

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No. 1, April 2017



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



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu pada bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap monuron baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. 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 pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. 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. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem,
Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Darmaga, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

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

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaan (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 1 April 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Dr.Ir. Lady Corrie Ch. Emma Lengkey, M.Si (Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi), Dr.Ir. Andasuryani, S.TP, M.Si (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas), Dr. Rudiati Evi Masithoh, STP, M.Dev.Tech (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof. Dr.Ir. Bambang Purwantana, MS (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Ir. I Made Supartha Utama, MS., Ph.D (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana), Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Sri Rahayoe, STP., MP (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr. Joko Nugroho Wahyu Karyadi. M.Eng (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Lilik Sutiarto, M.Eng (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Abdul Rozaq, DAA (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Diding Suhandy, STP.,M.Agr (Fakultas Pertanian, Universitas Lampung), Ir. Moh. Agita Tjandra, M.Sc, Ph.D (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas), Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, MP (Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Hasanuddin), Prof.Dr.Ir. Budi Indra Setiawan, M.Agr (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr. Suhardi, STP., MP (Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Hasanuddin), Dr.Ir. Hadi K. Purwadaria, M.Sc (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Prediksi Deteksi Kerusakan Ubi Jalar Cilembu Akibat Serangan Lanas Menggunakan Gelombang Ultrasonik

*Detection of Cilembu Sweet Potatoes Damage Caused by *Cylas formicarius Fabricius* (Coleoptera: Brentidae) Using Ultrasonic Wave*

Adi Sutrisno, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Email: adisutrisno.stp@gmail.com

Sutrisno, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Email: kensutrisno@yahoo.com

Usman Ahmad, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Email: uahmad2010@gmail.com

Abstract

*The aim of this research was to examine wave characteristics of healthy and attacked cilembu sweet potatoes. The study was important to develop non destructive sortation system of cilembu sweet potato in order to detect damages that caused by *C. formicarius*. The research used 105 cilembu sweet potatoes which consisted of 60 healthy and 45 *C. formicarius* attacked cilembu sweet potatoes. Cilembu sweet potatoes was obtained from farmers in Cilembu village, Sumedang, West Java. The measurement was conducted by passing ultrasonic waves through cilembu sweet potatoes. Amplitude and time were gained from the measurement process. Those data were processed to determine ultrasonic wave velocity, attenuation, and moment zero power (Mo). The result showed that ultrasonic wave characteristics of *C. formicarius* attacked cilembu sweet potatoes were respectively; wave velocity of 264.30 m/s, attenuation of 16.85 dB/m, and Mo of 20.10. Meanwhile, ultrasonic wave characteristics of healthy sweet potatoes were respectively; wave velocity of 239.29 m/s; attenuation of 19.57 dB/m and Mo of 19.14. The research also verified that forecasting model of *C. formicarius* attack based on wave velocity, attenuation and Mo was not too accurate. The success rates were respectively; 77.14%, 74.29% and 54.29%.*

Keywords: *C. formicarius*, cilembu sweet potatoes, non-destructive, ultrasonic wave

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji karakteristik gelombang ultrasonik pada ubi jalar cilembu sehat dan yang terkena serangan lanas. Kajian ini diperlukan untuk mengembangkan sistem pemutuan ubi jalar cilembu khususnya dalam mendeteksi kerusakan akibat serangan hama *C. formicarius* secara non-destruktif. Pada penelitian ini digunakan sebanyak 105 buah sampel ubi jalar cilembu, yang terdiri dari 60 ubi jalar cilembu sehat dan 45 ubi jalar cilembu yang terserang *C. formicarius*. Ubi jalar cilembu diperoleh dari petani di Desa Cilembu Kabupaten Sumedang. Pengukuran dilakukan dengan melewatkan gelombang ultrasonik melalui ubi jalar cilembu. Hasil yang diperoleh dari pengukuran berupa amplitudo dan waktu. Data yang diperoleh diolah sehingga diperoleh kecepatan gelombang, koefisien atenuasi dan moment zero power (Mo). Hasil penelitian menunjukkan karakteristik gelombang ultrasonik pada ubi jalar cilembu yang terserang *C. formicarius* secara berturut-turut rata-rata kecepatan, koefisien atenuasi dan Mo adalah 264.30 ms^{-1} , 16.85 dB m^{-1} dan 20.10 sedangkan ubi jalar cilembu sehat masing-masing adalah 239.29 ms^{-1} , 19.57 dB m^{-1} dan 19.10. Model pendugaan serangan *C. formicarius* berdasarkan nilai kecepatan gelombang, koefisien atenuasi dan Mo hasilnya tidak terlalu akurat dengan persentase keberhasilan berturut-turut sebesar 77.14%, 74.29% dan 54.29%.

