

MENENTUKAN KETUAAN BUAH DURIAN BERDASARKAN SIFAT ULTRASONIKNYA (Determination of Durian Fruit Maturity by Ultrasonic Properties)

Bambang Haryanto¹⁾, Hadi K.Purwadaria²⁾, I. Wayan Budiastara³⁾, A. Trisnobudi⁴⁾

ABSTRACT

The research was conducted to determine the maturity of durian through ultrasonic properties. For this purpose, a measurement system based on ultrasonic method was developed and controlled by a PC computer. An interface PC Lab Card was used to transfer the signal stored in the digital oscilloscope to the Personal computer. Twelve mature durians of (95 ± 3) days after fullbloom and 12 immature durians of (70 ± 3) days after fullbloom were used to determine the velocity and the attenuation. The result showed that attenuation and velocity wave of mature durians were 9.256 ± 1.077 dB/cm and 501.62 ± 44.28 m/sec, whereas the attenuation and velocity of immature ones were 6.279 ± 0.772 dB/cm and 422.36 ± 33.68 m/sec. The relationship between velocity wave of whole durians and, firmness, and velocity wave with total soluble solid were linear and significant ($r^2 = 0.82$ and $r^2 = 0.73$, respectively). Meanwhile the relationship between attenuation, and firmness, and attenuation with total soluble solid were exponential with correlation $r^2 = 0.69$ and $r^2 = 0.67$, respectively. The firmness and total soluble solid of durian flesh has strong correlation ($r^2 = 0.92$).

PENDAHULUAN

Buah durian merupakan jenis buah eksotik tropika dan di Indonesia memiliki nilai ekonomis tinggi. Buah ini mempunyai rasa yang lezat dan aroma yang khas (Laksmi, 1978 dan Sunarjono, 1995).

Pemanenan durian yang tepat berpengaruh terhadap mutu daging durian. Buah durian termasuk golongan buah klimaterik yang dapat dipetik pada umur tua dan dapat diperam, setelah beberapa hari dapat matang (Syaifullah, 1996). Mutu buah durian yang paling baik adalah buah durian *jatuhan* yaitu durian yang sudah matang di pohon dan jatuh dengan sendirinya. Jenis durian ini memiliki rasa paling enak karena secara fisiologis telah matang sempurna (Laksmi, 1978 dan Syaifullah, 1996).

Ketuaan durian yang optimal tergantung pada kultivar. Durian jenis unggul dapat dipanen 90 -100 hari setelah bunga mekar, jenis medium 100 -115 hari setelah bunga mekar dan yang berumur lambat 140 -150 hari setelah bunga mekar (Anonymous, 1997 dan Adjid 1994). Ketsa dan Pangkool (1995) melaporkan bahwa durian kultivar *chane* di Thailand dapat dipanen pada (106 ± 3) hari setelah bunga mekar.

Masalah yang dihadapi dalam memilih durian adalah bagaimana mengetahui tingkat ketuaan durian dengan tanpa merusak buah tersebut. Dengan demikian konsumen akan mendapatkan jaminan bahwa durian yang dibeli tua dan bila dibiarkan beberapa hari dapat matang. Pada buah durian matang kulitnya mudah retak sehingga umur

simpannya pendek. Thomson (1996) melaporkan bahwa evaluasi mutu buah dapat dilakukan dengan berbagai metoda seperti perbedaan warna kulit, secara optik, dengan sinar X, gelombang elektromagnetik dan menggunakan gelombang ultrasonik. Pengujian bahan secara non destruktif menggunakan gelombang ultrasonik telah berkembang untuk logam dan bahan non pertanian, tetapi untuk bahan pertanian dan pangan penggunaan ultrasonik masih relatif baru, karena sifat bahan yang heterogen (Hawel dan Lacey, 1994). Gelombang ultrasonik memiliki kemampuan menembus bahan yang tinggi dimana sifat akustik seperti kecepatan suara dan atenuasi sebagai interaksi antara gelombang ultrasonik dengan bahan dapat menunjukkan sifat bagian dalam buah (Budiastara, 1998). Gelombang ultrasonik telah berhasil diterapkan untuk menentukan ketuaan buah alpukat dan beberapa sayuran serta buah asal sub tropika (Mizrach, 1999). Dengan pertimbangan buah durian terutama di kota besar berharga mahal dan merupakan buah unggulan nasional, maka tujuan penelitian ini adalah menentukan sifat akustik buah durian yang nantinya dapat digunakan untuk proses sortasi buah durian secara non-destruktif. Tujuan penelitian yang lebih spesifik adalah

