

*Technical Paper*

## Karakteristik Transmisi Gelombang Ultrasonik dan Hubungannya dengan Sifat Fisiko-Kimia Buah Naga

### *Ultrasound Wave Transmission Characteristics and Its Relationships with Physico-Chemical of Dragon Fruit*

Siti Djamila<sup>1</sup>, I Wayan Budiastara<sup>2</sup> dan Sutrisno<sup>3</sup>

#### **Abstract**

Commonly the quality of dragon fruit in Indonesia is determined manually by using visual appearances and it gives un-uniformly results caused by human factors and the judgement is not reflected the internal quality of dragon fruit. Destructive method is usually used to determine the internal quality of dragon fruit that is unsuitable for quality control of fresh dragon fruit. So a non destructive method is required for evaluation the quality of dragon fruit. The objectives of the research were to determine the physico-chemical and ultrasound wave transmission characteristics of super red dragon fruit according to harvesting time, and to study the relationship between ultrasound wave transmission characteristics and physico-chemical characteristics of super red dragon fruit. Super-red dragon fruits were harvested at 30, 32, and 34 days after flower blooms (150 samples) from PT Wahana Cory, Ciapus, Bogor. The results showed that the ultrasound velocity of super red dragon fruit ranged from 614.10 to 680.16 m/s and the attenuation coefficient were 57.32 to 62.40 Neper per meter. The attenuation coefficient was significantly different according to maturity. There were significant correlations between ultrasound parameters (velocity and attenuation coefficient) and physico-chemical of super red dragon fruit (firmness, sugar content, total soluble solid, and total acid).

**Keywords:** dragon fruit, attenuation, ultrasound, velocity

Diterima: 25 September 2009; Disetujui: 3 Februari 2010

#### **Pendahuluan**

Buah naga adalah jenis buah yang relatif baru keberadaannya di Indonesia, namun beberapa daerah telah mulai mengembangkan tanaman buah ini. Prospek buah naga di pasar domestik cukup baik. Kegiatan budidaya buah naga di Indonesia sangat menguntungkan karena disamping memberi keuntungan secara ekonomi pada petani, juga akan mengurangi impor buah, bahkan ada kemungkinan untuk menembus pasar ekspor. Tahun 2006 total produksi buah naga dari perkebunan di Malang, Yogyakarta, Semarang, Pasuruan, Jombang dan Klaten sebesar 1341 ton/tahun. Produksi buah naga terus meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen.

Penanganan pasca panen buah naga hasil produksi dalam negeri meliputi sortasi, grading, pengemasan, dan transportasi. Sortasi dan grading buah masih dilakukan secara manual yakni menggunakan cara visual sehingga hasil sortasinya kurang seragam dan tidak sesuai dengan mutu

dalam buah naga. Mutu dalam seperti kemanisan buah naga harus ditentukan dengan metode merusak dengan cara sampling, sehingga kurang cocok untuk penanganan buah segar. Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang dapat menentukan mutu dalam buah naga tanpa merusak. Salah satu metode non-destruktif yang dapat menentukan mutu dalam buah naga adalah dengan ultrasonik.

Ultrasonik merupakan salah satu metode yang cukup berhasil dalam menentukan mutu dalam buah (Budiastara *et al*, 1999). Ultrasonik telah berhasil digunakan untuk menentukan mutu dalam buah mangga (Mizrach *et al*, 1997), buah alpokat (Gallili *et al*, 1993), buah tomat jenis cherry (Trisnobudi, 1998), buah manggis (Juansah, 2005), dan mutu dalam buah durian (Haryanto, 2002). Metode ultrasonik belum dilakukan untuk penentuan mutu dalam buah naga.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan evaluasi mutu dalam buah naga secara non-destruktif berdasarkan metode ultrasonik, dengan tujuan khususnya: a) menentukan karakteristik

<sup>1</sup> Mahasiswa Pascasarjana S2, Program Studi Teknologi Pasca Panen, Institut Pertanian Bogor, Email: umi\_djamila@yahoo.co.id,

