

SORTASI BUAH MANGGIS DENGAN KARAKTERISTIK GELOMBANG ULTRASONIK

Dedy A. Nasution¹, Hadi K. Purwadaria³, I Wayan Budiastra³,
Amoranto Trisnobudi², dan Seroso⁴

¹Mahasiswa Pascasarjana Ilmu Keteknikan Pertanian IPB

²Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian.

³Departemen Keteknikan Pertanian – IPB

⁴Departemen Teknik Fisika - ITB.

ABSTRAK

Manggis merupakan salah satu komoditas buah ekspor unggulan Indonesia yang memiliki pasar dan nilai ekonomi yang sangat baik di luar negeri. Untuk memenuhi tuntutan dari negara pengimpor bahwa mutu luar dan dalam buah manggis harus berkondisi baik (tidak bergetah kuning atau warna daging buah berwarna bening atau busuk) diperlukan penanganan sortasi yang baik. Sedangkan kemampuan penanganan sortasi kita baru terbatas pada kondisi fisik bagian luarnya saja. Kesulitannya adalah bahwa kedua kondisi buah manggis tersebut secara visual tak dapat dibedakan. Salah satu tujuan penelitian ini adalah mengembangkan teknik sortasi mutu bagian dalam buah manggis secara non destruktif dengan mengkaji karakteristik gelombang ultrasoniknya. Perancangan instrumen utama (ultrasonic tester) untuk mengukur karakteristik gelombang ultrasonik yang sesuai untuk buah manggis adalah dapat membangkitkan sinyal dengan frekuensi 50 kHz, sedangkan time base yang sesuai untuk buah manggis pada berbagai tingkat ketuaan dan kematangan adalah 400 μ s/div. Dari hasil kajian menunjukkan bahwa nilai kecepatan pada buah manggis berkondisi rusak dalam 0.1398 mm/ μ s sedangkan buah manggis berkondisi baik 0.1398 mm/ μ s. Nilai koefisien atenuasi dan moment zero power (Mo) antar buah manggis berkondisi baik dan rusak dalam sulit dibedakan. MSE (mean square Error) model jaringan saraf tiruan yang dirancang sebesar 0.0936 dengan nilai ketepatan sebesar 87.1 %. Ketepatan hasil validasi terhadap model jaringan saraf tiruan tersebut sebesar 86.7 %.

Kata kunci : manggis, ultrasonik, sortasi, JST

ABSTRACT

Mangosteen is considered as one of Indonesia promising export commodity which has high economic value abroad. In order to meet the requirement of importer which requires the inner and outer good quality characteristic of mangosteen, the appropriate sortation handling is needed. On the other hand, the capability of sortation practice for mangosteen in Indonesia is still limited on the outer quality characteristic. The problem facing is difficulty in differing the two quality characteristic visually. One of the objective of this experiment was to develop a non-destructive method for inner quality of mangosteen by studying characteristic of ultrasonic wave. It's the basic design of main instrument (ultrasonic tester) to measure the ultrasonic characteristic which fit for mangosteen is by creating/generating wave signal at frequency of 50 KHZ, while the time base fit for mangosteen at various stage of maturity is 400 μ s/div. The experiment result showed that velocity value for rejected mangosteen was 86.7%.

Keywords : mangosteen, ultrasonic, sortation, replica nerve network

PENDAHULUAN

Manggis merupakan salah satu komoditas buah ekspor unggulan Indonesia, memiliki pasar dan nilai ekonomi yang sangat baik di luar negeri yang tercermin dari harganya antara Rp. 10.000,- - Rp. 25.000,-/kg, bahkan di beberapa negara kaya dapat mencapai Rp. 100.000,- - Rp. 150.000,-/kg.