- Menentukan sifat akustik durian mentah dan durian tua.
- Menyusun model hubungan sifat akustik buah durian dan sifat fisiko kimia daging durian

PENDEKATAN TEORITIS

Berdasarkan besar frekuensi, gelombang elastik dapat dibagi tiga yaitu (1) gelombang infrasonik, (2) gelombang sonik dan (3) gelombang ultrasonik. Gelombang infrasonik adalah gelombang elastik yang mempunyai frekuensi dibawah 20 hertz sehingga tidak terdengar oleh telinga manusia. Gelombang sonik adalah gelombang elastik yang dapat didengar oleh telinga manusia yang memiliki frekuensi 20 hertz sampai 20 Khertz. Gelombang ultrasonik adalah gelombang elastik yang mempunyai frekuensi lebih besar dari 20 Khertz sehingga tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Gelombang ultrasonik digunakan antara lain untuk medeteksi sifat bahan, seperti cacat di dalam bahan, mengukur suhu dan kekentalan. Parameter yang digunakan dalam penggunaan gelombang ultrasonik untuk pengukuran atau pendeteksian adalah kecepatan gelombang, atenuasi dan respons frekuensi (Trisnobudi, 1998). Self et al. (1994) menggunakan kecepatan gelombang untuk mengukur kematangan alpukat. Trisnobudi (1998) mengukur kecepatan gelombang pada tomat yang dihubungkan dengan tingkat

¹⁾ Peneliti pada Direktorat Teknologi Agroindustri BPPT

²⁾ Guru Besar pada Jurusan Teknik Pertanian Fak. Teknologi Pertanian IPB, Bogor

³⁾ Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Pertanian Fak. Teknologi Pertanian IPB, Bogor

⁴⁾ Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Fisika, ITB, Bandung

kematangan buah. Kecepatan gelombang dapat ditentukan dengan persamaan 1

$$V = (\Delta t - L/V_{air}) / L \quad (1)$$

Dimana :

- Δt = waktu yang dibutuhkan gelombang untuk merambat pada sampel setebal L (secon)
- V_{air} = kecepatan gelombang air = 1480 (m/s)
- L = tebal sampel (m)

Pada dasarnya gelombang ultrasonik akan menjalar melewati berbagai medium. Selama penjalaran dalam medium, intensitas gelombang ultrasonik akan berkurang terhadap jarak yang ditempuh. Penurunan intensitas biasanya dinyatakan dengan atenuasi dan dinyatakan dalam persamaan 2 (Trisnobudi, 1986 dan Cracknell 1980).

$$\epsilon = 10 \log A_0 / A_x \quad (2)$$

Dimana :

- A_0 = intensitas mula-mula (volt)
- A_x = Intensitas setelah menempuh jarak x (volt).

Atenuasi adalah besaran yang menggambarkan kehilangan suatu energi karena gelombang ultrasonik melewati medium tertentu. Besarnya energi yang hilang atau diabsorpsi oleh medium bergantung pada jenis mediumnya (Cracknell, 1980). Mizrach et al. (1997) melaporkan untuk mengetahui atenuasi ditunjukkan pada persamaan 3.

$$\alpha = (1/x) \ln A_x / A_0 \quad (3)$$

Dimana :

- A_x = amplitudo gelombang x (volt)
- A_0 = amplitudo gelombang mula-mula (volt)
- x = tebal sampel (cm)
- α = atenuasi (dB / cm)

Haryanto et al. (2000) menganalogikan persamaan 3 dengan mengganti amplitudo dengan *moment spectral*

density (M_0), sehingga diperoleh persamaan 4. Yang dimaksud M_0 adalah luasan dibawah kurva yang dihitung secara integrasi.

$$\alpha = (1/x) \ln M_{0x} / M_{0ref} \quad (4)$$

Dimana :

- M_{0x} = Luasan kurva sinyal durian
- M_{0ref} = luasan kurva sinyal tanpa durian
- x = tebal sampel (cm)
- α = atenuasi (dB / cm)

METODE PENELITIAN

Tempat dan Bahan

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP) Fateta IPB, Laboratorium Ultrasonik Teknik Fisika ITB dan laboratorium organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB. Durian yang digunakan adalah jenis lokal unggul kultivar *sunan* yang diperoleh dari perkebunan durian Hortira di desa Mulyasari, kecamatan Cikalong kabupaten Cianjur.

