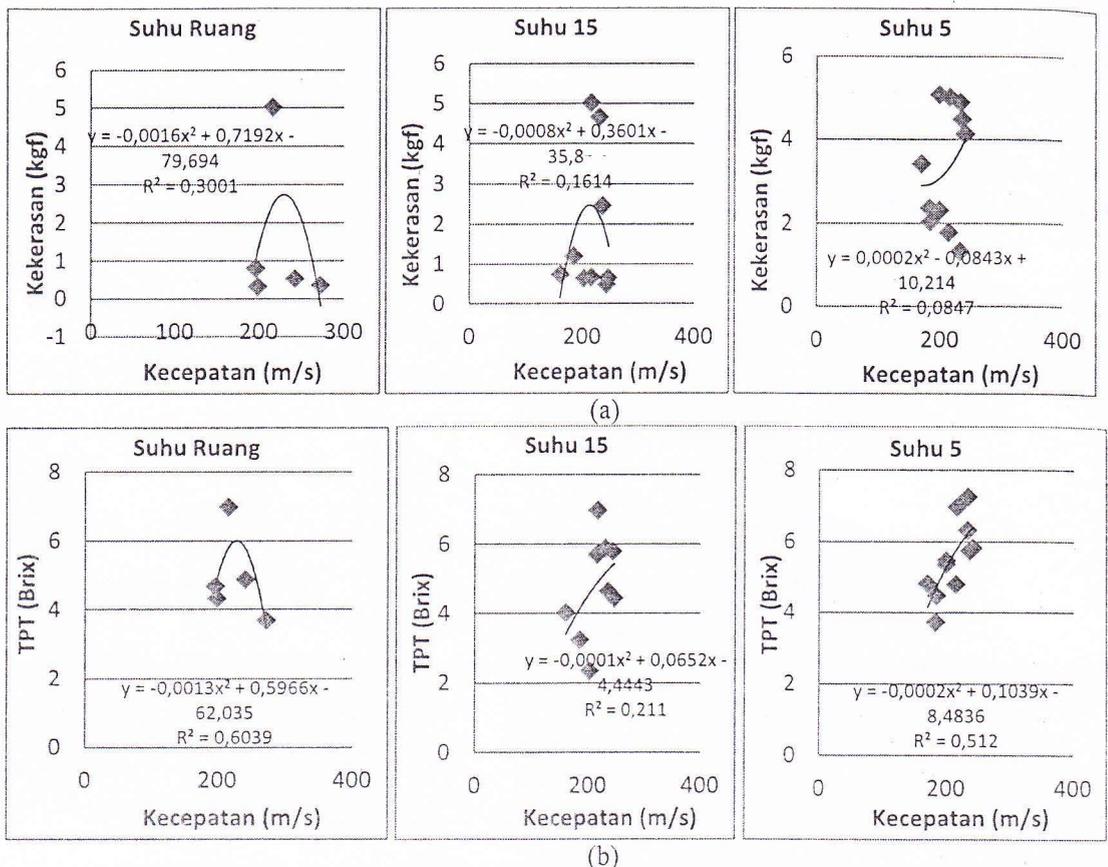
Atenuasi.

Atenuasi menyatakan banyaknya energi yang hilang pada saat perambatan gelombang ultrasonik melewati medium. Koefisien atenuasi dipengaruhi oleh jenis medium perantara dan banyaknya zat yang terkandung di dalam medium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu simpannya semakin meningkat koefisien atenuasinya. Semakin lama umur panen maka pembentukan komponen buah akan semakin kompleks sehingga lebih banyak terjadi peristiwa gelombang seperti pembiasan dan pemantulan pada batas antara medium berbeda. Dengan demikian semakin banyak energi yang tidak dapat diteruskan sehingga koefisien atenuasi semakin meningkat. Pada pengimpanan suhu ruang peningkatan koefisien atenuasi sangat nyata, sedang pada suhu 15°C dan 5°C berfluktuasi dengan kecenderungan meningkat pada akhir penyimpanan (Gambar 5, Lampiran 3).

