

JTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

ISSN 0216-3365

Vol. 22, No. 2, Agustus 2008



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Pertanian - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian merupakan publikasi resmi Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (**PERTETA**) yang didirikan 10 Agustus 1968 di Bogor, berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan tiga kali setahun, namun untuk meningkatkan kualitas jurnal maka mulai edisi April 2008 diterbitkan dua kali setahun. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya, lingkungan dan bangunan, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi. Makalah dikelompokkan dalam **invited paper** yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, **review** perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, **technical paper** hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta **research methodology** berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Pengiriman makalah harus mengikuti panduan penulisan yang tertera pada halaman akhir atau menghubungi redaksi via telpon, faksimili atau e-mail. Makalah dapat dikirimkan langsung atau via pos dengan menyertakan hard- dan soft-softcopy, atau e-mail. Penulis tidak dikenai biaya penerbitan, akan tetapi untuk memperoleh satu eksemplar dan 10 re-prints dikenai biaya sebesar Rp 50.000. Harga langganan Rp 70.000 per volume (2 nomor), harga satuan Rp 40.000 per nomor. Pemesanan dapat dilakukan melalui e-mail, pos atau langsung ke sekretariat. Formulir pemesanan terdapat pada halaman akhir.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Asep Sapei
Anggota : Kudang B. Seminar
Daniel Saputra
Bambang Purwantana
Y. Aris Purwanto

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah
Sekretaris : Satyanto K. Saptomo
Bendahara : Emmy Darmawati
Anggota : Usman Ahmad
I Wayan Astika
M. Faiz Syuaib
Ahmad Mulyawatullah

Penerbit:

Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan
Departemen Teknik Pertanian, IPB Bogor

Alamat:

Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680. Telp. 0251-8624691, Fax 0251-8623026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com. Website: ipb.ac.id/~jtep.

Rekening:

BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan:

PT. Binakerta Adiputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bestari yang telah menelaah (mereview) naskah pada penerbitan Vol. 22 No. 2 Agustus 2008. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof.Dr.Ir. Sukmono, MS (Fakultas Pertanian Sumatera Utara), Dr.Ir. Agung Hendriadi (BPP Mekanisme Pertanian Serpong), Dr. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA (Departemen Teknik Pertanian, Universitas Brawijaya Malang), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, M.Si (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Leopold Oscar Nelwan, M.Si (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Y. Aris Purwanto, M.Sc (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Ridwan Rachmat, M.Agr (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian), Dr.Ir. Bambang Purwantana, M.Agr (Departemen Teknik Pertanian UGM), Dr.Ir.Desrial, M.Eng (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Abdul Rozaq (Departemen Teknik Pertanian UGM), Prof.Dr.Ir. Asep Sapei, MS (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr.Ir. Ridwan Tahrir (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian).

Technical Paper

Pendugaan Kerusakan Mangga Arumanis Akibat Lalat Buah Menggunakan Atenuasi Ultrasonik

Prediction of Arumanis Mango Damage Caused by Fruit Fly Using Ultrasonic Attenuation

Warji¹ dan Rokhani Hasbullah²

Abstract

The objectives of this research were to determine attenuation coefficient of arumanis mangoes, to develop border equation prediction and to validate the border equation prediction of arumanis mangoes damage caused by fruit fly using ultrasonic attenuation coefficient. The method was based on measurement of attenuation coefficient ultrasonic wave in arumanis mangoes. Results showed that mean of normal arumanis mangoes attenuation coefficient was 36.45 Np/m and attenuation of arumanis mangoes damage caused by fruit fly was 30.67 NP/m. Border equation prediction was attenuation coefficient more than 34.76 for normal mango and attenuation less than or same 34.76 for mangoes invested by fruit fly.

Keywords: arumanis mangoes, fruit fly, ultrasonic, attenuation coefficient.