Penentuan sifat akustik durian

a. Pengukuran kecepatan dan atenuasi

Peralatan yang digunakan untuk mengukur sifat akustik buah durian adalah peralatan yang telah dirancang dan dibangun oleh Budiastira et al. (1998) yang terdiri dari 1) ultrasonik tester yang fungsinya mengirim gelombang ultrasonik yang telah dikuatkan ke transduser; 2) transduser pemancar gelombang ultrasonik T dan transduser penerima gelombang ultrasonik R; 3) oskiloskop analog; 4) oskiloskop digital, 5) A/D konverter 6) PC-Lab card dan 7) komputer. Peralatan yang dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat mengukur sifat akustik buah. Secara skema bagan alat pengukur sifat akustik durian disajikan pada Gambar 1.

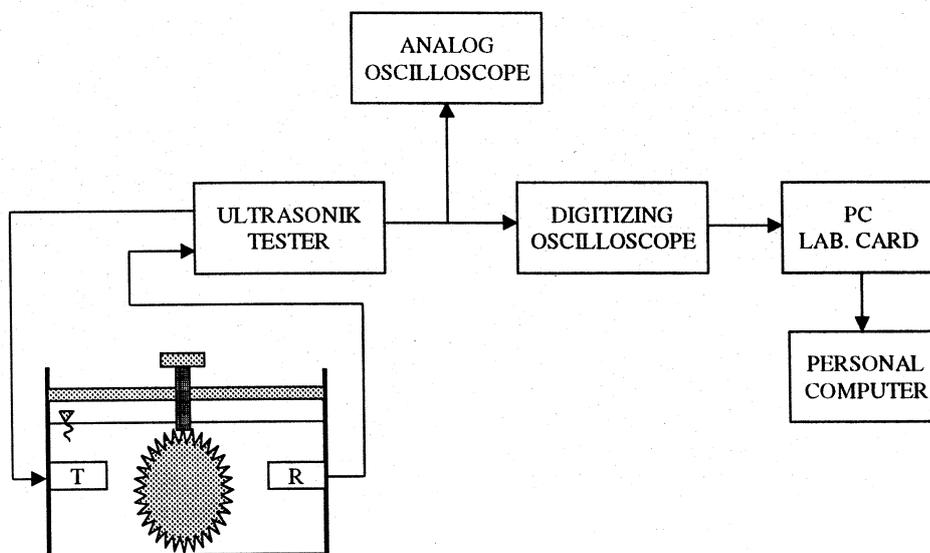


Figure 1. Apparatus design for measuring ultrasonic properties

Pulsa dari ultrasonik tester T_{out} diumpankan ke transduser pemancar T yang akan merambatkan gelombang ultrasonik kedalam buah durian. Setelah merambat gelombang ultrasonik diterima oleh transduser penerima R yang kemudian diteruskan ke ultrasonik tester R_{in} . Sinyal yang keluar dari ultrasonik tester R_{out} diamati pada oskiloskop digital dan disimpan. Rangkaian antar muka PC Lab card akan mengantar sinyal yang tersimpan di dalam oskiloskop digital ke komputer untuk diproses lebih lanjut. Menggunakan perangkat lunak MATLAB sinyal akibat interaksi antara gelombang ultrasonik dan buah dapat ditampilkan berdasarkan amplituda dan waktu serta *power spectral density* dan frekuensi di layar.

Kecepatan gelombang diperoleh dari persamaan (1). Sinyal sebelum ada durian dilihat pada oskiloskop analog. Kemudian sampel durian dilewatkan gelombang ultrasonik. Perubahan sinyal mengakibatkan perubahan waktu dan perubahan waktu tersebut (Δt) langsung dapat dibaca pada layar oskiloskop analog. Dengan mengetahui (Δt) dan kecepatan air serta jarak tempuh sampel (diameter bahan) maka kecepatan gelombang durian dapat diketahui.

