

**PENDUGAAN KERUSAKAN MANGGA ARUMANIS AKIBAT LALAT BUAH
MENGUNAKAN ULTRASONIK: ZERO MOMENT POWER¹**

*(Prediction of Arumanis Mango Damage Caused by Fruit Fly
Using Ultrasonic: Zero Moment Power)*

Warji², Suroso³ dan Rokhani Hasbullah⁴

ABSTRACT

The objectives of this research were to determine zero moment power (Mo) number of arumanis mangoes, and to develop the prediction model of arumanis mangoes damage caused by fruit fly using Mo number. The method is based on measurement of zero moment power ultrasonic wave in arumanis mangoes. Results showed that mean of Mo number normal arumanis mangoes was 4.58 and Mo number arumanis mangoes damage caused by fruit fly was 6.40. Prediction model was Mo number more than 5.60 for normal mango and Mo number less than or same 5.6 for mangoes invested by fruit fly.

Keywords: *ultrasonic, arumanis mangoes, fruit fly, Mo number.*

¹ Disampaikan dalam Gelar Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta 18-19 November 2008

² Program Studi Keteknikan Pertanian Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, E-mail: warji1978@yahoo.com

³ Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, suroso@ipb.ac.id

⁴ Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga PO Box 220, hasbullah@ipb.ac.id

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Dewasa ini potensi dan peluang pasar komoditas hortikultura khususnya buah-buahan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan masyarakat terhadap buah-buahan yang bermutu tinggi. Buah mangga arumanis merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki potensi pasar yang baik dan merupakan komoditas unggulan yang prospektif karena dari tahun ke tahun produksinya terus meningkat. Namun permasalahan yang dihadapi adalah ketersediaan buah, teknik penanganan pascapanen, sistem distribusi dan pengendalian mutu buah. Berbagai upaya dilakukan untuk mengembangkan teknologi pascapanen buah-buahan sehingga buah dapat diterima sebagai komoditas ekspor, salah satunya pengembangan teknologi sortasi atau pemutuan.

Sortasi atau pemutuan buah pada umumnya masih dilakukan secara manual dan didasarkan pada ukuran atau ciri fisik yang tampak, walaupun pemutuan secara tidak merusak dan pemutuan bagian dalam buah sudah banyak dikembangkan. Metode uji secara tidak merusak (*non destructive testing*) yang telah dikembangkan untuk buah adalah metode *image processing*, metode gelombang NIR (*Near Infra Red*), metode gelombang sinar X, metode NMR (*Nuclear Magnetic Resonance*) dan metode gelombang ultrasonik.

Aplikasikan metode gelombang ultrasonik telah banyak dilakukan terhadap komoditas pertanian, di antaranya adalah Mizrach (1999), menggunakan gelombang ultrasonik untuk menentukan kekerasan buah avokad, pada tahun berikutnya Mizrach (2000) menentukan sifat fisik mangga dan avocado dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Sementara Yonjie (2005) menggunakan sensor gelombang ultrasonik untuk robot pemanen buah stroberi. Juansah (2005) menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengkaji mutu manggis, hal serupa juga dilakukan Nasution (2006). Efriyanti (2006), menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengetahui kerusakan pada sayuran kentang. Sementara Soeseno (2007) mendeteksi tingkat kematangan buah pisang raja bulu (*Musa paradisiaca sp*) dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Selain itu, gelombang ultrasonik juga telah dikembangkan untuk mengkaji mutu gabah (Maschuri, 2007) dan mutu beras (Sujana, 2007). Sementara Camarena (2007) menggunakan gelombang ultrasonik untuk mempelajari dehidrasi kompleks pada kulit jeruk. Fabiano (2007) menggunakan ultrasonik pada pengkondisian awal pengeringan buah pisang.