Kata kunci: *C. formicarius*, ubi jalar cilembu, non destruktif, gelombang ultrasonik,

Diterima: 04 April 2016; Disetujui: 25 April 2016

Latar Belakang

Produksi ubi jalar Indonesia secara nasional selama empat tahun terakhir terus mengalami penurunan yaitu dari 2.483 juta ton pada tahun 2012 turun menjadi 2.386 juta ton pada tahun 2013, turun lagi menjadi 2.382 juta ton pada tahun 2014 dan menjadi 2.261 juta ton pada tahun 2015 (BPS 2016). Salah satu varietas ubi jalar yang banyak dikembangkan, bernilai ekonomis dan menjadi komoditas ekspor adalah ubi jalar cilembu. Kendala utama dalam mempertahankan produktivitas dan kualitas ubi jalar cilembu adalah serangan kumbang *Cylas formicarius* (Coleoptera: Brentidae) atau lebih dikenal dengan nama hama lanas. Hama lanas menyerang pada saat proses budidaya maupun pada saat penyimpanan (Capinera 2003). Kehilangan hasil akibat hama lanas dalam budidaya ubi jalar di Indonesia diperkirakan mencapai 10-90% (Nonci 2005), sedangkan di dunia diperkirakan 60-90% (Mannion dan Jansson 1992).

Penanganan pascapanen ubi jalar cilembu telah banyak dilakukan, diantaranya adalah proses sortasi dan pemutuan. Pada proses sortasi dan pemutuan ubi jalar cilembu selain diamati bagian luar permukaannya, perlu pula diamati bagian dalam umbinya untuk memastikan bahwa umbi tersebut memiliki mutu yang baik dan terbebas dari hama penyakit. Sampai saat ini proses sortasi dan pemutuan ubi jalar cilembu masih dilakukan secara manual dan bersifat destruktif, sehingga oleh karena itu sangat diperlukan suatu metode yang dapat mengevaluasi mutu ubi jalar cilembu secara non destruktif.

Menurut Nasution (2006) metode gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk mengetahui mutu produk pada bagian yang lebih dalam melebihi gelombang NIR (*Near Infra Red*), selain itu metode ini tidak memerlukan investasi yang mahal dan juga tidak memiliki efek samping yang merugikan dibanding teknik gelombang NRM (*Nuclear Magnetic Resonance*) atau sinar X. Gelombang ultrasonik merupakan salah satu metode yang cukup berhasil dalam menentukan mutu dalam buah (Budiastra *et al.* 1999). Gelombang ultrasonik telah dapat digunakan untuk memprediksi umur simpan dan

kematangan alpukat (Mizrach dan Flitsanov 1995), tingkat ketuaan durian (Haryanto 2002), pemutuan manggis (Juansah 2005), jeruk (Morrison dan Arbeyratne 2014) dan buah-buahan serta sayuran segar (Mizrach 2008). Selain itu gelombang ultrasonik juga digunakan untuk pengembangan model penentuan tingkat kematangan durian dengan *neural network* (Rejo *et al.* 2000) dan pendugaan kerusakan buah mangga arumanis akibat lalat buah (Warji *et al.* 2008). Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji karakteristik gelombang ultrasonik pada ubi jalar cilembu sehat dan yang terkena serangan lanas. Kajian ini diperlukan untuk mengembangkan sistem pemutuan ubi jalar cilembu dalam mendeteksi kerusakan akibat serangan lanas secara non-destruktif.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP), Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada bulan Februari - Juni 2015.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat pengukur gelombang ultrasonik. Rangkaian tersebut meliputi transduser pemancar dan transduser penerima, dudukan transduser yang dilengkapi pengukur ketebalan *sample*, *oscilloscope* digital, ultrasonik transmitter dan personal komputer. Transduser berbentuk tabung dengan ujung berbentuk lancip dan frekuensi yang dipancarkan besarnya 50 kHz.

Bahan yang digunakan adalah 105 buah ubi jalar cilembu jenis Rancing (terdiri dari 60 ubi sehat dan 45 ubi terserang lanas) dengan umur panen 5-6 bulan, umur simpan tiga hari setelah panen dan berat berkisar antara 200-250 gram. Didapat dari Desa Cilembu Kabupaten Sumedang, Jawa Barat.