<sup>2</sup> Staf Pengajar Departemen Teknik, Fakultas Teknologi Pertanian-Institut Pertanian Bogor. Email: wbudiastara@yahoo.com

<sup>3</sup> Staf Pengajar Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian-Institut Pertanian Bogor. Email: kensutrisno@ipb.ac.id

Tabel 1. Rata-rata nilai karakteristik transmisi gelombang ultrasonik berdasarkan umur panen buah naga merah super

Sifat Akustik	30 SBM	32 SBM	34 SBM
Kecepatan (m/detik)	680.16 ± 77.10 b	670.45 ± 50.63 b	614.10 ± 55.79 a
Atenuasi (Np/m)	57.32 ± 1.90 a	59.94 ± 4.79 b	62.40 ± 2.87 c
Zero moment power	3.5711 ± 0.0626 a	3.5524 ± 0.0943 a	3.5227 ± 0.2540 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama pada masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5 %

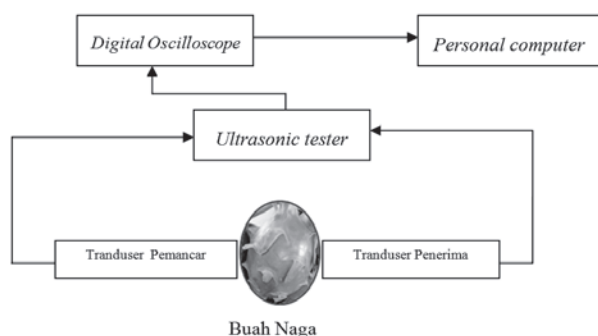
transmisi gelombang ultrasonik buah naga merah super pada tiga tingkatan umur panen, b) menentukan sifat fisiko-kimia buah naga merah super berdasarkan tiga tingkatan umur panen, dan c) mengkaji hubungan karakteristik transmisi gelombang ultrasonik dengan sifat fisiko-kimia buah naga merah super.

### Bahan dan Metode

#### Bahan dan Alat

Buah yang digunakan adalah buah naga merah super (*Hylocereus costaricensis*). Buah ini mempunyai ciri kulitnya berwarna merah dan daging buah berwarna merah. Buah naga yang digunakan adalah mutu B yang diperoleh dari kebun buah PT Wahana Cory, Ciapus, Bogor, Jawa Barat. Sampel buah naga dipilih pada umur panen 30, 32, dan 34 SBM (setelah bunga mekar) dengan diameter rerata ± 8 cm dan berat 250 sampai 350 gram sebanyak 50 buah sampel tiap umur panen.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem pengukuran gelombang ultrasonik seperti pada Gambar 1 (Budiastra *et al*, 1999). Perangkat pengukur gelombang ultrasonik meliputi transduser pemancar dan transduser penerima gelombang ultrasonik, dudukan transduser yang dilengkapi pengukur ketebalan sampel, *oscilloscope* digital ETC M621, ultrasonik transmitter dan *personal computer*. Transduser berbentuk silinder dengan ujung berbentuk lancip, diameter silinder 2.95 cm, panjang 7.05 cm dan frekuensi yang dipancarkan



Gambar 1. Diagram blok sistem pengukuran gelombang ultrasonik

50 kHz. Alat pengukur lainnya adalah *Color Reader* Minolta CR-10 (warna), *Rheometer* model CR 300 DX-L (kekerasan), timbangan digital (massa), jangka sorong (ukuran), dan *portable digital refractometer* (total padatan terlarut).

#### Prosedur Penelitian

Pengukuran karakteristik gelombang ultrasonik terhadap buah naga dilakukan pada masing-masing umur panen. Karakteristik ultrasonik yang diukur adalah kecepatan rambat dan transmisi gelombang ultrasonik (hubungan tegangan dan waktu).

Setelah pengukuran karakteristik gelombang ultrasonik, dilakukan pengukuran sifat fisiko-kimia buah naga merah super. Sifat fisiko-kimia yang diukur adalah kekerasan, warna, densitas, total gula (*Luff Schroll*), total asam (titrasi), dan total padatan terlarut. Terakhir, dilakukan pengukuran parameter mutu meliputi testur, warna, dan rasa dengan uji organoleptik, dengan tujuh skala kesukaan dan panelis berjumlah 25 orang.