Pemutuan mangga arumanis selama ini masih didasarkan pada berat dan ukuran sehingga tidak dapat mengetahui mutu bagian dalam buah, salah satunya ada tidaknya serangga dalam buah. Sementara buah-buahan setelah dipanen berpotensi terinfestasi larva yang berasal dari telur lalat buah. Kerusakan bagian dalam buah mangga arumanis akibat serangan lalat buah diduga dapat dikaji dengan menggunakan nilai zero momen power (nilai M_0) gelombang ultrasonik sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pendugaan kerusakan mangga arumanis akibat serangan lalat buah secara tidak merusak menggunakan nilai M_0 .

2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai M_0 mangga arumanis yang terserang lalat buah dan yang tidak terserang lalat buah dan membuat model pendugaan kerusakan mangga arumanis berdasarkan nilai M_0 .

B. BAHAN DAN METODE

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP), Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada bulan September 2007 sampai dengan Maret 2008.

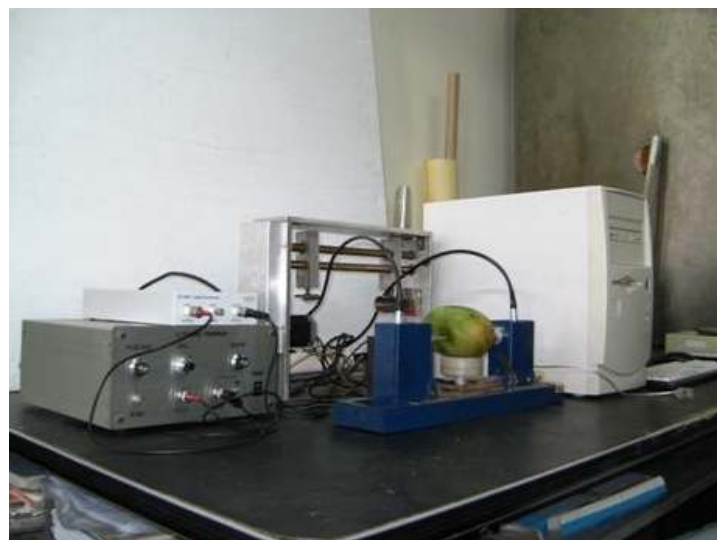
2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah mangga arumanis dan lalat buah. Mangga arumanis yang digunakan adalah mutu I asal Probolinggo yang didapat dari pasar buah Kramatjati, Jakarta Timur. Mangga arumanis jumlahnya 50 buah dengan umur tiga hari setelah. Sementara lalat buah yang digunakan adalah spesies *Bactrocera dorsalis*, spesies lalat buah yang menjadi hama utama buah mangga. Lalat buah diambil dari kebun percobaan IPB yang berlokasi di Tajur, Bogor. Untuk membiakkan lalat buah diperlukan pakan lalat buah berupa larutan gula dan buah pepaya sebagai media investasi telur. Selain itu juga diperlukan serbuk gergaji sebagai media pupa/kepompong sebelum berubah menjadi lalat buah.



Gambar 1. Kandang tempat mengembangbiakkan dan investasi lalat buah

Peralatan yang diperlukan adalah perangkat pengembangbiakan dan investasi lalat buah, yang terdiri dari sebuah kandang lalat dengan ukuran 120 cm x 160 cm x 120 cm, dua buah kandang dengan ukuran 50 cm x 60 cm x 50 cm, dan satu buah kandang berukuran 50 cm x 60 cm x 40 cm, serta delapan belas toples mika. Kandang besar terbuat dari kayu dan kawat kasa, digunakan sebagai tempat melindungi kandang yang kecil, sedangkan kandang kecil terbuat dari kayu, kain kasa dan plastik transparan. Kandang kecil ini tempat mengembangbiakkan dan investasi lalat buah. Toples berisi air dipasang pada masing-masing kaki kandang besar agar semut tidak masuk ke dalam kandang lalat, selain itu toples juga digunakan sebagai tempat serbuk gergaji dan larutan gula.



