

Analisis Modulus Elastisitas Daun Pisang Menggunakan Video Base Laboratory (Tracker)

Sabila Yasaroh^{1,*}, Heru Kuswanto²

^{1,2} S-2 Pendidikan Sains, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta
*email: sabilayasaroh.2020@student.uny.ac.id

Abstrak

Pengemasan pada tempe berperan penting untuk menghindari kontaminasi mikroorganisme. Banyak penelitian mengungkap bahwa pembungkus terbaik adalah daun pisang; dibandingkan dengan pembungkus lain seperti plastik, kertas, dan daun jati. Dari sekian jenis pohon pisang yang tumbuh di Indonesia, maka perlu adanya pemilihan daun yang tepat untuk menghasilkan pembungkus yang elastis sehingga tidak mudah sobek demi menunjang optimalisasi produksi tempe itu sendiri. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan metode analisis regresi linier hubungan antara kuadrat periode osilasi terhadap massa beban dan pengambilan data untuk penentuan nilai modulus elastisitas bahan dilakukan dengan osilasi daun pisang dengan variasi massa beban yang divideo kemudian dianalisis menggunakan software tracker. Selanjutnya dari data T^2 terhadap M ini dilakukan dengan regresi linier dan diperoleh nilai gradien yang akan digunakan untuk menentukan nilai modulus elastisitas daun pisang. Diperoleh nilai modulus elastisitas daun pisang sebesar $E = 4,92 \times 10^2 \text{ Nm}^{-2}$ untuk daun muda, $E = 8,59 \times 10^2 \text{ Nm}^{-2}$ untuk daun sedang, dan $E = 13,22 \times 10^2 \text{ Nm}^{-2}$ untuk daun tua dengan ralat relatif sebesar 11,6% atau 0,116.

Kata-kata kunci: *modulus elastisitas, daun pisang, video base laboratory, tracker, tempe.*

Abstract

Tempe packaging plays an important role to avoid contamination of microorganisms. Many studies have shown that the best packaging is banana leaves; compared to other wrappers such as plastic, paper and teak leaves. Of the various types of banana trees that grow in Indonesia, it is necessary to select the right leaves to produce an elastic wrapper so that it is not easily torn in order to support the optimization of tempe production itself. This research is an experimental study using linear regression analysis method, the relationship between the square of the oscillation period to the load mass and data collection for the determination of the modulus of elasticity of the material is carried out by using banana leaf oscillations with variations in the load mass which are videotaped and analyzed using tracker software. Furthermore, from the T^2 to M data is carried out by linear regression and obtained a gradient value that will be used to determine the modulus of elasticity of banana leaves. It was obtained that the modulus of elasticity of banana leaves was $E = 4.92 \times 10^2 \text{ Nm}^{-2}$ for young leaves, $E = 8.59 \times 10^2 \text{ Nm}^{-2}$ for medium leaves, and $E = 13.22 \times 10^2 \text{ Nm}^{-2}$ for old leaves with relative error of 11.6% or 0.116.

Keywords: *modulus of elasticity, banana leaf, video base laboratory, tracker, tempe.*

Pendahuluan

Tempe merupakan bahan makanan hasil fermentasi kacang kedelai atau jenis kacang-kacangan lainnya menggunakan jamur *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae*. Tempe umumnya dibuat secara tradisional di Indonesia pembuatan tempe sudah menjadi industri rakyat. Tempe mengandung berbagai nutrisi yang diperlukan oleh tubuh seperti protein, lemak, karbohidrat, dan mineral.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa zat gizi tempe lebih mudah dicerna, diserap, dan dimanfaatkan tubuh (Sulistiyono, 2016).

Fermentasi tempe adalah teknologi pemrosesan makanan berbiaya rendah dan berkelanjutan yang dapat menghasilkan sumber protein seperti daging dari berbagai kacang-kacangan, polong-polongan, dan biji-bijian dari seluruh dunia dengan potensi peningkatan kesehatan yang ditingkatkan (Ahnan, 2020).

Pengemasan bahan pangan memegang peranan penting dalam pengendalian dari kontaminasi mikroorganisme terhadap produk bahan pangan. Pangan yang tercemar oleh mikroorganisme dan disimpan dalam kondisi yang memungkinkan aktivitas metabolisme dapat menimbulkan kerusakan bahan pangan dan membahayakan kesehatan konsumen (Sulistiyono, 2016).