#### Pengolahan dan Analisis Data

Kecepatan rambat ditentukan dari rasio diameter buah naga dan waktu yang diperlukan gelombang ultrasonik untuk merambat pada buah naga. Transmisi gelombang ultrasonik yang berupa hubungan antara amplitudo (tegangan) dan waktu ditransformasi dengan menggunakan FFT (*Fast Fourier Transform*) dengan program *Matlab* menjadi *power spectral density* (PSD). Koefisien atenuasi dihitung dari *zero moment power*. *Zero moment power* merupakan luasan dibawah PSD. Data ultrasonik dan sifat fisiko-kimia buah naga kemudian dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANOVA), uji beda nilai jujur (BNJ) pada taraf uji 5% dan analisis korelasinya menggunakan program *Minitab Release 14*.

### Hasil dan Pembahasan

#### Karakteristik Transmisi Gelombang Ultrasonik pada Tiga Tingkatan Umur Panen Buah Naga

Koefisien atenuasi gelombang ultrasonik pada tiga tingkatan umur panen buah naga merah super berbeda sangat nyata. Kecepatan berbeda

Tabel 2. Rata-rata nilai sifat fisiko-kimia buah naga merah super berdasarkan umur panen

Sifat Fisiko-Kimia	30 SBM	32 SBM	34 SBM
Kekerasan (N)	4.047±0.745 b	3.704±0.706 a	3.567±0.568 a
Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	0.98 ± 0.02 ab	0.97 ± 0.04 a	0.99 ± 0.01 b
Derajat Warna :			
Chroma	20.00 ± 2.83 a	23.87 ± 2.07 b	24.19 ± 2.30 b
L	43.23 ± 1.36 b	42.34 ± 2.80 a	42.69 ± 0.84 a
a	17.07 ± 3.27 a	22.27 ± 2.36 b	22.91 ± 2.53 b
b	10.09 ± 1.33 c	8.35 ± 0.80 b	7.51 ± 1.29 a
Total Gula (%)	4.49 ± 1.70 a	5.57 ± 1.04 b	6.13 ± 1.63 b
Total Asam (%)	2.90 ± 0.65 c	2.18 ± 0.24 b	1.47 ± 0.44 a
TPT (°Brix)	10.22±1.17 a	11.84±1.52 b	11.75±1.07 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama pada masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5 %

nyata antara umur panen 30 dengan 34 SBM dan antara umur panen 32 dengan 34 SBM. Sedangkan *zero moment power* tidak berbeda nyata antar umur panen. Semakin tinggi tingkat ketuaan atau umur panen buah naga maka kecepatan rambat gelombang ultrasonik cenderung menurun, sedangkan koefisien atenuasinya meningkat (Tabel 1).

Kecepatan rambat gelombang ultrasonik pada buah sangat dipengaruhi oleh kekerasan dan densitas buah naga. Trisnobudi (2006) menjelaskan, secara teori, kecepatan rambat ultrasonik dipengaruhi oleh sifat fisik bahan yaitu modulus Young (kekerasan) dan kerapatan massa, tetapi dalam hal ini kecepatan ultrasonik lebih dominan dipengaruhi oleh modulus Young daripada densitas. Semakin tua buah naga maka semakin lunak karena ada penurunan kekerasan. Penurunan kekerasan sebagai akibat menurunnya protopektin yang tidak larut dalam air dan adanya peningkatan pektin yang larut dalam air sehingga dinding sel akan menurun struktur padatnya dan akan mengakibatkan menurunnya kekerasan. Dengan demikian gelombang ultrasonik yang ditransmisikan pada buah naga tersebut semakin sulit menembus bahan dan kecepatannya menurun. Perambatan gelombang ultrasonik lebih mudah pada medium padatan dibandingkan dengan medium yang lain yakni cair dan gas (Gooberman, 1968).