Nilai atenuasi dicari menggunakan persamaan 4. M_{oref} adalah luasan sinyal tanpa sampel durian. M_{ox} adalah luasan sinyal setelah melewati sampel durian. Jarak yang ditempuh gelombang ultrasonik adalah diameter sampel buah yang diukur sifat akustiknya. Pada penelitian ini digunakan durian mentah dengan umur petik (70 ± 3) hari setelah bunga mekar dan durian tua yang berumur petik (95 ± 3) hari setelah bunga mekar.

b. Pengukuran sifat fisiko kimia daging durian

Setelah dilakukan pengukuran sifat akustik durian utuh maka durian dibuka dan dilakukan pengukuran sifat fisiko kimia daging durian yaitu kekerasan daging durian dan total padatan terlarut daging durian. Kekerasan daging durian diukur dengan alat *force gauge* MFG-5 K, dengan satuan Newton. Daging durian ditekan dengan plunger sedalam 5 mm, nilai kekerasan akan ditunjukkan pada layar. Total padatan terlarut daging durian diukur dengan refraktometer digital Atago PR-201. Sampel daging durian diambil dan ditempelkan pada lensa yang telah disediakan pada alat tersebut. Kemudian tombol ditekan dan akan tampak nilai total padatan terlarut dengan satuan persen briks.

Penyusunan model hubungan sifat akustik durian utuh dan sifat fisiko kimia daging durian

Model disusun secara empiris dengan melihat hubungan antara sifat akustik durian utuh dan sifat fisiko kimia daging durian. Hubungan dicari baik untuk kecepatan gelombang maupun atenuasi dengan kekerasan daging durian dan total padatan terlarut daging durian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan maka kecepatan gelombang durian mentah adalah 501.62 ± 44.28 m/s dan durian tua 422.36 ± 33.68 m/s. Nilai atenuasi durian mentah adalah 6.279 ± 0.77 dB/cm dan durian tua

adalah 9.256 ± 1.097 dB/cm. Bentuk sinyal durian mentah dan hasil pengolahan sinyal dengan *Fast Fourier Transform (FFT)* serta nilai M_0 disajikan pada Gambar 2a.