Ekspor manggis terus mengalami peningkatan yang tajam dari tahun 1996 (1 981 ton, \$US 1.5 juta) hingga tahun 2000 (7 182 ton, \$US 5.9 juta). Namun dilihat dari nilai volume eksportnya masih relatif rendah dibanding negara Thailand, Malaysia, dan Singapura yang rata-rata mencapai 30.000 ton/tahun. Hal ini bukan karena rendahnya permintaan manggis Indonesia, namun akibat sering terjadinya penolakan setelah dievaluasi mutu dalamnya sesampai di negara tujuan. Keadaan ini mencerminkan penanganan sortasi sebelum diekspor yang sementara ini hanya didasarkan pada mutu luarnya saja tidak memberi jaminan.

Baik kriteria SNI maupun sistem sortasi yang ada di lapang hanya ditujukan pada mutu luarnya saja dan hingga kini kita belum mempunyai kemampuan mensortasi mutu dalamnya. Padahal masalah yang sering dialami oleh eksportir Indonesia adalah tidak memberi jaminan mutu bagian dalamnya. Kerusakan bagian dalam yang sering dijumpai pada buah manggis dapat berupa getah kuning, daging buah (pasi) berwarna bening, atau busuk.

Oleh karena itu sangat diperlukan suatu penelitian dalam mengembangkan sistem sortasi manggis segar yang mampu mendeteksi mutu dalamnya.

Metode untuk mengetahui kondisi dalam buah yang tepat adalah dengan metode ekstraksi (HPLC) atau visual dengan cara pembelahan buah, namun kedua metode ini bersifat destruktif dan bukanlah suatu cara penanganan buah dalam kondisi segar.

Pengaplikasian berbagai kemajuan teknologi untuk menguji mutu secara non-destruktif telah berhasil, namun baru terbatas di bidang industri dan konstruksi. Di bidang pertanian kini sedang giat dikaji dan dari beberapa literatur yang diperoleh ada beberapa teknik yang dapat dan telah diaplikasikan untuk pemeriksaan mutu dalam buah. Teknik dengan gelombang ultrasonik menjadi alternatif pilihan untuk menentukan mutu dalam buah, karena mempunyai daya tembus yang melebihi gelombang NIR (Near Infra Red), dan biaya investasinya lebih murah dibanding teknik dengan gelombang sinar X atau NMR (Nuclear Magnetic Resonance). Teknik gelombang ultrasonik ini telah berhasil diuji coba untuk menentukan kematangan buah alpukat (Galili et al., 1993), dan kematangan mangga (Mizrach et al., 1997). Haryanto (2002) melaporkan bahwa sifat akustik dapat membedakan tingkat ketuaan dari buah durian.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji karakteristik gelombang ultrasonik dalam mengembangkan sistem sortasi mutu dalam buah manggis.