Cita rasa tempe ditentukan dari jenis kedelai dan jenis pembungkus tempe saat fermentasi. Masyarakat selama ini mengenal tiga jenis pembungkus tempe, yaitu plastik, daun pisang dan daun jati. Kemasan plastik memiliki kelebihan; kuat, ringan, tidak karatan serta dapat diberi warna, sedangkan kelemahannya; molekul kecil plastik dapat melakukan migrasi ke dalam bahan makanan yang dikemas. Daun jati memiliki kelebihan tidak mengandung bahan kimia tapi memiliki kekurangan bila tersentuh kulit tangan akan terasa sedikit gatal dan sulit didapat pada musim kemarau (Sulistiyono, 2016).

Daun pisang yang sering digunakan untuk pembungkus tempe adalah daun pisang manurun. Dimana pisang manurun sendiri adalah tumbuhan pisang khas Kalimantan Selatan, dikenal sebagai pisang kepok dari Banjar. Kemudian jenis daun pisang lainnya adalah daun pisang Raja (Riana, 2015). Menurut Nongman (2016) pada penelitian kekuatan tarik komposit, modulus tarik menurun seiring dengan banyaknya lapisan pita daun pisang. Sedangkan sifat lentur juga meningkat dengan banyaknya lapisan pita pisang. Sedangkan untuk kekuatan lentur, orientasi serat tidak berpengaruh signifikan.

Sedangkan untuk karakteristik mekanis, komposit menunjukkan peningkatan modulus elastistik dengan peningkatan kandungan serat pisang, yang menunjukkan bahwa perkuatan memungkinkan material yang lebih kaku. Peningkatan kekakuan ini juga diperkuat dengan uji impak, dimana penurunan penyerapan energi diamati dengan peningkatan kandungan serat pisang. Di sisi lain, tegangan maksimum praktis tidak berubah pada uji tarik, sedangkan pada uji lentur lebih tinggi dengan peningkatan kandungan serat pisang (Kusic, 2020).

Menurut Sayuti (2019), bahan kemasan memberikan pengaruh terhadap kualitas tempe kacang gude dinilai dari kandungan protein, lemak dan karbohidrat. Kemasan yang berasal dari daun waru memberi pengaruh tertinggi pada kandungan protein dan lemak sedangkan pada kandungan

karbohidrat kemasan daun pisang memiliki pengaruh yang lebih tinggi. Dengan demikian kemasan yang berasal dari daun memiliki pengaruh terhadap kualitas tempe yang lebih tinggi dibandingkan dengan tempe yang dikemas dengan plastik hal tersebut dikarenakan pada kemasan yang berasal dari daun kedap cahaya, aerasi terjadi dengan baik karena udara dapat bersirkulasi sehingga oksigen lebih mudah bertukar, dan kelembaban lebih terjaga dibandingkan dengan dengan kemasan yang berasal dari plastik.

Daun pisang memiliki kelebihan pembungkus alami yang tidak mengandung bahan kimia, mudah ditemukan, mudah di lipat dan memberi aroma sedap. Pemakaian daun memiliki kekurangan, antara lain mudah sobek dan kebersihan kurang dikarenakan untuk membersihkannya hanya di dibersihkan pada permukaannya saja (Astuti, 2009). Untuk meminimalisir kekurangan inilah maka dilakukan penelitian tentang analisis modulus elastisitas daun pisang. Menurut Souisa (2011), sifat elastisitas bahan ditunjukkan dengan modulus elastistas, dan harga dari modulus elastisitas dalam berbagai referensi merupakan harga yang sifatnya refresentatif. Ini berarti untuk menentukan harga yang sebenarnya sangat sulit, sebab untuk menentukan harga sebenarnya pada bahan tertentu biasanya sangat berbeda.

Penggunaan alat peraga dalam pembelajaran IPA sangat diperlukan, mengingat banyaknya konsep-konsep IPA yang masih bersifat abstrak. Terutama untuk peserta didik, keberhasilan peserta didik tidak hanya diukur dari hasil penilaian akhir saja, namun diperlukan proses dalam rangka mencapai hasil pembelajaran yang maksimal (Nuvitalia, D., dkk., 2016). Dalam dunia pendidikan, konsep elastisitas sudah sangat dikenal untuk menunjukkan seberapa kuat atau lenturnya suatu bahan. Bahan-bahan seperti besi, kayu, tembaga, dan yang lainnya memiliki nilai modulus elastisitas yang berbeda-beda.