Gambar 2. Perangkat pengukur gelombang ultrasonik

Perangkat pengukur gelombang ultrasonik meliputi transduser pemancar dan transduser penerima gelombang ultrasonik yang terbuat dari bahan *piezoelektrik*,udukan transduser yang dilengkapi pengukur ketebalan sample, *oscilloscope* digital, ultrasonik transmitter dan personal komputer. Transduser berbentuk tabung dengan ujung berbentuk lancip, diameter tabung 2.95 cm, panjangnya 7.05 cm dan frekuensi yang dipancarkan besarnya 50 kHz. Dudukan transduser dapat diatur posisinya sehingga memudahkan mengukur ketebalan mangga yang dilalui gelombang ultrasonik.

Selain itu peralatan yang digunakan adalah jangka sorong, timbangan digital dan pisau. Jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter kerusakan buah, timbangan digital digunakan untuk menimbang berat larva sedangkan pisau digunakan untuk membelah mangga agar terlihat kerusakan bagian dalamnya.

3. Prosedur Penelitian dan Parameter Pengamatan

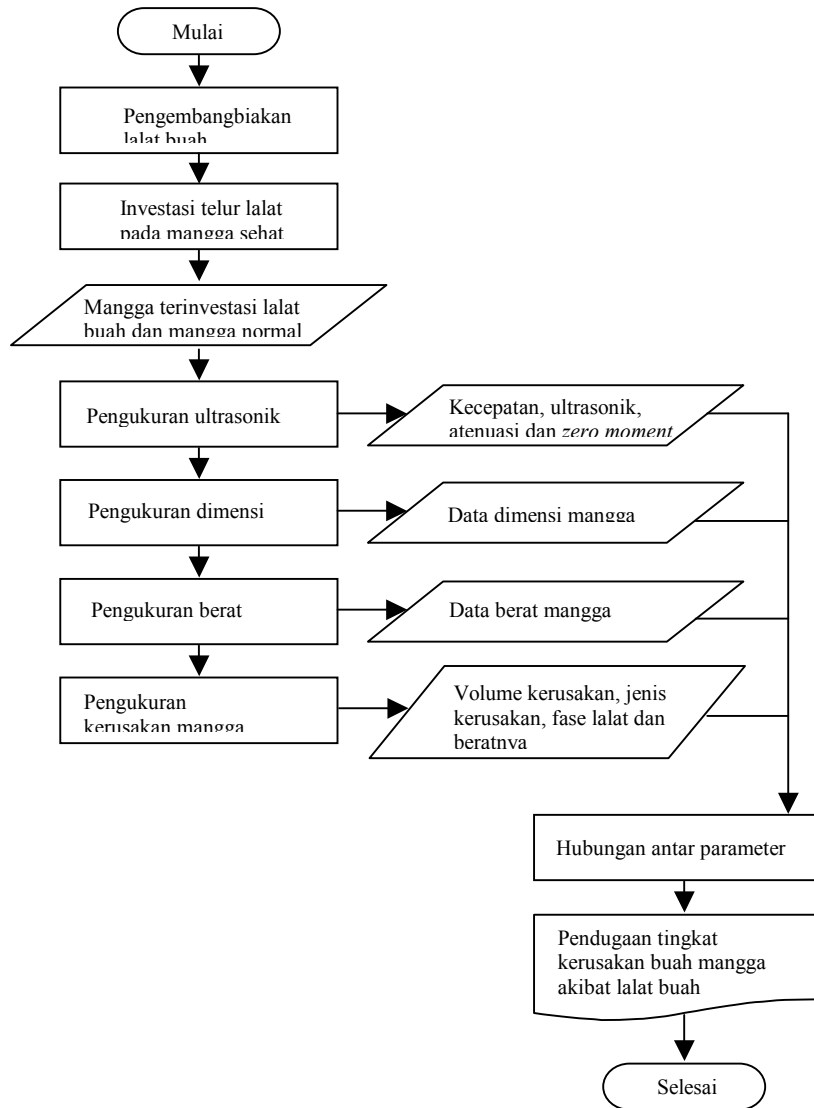
Diagram alir prosedur penelitian ditampilkan pada Gambar 3. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengembangbiakkan lalat buah. Induk lalat buah yang diambil dari kebun percobaan IPB dimasukkan ke dalam kandang. Bahan-bahan lain yang harus dimasukkan ke dalam kandang adalah larutan gula, serbuk gergaji dan buah pepaya. Larutan gula yang ditempatkan pada toples yang telah dialasi tisu merupakan pakan buatan untuk lalat. Larutan gula diganti setiap dua hari sekali. Pepaya diperlukan sebagai media tempat investasi telur lalat.