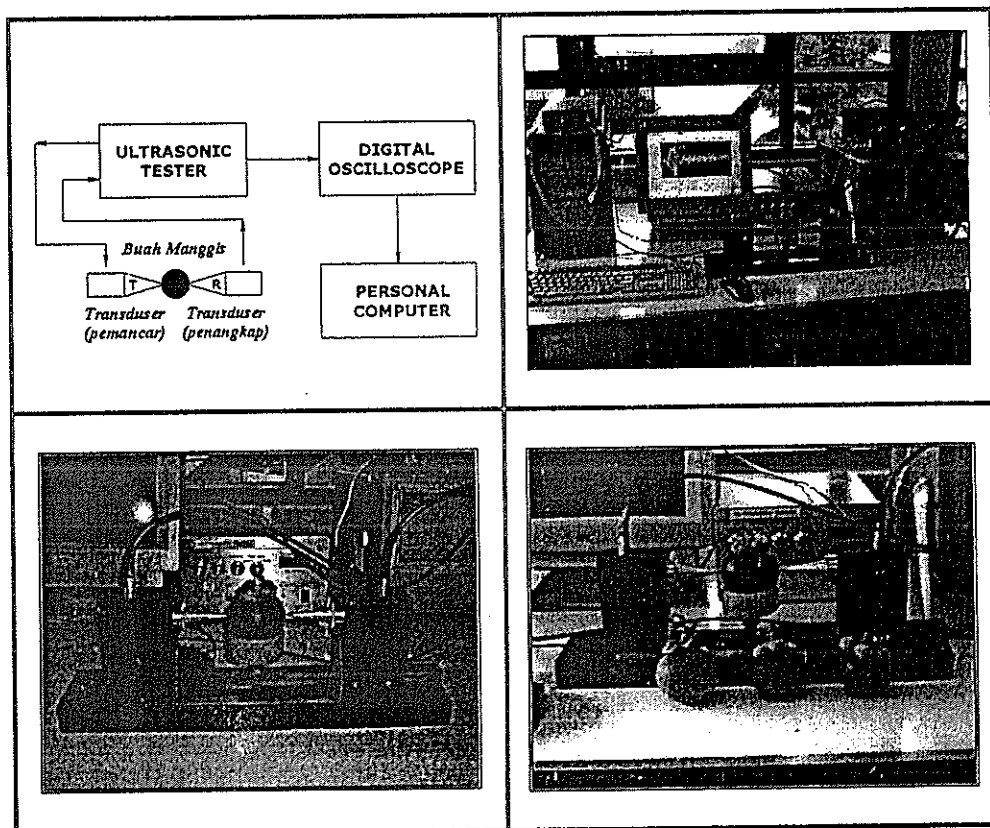
BAHAN DAN METODE

Bahan Sample

Sample yang dikaji adalah buah yang berkondisi baik dan tidak baik (adanya kerusakan dalam) walau secara visual keduanya tidak dapat dibedakan. Manggis tersebut diambil dari berbagai tingkat ketuaan dan kematangan.

Instrumen Ukur

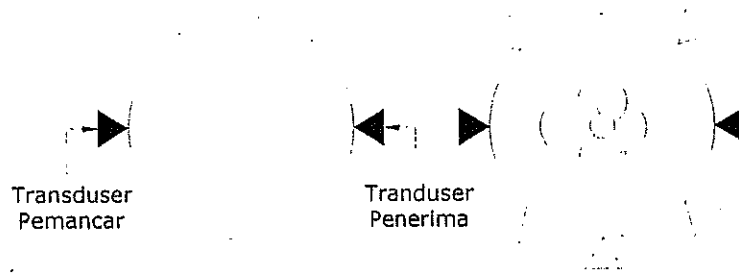
Perancangan instrumen ukur karakteristik gelombang ultrasonik didasarkan pada peralatan dan metode yang telah dikembangkan oleh Budiastara, I. W. et al. (2000). Peralatan yang digunakan tersebut terdiri dari : 1). *Ultrasonic Tester*, yang terdiri dari komponen *Timing Circuit*, *Pulse Generator*, *Pulse Amplifier*, dan *Voltage Amplifier*; 2). Transduser pemancar dan penerima gelombang ultrasonik 3). *Digital Oscilloscope*; 4). *Personal Computer*; 5). Dudukan dan pengatur letak sample. Skema rangkaian dan foto sistem alat pengukuran gelombang ultrasonik yang telah dikembangkan tersebut seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar 1 Rangkaian instrumen ukur karakteristik gelombang ultrasonik khusus untuk uji mutu buah manggis.