#### Hubungan Sifat Fisiko-Kimia Buah Naga pada Tiga Tingkatan Umur Panen

Sifat fisik warna b (biru-kuning) dan sifat kimia (total asam) buah naga super merah berbeda nyata pada tiap umur panen, sedangkan sifat fisiko-kimia lainnya beda nyatanya bervariasi pada setiap tingkatan umur panen. Hal ini disebabkan karena besarnya variasi data fisiko-kimia tersebut antar umur panen (Tabel 2).

Kekerasan dan kandungan total asam buah naga merah super menurun dengan bertambahnya umur panen, sedangkan kandungan total gula dan total padatan terlarut meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya umur panen buah naga, terjadi perubahan pati menjadi gula-gula sederhana. Total asam menurun karena asam organik digunakan oleh sel buah sebagai substrat dalam aktifitas metabolisme buah (Pastastico, 1990).

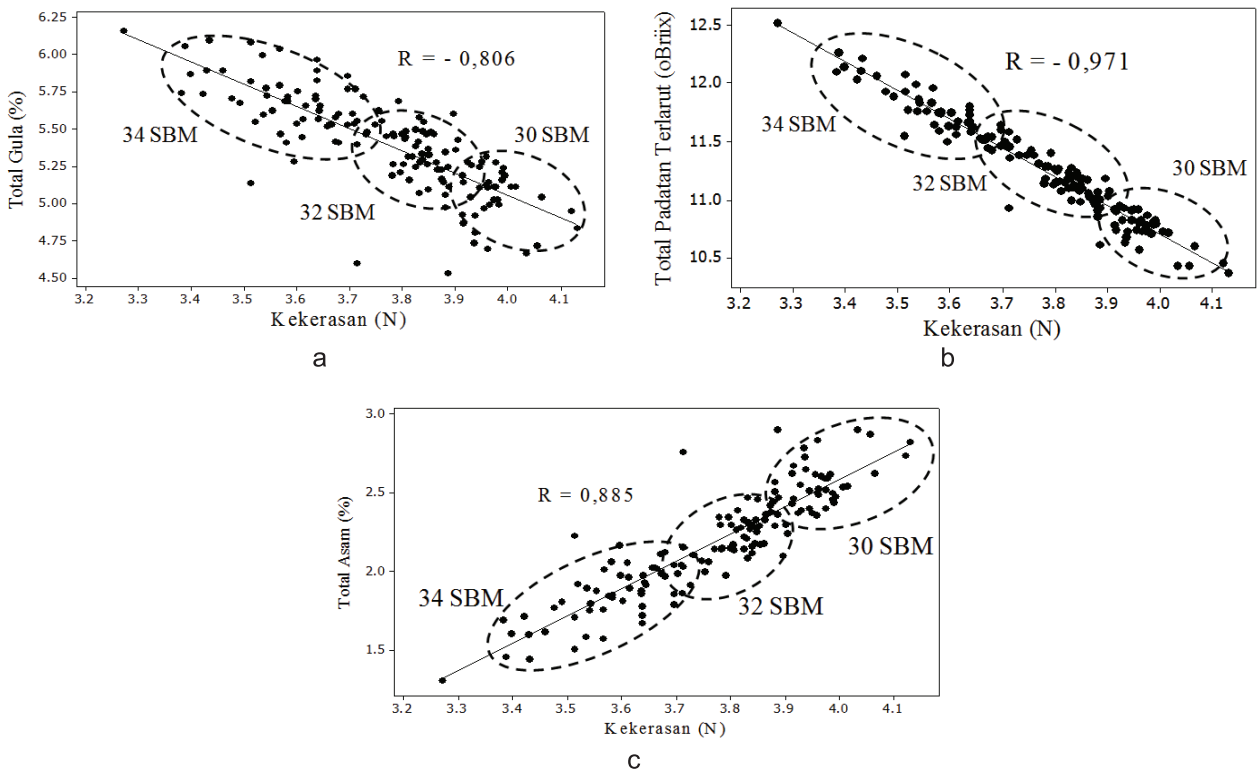
Korelasi sifat fisik (kekerasan) dengan sifat kimia (total gula, total asam, dan total padatan terlarut) buah naga sangat nyata (Gambar 2). Kekerasan dan total gula serta total padatan terlarut berkorelasi negatif (Gambar 2a dan 2b), sedangkan kekerasan dan total asam berkorelasi positif (Gambar 2c). Semakin rendah (lunak) kekerasannya maka kandungan total gula dan total padatan terlarut (TPT) cenderung meningkat serta total asam menurun.