Hubungan Parameter Akustik Gelombang Ultrasonik dengan Sifat Fisiko Kimia Buah Alpukat

Penggambaran hubungan antara hasil pengukuran mutu yang diwakili dengan parameter kekerasan dan TPT dengan nilai akustik dari gelombang ultrasonik buah selama dalam penyimpanan untuk ke tiga perlakuan suhu seperti pada Gambar 1 untuk kecepatan gelombang dan Gambar 2 untuk atenuasi.

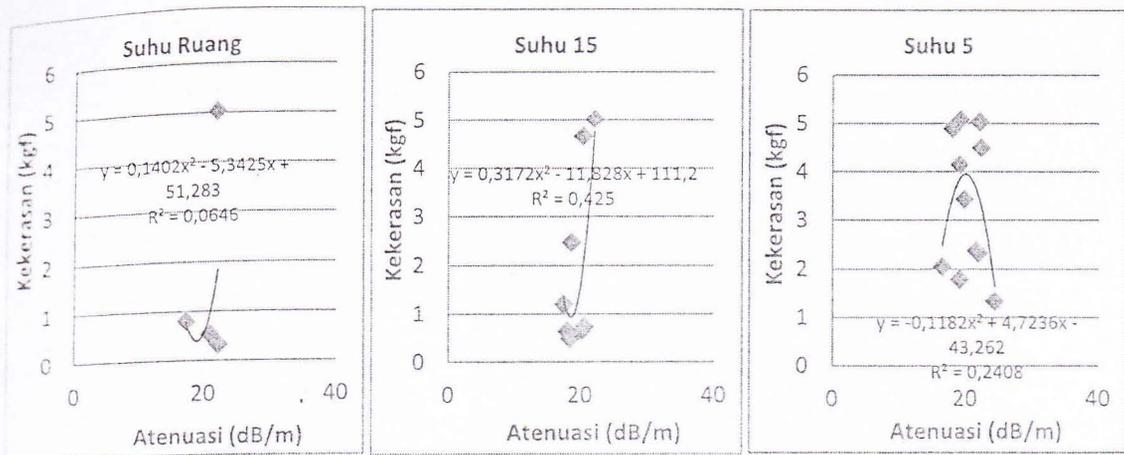
Persamaan yang terbentuk pada masing-masing gambar merupakan *trend* garis yang dibentuk oleh software Excel dengan pilihan R yang paling besar. Hubungan kekerasan buah alpukat yang disimpan pada suhu ruang dan suhu 15°C dengan nilai kecepatan gelombang mempunyai *trend* yang sama untuk nilai R yang paling baik, sedang untuk penyimpanan suhu 5°C terbentuk *trend* garisnya berbeda walaupun berbentuk persamaan polinomial. Hasil ini menginformasikan bahwa terjadi proses perubahan dalam daging buah alpukat yang tidak sama dengan proses yang ada pada buah yang disimpan pada suhu ruang dan 15°C , artinya ada indikasi kerusakan sel karena pengaruh suhu dingin yang terpapar cukup lama yaitu 28 hari. Hubungan TPT dengan kecepatan gelombang membentuk trend garis dengan R yang cukup tinggi. Seperti dipembahasan sebelumnya telah disampaikan bahwa secara visual grafik perubahan nilai TPT mempunyai pola yang lebih selaras bila dihubungkan dengan pola kecepatan gelombang sepanjang masa simpan di ke tiga perlakuan suhu. Hasil ini menambah kajian bahwa panjang gelombang dapat merepresentasikan nilai TPT dalam buah selain kekerasan. Ada dugaan bahwa parameter mutu buah yang dapat direpresentasikan dengan sifat akustik sangat tergantung pada komposisi fisiko kimia buah.