Metode Evaluasi

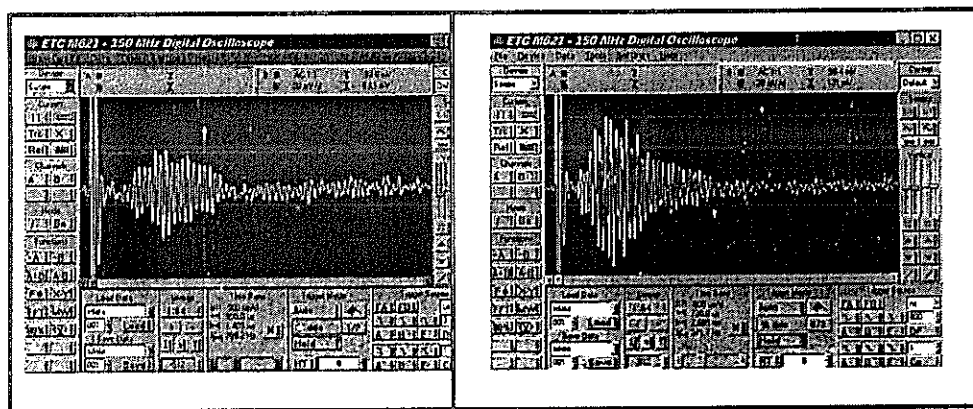
Buah manggis dengan 2 kondisi mutu (baik dan rusak dalam) diukur karakteristik gelombang ultrasoniknya (kecepatan, atenuasi, Mo). Pengukuran dilakukan pada 4 titik garis tengah permukaan buah (Gambar 2). Kemudian dilakukan evaluasi dari kedua sample tersebut. Hubungan keterkaitan antara karakteristik gelombang ultrasonik dengan kedua kondisi manggis tersebut dianalisa.



Gambar 2 Posisi buah manggis dan letak transduser gelombang ultrasonik saat pengukuran

Metode Pengolahan Karakteristik Gelombang Ultrasonik

Contoh bentuk sinyal gelombang ultrasonik yang terbentuk pada buah manggis dan tanpa buah manggis seperti ditunjukan pada Gambar 3.

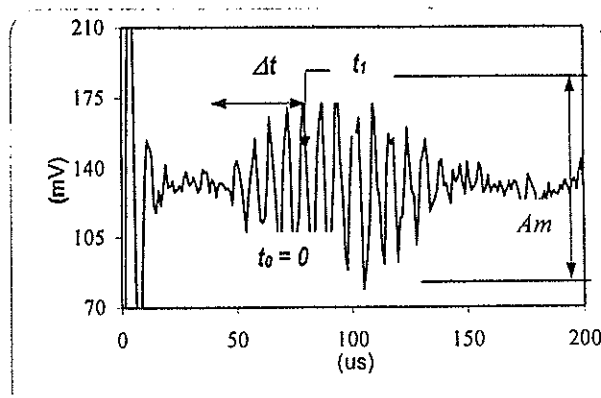


Gambar 3 Bentuk sinyal gelombang ultrasonik pada buah manggis dan tanpa buah manggis

Nilai kecepatan gelombang ultrasonik (c) yang dirambatkan pada sample ditentukan dengan persamaan :

$$c = \frac{x}{\Delta t}$$

Diasumsikan bahwa nilai Δt ditentukan dari sejak terbentuknya sinyal hingga terjadinya perubahan nyata dari bentuk sinyal tersebut (tegangan) seperti terlihat pada Gambar 4. Nilai x ditentukan dari jarak antara bagian ujung transduser pemancar dan transduser penerima dimana kedua ujung transduser tersebut menyentuh manggis.



Gambar 4. Asumsi Δt dalam Menentukan Kecepatan

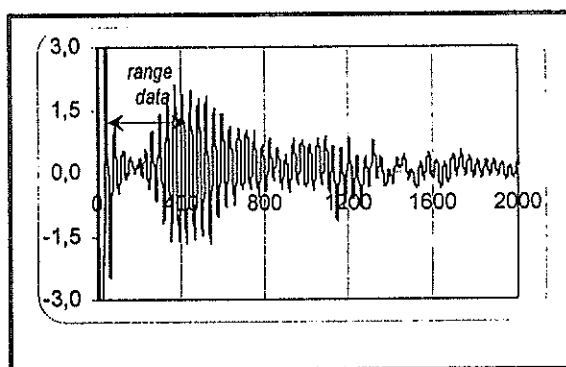
Persamaan yang digunakan dalam menentukan besarnya koefisien atenuasi (α) adalah :