Lalat buah betina dibiarkan meletakkan telur ke dalam buah dengan menusukkan *ovipositor*-nya (alat peletak telur). Bekas tusukan itu ditandai adanya noda/titik hitam yang tidak terlalu jelas dan hal ini merupakan gejala awal serangan lalat buah. Telur lalat dibarkan berubah menjadi larva, dalam waktu 2 sampai 3 hari. Larva dibiarkan keluar dari buah (melenting) ke serbuk gergaji sebelum larva itu berubah menjadi pupa. Pupa dibiarkan selama 4-10 hari sehingga pupa berubah menjadi lalat buah dewasa (*imago*). Lalat dikembangbiakkan dalam kandang lalat hingga mencapai lebih dari 100 ekor.

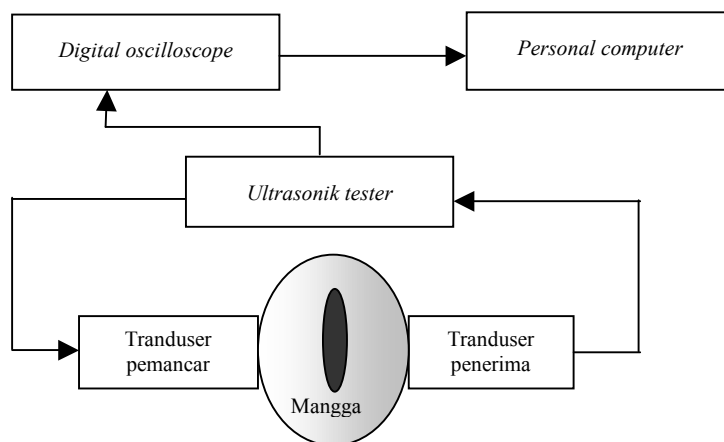
Langkah kedua adalah mangga arumanis dimasukkan ke dalam kandang lalat yang di dalamnya telah terisi lalat buah dewasa agar buah mangga arumanis terinvestasi telur lalat, setiap kandang diisi sebanyak 10 buah sehingga terdapat 30 buah mangga yang dikondisikan terinvestasi lalat buah. Selain itu, juga dikondisikan 20 mangga arumanis yang tidak diinvestasi lalat buah. Setelah tiga hari mangga arumanis yang ada dalam

kandang lalat buah diperiksa keberadaan larva yang ada di dalamnya, biasanya ditandai adanya bercak coklat. Mangga yang diduga telah terinvestasi lalat buah dilakukan pengukuran, namun yang diduga belum terinvestasi maka dimasukkan kembali ke kandang hingga hari kelima. Pada hari kelima semua mangga yang dikondisikan terinvestasi diukur gelombang ultrasoniknya. Pengukuran mangga yang dikondisikan tidak terserang lalat buah diukur gelombang ultrasoniknya pada hari ketiga dan kelima.