Prosedur Percobaan

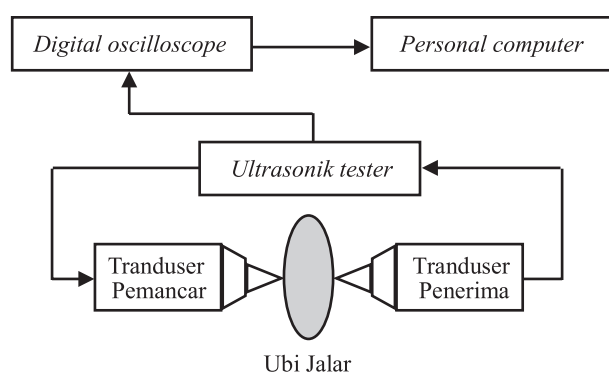
Penelitian ini terdiri atas empat tahapan, yaitu: persiapan bahan, pengukuran karakteristik gelombang ultrasonik, pengecekan kerusakan umbi secara destruktif dan analisis data serta pemodelan.

1. Persiapan bahan

Sampel ubi jalar cilembu yang digunakan diambil langsung dari lahan dengan melakukan proses sortasi. Sebanyak 2/3 bagian digunakan untuk pembuatan model dan sisanya 1/3 bagian digunakan untuk validasi model.

2. Pengukuran karakteristik gelombang ultrasonik

Pengukuran dilakukan pada bagian pangkal,



Gambar 1. Bagan pengukuran gelombang ultrasonik pada ubi jalar cilembu

ujung dan tengah umbi. Proses pengukurannya dilakukan dengan cara meletakkan ubi jalar cilembu di atas dudukan dengan posisi seperti terlihat pada Gambar 1.

3. Pengecekan Kerusakan Umbi Secara Destruktif

Pengukuran kerusakan umbi dilakukan secara manual dengan cara mengupas kulit umbi dan memotongnya secara deskruktif. Parameter yang diamati adalah ada tidaknya kerusakan akibat serangan lanas baik pada permukaan umbi maupun bagian dalam daging umbi.

4. Analisis Data dan Pemodelan

Hasil yang diperoleh dari pengukuran karakteristik gelombang ultrasonik adalah berupa amplitudo dan waktu. Data tersebut kemudian diolah sehingga diperoleh nilai kecepatan gelombang, koefisien atenuasi dan *moment zero power*. Model pendugaan kerusakan ubi jalar cilembu akibat serangan lanas disusun berdasarkan hubungan karakteristik gelombang ultrasoniknya (kecepatan gelombang, koefisien atenuasi dan *moment zero power*) dengan data kerusakan ubi jalar cilembu.

Kecepatan Gelombang Ultrasonik

Kecepatan gelombang ultrasonik pada ubi jalar cilembu dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$v = \frac{s}{t} \tag{1}$$

Dimana *v* adalah kecepatan gelombang ultrasonik pada ubi hasil pengukuran (m/s^{-1}), *s* adalah diameter buah atau jarak antara *transmitter* dan *receiver* (m) dan *t* adalah waktu tempuh gelombang ultrasonik (s).

Koefisien Atenuasi

Koefisien atenuasi (α) dihitung dengan mengonversi tegangan sinyal yang dikirim dan yang diterima setelah menempuh jarak tertentu menjadi grafik gelombang. Perhitungan koefisien atenuasi dilakukan dengan rumus persamaan 2.

$$\alpha = \frac{1}{x} \left[\ln \frac{A_0}{A_x} \right] \tag{2}$$

Dimana A_0 adalah amplitudo mula-mula (volt), sedangkan A_x , α dan x secara berturut-turut adalah amplitudo setelah menempu jarak x (volt), koefisien atenuasi (dBm^{-1}) dan jarak yang ditempuh gelombang (m).

Moment Zero Power

Moment zero power (M_0) didefinisikan sebagai luasan di bawah *power spectral*. 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*.

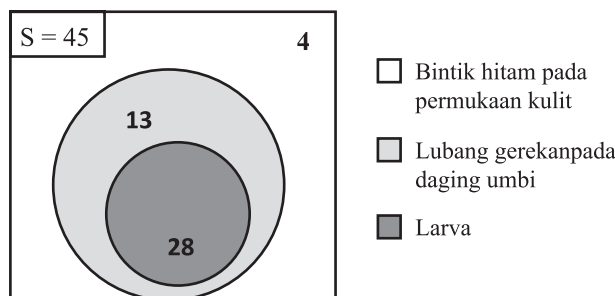
Pembuatan Model dan Validasi Model

Model pendugaan disusun berdasarkan hubungan karakteristik gelombang ultrasonik (kecepatan gelombang dan koefisien atenuasi) dengan data kerusakan ubi jalar cilembu. Model pendugaan yang didapat kemudian divalidasi.

