

VALIDASI PERSAMAAN BATAS KERUSAKAN MANGGA ARUMANIS BERDASARKAN ZERO MOMENT POWER

Border Equation Validation of Arumanis Mango Damage Based on Zero Moment Power

Oleh :

Warji*, Suroso**, Rokhani Hasbullah**

ABSTRACT

The objectives of this research were to validate the border equation of arumanis mangoes damage caused by fruit fly using zero moment power (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 equation was Mo number more than 5,60 for normal mango and Mo number less than or same 5,60 for mangoes invested by fruit fly.

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

PENDAHULUAN

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 pemutuan.

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. Pemutuan 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 kekerasan buah avokad (Mizrach, 1999), sifat fisik mangga dan avocado (Mizrach, 2000), robot pemanen buah stroberi (Yonjie, 2005), mutu manggis (Juansah, 2005 dan Nasution, 2006), kerusakan sayuran kentang (Efriyanti, 2006), kematangan buah pisang raja bulu (Soeseno, 2007) mutu gabah (Maschuri, 2007), mutu beras (Sujana, 2007), dehidrasi

komplek pada kulit jeruk (Camarena, 2007) dan pengkondisian awal pengeringan buah pisang (Fabiano, 2007).

Pemutuan mangga arumanis selama ini masih didasarkan pada berat dan ukuran sehingga tidak dapat mengetahui mutu bagian dalam buah, salah satunya ada tidaknya serangan 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 Mo) gelombang ultrasonik dan telah dihasilkan persamaan batas kerusakan buah mangga arumanis (Warji, 2008), namun perlu dilakukan validasi sehingga persamaan tersebut dapat diaplikasikan dalam membangun alat pemutuan kerusakan mangga arumanis akibat serangan lalat buah secara tidak merusak menggunakan nilai Mo.

Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi persamaan batas kerusakan mangga arumanis berdasarkan nilai *zero moment power* (Mo).

BAHAN DAN METODE

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.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah mangga arumanis dan lalat buah. Mangga arumanis yang digunakan adalah mutu I berdasarkan SNI asal Probolinggo yang didapat dari pasar buah Kramatjati, Jakarta Timur. Mangga arumanis jumlahnya 50 buah dan dilakukan pengukuran setelah tiga hari pemetikan. 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

* Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Pertanian
Universitas Lampung

** Staf Pengajar pada Departemen Teknik Pertanian,
Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

gula dan buah pepaya sebagai media investasi telur. Selain itu juga diperlukan serbuk gergaji sebagai media pupa/kepompong sebelum berubah menjadi lalat buah.

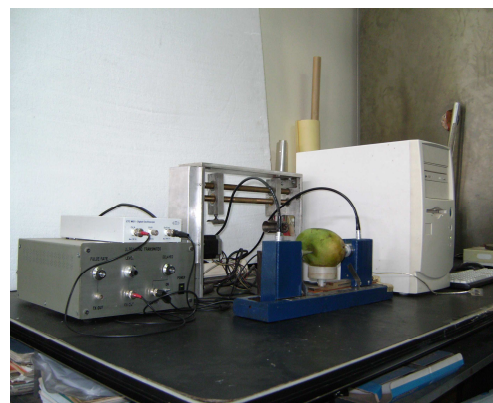


Gambar 1. Kandang tempat mengembangbiakkan dan investasi lalat buah

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 (kandang besar), tiga buah kandang dengan ukuran 50 cm x 60 cm x 50 cm (kandang kecil), 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 merupakan tempat mengembangbiakkan dan investasi lalat buah. Enam buah toples berisi air dipasang pada masing-masing kaki kandang besar agar semut tidak masuk ke dalam kandang lalat. Enam buah toples digunakan sebagai tempat serbuk gergaji (media kepompong) dan enam buah toples digunakan sebagai tempat minuman lalat yang ditempatkan dalam kandang kecil.

Perangkat pengukur gelombang ultrasonik meliputi transduser pemancar dan transduser penerima gelombang ultrasonik yang terbuat dari bahan *piezoelektrik*, kedudukan 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.