Langkah selanjutnya adalah pengukuran gelombang ultrasonik. Ultrasonik *tester* dan *oscilloscope* dinyalakan, buah mangga diletakkan di atas dudukan buah dan dicatat jarak antara kedua transduser. Pulsa frekuensi gelombang ultrasonik yang melewati mangga direkam dan disimpan pada program *microsoft excel*, pulsa frekuensi yang direkam harus mengandung pulsa *trigger*. Pulsa frekuensi gelombang ultrasonik digunakan sebagai data untuk menghitung koefisien atenuasi pada mangga arumanis. Pengukuran gelombang ultrasonik dilakukan terhadap 30 buah mangga arumanis yang diduga terinvestasi lalat buah dan 20 buah mangga arumanis yang tidak terserang lalat buah. Bagan pengukuran gelombang ultrasonik ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Diagram alir prosedur penelitian



Gambar 4. Bagan pengukuran gelombang ultrasonik

Setelah didapat data pengukuran ultrasonik, mangga arumanis diukur diameternya dan terakhir mangga dibuka bagian dalamnya untuk dilihat kerusakan, diukur diameter dan ketebalan kerusakannya serta ditimbang berat larva yang ada di dalam buah mangga arumanis. Pengukuran terhadap 50 buah mangga digunakan untuk membuat model kerusakan buah mangga arumanis akibat lalat buah.

4. Analisis Data

Hasil pengukuran gelombang ultrasonik berupa hubungan antara amplitudo dan waktu ditransformasikan dengan menggunakan FFT (*Fast Fourier Transform*) menjadi hubungan antara *power spectral density* dengan frekuensi. Transformasi ini menggunakan program *Matlab*. Sifat gelombang ultrasonik dikuantifikasi dengan menerapkan metode analisis sinyal berdasarkan *power spektral density*. *Zero moment power* (Mo) didefinisikan sebagai luasan di bawah *power spectral*.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Investasi Telur Lalat Buah pada Mangga Arumanis

Lalat buah yang dikembangbiakkan mengalami 4 fase (telur, larva, pupa dan imago). Lalat buah yang ada dalam kandang menginvestasi buah sehingga buah mengandung telur lalat, telur ini berwarna putih, berbentuk seperti jarum, tetapi ukurannya pendek. Setelah dua hari telur larva menetas menjadi larva, larva awalnya kecil, tetapi semakin lama semakin besar. Fase larva berlangsung selama 5-6 hari, pada hari terakhir larva melompat keluar dari daging buah mencari tempat yang terlindung. Karena pada penelitian digunakan serbuk gergaji sebagai media pupa maka larva banyak yang bersembunyi dan berubah menjadi pupa atau kepompong pada media ini. Fase pupa berlangsung selama 4-9 hari, setelah itu pupa menetas menjadi lalat buah dewasa.

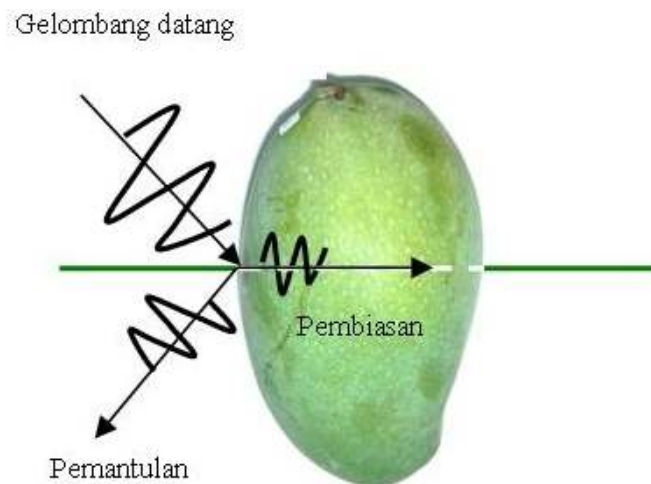


Gambar 5. Bagian dalam mangga arumanis yang terserang lalat buah

Hasil perlakuan menunjukkan bahwa tidak semua mangga yang dikondisikan dalam kandang terinvestasi lalat buah, dari 30 mangga arumanis hanya didapatkan 13 mangga arumanis yang terinvestasi lalat buah. Hal ini diduga karena mangga arumanis diletakkan pada tempat yang teduh, kurang cahaya. Sementara cahaya mempunyai pengaruh langsung terhadap perkembangan lalat buah dimana lalat buah betina akan meletakkan telur lebih cepat dalam kondisi yang terang. Sedangkan mangga yang busuk diduga karena terjadi infeksi pada waktu pemanenan sehingga memungkinkan masuknya mikroba perusak atau jamur ke dalam buah mangga arumanis.