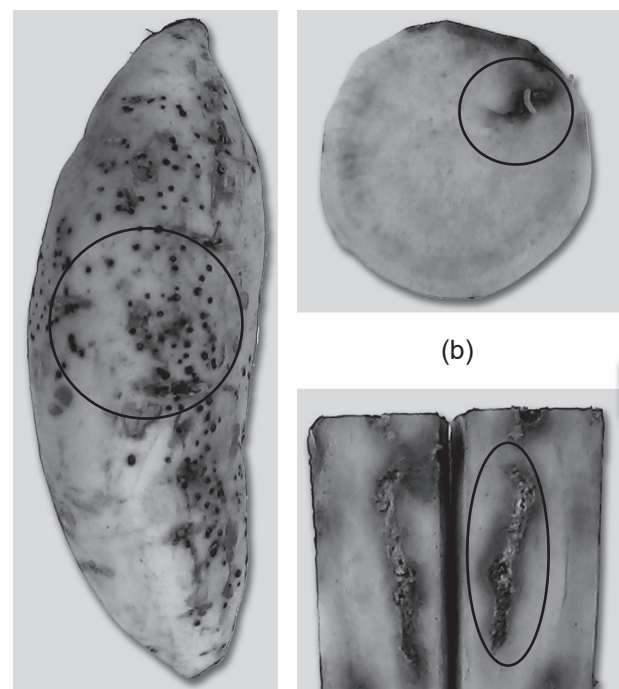
Hasil dan Pembahasan

Kerusakan Ubi Jalar Cilembu Akibat Serangan Lanas

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa seluruh ubi jalar yang teridentifikasi lanas semuanya mengalami kerusakan dipermukaan kulitnya berupa bintik-bintik/lubang kecil berwarna hitam. Setelah



Gambar 2. Kerusakan ubi jalar cilembu akibat serangan lanas.



(a) (b) (c)
Gambar 3. Ubi jalar terkena serangan lanas.

dilakukan pengecekan yang lebih mendalam secara destruktif, ternyata pada 45 sampel yang mengalami kerusakan berupa bintik-bintik hitam pada 41 sampel diantaranya ditemukan lubang gerakan pada daging umbinya. Dari 41 sampel yang terdapat lubang gerakan, pada 28 sampel diantaranya ditemukan larva *C. formicarius*. Penampakan ubi jalar cilembu yang terserang lanas dapat dilihat pada Gambar 3.

Kerusakan ubi jalar cilembu berawal ketika imago meletakkan telur pada permukaan kulit umbi. Setelah telur menetas, larva akan menyerang umbi dengan membentuk lubang gerakan sedalam 1 sampai 2 cm yang disertai pembusukan, sehingga daging umbi yang berada disekitar lubang gerakan menjadi lebih lunak, berwarna hijau tua kehitaman, memiliki rasa yang pahit dan berbau khas.

Pendugaan Serangan Lanas Berdasarkan Kecepatan Gelombang

Nilai kecepatan gelombang ultrasonik pada ubi jalar cilembu sehat dan yang terserang lanas terdapat perbedaan, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4. Kecepatan gelombang ultrasonik pada ubi jalar cilembu sehat rata-rata 239.28 ms⁻¹, sedangkan pada ubi jalar cilembu yang terserang lanas rata-rata 264.30 ms⁻¹.

Menurut Self et al. (1994) kecepatan gelombang ultrasonik pada produk pertanian dipengaruhi oleh susunan sel internal serta modulus elastik jaringannya. Adanya udara yang menempati ruang pada lubang gerakan, akan mempengaruhi rambatan gelombang ultrasonik dalam hal ini yaitu pembiasan gelombang yang melalui ubi jalar cilembu. Pembiasan gelombang ini terjadi karena gelombang melalui tiga medium yang berbeda yaitu udara (lubang gerakan), medium padatan lunak berair (larva dan daging umbi disekitar lubang gerakan yang mengalami pembusukan) dan medium padatan keras (daging umbi sehat). Kecepatan gelombang ultrasonik pada udara adalah 340 ms⁻¹. Sedangkan kecepatan gelombang ultrasonik dalam air adalah 1480 ms⁻¹ (Gooberman 1968). Oleh karena itu, pada ubi

jalar cilembu yang terserang lanas akan memiliki kecepatan gelombang ultrasonik yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang sehat. Hal ini juga sama dengan hasil penelitian sejenis yang pernah dilakukan sebelumnya pada buah manggis (Suroso et al. 2007) dan mangga (Warji 2008) dimana rata-rata kecepatan gelombang ultrasonik pada buah yang rusak dan terserang hama penyakit lebih tinggi dibandingkan yang sehat. Selain itu Sujana (2007) menyatakan semakin tinggi kandungan udara yang ada antara butiran beras maka semakin tinggi kecepatan gelombang yang melaluinya.