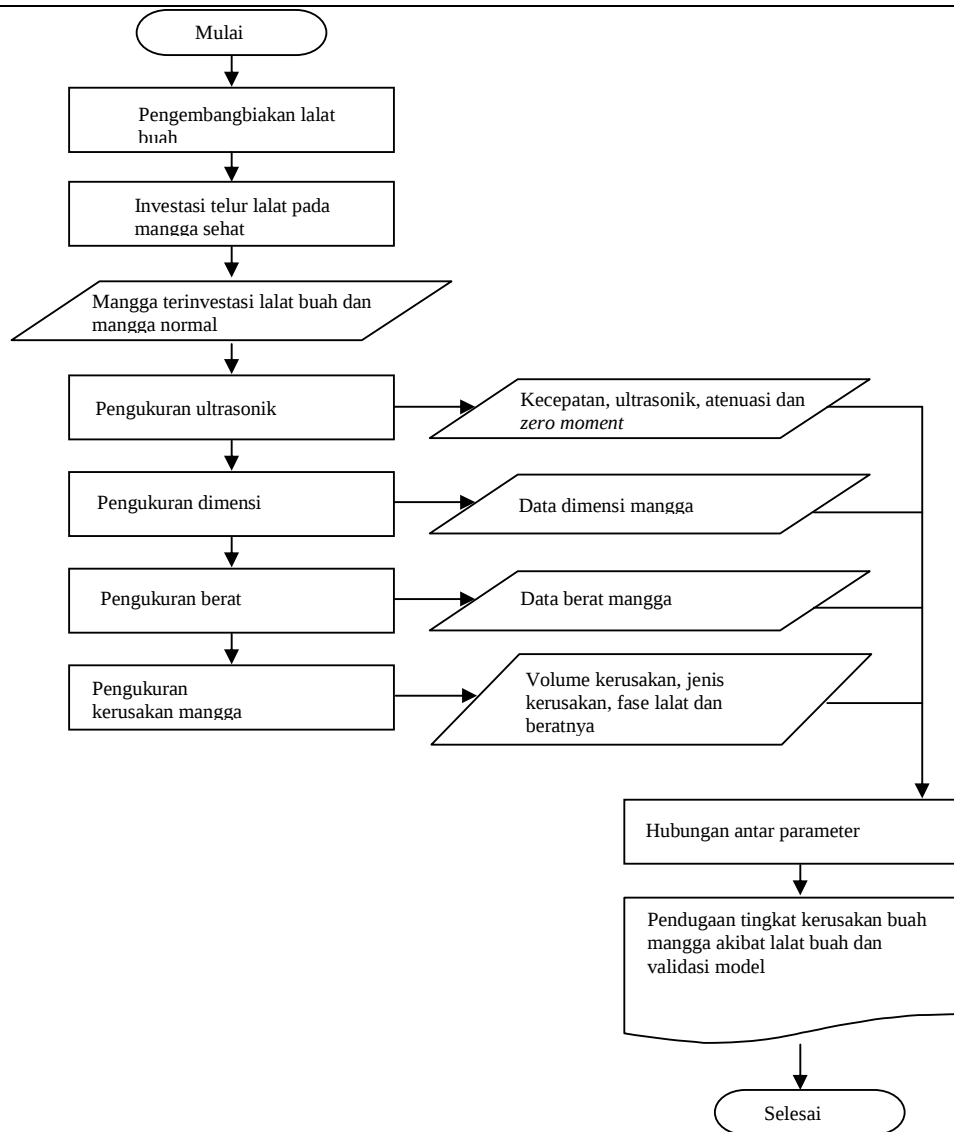


Gambar 2. Perangkat pengukur gelombang ultrasonik

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.

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.



Gambar 3. Diagram alir prosedur penelitian

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.

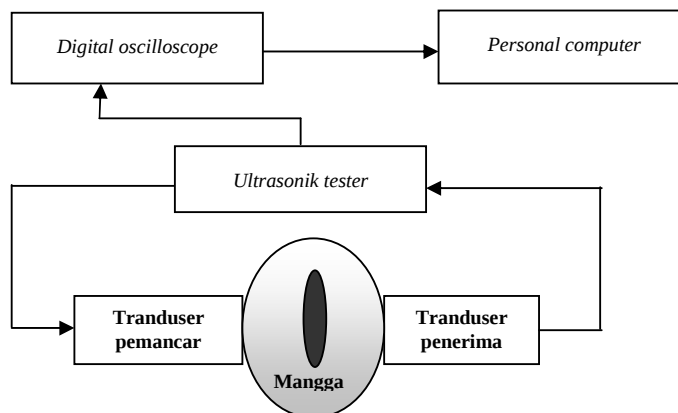
Langkah kedua adalah mangga arumanis dimasukkan ke dalam kandang lalat yang di dalamnya telah terisi lalat buah dewasa agar buah mangga arumanis terinvestasi telur lalat, setiap kandang diisi sebanyak 10 buah sehingga terdapat 30 buah mangga yang dikondisikan terinvestasi lalat buah. Selain itu, juga 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, 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 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 memvalidasi model kerusakan buah mangga arumanis akibat lalat buah.