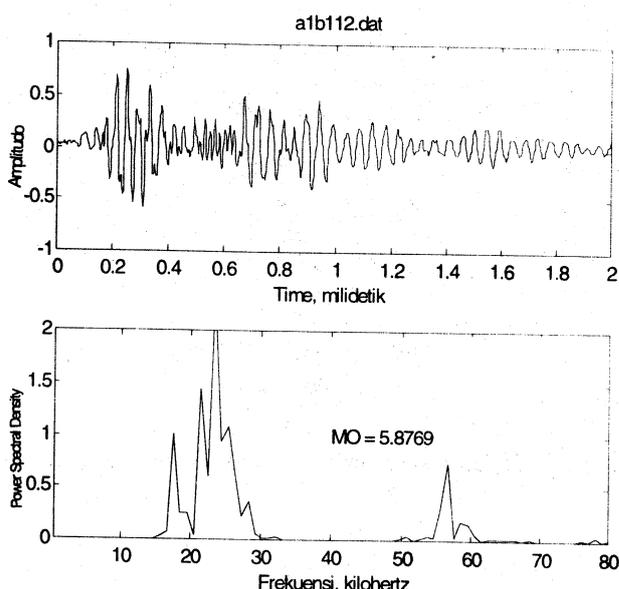


Figure 2a. Ultrasonic signal and processed signal after passing immature durian

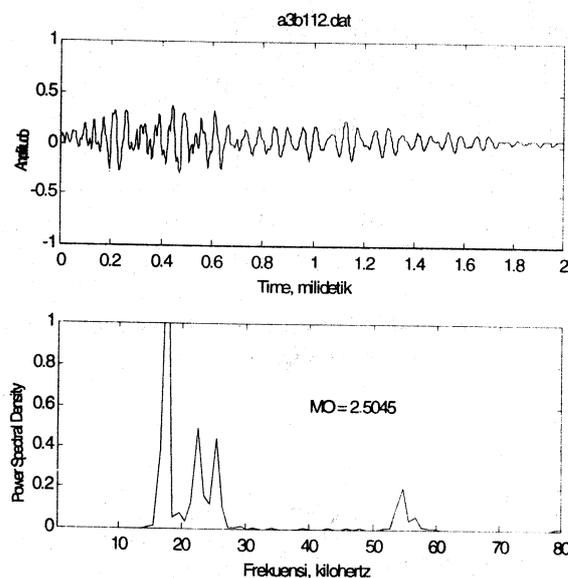


Figure 2b. Ultrasonic signal and processed signal after passing mature durian.

Pada Gambar 2b menunjukkan sinyal durian tua dan hasil pengolahan dengan FFT serta nilai M_0 durian tua. Pada gambar tersebut terlihat bahwa nilai M_0 durian mentah lebih besar dibanding nilai M_0 durian tua. Hal ini terjadi karena pada durian tua pertumbuhan sel-sel sudah mencapai maksimal dan kulit mulai mengkerut sehingga terbentuk rongga antara kulit dan daging durian. Adanya rongga maka atenuasi akan membesar dan ini ditunjukkan oleh sinyal setelah lewat durian tua memiliki amplituda

kecil. Hubungan kecepatan gelombang dan kekerasan daging durian ditunjukkan pada Gambar 3.

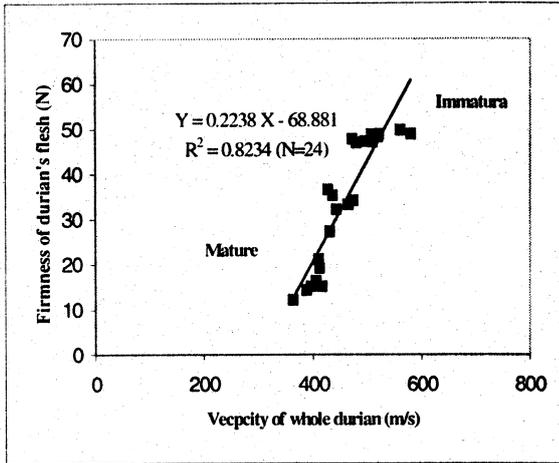


Figure 3. Relationship between velocity and firmness of durian's flesh

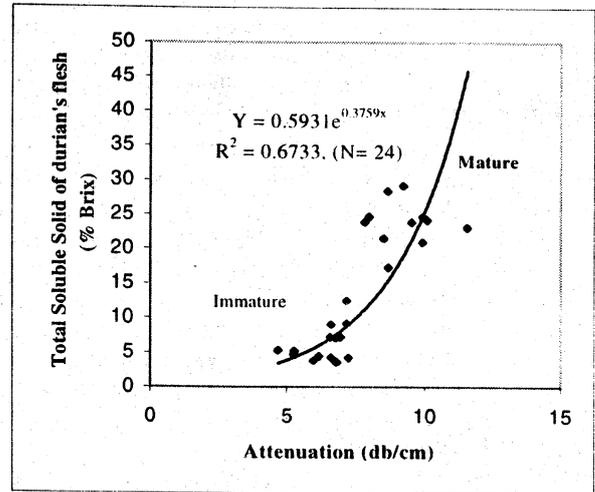


Figure 6. Relationship between attenuation and total soluble solid of durian's flesh

Pada Gambar 4 menunjukkan hubungan kecepatan gelombang dengan total padatan terlarut daging durian. Berdasarkan gambar tersebut tampak semakin tua durian kecepatannya cenderung mengecil. Ini diduga pada durian tua sudah mengalami perubahan morfologi yang dapat mempengaruhi kecepatan gelombang pada saat melewati durian tersebut. Semakin tua durian sifat daging durianya cenderung lunak karena adanya perubahan kekerasan daging dan struktur kulit. Lunaknya daging durian karena terjadinya perubahan protopektin yang tidak larut menjadi pektin yang larut dalam air. Disamping itu ada perubahan kadar pati menjadi gula sederhana yang rasanya manis (Matto et al 1986). Self, et al (1994) melaporkan bahwa kecepatan gelombang pada buah alpukat menunjukkan semakin matang alpukat maka akan menurun kecepatannya. Pada alpukat muda (dagingnya keras) kecepatan gelombangnya mencapai 350 m/s dan kecepatan gelombang alpukat tua hanya 185 m/s. Selanjutnya Trisnobudi (1998) menyebutkan pada tomat matang kecepatan gelombangnya lebih tinggi dibanding kecepatan gelombang pada tomat mentah.