Pemodelan dan Validasi Pendugaan Berdasarkan Kecepatan Gelombang

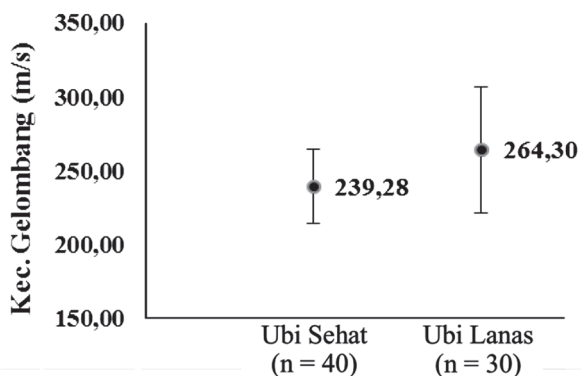
Nilai tengah antara rata-rata kecepatan gelombang ultrasonik ubi jalar cilembu sehat dan rata-rata kecepatan gelombang ultrasonik ubi jalar cilembu yang terserang lanas dipilih sebagai nilai batas kerusakan yaitu ditentukan sebesar 251.79 ms⁻¹. Secara matematika range nilai batas kerusakan akibat serangan lanas pada ubi jalar cilembu berdasarkan kecepatan gelombangnya dinyatakan pada Persamaan 3 dan 4.

$$V \geq 251.79 = l \tag{3}$$

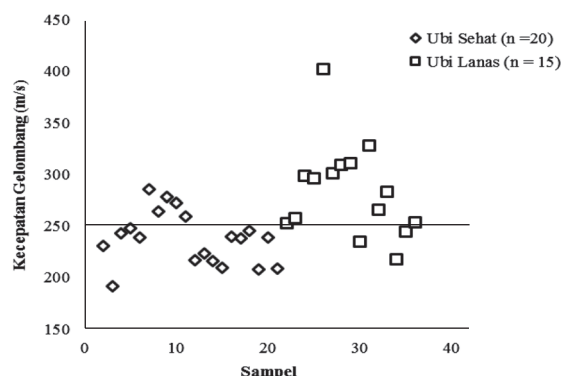
$$V < 251.79 = s \tag{4}$$

Dimana *V* adalah nilai batas kecepatan gelombang ultrasonik dengan satuan ms⁻¹, *l* adalah ubi jalar cilembu terserang lanas dan *s* adalah ubi jalar cilembu sehat.

Pada Gambar 5 disajikan grafik validasi dan nilai batas kecepatan gelombang antara ubi jalar cilembu sehat dan terserang lanas. Ubi jalar cilembu yang sehat berada di bawah garis batas dan ubi jalar cilembu yang terserang lanas berada di atas garis batas. Tingkat keberhasilan pemilahan pada nilai batas kecepatan gelombang ultrasonik 251.79 ms⁻¹, ubi jalar cilembu dapat terpilah tidak begitu akurat dengan persentase keberhasilan sekitar 77.14%. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa terjadi kesalahan pemilahan ubi sehat yang terpilah menjadi ubi lanas



Gambar 4. Rata-rata kecepatan gelombang ultrasonik pada ubi jalar cilembu sehat dan yang terserang lanas.



Gambar 5. Validasi model pendugaan ubi sehat dan ubi terserang lanas berdasarkan kecepatan gelombang.

Tabel 1. Kesalahan pemilahan ubi sehat dan ubi lanas berdasarkan kecepatan gelombang.

Kelompok	Hasil Pemilahan		Total	Kesalahan (%)
	Lanas	Sehat		
Ubi jalar cilembu lanas	12	3	15	20.00
Ubi jalar cilembu sehat	5	15	20	25.00

Tabel 2. Kesalahan pemilahan ubi sehat dan ubi lanas berdasarkan koefisien atenuasi.

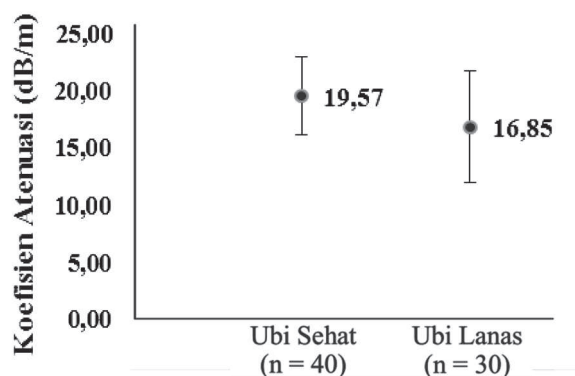
Kelompok	Hasil Pemilahan		Total	Kesalahan (%)
	Lanas	Sehat		
Ubi jalar cilembu lanas	11	4	15	26.67
Ubi jalar cilembu sehat	5	15	20	25.00

sebesar 25.00% dan kesalahan pemilahan ubi lanas yang terpilah kedalam ubi sehat sebesar 20.00%.