Diterima:; Disetujui:

Pendahuluan

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. Produksi mangga arumanis tahun 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, dan 2006 secara berturut-turut sebesar 0.92 juta ton, 1.40 juta ton, 1.53 juta ton, 1.44 juta ton, 1.41 juta ton, dan 1.62 juta ton (BPS, 2008). Sementara 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 aplikasi untuk mengukur 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 kompleks 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 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 koefisien atenuasi gelombang ultrasonik sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pendugaan kerusakan mangga arumanis akibat serangan lalat buah secara tidak merusak

¹ Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. HP.0136910 4919, E-mail: warji1978@yahoo.com; warji@unila.ac.id.

² Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga PO Box 220, rokhani@ipb.ac.id.

menggunakan koefisien atenuasi.

Koefisien atenuasi merupakan besaran yang menggambarkan kehilangan suatu energi karena gelombang ultrasonik melewati medium tertentu. Besarnya energi yang hilang atau diserap oleh suatu medium tergantung pada jenis mediumnya. Koefisien atenuasi bisa diketahui dengan menggunakan pengonversian tegangan sinyal yang dikirim dan yang diterima setelah menempuh jarak tertentu.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan atenuasi mangga arumanis yang terserang lalat buah dan yang tidak terserang lalat buah, membuat persamaan batas pendugaan dan memvalidasi persamaan batas pendugaan kerusakan mangga arumanis berdasarkan atenuasi.

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 1 asal Probolinggo yang didapat dari pasar buah Kramatjati, Jakarta Timur. Mangga arumanis jumlahnya 100 buah dengan umur tiga hari setelah panen yang dikelompokkan menjadi dua bagian, lima puluh buah digunakan untuk pembuatan persamaan batas kerusakan dan sisanya digunakan untuk validasi persamaan batas kerusakan. 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 memblakkan 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.

Peralatan yang diperlukan adalah perangkat pengembangblakan 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 80 cm x 50 cm, dan satu buah kandang berukuran 50 cm x 80 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, kawat 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.

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.

Prosedur Penelitian dan Parameter Pengamatan

Diagram alir prosedur penelitian ditampilkan pada Gambar 4. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengembangblakkan 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



Gambar 1 Kandang tempat mengembangbiakkan dan investasi lalat buah



Gambar 2 Perangkat pengukur gelombang ultrasonik

ditempatkan pada toples yang telah dilasasi tisu merupakan pakan buatan untuk lalat. Larutan gula diganti setiap dua hari sekali. Pepaya diperlukan sebagai media tempat investasi telur lalat.

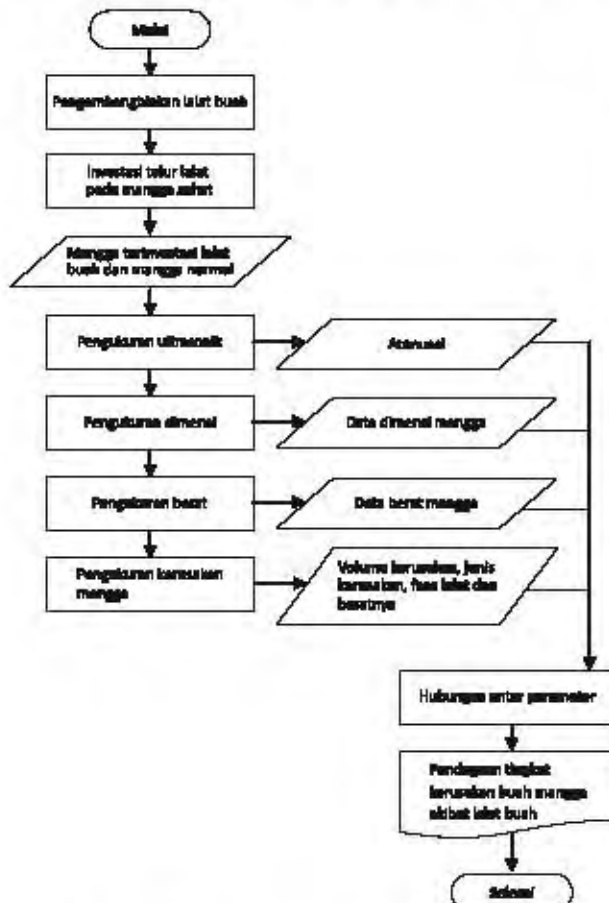
Lalat buah betina dibiarkan meletakkan telur ke dalam buah dengan menusukkan ovipositor-nya (alat peletak telur). Bekas tusukan itu ditandai adanya noda/titik hitam yang tidak terlalu jelas dan hal ini merupakan gejala awal serangan lalat buah. Telur lalat dibarkan berubah menjadi larva, dalam waktu 2 sampai 3 hari. Larva dibiarkan keluar dari buah (melenting) ke serbuk gergaji sebelum larva itu berubah menjadi pupa. Pupa dibarkan 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 terlat lalat buah dewasa agar buah mangga arumanis terinvestasi telur lalat, setiap kandang diisi sebanyak 10 buah sehingga setiap tahap terdapat 30 buah mangga yang dikondisikan terinvestasi lalat buah. Selain itu, setiap tahapnya 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