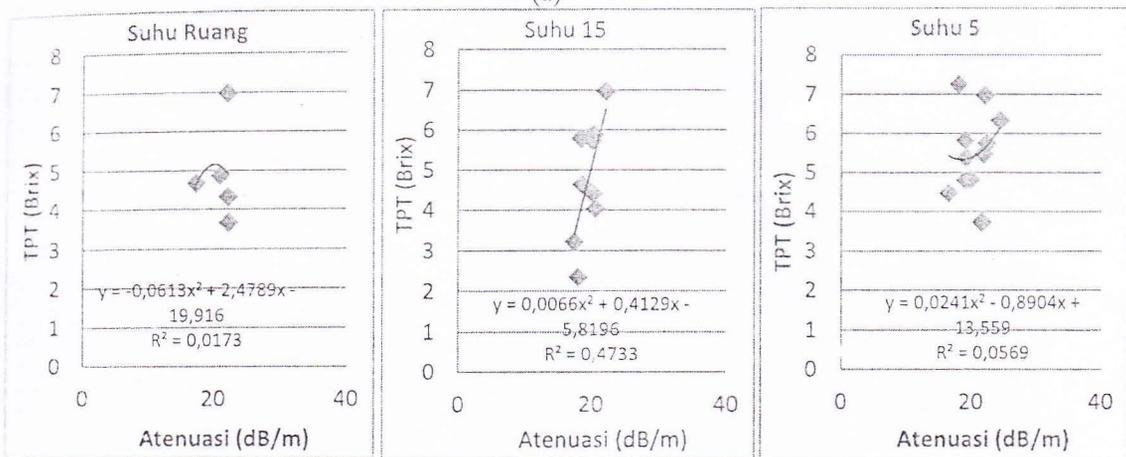
Gambar 1. a. Hubungan nilai kecepatan gelombang dengan kekerasan
b. Hubungan nilai kecepatan gelombang dengan TPT.

Trend garis yang terbentuk dari hubungan koefisien atenuasi dengan kekerasan untuk penyimpanan suhu ruang dan 15°C mempunyai pola yang sama, sementara untuk penyimpanan suhu 5°C berbeda. Hasil ini menguatkan adanya indikasi proses kerusakan sel pada penyimpanan suhu dalam jangka waktu yang lama (28 hari).

Hal yang cukup menarik adalah koefisien atenuasi dapat merepresentasikan nilai kekerasan untuk ke tiga suhu penyimpanan dengan nilai R yang cukup baik dibanding dengan nilai R yang terbentuk dari *trend* hubungan antara TPT dengan koefisien atenuasi. Hasil ini menambah kajian bahwa kekerasan dapat direpresentasikan oleh koefisien atenuasi. Pada Gambar 1(b) dan Gambar 2(a) didapat bahwa sifat akustik gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk mendeteksi adanya gejala CI dimana panjang gelombang dapat merepresentasikan nilai TPT, sementara kekerasan direpresentasikan oleh koefisien atenuasi dimana ke dua sifat fisika kimia tersebut (TPT dan kekerasan) menjadi indikator adanya gejala CI pada buah yang disimpan pada suhu dingin (5°C) seperti yang telah dibahas pada sub bab sebelumnya.



(a)



(b)

Gambar 2. a. Hubungan koefisien atenuasi dengan kekerasan
b. Hubungan koefisien atenuasi dengan TPT.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Gejala *chilling injury* (CI) dapat diamati dari perubahan warna, kekerasan, total padatan terlarut. Pada penyimpanan hari ke 10 dengan suhu 5°C terindikasi adanya gejala CI yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai kekerasan cukup tinggi tetapi nilai TPT menurun. Indikasi ini diperkuat dengan visualisasi buah alpukat baik kulit maupun daging buah yang mengeras di beberapa tempat dengan warna coklat. Sifat akustik dari gelombang ultrasonik diduga kuat dapat digunakan untuk mendeteksi adanya gejala CI pada buah alpukat dengan panjang gelombang untuk merepresentasikan TPT dan koefisien atenuasi untuk kekerasan dimana kedua parameter mutu tersebut merupakan indikator yang cukup baik untuk melihat adanya CI pada buah alpukat.