$$\alpha = \frac{\ln(Am_0/Am)}{x}$$

Besarnya nilai Am_0 (amplitudo tanpa manggis) atau Am (amplitudo manggis) diukur dari sinyal yang terbentuk, seperti juga tampak pada Gambar 4. Yang dijadikan referensi (sebagai pembanding) dalam menentukan nilai koefisien atenuasi adalah sinyal yang terjadi tanpa adanya sampel yang diukur segera setelah pengukuran sampel tersebut, dengan jarak dan posisi yang tidak berubah. Setiap sample mempunyai referensi sendiri.

Untuk mendapatkan nilai Mo adalah dengan mentransformasikan data sinyal yang terbentuk tersebut, yaitu berupa perubahan besaran tegangan (mV) setiap waktu (μs), yang diolah menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) dengan bantuan program yang dibuat dalam bahasa program MatLab. Data sinyal tersebut diperoleh dengan merekamnya ketika gelombang ultrasonik dirambatkan ke dalam sampel.

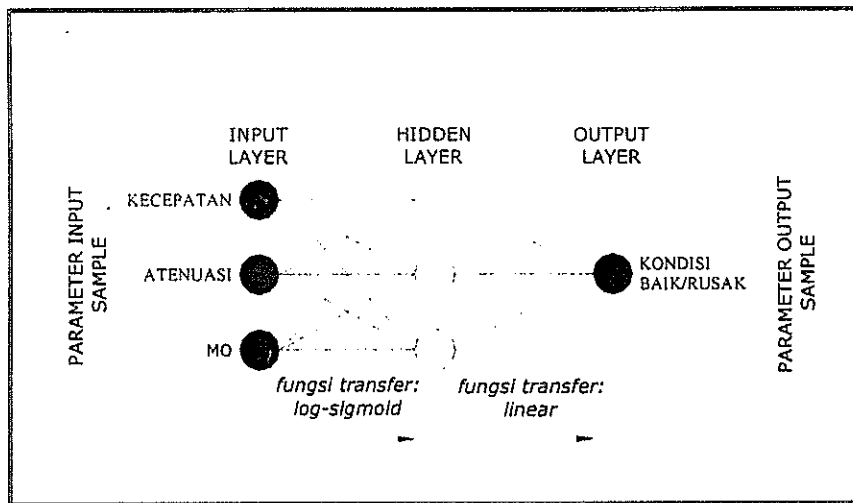
Data yang digunakan dalam analisa FFT tidak diambil secara keseluruhan namun dimulai sejak terbentuknya sinyal hingga tercapai amplitudo maksimum (Gambar 5). Hal ini dilakukan untuk mengurangi error yang terjadi akibat pekanya kabel penghubung dari transducer ke oscilloscope yang jika tersentuh dapat merubah bentuk panjangnya gelombang secara keseluruhan. Diasumsikan bahwa sinyal awal hingga terjadi perubahan amplitudo maksimum merupakan ciri dari kondisi sample yang diukur.



Gambar 5 Range data menentukan nilai *zero moment power*

Model Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan (JST) digunakan dalam mengembangkan sistem sortasi yang dapat membedakan antara manggis berkondisi baik dengan yang berkondisi rusak dalam. Nilai kecepatan, koefisien atenuasi, dan MO dijadikan parameter input struktur rancangan JST sedangkan parameter output dugaan merupakan indikasi mutu yang berupa pernyataan baik atau busuk (Gambar 6). Kondisi baik dinyatakan dengan nilai 0 dan kondisi rusak dinyatakan dengan nilai 1. Diasumsikan bahwa nilai output < 0.5 dianggap 0 sedangkan ≥ 0.5 dianggap 1.