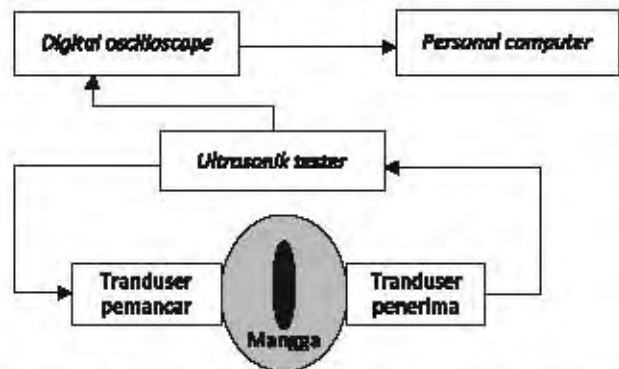
belum terinvestasi maka dimasukkan kembali ke kandang hingga hari kelima. Pada hari kelima semua mangga yang dikondisikan terinvestasi diukur gelombang ultrasoniknya. Pengukuran mangga yang dikondisikan tidak terserang lalat buah diukur gelombang ultrasoniknya pada hari ketiga dan kelima.

Langkah selanjutnya adalah pengukuran gelombang ultrasonik. Ultrasonik tester dan oscilloscope dinyalakan, buah mangga diletakkan di atasudukan 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.

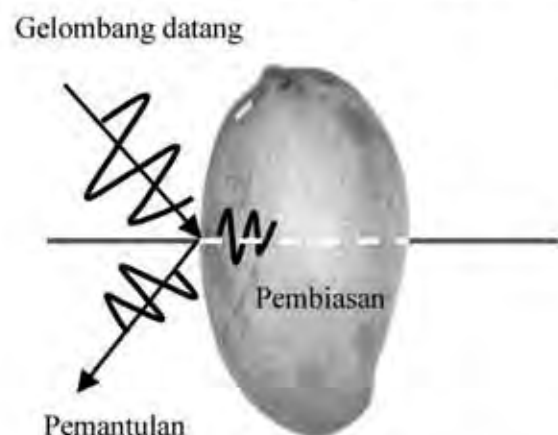
Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik yang dalam perambatannya membutuhkan medium perantara. Gelombang ultrasonik merambat melalui medium perantara berupa padatan, gas, cair dan pasta. Masing-masing medium perantara memiliki tingkat daya hantar yang bermacam-macam. Prinsip gelombang ultrasonik sama dengan gelombang