Saran

Perlu dilakukan kaji ulang untuk mendapatkan konsistensi hubungan antara panjang gelombang dan koefisien atenuasi terhadap TPT dan kekerasan dengan melakukan penelitian lanjutan menggunakan varietas buah alpukat berbeda dan masa panen yang berbeda. Varietas dan masa panen berpengaruh terhadap sifat fisiko kimia buah.

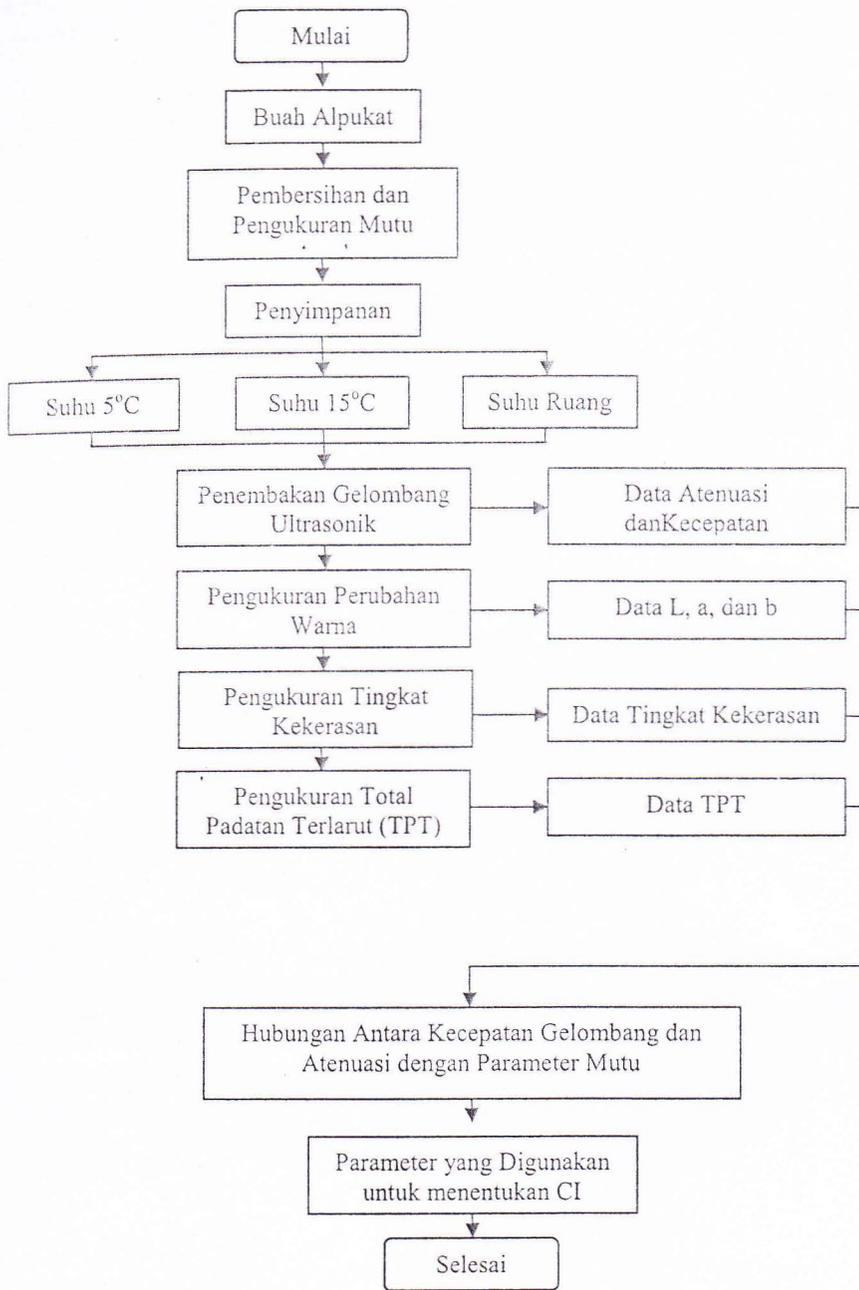
Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan tujuan untuk menentukan *range* (kisaran nilai) kecepatan gelombang dan koefisien atenuasi yang menunjukkan adanya gejala *CI*