Gambar 6. Rancangan Model Struktur Jaringan Syaraf Tiruan

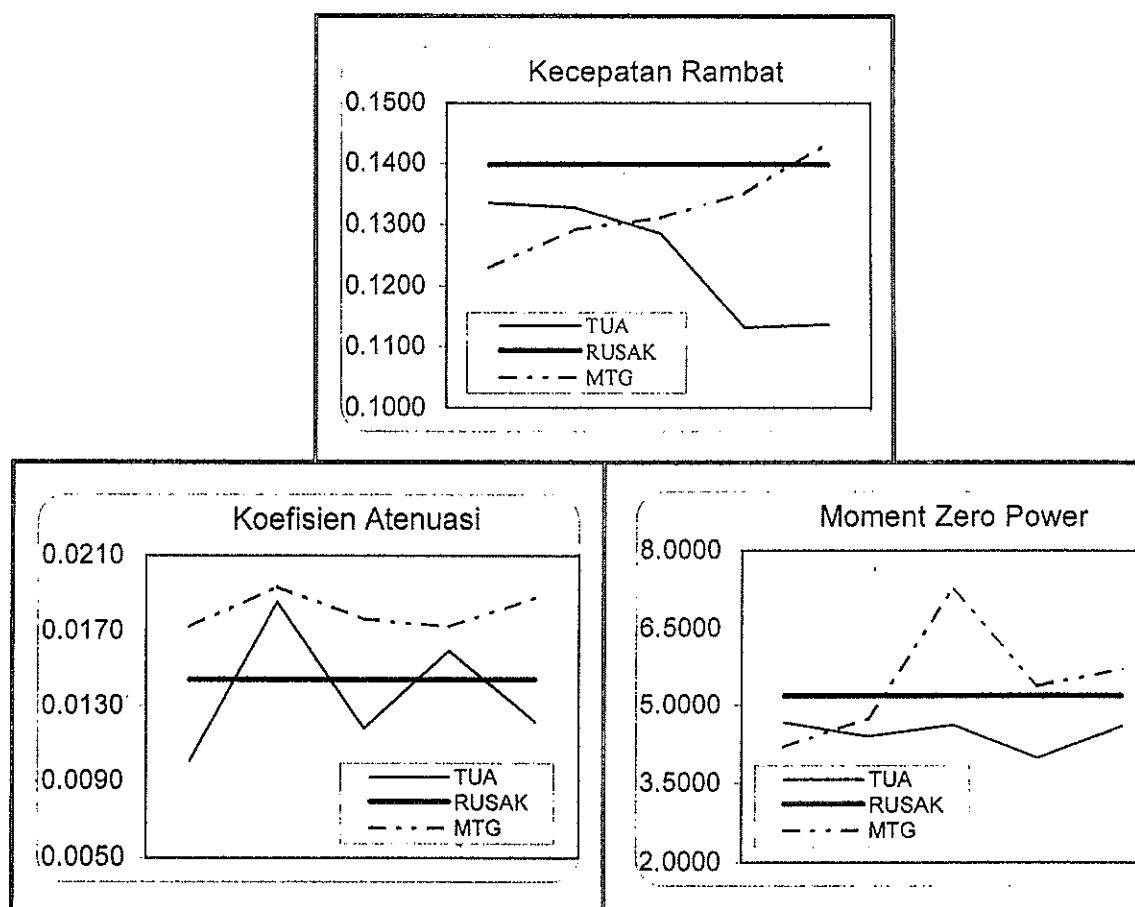
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 7 menunjukkan hasil olahan data hasil pengukuran karakteristik gelombang ultrasonik pada manggis berkondisi baik pada berbagai tingkat ketuaan-kematangan dan manggis berkondisi rusak dalam. Nilai-nilai karakteristik gelombang ultrasonik tersebut ditentukan berdasarkan nilai rata-rata dari sejumlah ulangan sample.