Gambar 3 Diagram alir prosedur penelitian



Gambar 4 Bagan pengukuran gelombang ultrasonik



Gambar 5 Proses pemantulan dan pembiasan

Tabel 1 Koefisien atenuasi gelombang ultrasonik pada komoditas pertanian

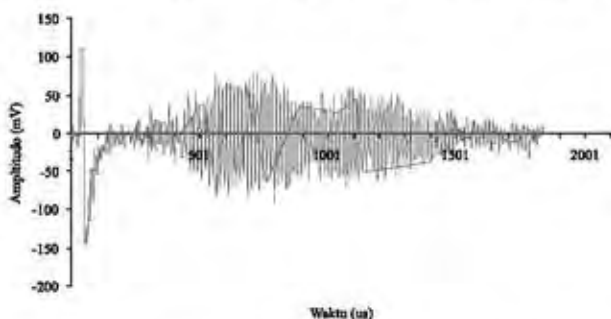
No	Komoditas Pertanian	Koefisien Atenuasi (Np/m)
1	Belimbing	30
2	Manggis	81
3	Pisang bulu raja	34
4	Beras utuh	26

mekanik lainnya, dapat mengalami pembiasan, pemantulan, polarisasi atau sifat yang mencirikan gelombang lainnya.

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. Tabel 1 menyajikan koefisien atenuasi beberapa komoditas pertanian yang nilainya bervariasi.

Gambar 6 menunjukkan pulsa gelombang ultrasonik dengan satu buah pulsa triger yang dipancarkan transduser pemancar. Pulsa triger yang dipancarkan transduser pemancar dipancarkan menyebar ke seluruh buah dan akhirnya diterima transduser penerima, sehingga amplitudo pulsa triger yang diterima besarnya bervariasi dan diterima pada waktu yang tidak bersamaan. Pulsa triger yang paling cepat mencapai triger penerima memerlukan waktu sekitar 100 μs, sementara pulsa triger yang paling lambat diterima transduser penerima sekitar 1800 μs. Waktu paling cepat yang dicapai pulsa triger mencapai transduser penerima digunakan sebagai data waktu dalam menentukan besarnya kecepatan gelombang ultrasonik.

Sementara pulsa triger yang menyebar ke seluruh bagian mangga memungkinkan melewati bagian



Gambar 6 Pulsa gelombang ultrasonik setelah melewati mangga arumanis

dalam buah mangga akibat serangan lalat buah sehingga dapat dievaluasi kerusakannya. Amplitudo pulsa gelombang ultrasonik yang paling besar yang diterima transduser penerima digunakan untuk menghitung koefisien atenuasi, pada Gambar 6 amplitudo terbesar terjadi pada waktu sekitar 750 μs setelah dipancarkan pulsa triger.

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 pada bagian pertama digunakan untuk membuat persamaan batas kerusakan buah mangga arumanis akibat lalat buah. Pengukuran yang sama dilakukan terhadap 50 buah mangga, 30 buah mangga dikondisikan terserang lalat buah dan 20 mangga yang tidak terserang lalat buah untuk memvalidasi persamaan batas kerusakan mangga arumanis akibat serangan lalat buah.

Analisis Data

Koefisien atenuasi α dihitung dengan mengonversi tegangan sinyal yang dikirim dan yang diterima setelah menempuh jarak tertentu menjadi grafik gelombang. Grafik gelombang digunakan untuk menentukan amplitudo gelombang, selain itu juga harus diukur amplitudo gelombang pada kondisi jarak antara transduser pemancar dan penerima 2 mm, pengukuran ini digunakan untuk menentukan nilai A₀ (amplitudo mula-mula/amplitudo gelombang ultrasonik sebelum melewati medium). Koefisien atenuasi dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Koefisien atenuasi pada mangga yang terserang lalat buah dibandingkan dengan nilai koefisien atenuasi pada mangga yang tidak terserang lalat buah.

$$\alpha = \frac{1}{x} \left[\ln \frac{A_0}{A_x} \right] \tag{1}$$

A₀ adalah amplitudo mula-mula (volt), sedangkan A_x, α dan x secara berturut-turut adalah amplitudo setelah menempuh jarak x (volt), koefisien atenuasi (Neper per meter) dan jarak yang ditempuh gelombang (meter).