Pendugaan Serangan Lanas Berdasarkan Nilai Koefisien Atenuasi

Nilai koefisien atenuasi pada ubi jalar cilembu yang sehat dan yang terserang lanas memiliki perbedaan, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 6. Koefisien atenuasi ubi jalar cilembu sehat rata-rata 19.57 dB m⁻¹, sedangkan pada ubi jalar cilembu yang terserang lanas rata-rata koefisien atenuasinya 16.85 dB m⁻¹.

Ubi jalar cilembu yang terserang lanas memiliki nilai rata-rata koefisien atenuasi yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan pada ubi jalar cilembu yang terserang lanas mengalami perubahan medium, terbentuknya rongga udara membuat medium udara menjadi lebih besar, sedangkan pembusukan akan membuat tekstur daging umbi menjadi lebih lunak. Besarnya energi yang hilang atau diserap tergantung pada jenis mediumnya, pada medium lunak dan berongga besarnya energi gelombang ultrasonik yang diserap lebih kecil dibandingkan dengan medium yang keras atau padat. Oleh karena itu, pada ubi jalar cilembu yang terserang lanas menyerap lebih sedikit energi gelombang ultrasonik sehingga nilai koefisien atenuasi rata-ratanya kecil.



Gambar 6. Rata-rata nilai koefisien atenuasi pada ubi jalar cilembu sehat dan yang terserang lanas.

Hasil penelitian ini juga memiliki kesesuaian dengan (Warji 2008) yang menyatakan bahwa nilai koefisien atenuasi pada mangga yang rusak terserang alat buah lebih rendah dibandingkan dengan mangga yang sehat.

Pemodelan dan Validasi Pendugaan Berdasarkan Koefisien Atenuasi

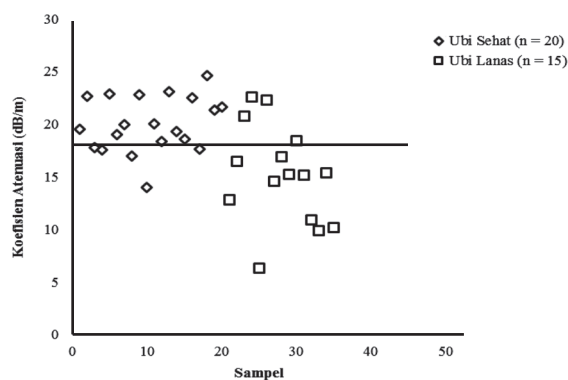
Nilai tengah antara koefisien atenuasi rata-rata ubi jalar cilembu sehat dan nilai koefisien atenuasi rata-rata ubi jalar cilembu yang terserang lanas yaitu 18.21 dB m⁻¹, dipilih sebagai nilai batas kerusakan akibat serangan lanas pada ubi jalar cilembu berdasarkan nilai koefisien atenuasinya dinyatakan pada Persamaan 5 dan 6.

$$\alpha \geq 18.21 = s \tag{5}$$

$$\alpha < 18.21 = l \tag{6}$$

Dimana α adalah nilai batas koefisien atenuasi dengan satuan dB m⁻¹, l adalah ubi jalar cilembu terserang lanas dan s adalah ubi jalar cilembu sehat.

Pada Gambar 7 disajikan grafik validasi dan nilai batas koefisien atenuasi antara ubi jalar cilembu



Gambar 7. Validasi model pendugaan ubi sehat dan ubi terserang lanas berdasarkan koefisien atenuasi.

Tabel 3. Kesalahan pemilahan ubi sehat dan ubi lanas berdasarkan Mo.

Kelompok	Hasil Pemilahan		Total	Kesalahan (%)
	Lanas	Sehat		
Ubi jalar cilembu lanas	11	3	15	20.00
Ubi jalar cilembu sehat	13	7	20	65.00

sehat dan yang terserang lanas. Ubi jalar cilembu yang sehat berada di atas garis batas dan ubi jalar cilembu yang terserang lanas berada di bawah garis batas. Pada nilai batas kecepatan gelombang ultrasonik 18.21 dB m⁻¹, ubi jalar cilembu terpilah tidak terlalu akurat dengan persentasi keberhasilan sebesar 74.29%. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa terjadi kesalahan pemilahan ubi sehat yang terpilah kedalam ubi lanas sebesar 25.00% dan kesalahan pemilahan ubi lanas yang terpilah kedalam ubi sehat sebesar 26.67%.