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*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

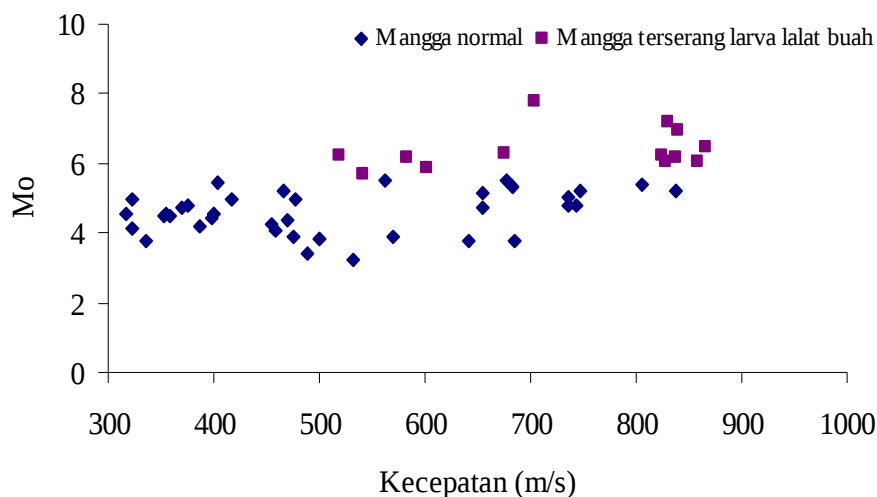
Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak semua mangga yang dikondisikan dalam kandang terinvestasi lalat buah, dari 30 mangga arumanis hanya didapatkan 12 mangga arumanis yang terinvestasi lalat buah. Hal ini diduga karena mangga arumanis diletakkan pada tempat yang teduh, kurang cahaya. Sementara cahaya 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.

Persamaan Batas Kerusakan Mangga Arumanis

Nilai M_o mangga yang tidak terserang lalat buah dan yang terserang larva lalat buah terdapat perbedaan, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 8. Nilai M_o mangga yang tidak terserang lalat buah tertinggi 5.49, sedangkan nilai M_o mangga yang

terserang lalat buah terendah 5.71 sehingga nilai M_o 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.



Gambar 6. Nilai M_o mangga arumanis

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

Secara matematika batas kerusakan akibat serangan lalat buah berdasarkan nilai M_o dinyatakan pada Persamaan 1 dan 2 (Warji, 2008).

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

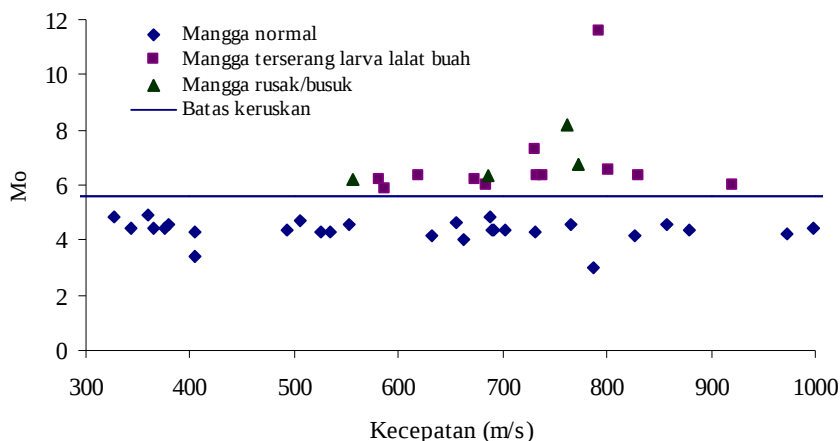
$$M_o \geq 5.60 \rightarrow r \quad (2)$$

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

Validasi Persamaan Batas Kerusakan Mangga Arumanis

Berdasarkan validasi didapatkan nilai M_o mangga yang tidak terserang lalat buah tertinggi 4.55, mangga yang terserang lalat buah terendah 5.84 sementara nilai batas kerusakan mangga arumanis berdasarkan M_o sebesar 5.60 sehingga persamaan batas kerusakan pada Persamaan 1 dan 2 dinyatakan valid. Semua mangga yang tidak terserang lalat buah dapat terpilah dengan sempurna menggunakan Persamaan 1 dan mangga yang terserang lalat buah atau rusak juga dapat terpilah dengan sempurna menggunakan Persamaan 2.