Setelah didapat data koefisien atenuasi selanjutnya disusun perbandingan persamaan batas kerusakan buah mangga arumanis akibat lalat buah berdasarkan koefisien atenuasi gelombang ultrasonik. Persamaan batas kerusakan perbandingan yang didapat kemudian divalidasi dan dianalisis kesalahannya.

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. Larva bersembunyi dan berubah menjadi pupa atau kepompong pada media serbuk gergaji. Fase pupa berlangsung selama 4-9 hari, setelah itu pupa menetas menjadi lalat buah dewasa.

Hasil perlakuan menunjukkan bahwa tidak semua mangga yang dikondisikan dalam kandang terinvestasi lalat buah, dari 30 mangga arumanis pada tahap pertama hanya didapatkan 13 mangga arumanis yang terinvestasi lalat buah, sementara pada tahap kedua, dari 30 mangga arumanis yang dikondisikan terinvestasi lalat buah, hanya ada 12 yang terinvestasi lalat buah dan 10 mangga arumanis yang rusak bagian dalamnya namun tidak dijumpai adanya serangan lalat buah, baik dalam fase telur maupun fase ulat. 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.

Pendugaan Persamaan Batas Kerusakan Mangga Arumanis

Besarnya koefisien atenuasi mangga arumanis yang terserang lalat buah lebih rendah dibandingkan dengan mangga yang tidak terserang lalat buah, sebagaimana disajikan pada Gambar 8. Koefisien atenuasi mangga arumanis yang terserang lalat buah rata-rata 30.67 Neper per meter (Np/m) sementara rata-rata koefisien atenuasi mangga arumanis yang tidak terserang lalat buah besarnya 36.45 Np/m.



Nilai koefisien atenuasi mangga yang tidak terserang lalat buah dan yang terserang larva lalat buah terdapat perbedaan, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 8. Mangga yang tidak terserang lalat buah memiliki nilai koefisien atenuasi terkecil 35.08 Np/m sedangkan mangga yang terserang lalat buah memiliki nilai koefisien atenuasi terbesar 34.44 Np/m. Sehingga nilai koefisien atenuasi lebih besar dari 34.44 Np/m dan kurang dari 35.08 Np/m dapat dijadikan sebagai pembatas untuk menduga rusak atau tidaknya mangga arumanis akibat serangan larva lalat buah.

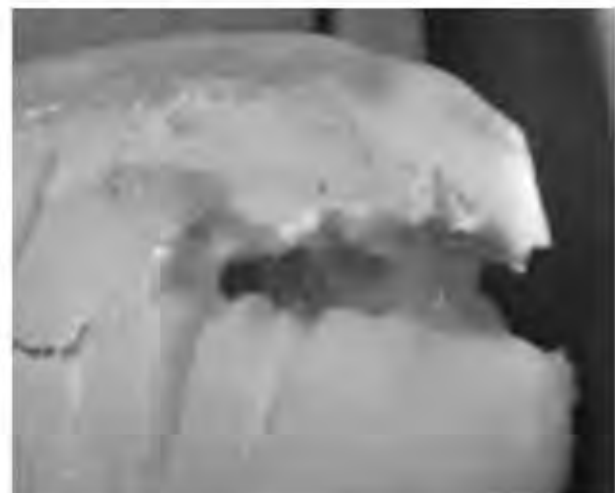
Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan nilai koefisien atenuasi terkecil untuk mangga yang terserang lalat buah sebesar 26.22 Np/m. Nilai lebih kecil dari 26.22 Np/m dapat dicapai pada kondisi mangga yang lebih rusak atau lebih banyak larva yang ada di dalamnya. Sedangkan nilai koefisien atenuasi terbesar pada mangga yang tidak terserang lalat buah besarnya 40.78 Np/m. Kisaran koefisien atenuasi pada mangga tidak terserang lalat buah antara 35.08 Np/m dan 40.78 Np/m.