Pendugaan Serangan lanas Berdasarkan Nilai Moment Zero Power

Nilai *moment zero power* (Mo) pada ubi jalar cilembu sehat dan yang terserang lanas terdapat perbedaan, namun nilainya banyak yang beririsan sebagaimana ditampilkan pada Gambar 8. Nilai Mo rata-rata ubi jalar cilembu sehat adalah 19.14 sedangkan pada ubi jalar cilembu yang terserang lanas adalah 21.10.

Pemodelan dan Validasi Pendugaan Berdasarkan Moment Zero Power

Nilai tengah antara Mo rata-rata ubi jalar cilembu sehat dan nilai Mo rata-rata ubi jalar cilembu yang terserang lanas dipilih sebagai nilai batas kerusakan yang nilainya ditentukan sebesar 20.12. Secara matematika range nilai batas nilai Mo dinyatakan pada Persamaan 7 dan 8.

$$Mo \geq 20.12 = l \tag{7}$$

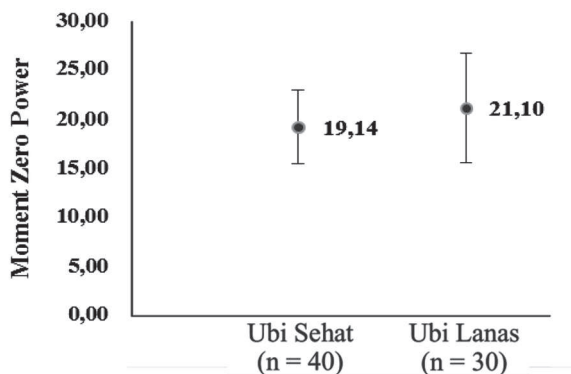
$$Mo < 20.12 = s \tag{8}$$

Dimana Mo adalah nilai batas *moment zero power*, l adalah ubi jalar cilembu terserang lanas dan s adalah ubi jalar cilembu sehat.

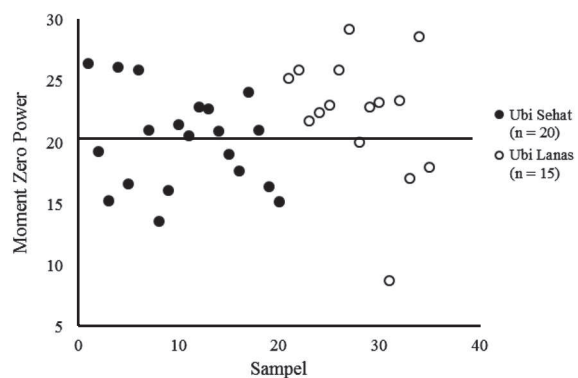
Pada Gambar 9 disajikan grafik validasi dan nilai batas Mo antara ubi sehat dan yang terserang lanas. Ubi jalar cilembu yang tidak terserang lanas berada di bawah garis batas dan ubi jalar cilembu yang terserang lanas berada di atas garis batas. Tingkat keberhasilan pemilahan pada nilai batas Mo 20.12 ubi jalar cilembu terpilah kurang akurat dengan persentasi keberhasilan hanya sebesar 54.29%. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa terjadi kesalahan pemilahan ubi sehat yang terpilah kedalam ubi lanas sebesar 65.00% dan kesalahan pemilahan ubi lanas yang terpilah kedalam ubi sehat sebesar 20.00%.

Penggunaan Gelombang Ultrasonik untuk Mendeteksi Kerusakan Ubi Jalar Cilembu Akibat Serangan Lanas

Model pendugaan berdasarkan karakteristik gelombang ultrasonik (kecepatan gelombang dan koefisien atenuasi) dapat digunakan untuk proses sortasi (memilah antara ubi jalar cilembu yang terserang lanas dan yang sehat), walaupun hasilnya belum terlalu akurat. Hal ini diduga karena gelombang ultrasonik sebagai metoda nondestruktif bekerja pada level makro (kekerasan, density), sehingga deteksi penyakit cukup sulit dilakukan dengan baik. Selain itu pada penelitian ini pengukuran karakteristik gelombang ultrasoniknya dilakukan pada bagian ujung, tengah dan pangkal umbi, terlepas dari apakah pada bagian tersebut terjadi serangan lanas ataupun tidak.



Gambar 8. Rata-rata nilai Mo pada ubi jalar cilembu sehat dan yang terserang lanas.



Gambar 9. Validasi model pendugaan ubi sehat dan ubi terserang lanas berdasarkan Mo.