2. Gelombang Ultrasonik pada Mangga Arumanis

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik yang dalam perambatannya membutuhkan medium perantara. Gelombang ultrasonik merambat melalui medium perantara berupa padatan, gas, cair dan pasta. Masing-masing medium perantara memiliki tingkat daya hantar yang bermacam-macam. Prinsip gelombang ultrasonik sama dengan gelombang mekanik lainnya, dapat mengalami pembiasan, pemantulan, polarisasi atau sifat yang mencirikan gelombang lainnya.



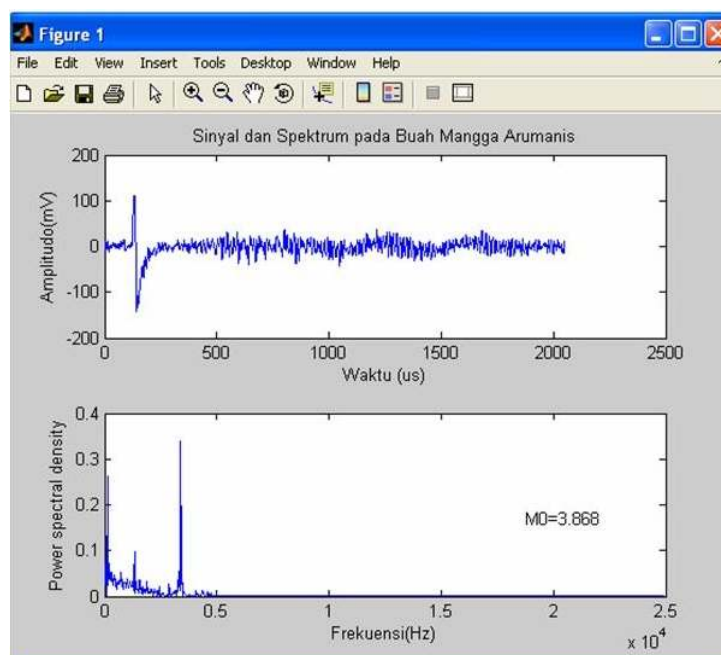
Gambar 6. Proses pemantulan dan pembiasan

Gelombang ultrasonik dapat dipantulkan dan dibiaskan jika melewati medium yang memiliki indeks bias berbeda. Pada proses pemantulan dan pembiasan terjadi pengurangan intensitas gelombang. Pengurangan intensitas gelombang menandakan terjadinya pengurangan energi dari gelombang tersebut. Selama perjalanan dalam

medium, intensitas gelombang ultrasonik berkurang terhadap jarak yang ditempuh. Penurunan intensitas ini karena adanya penyerapan energi oleh medium. Besarnya energi yang hilang atau diserap oleh suatu medium tergantung pada jenis mediumnya. Parameter yang digunakan untuk menyatakan penyerapan energi ini dikenal sebagai koefisien absorpsi atau koefisien atenuasi.

Gambar 7 menunjukkan pulsa gelombang ultrasonik dengan satu buah pulsa trigger yang dipancarkan transduser pemancar. Pulsa trigger yang dipancarkan transduser pemancar dipancarkan menyebar ke seluruh buah dan akhirnya diterima transduser penerima, sehingga amplitudo pulsa trigger yang diterima besarnya bervariasi dan diterima pada waktu yang tidak bersamaan. Pulsa trigger yang paling cepat mencapai trigger penerima memerlukan waktu sekitar $100 \mu s$, sementara pulsa trigger yang paling lambat diterima transduser penerima sekitar $1800 \mu s$. Waktu paling cepat yang dicapai pulsa trigger mencapai transduser penerima digunakan sebagai data waktu dalam menentukan besarnya kecepatan gelombang ultrasonik dalam medium mangga arumanis.