Nilai tengah antara koefisien atenuasi terendah mangga arumanis yang tidak terserang lalat buah yaitu 35.08 Np/m dan nilai koefisien atenuasi tertinggi mangga yang terserang lalat buah yaitu 34.44 Np/m dipilih sebagai nilai batas kerusakan. Sehingga didapat nilai batas kerusakan sebesar 34.76 Np/m. Mangga yang memiliki koefisien atenuasi lebih besar 34.76 Np/m terkategori mangga yang tidak terserang lalat buah, sedangkan yang kurang dari atau sama dengan 34.76 Np/m terkategori mangga yang terserang lalat buah. Secara matematika batas kerusakan akibat serangan lalat buah berdasarkan koefisien atenuasi dinyatakan pada Persamaan 2 dan 3.

$$\alpha > 34.76 \rightarrow n \quad (2)$$

$$\alpha \leq 34.76 \rightarrow r \quad (3)$$

Dimana adalah koefisien atenuasi dengan satuan Np/m, n adalah mangga tidak terserang lalat buah, sedangkan r mangga terserang lalat buah.



Gambar 7 Bagian dalam mangga arumanis yang terserang lalat buah

Validasi Pendugaan Persamaan Batas Kerusakan Mangga Arumanis

Berdasarkan hasil validasi terhadap mangga arumanis, didapatkan nilai koefisien atenuasi mangga arumanis yang tidak terserang lalat buah terendah 34.86 Np/m, sedangkan koefisien atenuasi mangga arumanis terserang lalat buah terbesar sebesar 34.08 Np/m, sementara batas kerusakan mangga arumanis berdasarkan koefisien atenuasinya 34.76 Np/m sehingga dari hasil validasi menunjukkan bahwa persamaan batas kerusakan pada Persamaan 2 dan (3) adalah valid. Semua mangga yang terkategori tidak terserang lalat buah dapat dipilah secara sempurna menggunakan Persamaan 2, sedangkan mangga yang terserang lalat buah dan mangga yang rusak dapat terpilah dengan baik menggunakan Persamaan (3).

Gambar 9 menyajikan data validasi dan nilai batas kerusakan mangga arumanis berdasarkan koefisien atenuasi. Mangga yang tidak terserang lalat buah berada di atas garis batas kerusakan dan mangga yang terserang lalat buah atau rusak berada di bawah garis batas kerusakan.

Tingkat keberhasilan pemilahan pada beberapa nilai koefisien atenuasi disajikan pada Gambar 10, data dari gambar ini menunjukkan bahwa sampai batas 34.80 Np/m mangga masih dapat terpilah dengan baik, namun pada batas nilai koefisien atenuasi 34.90 terdapat 2% data mangga tidak terserang lalat buah terpilah ke dalam mangga yang terserang lalat buah begitu juga secara berturut-turut pada batas nilai koefisien atenuasi 35.00 Np/m, 35.10 Np/m dan bernilai 25.20 Np/m mangga tidak terserang lalat buah yang terpilah ke dalam mangga rusak

sebesar 6%, 8% dan 14%. Berdasarkan hal ini, nilai batas sebagaimana persamaan (2) dan (3) dapat diterapkan dalam pengembangan sortasi buah mangga arumanis berdasarkan atenuasi.

Nilai batas tersebut sudah aman karena nilai batas kerusakan mangga yang terserang lalat buah sebesar 34.76 Np/m sedangkan pada hasil validasi nilai koefisien atenuasi mangga tidak terserang lalat buah terendah sebesar 34.86 Np/m, artinya masih terdapat nilai selang toleransi sebesar 0.10 Np/m terhadap nilai koefisien atenuasi mangga arumanis yang tidak terserang lalat buah. Sementara terhadap nilai koefisien atenuasi mangga arumanis yang terserang lalat buah terdapat toleransi sebesar 0.68 Np/m karena nilai atenuasi mangga yang terserang lalat buah terbesar adalah 34.08 Np/m. Mangga yang rusak tetapi tidak terserang lalat buah terdapat toleransi sebesar 0.1 Np/m karena nilai koefisien atenuasi mangga rusak tertinggi adalah 34.66 Np/m.