#### Hubungan Karakteristik Transmisi Gelombang Ultrasonik dengan Sifat Fisiko-Kimia Buah Naga

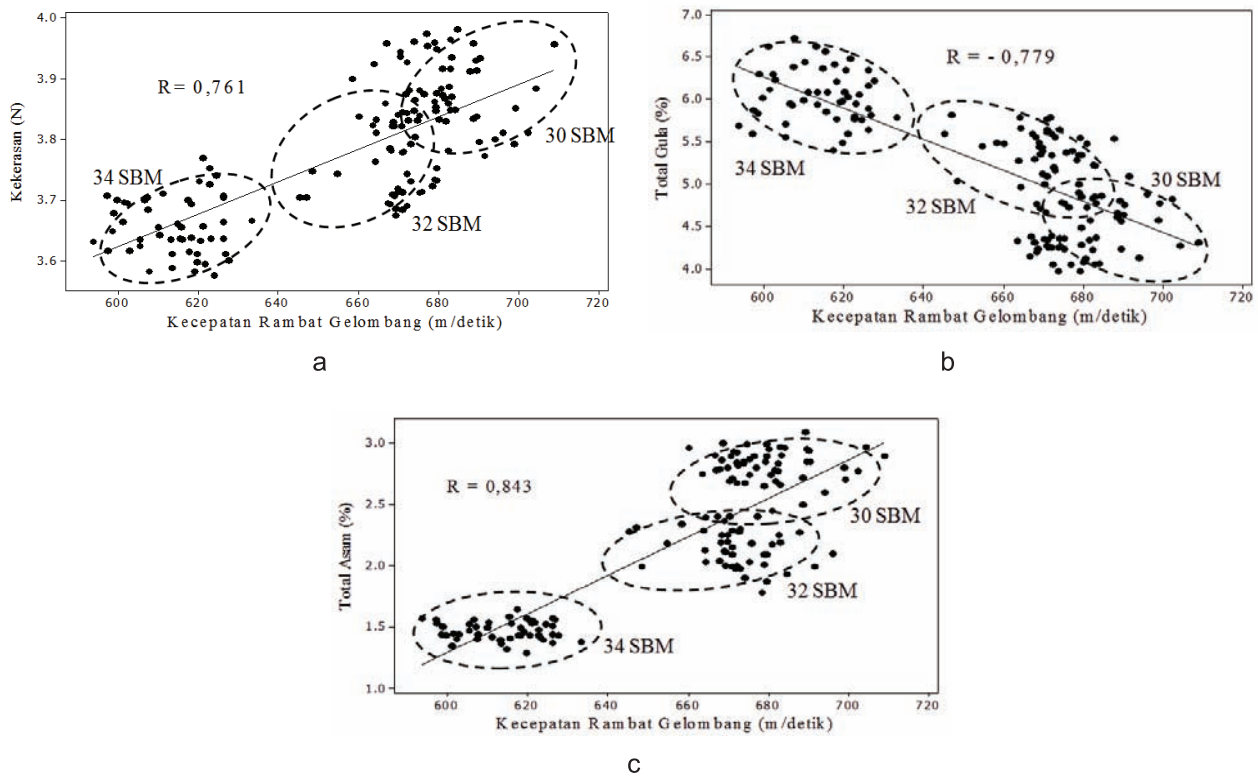
Kecepatan ultrasonik dan kekerasan buah naga berkorelasi positif. Semakin menurun kekerasan buah naga, kecepatan gelombang ultrasonik yang dirambatkan semakin berkurang (Gambar 3a).

Kecepatan ultrasonik dengan total gula berkorelasi negatif (Gambar 3b), sedangkan dengan total asam berkorelasi positif (Gambar 3c). Kecepatan ultrasonik pada buah naga menurun dengan meningkatnya total gula dan menurunnya total asam.