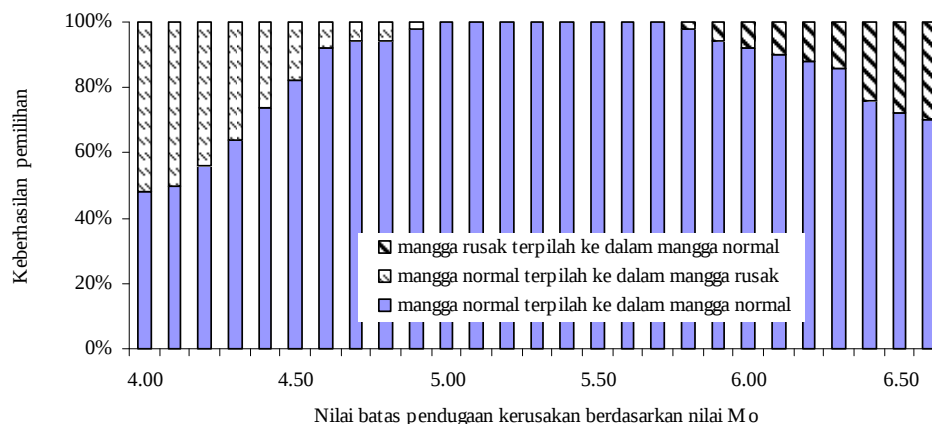
Data validasi nilai M_o dan batas kerusakan berdasarkan nilai M_o disajikan pada Gambar 7. Mangga yang rusak atau terserang lalat buah berada di atas garis batas kerusakan, sementara mangga yang tidak terserang lalat buah berada di bawah garis batas kerusakan.



Gambar 7. Nilai Mo berdasarkan data validasi

Keberhasilan nilai Mo dijadikan pembatas antara mangga yang terserang lalat buah dengan yang tidak terserang lalat buah disajikan Gambar 8. Nilai batas Mo 5.00-5.70 menunjukkan keberhasilan

pemilahan 100%, sedangkan pada nilai Mo 4.91 terdapat 2% mangga tidak terserang lalat buah terpilah ke dalam mangga yang terserang lalat buah.



Gambar 8. Keberhasilan pemilahan mangga arumanis

Nilai Mo 5.60 merupakan nilai pembatas yang aman untuk dipilih karena masih terdapat nilai toleransi terhadap mangga yang tidak terserang lalat buah sebesar 0.69, sedangkan nilai toleransi terhadap mangga yang terserang lalat buah sebesar 0.24 dan terhadap mangga yang rusak sebesar 0.12. Namun untuk penerapan pemutuan buah mangga arumanis yang tidak terserang lalat buah secara akurat dapat dipilih batas nilai Mo antara 5.00-5.60, atau 4.92 namun nilai 4.92 ini terlalu dekat dengan batas atas nilai Mo mangga yang tidak terserang lalat buah sehingga memungkinkan mangga tidak terserang lalat buah terpilah menjadi mangga yang terserang lalat buah, walaupun pada validasi tidak terjadi.

Mangga arumanis yang memiliki nilai Mo lebih kecil dari 5.60 dapat diduga sebagai mangga yang tidak terserang lalat buah, sebaliknya jika nilai Mo lebih besar atau sama dengan 5.60 dapat diduga sebagai mangga yang terserang lalat buah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Persamaan batas kerusakan buah berdasarkan nilai Mo adalah jika nilai Mo lebih besar dari 5.60 maka mangga arumanis terserang lalat buah, dan jika nilai Mo kurang dari atau sama dengan 5.60 maka mangga tidak terserang lalat buah.
2. Berdasarkan hasil validasi, nilai batas kerusakan dapat diterapkan dalam pengembangan pemutuan buah mangga arumanis.

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, N. D. 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, J. 2005. Rancang Bangun sistem Pengukuran Gelombang Ultrasonik untuk Pemutuan Mutu Manggis (*Gracilia mangostana* L.). Tesis. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Maschuri, A. 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, D. A. 2006. Pengembangan Sistem Evaluasi Buah Manggis Secara Non Destruktif dengan Gelombang Ultrasonik. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Soeseno, A. 2007. Kajian Karakteristik Gelombang Ultrasonik untuk Deteksi Tingkat Kematangan Buah Pisang Raja Bulu (*Musa pardisiaca* sp). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Sujana, A. 2007. Kajian Karakteristik Gelombang Ultrasonik pada Beras (*Oryza sativa* L.). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Warji. 2008. Pendugaan Kerusakan Mangga Arumanis Akibat Lalat Buah Menggunakan Ultrasonik. Prosiding Seminar Nasional Keteknikan Pertanian 2008. Yogyakarta. 18-19 November.
- 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].