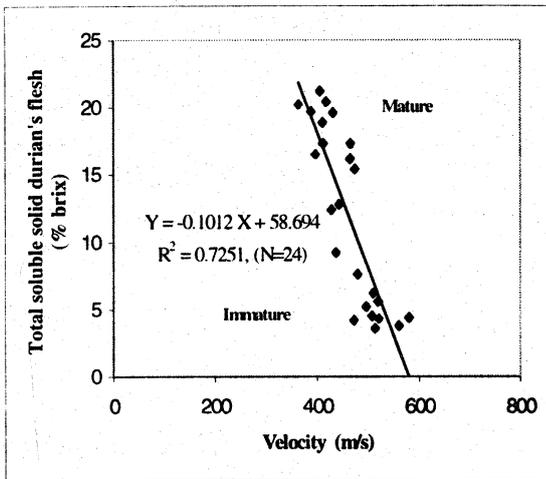


Figure 4. Relationship between velocity and total soluble solid of durian's flesh

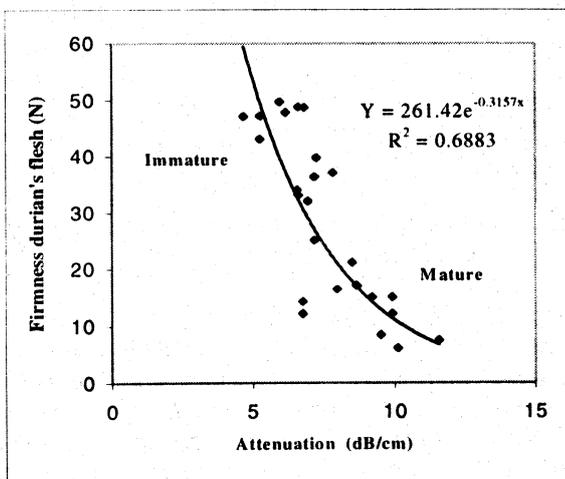


Figure 5. Relationship between attenuation and firmness of durian's flesh

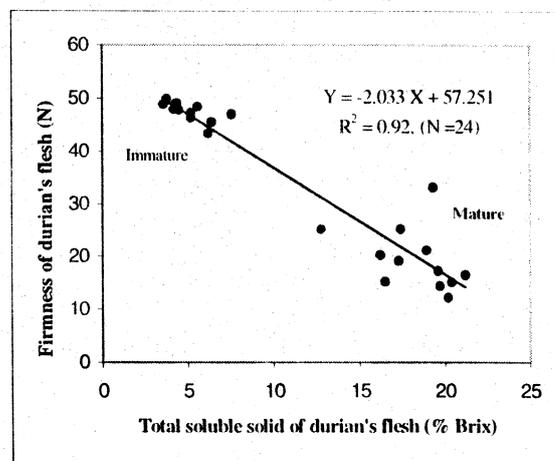


Figure 7. Relationship between firmness and total soluble solid of durian's flesh

Semakin tua durian daging durian semakin lunak sehingga terjadi perubahan kekerasan daging durian. Disamping itu total padatan terlarut daging durian durian juga semakin meningkat dengan meningkatnya ketuaan. Kekerasan dan total padatan terlarut daging durian memiliki hubungan linier dengan nilai $r^2 = 0.92$. Bentuk grafik tersebut disajikan pada Gambar 7.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa sifat akustik yaitu kecepatan gelombang dan atenuasi dapat digunakan untuk menduga sifat daging durian. Kecepatan gelombang durian mentah adalah (501.62 ± 44.28) m/s dan durian tua (422.36 ± 33.68) m/s. Atenuasi durian mentah adalah (6.279 ± 0.772) dB/cm dan durian tua (9.256 ± 1.077) dB/cm. Hubungan kecepatan gelombang buah durian utuh dan kekerasan serta total padatan terlarut daging durian berbentuk linier, untuk kekerasan memiliki nilai $r^2 = 0.82$ dan nilai $r^2 = 0.73$ untuk total padatan terlarut. Sedangkan hubungan atenuasi durian utuh dan daging durian berbentuk eksponensial, untuk kekerasan memiliki nilai $r^2 = 0.69$ dan untuk total padatan terlarut memiliki $r^2 = 0.67$. Hubungan kekerasan dan total padatan terlarut daging durian berbentuk linier dengan $r^2 = 0.92$.