Dari plot data hasil pengukuran tersebut terlihat bahwa karakteristik gelombang ultrasonik terutama nilai kecepatan pada manggis rusak dalam lebih besar dari manggis baik. Nilai kecepatan pada manggis rusak rata-rata $0.1398 \text{ mm}/\mu\text{s}$ sedangkan manggis baik $0.1398 \text{ mm}/\mu\text{s}$.

Secara teori (Gooberman, 1968) bahwa kecepatan gelombang ultrasonik akan lebih mudah pada medium padatan dibanding medium dalam bentuk lain (cairan atau gas). Semakin tua buah sifat daging buahnya cenderung lunak karena adanya perubahan kekerasan daging dan struktur kulit buah. Karena sifatnya, dengan demikian gelombang ultrasonik semakin sulit menembus bahan yang telah mengalami perubahan tersebut. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa kecepatan pada buah muda akan lebih tinggi dibanding pada buah tua atau matang. Demikian halnya bahwa pada manggis rusak umumnya terjadi pengerasan kulit buah baik pada bagian luar maupun dalamnya sehingga akan mempengaruhi nilai kecepatannya. Demikian halnya pada manggis keliwat matang yang cenderung mengeras kulitnya. Oleh karenanya karakteristik gelombang ultrasonik berupa kecepatan dapat dijadikan dasar untuk membedakan antara manggis

berkondisi baik dengan manggis berkondisi rusak dalam walau secara visual kedua kondisi buah tersebut tak dapat dibedakan.



Gambar 7. Rangkuman karakteristik gelombang ultrasonik pada buah manggis

Coeffisien of variance (CV) data hasil pengukuran karakteristik gelombang ultrasonik masih cukup tinggi terutama data hasil pengukuran atenuasi dan mo, masing-masing sebesar 32.41 % dan 33.32 %, sedangkan pengukuran kecepatan sebesar 10.98 %.

Hasil training data-data tersebut dapat mencapai nilai mse sebesar 0.0936. Jika dilihat dari kesalahan data hasil training atau nilai output dibandingkan nilai target terjadi ketidak tepatan dugaan sejumlah 9 data dari 70 data yang diproses (12.9 %) atau ketepatan sebesar 87.1%. Sedangkan hasil validasi terhadap model JST yang dirancang dengan 15 buah manggis yang telah diketahui karakteristik gelombang ultrasoniknya terjadi ketidak tepatan hasil sebanyak 2 data atau mempunyai ketepatan sebesar 86.7%.

KESIMPULAN

Indikasi adanya kerusakan bagian dalam buah manggis baik akibat adanya getah kuning atau warna daging buah berwarna bening atau juga busuk adalah terjadinya pengerasan kulit buah pada bagian dalamnya sekitar tempat tersebut. Jika dibandingkan dengan kulit buah manggis berkondisi baik maka dapat dibedakan antara keduanya, yaitu dengan melihat perbedaan karakteristik gelombang ultrasoniknya, terutama nilai

kecepatannya. Besar kecepatan pada buah manggis berkondisi rusak dalam rata-rata / $0.1365 \text{ mm}/\mu\text{s}$ sedangkan pada buah manggis berkondisi baik $< 0.1365 \text{ mm}/\mu\text{s}$.

JST dapat dimanfaatkan untuk mensortasi manggis berkondisi rusak diantara manggis berkondisi baik dengan input karakteristik gelombang ultrasonik. Ketepatan JST memilah buah manggis rusak tersebut sebesar 86.7%.

DAFTAR PUSTAKA

- Gooberman, G.L. 1968. *Ultrasonic Theory and Application*. The English Universities Press Ltd, St. Paul's House, Warwice Lane, London, UK.
- Haryanto, B., I.W. Budiastra, H.K. Purwadaria., and A. Trisnobudi. 2001. Determination of acoustic properties of durian fruit. *Proceeding 2nd IFAC-CIGR Workshop on Intelligent Control for Agricultural Applications*, Bali, Indonesia, 22-24 August 2001.