Sementara pulsa trigger yang menyebar ke seluruh bagian mangga memungkinkan melewati bagian dalam buah mangga akibat serangan alat buah sehingga dapat dievaluasi kerusakannya. Amplitudo pulsa gelombang ultrasonik yang diterima transduser penerima digunakan untuk menghitung nilai M_0 , pada Gambar 7 amplitudo terbesar terjadi pada waktu sekitar $750 \mu s$ setelah dipancarkan pulsa trigger.



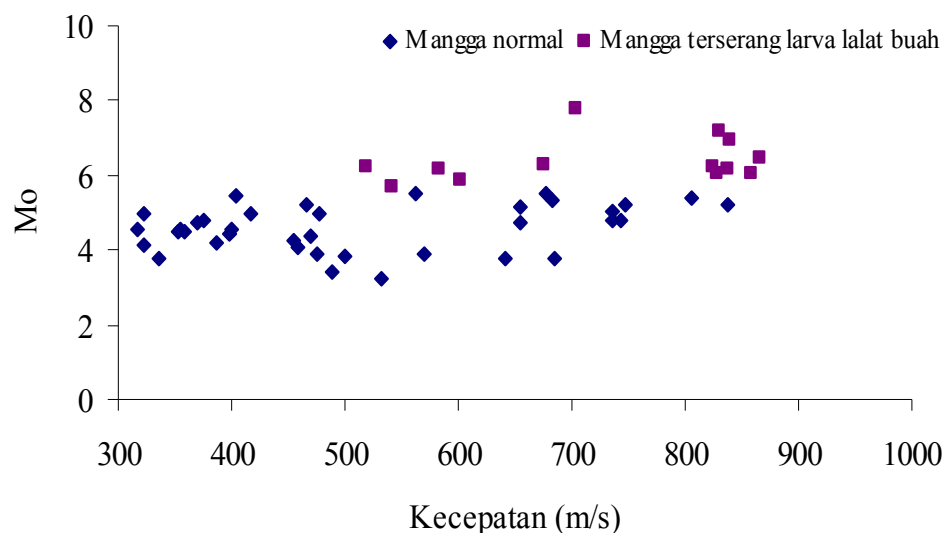
Gambar 7. Pulsa gelombang ultrasonik setelah melewati mangga arumanis

Berdasarkan data hasil pengukuran yang diinputkan ke dalam program penghitung nilai Mo di dapatkan hasil bahwa besarnya nilai Mo mangga arumanis yang terserang lalat buah lebih tinggi dibandingkan dengan mangga yang tidak terserang lalat buah, sebagaimana disajikan pada Gambar 8. Nilai Mo mangga arumanis yang terserang lalat buah rata-rata 6.40 sementara rata-nilai Mo mangga arumanis yang tidak terserang lalat buah besarnya 4.58.

3. Model Pendugaan Kerusakan Mangga Arumanis

Nilai Mo mangga yang tidak terserang lalat buah dan yang terserang larva lalat buah terdapat perbedaan, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 8. Nilai Mo mangga yang tidak terserang lalat buah tertinggi 5.49, sedangkan nilai Mo mangga yang terserang lalat buah terendah 5.71 sehigga nilai Mo antara 5.71 sampai 5.49 dapat dipilih sebagai pembatas antara mangga yang terserang lalat buah dengan yang tidak terserang lalat buah untuk menduga rusak atau tidaknya mangga arumanis akibat serangan larva lalat buah.