Dari penelitian ini diketahui bahwa gejala *CI* dapat ditunjukkan oleh perubahan warna baik itu kecerahan atau timbulnya spot (bintik-bintik) berwarna coklat, sehingga metode non destruktif menggunakan image bisa diterapkan untuk mengidentifikasi adanya *CI*.

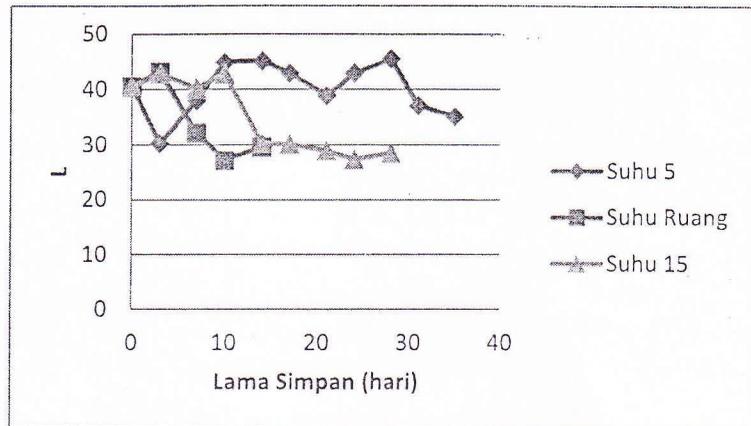
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011, Chilling injury. http://comes.ums.ac.id/file.php/1/arsip/Resources_ppt/pasca%20CHILLING%20INJURY.ppt. Accessed 05-05-11.
- Anonim, 2011, Transduser ultrasonik. <http://marikemari.com/transduser-ultrasonik>. Accessed 18-04-11.
- Budiastra IW., Trisnobudi A. dan Pujantoro L., 1998, *Pengembangan Teknologi Ultrasonik untuk Penentu Kematangan dan Kerusakan Buah-buahan Tropika secara Non-Destruktif*. Bogor: Laporan Riset Unggulan Terpadu V Fateta.
- Djamila S., 2010, *Evaluasi Mutu Buah Naga secara Non-Destruktif dengan Metode Ultrasonik* [tesis]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Efriyanti N.D., 2006, *Pendugaan Tingkat Ketuaan Belimbing Manis dengan Menggunakan Gelombang Ultrasonik* [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Mizrach A., Galili N., Gan-Mor S., Flitsanov U. and Prigozin I., 1996, *Model of Ultrasonic Parameters to Assess Avocado Properties and Shelf Life*. *J Agric Eng Res* 65: 261-267.
- Mizrach A., Flitsanov U., Akerman M. and Zauberman G., 2000, *Monitoring Avocado Softening in Low-Temperature Storage Using Ultrasonic Measurements*. *Comput Electron Agric* 26 (2): 199-207.

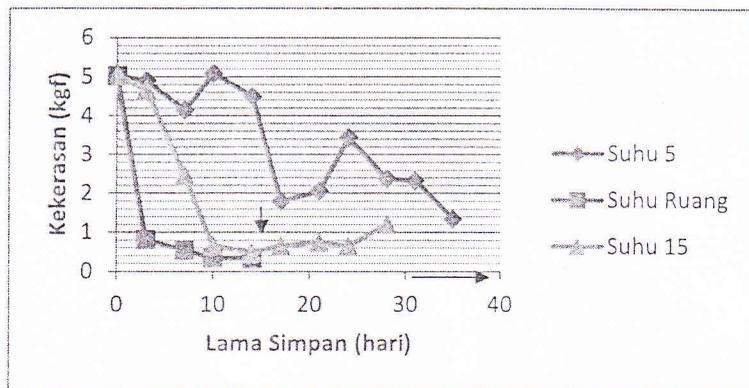
Lampiran 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian