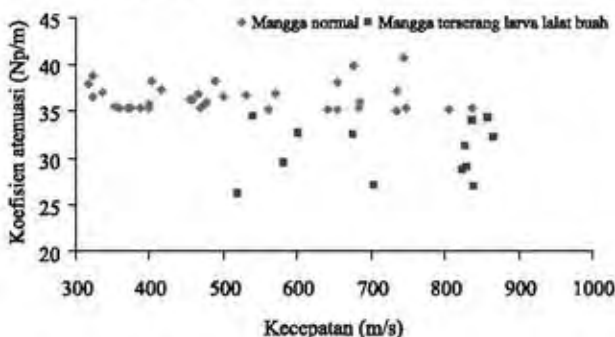
Tingkat keakuratan dalam memilah mangga yang tidak terserang lalat buah dapat ditingkatkan dengan memilih nilai koefisien atenuasi 34.80 Np/m atau ditingkatkan menjadi 34.90 Np/m, tetapi dengan konsekuensi terdapat 2% buah mangga tidak terserang lalat buah terpilah atau terkategori menjadi mangga yang terserang lalat buah.

Sedangkan nilai koefisien atenuasi kurang dari 34.76 Np/m tidak dipilih sebagai nilai batas untuk menghindari adanya mangga terserang lalat buah atau rusak terkategori atau terpilah menjadi mangga yang tidak terserang lalat buah, walaupun hasil validasi nilai tertinggi mangga terserang lalat buah 34.08 Np/m.

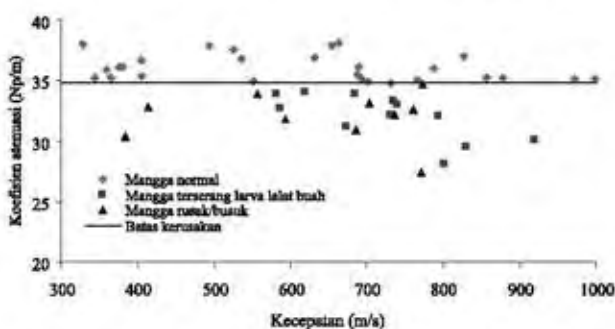
Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

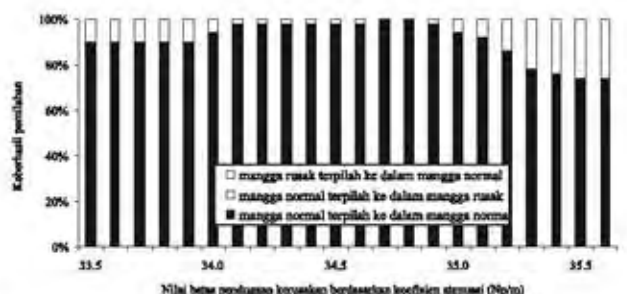
1. Koefisien atenuasi gelombang ultrasonik pada buah mangga arumanis yang terserang lalat buah adalah 30.67 Np/m sedangkan mangga tidak terserang lalat adalah 36.45 Np/m.
2. Perkiraan persamaan batas kerusakan buah berdasarkan nilai koefisien atenuasi adalah jika nilai koefisien atenuasi lebih besar dari 34.76 Np/m maka mangga arumanis tidak terserang



Gambar 8 Koefisien atenuasi mangga arumanis



Gambar 9 Koefisien atenuasi berdasarkan data validasi



Gambar 10 Keberhasilan pemilahan mangga arumanis

lalat buah, dan jika nilai koefisien atenuasi kurang dari atau sama dengan 34.76 Np/m maka mangga terserang lalat buah.

3. Berdasarkan hasil validasi, nilai batas kerusakan dapat diterapkan dalam pengembangan sortasi buah mangga arumanis.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2008. Produksi buah di Indonesia. <http://www.bps.go.id/mangga.html>. [20 Feb 2008].
- Camarena F, Martínez-Mora J.A, Ardi 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].