SARAN

Penelitian bsgisn-bsgish durian perlu dilakukan lebih dalam lagi untuk menentukan bagian mana yang paling mempengaruhi jalannya gelombang ultrasonik. Komposisi masing-masing bagian durian diduga akan mempengaruhi jalannya gelombang ultrasonik pada buah durian secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjid, D.A. 1994 Penuntun Budidaya Hortikultura (Durian). Proyek Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Propinsi Bengkulu. Bengkulu.
- Anonimous (1997) Rancangan Standar Nasional Indonesia No 29 Untuk Durian. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Budiastra, I W. 1998. Pengembangan Teknologi Gelombang Ultrasonik untuk penentuan kematangan dan kerusakan buah-buahan tropika secara non destruktif. Laporan Kemajuan Riset Unggulan Terpadu V Tahun I (1997/1998)
- Cheng, Y and C.G. Haugh. 1994. Detecting heart in potatoes using ultrasound. *Trans. ASAE* vol 37 (1):217-222.
- Cracknell, A.P. 1980. Ultrasonic. Wkyeham Publication. London
- Haryanto, B., I W. Budiastra dan A. Trisnobudi. 2000 Pengaruh posisi durian dalam penentuan kematangan secara non destruktif menggunakan gelombang ultrasonik. *Buletin Keteknikan* Vol 14. No 1. IPB. Bogor.
- Hawel, T.A and R.E. Lacey 1995. Ultrasonic sensor for measuring rheological properties of slurries. *Proceeding of the Food Processing Automation IV Confrence*, 3-5 Nov 1995. Chicago Illinois.
- Ketsa, S and S. Pangkool (1995) The effect of temperature and humidity on the ripening of durian fruits. *J. Horticultural Science*. 70 (5) 827-831.
- Laksmi, B. S. L. 1978. Mutu Daging Buah Durian Selama Penyimpanan Dalam Lemari Beku. Thesis Sekolah Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Mizrach, A., U. flitsmon, R. El-Batsari and C. Degani, 1999. Determination of Avocado Maturity by Ultrasonic Attenuation Measurements. *Scientia Horticultrae* 80. 173-80.
- Mizrach, A., U. Flitsmon and Y. Fuchs. 1997. An ultrasonic non destructive method for measuring maturity of mango fruit. *Trans. ASAE* 40(4):1107-1111
- Mattoo, A.K., T. Murata, Er. B. Pantastico, K. Chachin and C.T.Phan 1986. Perubahan-perubahan Kimiawi Selama Pematangan dan Penuaan dalam Pantastico. ER.B. 1986. Fisiologi Pasca Panen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Sub Tropika. Terjemahan Kamaryani. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Self, G.K., E.Ordozgoiti, M.J.W. Powey and H. Wainwright (1994) Ultrasonic evaluation of ripening avocado flesh. *Postharvest Biology and Technology* 4. Elsevier.
- Sunarjono, H. 1995. Aneka Permasalahan Durian dan Pemecahannya. Penebar Swadaya. Jakarta
- Syaifullah (1996). Petunjuk Memilih Buah Segar. Penebar Swadaya. Jakarta
- Thomson, A.K. 1996. Postharvest Technology of Fruit and Vegetables. Harnolls Limited. Bodmin. Cornwall. Great Britain.
- Trisnobudi, A. 1986. Teori Dasar Ultrasonik. Laboratorium Uji Konstruksi. BPP Teknologi
- _____ 1998. Metoda Ultrasonik untuk memperkirakan Tingkat Kematangan Buah tomat Cherry. Seminar Nasional Penerapan Teknologi Kendali dan Instrumntasi pada Pertanian. Jakarta, tanggal 28-29 Oktober 1998.