Koefisien atenuasi dan kekerasan buah naga serta total asam berkorelasi negatif (Gambar 4a dan 4c). Sedangkan dengan total gula berkorelasi positif (Gambar 4b). Koefisien atenuasi meningkat dengan berkurangnya total asam dan bertambahnya total gula buah naga. Buah naga dengan umur panen



Gambar 2. Korelasi sifat fisik dengan sifat kimia buah naga: (a) kekerasan dengan total gula, (b) kekerasan dengan tpt, dan (c) kekerasan dengan total asam



Gambar 3. Korelasi kecepatan ultrasonik dengan kekerasan: (a) grafik kecepatan terhadap kekerasan, (b) grafik kecepatan terhadap total gula, dan (c) grafik kecepatan terhadap total asam

muda masih kompak bentuk susunan selnya, makin tua sel-sel tersebut akan terisi gula dan air serta selnya cenderung membesar. Diduga karena semakin banyaknya kandungan air dan menurunnya kandungan asam buah naga maka koefisien atenuasi semakin meningkat. Atenuasi merupakan penurunan total intensitas atau energi gelombang setelah melewati medium. Menurut Trisnobudi (2006), atenuasi diakibatkan oleh absorpsi medium karena terjadinya konversi energi dari energi akustik menjadi energi dalam bentuk lain. Atenuasi juga disebabkan pemantulan dan pembiasan oleh struktur yang ada pada medium.

- Kecepatan ultrasonik dan sifat fisiko-kimia buah naga berkorelasi sangat nyata. Kecepatan ultrasonik dan kekerasan serta total asam berkorelasi positif, sedangkan dengan total gula berkorelasi negatif.
- Koefisien atenuasi ultrasonik dan sifat fisiko-kimia buah naga berkorelasi sangat nyata. Koefisien atenuasi dengan kekerasan berkorelasi negatif, dengan total asam juga bersifat negatif. Sedangkan koefisien atenuasi dengan total gula berkorelasi positif.

### Kesimpulan

- Koefisien atenuasi gelombang ultrasonik pada tiga tingkatan umur panen buah naga merah super berbeda sangat nyata. Kecepatan ultrasonik beda nyatanya bervariasi pada tingkatan umur panen buah naga. Sedangkan *zero moment power* tidak berbeda nyata. Semakin meningkatnya umur panen buah naga, kecepatan ultrasonik menurun, sedangkan koefisien atenuasinya semakin meningkat.
- Sifat fisik (kekerasan) dan kimia (total gula, total asam, dan total padatan terlarut) buah naga berkorelasi sangat nyata. Kekerasan dan total gula berkorelasi negatif, dengan total asam berkorelasi positif, sedangkan dengan total padatan terlarut berkorelasi negatif.