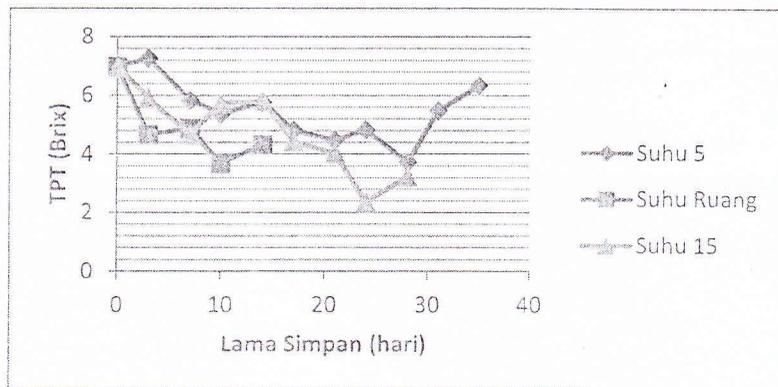
Lampiran 2. Perubahan parameter mutu (Warna, Kekerasan dan TPT) selama masa simpan



Gambar 1. Perubahan nilai L selama masa simpan alpukat.

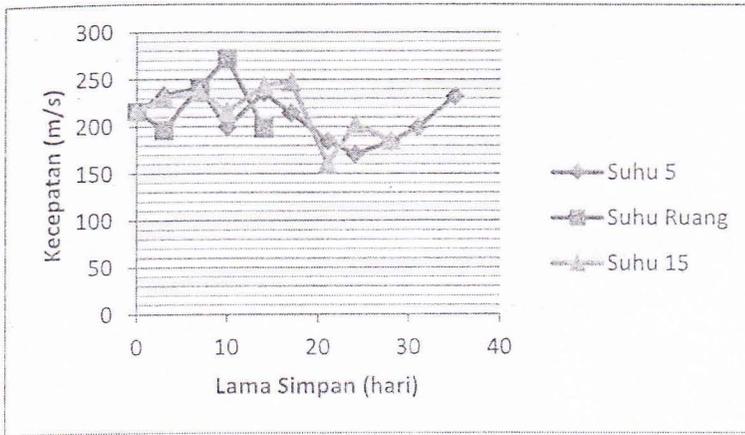


Gambar 2. Perubahan nilai kekerasan selama masa simpan alpukat.

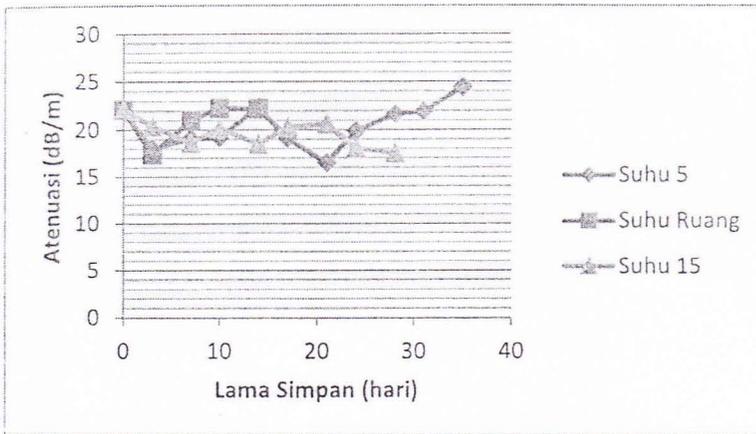


Gambar 3. Perubahan nilai TPT selama masa simpan alpukat.

Lampiran 3. Panjang gelombang dan koefisien atenuasi buah alpukat selama masa simpan



Gambar 4. Kecepatan gelombang buah Alpukat selama masa simpan.



Gambar 5. Koefisien atenuasi buah Alpukat selama masa simpan.