Nilai tengah antara kedua nilai Mo tersebut dipilih sebagai batas kerusakan, yaitu 5.60. Mangga yang memiliki nilai Mo kurang dari 5.60 terkategori mangga arumanis yang tidak terserang lalat buah, sedangkan mangga arumanis yang memiliki nilai Mo lebih besar dari atau sama dengan 5.60 terkategori mangga yang terserang lalat buah atau rusak bagian dalamnya.



Gambar 8. Nilai Mo mangga arumanis

Secara matematika batas kerusakan akibat serangan lalat buah berdasarkan berdasarkan nilai M_o dinyatakan pada Persamaan 1 dan 2.

$$M_o < 5.60 \rightarrow n \quad (1)$$

$$M_o \geq 5.60 \rightarrow r \quad (2)$$

Dimana M_o adalah *moment zero power* tanpa satuan, n adalah mangga tidak terserang lalat buah, sedangkan r adalah mangga terserang lalat buah.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai M_o gelombang ultrasonik pada buah mangga arumanis yang terserang lalat buah adalah 6.40 sedangkan mangga tidak terserang lalat adalah 4.58.
2. Model pendugaan kerusakan buah berdasarkan nilai koefisien atenuasi adalah jika nilai koefisien atenuasi lebih besar dari 5.60 maka mangga arumanis terserang lalat buah, dan jika nilai koefisien atenuasi kurang dari atau sama dengan 5.60 maka mangga tidak terserang lalat buah.

Disarankan bahwa model pendugaan kerusakan mangga arumanis berdasarkan nilai M_o yang telah didapatkan divalidasi, sehingga model dapat akurat dalam penerapannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Camarena F, Martínez-Mora J.A, Ardid M. 2007. Ultrasonic study of the complete dehydration process of orange peel. *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 43, Issue 1, Pages:115-120. <http://www.sciencedirect.com/science>. [10 Juli 2008].
- Efriyanti, Nety Dian. 2006. Pendugaan Tingkat Ketuaan Belimbing Manis dengan Menggunakan Gelombang Ultrasonik. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Fabiano A.N, Rodrigues S. 2007. Ultrasound as pre-treatment for drying of fruits: Dehydration of banana. *Journal of Food Engineering*. Vol 82, Issue 2, Pages:261-267. <http://www.sciencedirect.com/science>. [10 Juli 2008].
- Juansah, Jajang. 2005. Rancang Bangun sistem Pengukuran Gelombang Ultrasonik untuk Pemutuan Mutu Manggis (*Gracilia mangostana* L.). Tesis. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Maschuri, Anas. 2007. Kajian Karakteristik Gelombang Ultrasonik Terhadap Parameter Mutu Gabah. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Mizrach A. 2000. Determination of avocado and mango fruit properties by ultrasonic technique. *Ultrasonics*, Vol. 38, Issue. 1-8, page: 717-722. <http://www.sciencedirect.com/science>. [10 Juli 2008].
- Mizrach A, Flitsanov U. 1999. Nondestructive ultrasonic determination of avocado softening. *Journal of Food Engineering* Vol.40, No.3:139-144. <http://www.sciencedirect.com/science> [12 Juni 2008]
- Nasution, Dedy Alharis. 2006. Pengembangan Sistem Evaluasi Buah Manggis Secara Non Destruktif dengan Gelombang Ultrasonik. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Soeseno, Arie. 2007. Kajian Karakteristik Gelombang Ultrasonik untuk Deteksi Tingkat Kematangan Buah Pisang Raja Bulu (*Musa pardisiaca* sp). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Sujana, Ajid. 2007. Kajian Karakteristik Gelombang Ultrasonik pada Beras (*Oryza sativa* L.). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Yonjie C, Taichi K, Masateru N. 2005. Basic Study on Ultrasonic Sensor for Harvesting Robot of Strawberry. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Miyazaki University*. Vol.51, No.1/2: 9-16(2005). ISSN:0544-6066. <http://sciencelinks.jp/j-east/journal/B/F0851A/2005.php> [12 Juni 2008].