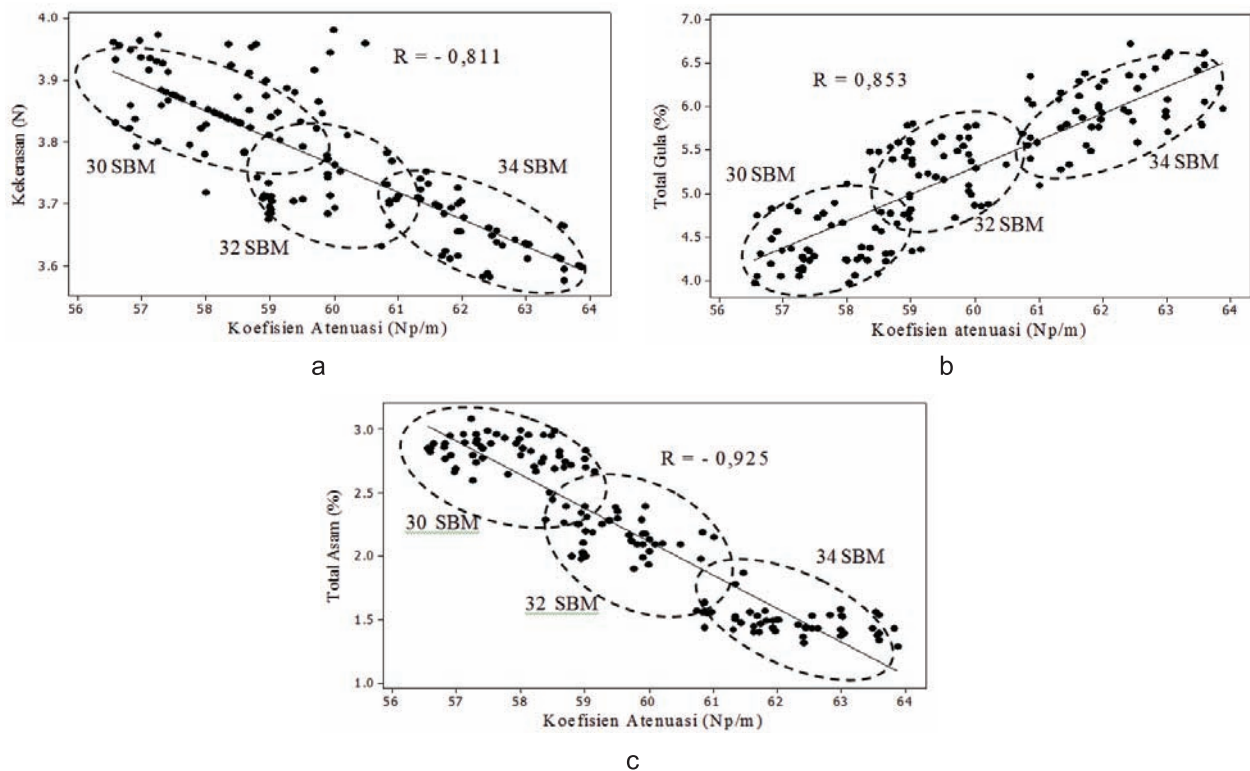
### Daftar Pustaka

Budiastra, I.W., A. Tresnobudi, HK Purwadaria. 1999. *Ultrasonic System for Automation of Internal Quality Evaluation of Durian*. Proceedings IFAC'99. Beijing. 15-19 Juli 1999.

Gallili, N. Mizarch, A. Dan Rosenhouse G.1993. *Ultrasonic Testing of Whole Fruit For Nondestructive Quality Evaluation*. ASAE/CSAE meeting presentation. No. 936026.

Goberman, G.L. 1968. *Ultrasonic Theory and Application*. The English Universities Press Ltd. London.

Haryanto, B. 2002. *Pengembangan Model Empiris Untuk Penentuan Tingkat Ketuaan Dan Kematangan Durian Unggul Secara Non-destruktif Dengan Gelombang Ultrasonik*. Desertasi. Program Studi Ilmu Keteknikan Pertanian. Program Pascasarjana. IPB.



Gambar 4. Korelasi koefisien atenuasi ultrasonik dengan kekerasan, total gula, dan total asam buah naga: (a) grafik koefisien atenuasi terhadap kekerasan, (b) grafik koefisien atenuasi terhadap total gula, dan (c) grafik koefisien atenuasi terhadap total asam

- Juansah, J. 2005. Rancang Bangun Sistem Pengukuran Gelombang Ultrasonik Untuk Penentuan Mutu Manggis (*Gracinia mangostana L.*). Tesis. Program Studi Keteknikan Pertanian. Sokalah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Mizrach, A., U. Flitson dan Y. Fuchs. 1997. *An Ultrasonic Non Destructive Method For Measuring Maturity of Manggo Fruit*. Trans ASAE 40(4):1107-1111.
- Pastastico, E.B. 1990. *Fisiologi Pascapanen*. Penerjemah Kamariyani. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Soekarto, S.T. 1985. *Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan*. Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Triola, M.F., 2005. *Essentials of Statistics*. Second Edition. Pearson Eddison Wesley.
- Trisnobudi. 1998. *Metode Ultrasonik Untuk Memperkirakan Tingkat Kematangan Buah Tomat Jenis Cherry*. Seminar Nasional Penerapan Teknologi Kendali dan Instrumentasi pada Pertanian. BPPT. Jakarta.
- 2006. *Fenomena Gelombang*. ITB