Dalam aplikasinya penggunaan gelombang ultrasonik dalam mendeteksi kerusakan akibat serangan lanas dapat dikombinasikan dengan metode non destruktif lainnya seperti *image processing* dan *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR). Metode gelombang ultrasonik sangat potensial untuk terus dikembangkan sampai tercipta alat atau mesin sortasi berdasarkan metode gelombang ultrasonik.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik gelombang ultrasonik pada ubi jalar cilembu terserang lanas secara berturut-turut rata-rata kecepatan gelombang, koefisien atenuasi dan Mo adalah 264.30 ms^{-1} , 16.85 dB m^{-1} dan 21.10 sedangkan ubi jalar cilembu sehat masing-masing 239.29 ms^{-1} , 19.57 dB m^{-1} dan 19.14 .
2. Model pendugaan berdasarkan kecepatan gelombang dan koefisien atenuasi yang dibangun dapat digunakan untuk memilah antara ubi jalar cilembu terserang lanas dan yang sehat, walaupun belum begitu akurat, dengan nilai persentase keberhasilan berturut-turut sebesar 77.14% dan 74.29% .

Saran

Disarankan dalam penelitian yang sama pengukuran gelombang ultrasoniknya dilakukan pada titik/bagian umbi yang teridentifikasi terkena serangan lanas. Terkait dengan hal tersebut penggunaan gelombang ultrasonik dalam mendeteksi kerusakan akibat serangan lanas dapat dikombinasikan dengan metode non destruktif lainnya seperti *image processing*.

Daftar Pustaka

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. Produksi Ubi Jalar Menurut Provinsi 1993-2015. Avaliabel at: www.bps.go.id/linktabeldinamis/view/id/883. Diakses 08 Maret 2015.
- Budiastra IW, Tresnobudi A, Purwadaria HK. 1999. Ultrasonic System for Automation of Internal Quality Evaluation of Durian. Proceedings IFAC'99. Beijing. 15-19 Juli 1999.
- Capinera JL. 2003. Sweetpotato Weevil, *Cylas formicarius* (Fabricius). Gainesville : IFAS University of Florida.
- Goberman GL. 1968. Ultrasonics Theory and Application. The English Universities Press Ltd, London.
- Haryanto B. 2002. Pengembangan Model Empiris Untuk Penentuan Tingkat Ketuaan dan Kematangan Durian Unggul Secara Non destruktif Dengan Gelombang Ultrasonik. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Juansah J. 2005. Rancang Bangun sistem Pengukuran Gelombang Ultrasonik untuk Pemutuan Mutu Manggis . [Tesis]. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Mannion CM, Jansson RK. 1992. Comparison of ten entomopathogenic nematodes for control of sweetpotato weevil (Coleoptera: Apionidae). J. Econ Entomol85: 1642-1650.
- Mizrach A, Flitsanov U. 1995. Ultrasonic Device for Avocado Shelflife Predicting and Maturity Detection. Proceedings of The World Avocado Congress III (1995) 300 - 306.
- Mizrach A. 2008. Ultrasonic technology for quality evaluation of fresh fruit and vegetables in pre- and postharvest processes Postharvest Biology and Technology. Volume 48, Issue 3, Pages 315-330. Avaliabel at : <http://www.sciencedirect.com/science>.
- Morrison DS, Abeyratne UR. 2014. Ultrasonic technique for non-destructive quality evaluation of oranges. Journal of Food Engineering 141 (2014) 107–112.
- Nasution D. 2006. Pengembangan Sistem Evaluasi Buah Manggis Secara Non Destruktif dengan Gelombang Ultrasonik. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nonci N. 2005. Bioekologi dan pengendalian kumbang *Cylas formicarius* Fabricius (Coleoptera: Curculionidae). Jurnal Litbang Pertanian 24: 63-69.
- Rejo A, Suroso, Budiastra IW, Purwadaria HK. 2000. Pengembangan model untuk penentuan tingkat kematangan buah durian dengan neural network. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian, Bogor 11-12 Juli 2000. Vol (2) : 183-188.
- Self GK, Ordozgoiti E, Povey MJW, Wainwright H. 1994. Ultrasonic evaluation of ripening avocado flesh. Postharvest Biology and Technology 4 111-116.
- Sujana A. 2007. Kajian Karakteristik Gelombang Ultrasonik pada Beras (*Oryza sativa* L.). [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Suroso, Budiastra IW, Trisnobudi A. 2007. Pengembangan Mesin Sortasi Manggis Berbasis Teknik Pemeriksaan Secara Nondestruktif. Seminar Nasional Ketahanan Pangan, PERTETA. Bandar Lampung.
- Warji. 2008. Pendugaan Kerusakan Mangga Arumanis Akibat Lalat Buah Menggunakan Ultrasonik. Prosiding Seminar Nasional Keteknikan Pertanian 2008. Yogyakarta. 18-19 November 2008.

Halaman ini sengaja dikosongkan