Menurut penelitian Fatchurrahman (2019), perancangan alat peraga penentu nilai Modulus Young pada kawat berbasis arduino dapat dilakukan dengan metode eksperimen dengan analisis regresi sederhana. Sedangkan Saraswati (2016) menyatakan bahwa model eksperimen sistem pegas massa dapat dilakukan dengan memanfaatkan *video based Laboratory* (VBL) yaitu merekam peristiwa osilasi pada pegas dan analisis dengan *Logger Pro* serta *Ms. Excel* untuk mengetahui hubungan EK, EP dan EM.

Dari percobaan yang sudah pernah dilakukan dalam menentukan elastisitas terlalu banyak menggunakan metode regresi linear biasa sehingga terkesan rumit dalam analisisnya, sehingga perlu dilakukan percobaan penentuan elastisitas dengan metode yang lebih praktis dan sederhana tetapi mampu menganalisis konsep tersebut. Hal inilah yang mendorong peneliti untuk dapat menganalisis modulus elastisitas daun pisang dengan metode yang lebih sederhana dan praktis.

Penentuan elastisitas daun pisang pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Video Based Laboratory* (VBL) dengan analisis tracker. *Video Based Laboratory* merupakan media pembelajaran berbasis analisa objek yang terdapat pada sebuah video (Agustina, 2018). *Video Base Laboratory* merupakan laboratorium berbasis video dengan gejala fisika secara nyata didokumentasikan melalui video kemudian dengan menggunakan komputer gejala tersebut dapat dianalisis untuk mengetahui hubungan antar variabel fisisnya. VBL dapat menyajikan gejala fisika nyata dan berbagai bentuk representasinya (data kuantitatif, grafik, dan persamaan) secara simultan, yang dapat dilakukan secara interaktif (Setiono, 2013).

Tracker merupakan perangkat lunak yang memiliki kemampuan menganalisa suatu objek yang terekam pada sebuah video percobaan (Saputra, 2019). Tingkat keakuratan penggunaan *tracker video* sudah baik dan sangat mampu untuk membantu analisa eksperimen osilasi harmonik teredam pada pegas. Ditemukannya kesalahan pada pengolahan data *tracker video* masih sangat bisa dimaklumi dan tidak akan mengurangi ketelitian dari *software* itu sendiri (Selvira, 2020).

Penentuan nilai koefisien elastisitas bahan (Modulus Young) dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$E = \frac{\text{stress}}{\text{strain}} = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (1)$$

Dari Gambar 1, strain = z/R, maka diperoleh:

$$\text{stress/tegangangan} = \frac{Ez}{R} \quad (2)$$

Slight bending dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{1}{R} = \frac{d^2y}{dx^2} \quad (3)$$

Karena

$$\frac{1}{R} = \frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right)^{3/2}} \quad (4)$$

dan dy/dx kecil sehingga:

$$El = \frac{d^2y}{dx^2} = W(L - x) \quad (5)$$

Persamaan (3), diintegrasikan menghasilkan:

$$El \frac{dy}{dx} = W(Lx - \frac{1}{2}x^2) \quad (6)$$

Jadi:

$$EIy = WL \frac{x^2}{2} - WL \frac{x^3}{6} \quad (7)$$

Pada titik B, $x=L$ dan $y=S$, maka:

$$EIS = WL \frac{L^2}{2} - W \frac{L^3}{6} \quad (8)$$

Sehingga:

$$E = \frac{WL^3}{3IS} \quad (9)$$

Dengan S merupakan perubahan panjang pegas, maka

$$S = \frac{WL^3}{3IE} \quad (10)$$

Persamaan (8) di substitusikan ke persamaan periode osilasi, maka

$$T^2 = \frac{4\pi^2 ML^3}{3IE} \quad (11)$$

Dan

$$E = \frac{4\pi^2 ML^3}{3IT^2} \quad (12)$$

Dengan

$$I = \frac{1}{12} rd^3 \quad (13)$$

Dengan r adalah tebal daun pisang dan d adalah kedudukan z dari lebar daun pisang, maka

$$E = \frac{16\pi^2 ML^3}{rd^3r^2} \quad (14)$$

Dengan M adalah massa beban, L adalah panjang penggarus, dan T^2 adalah kuadrat periode osilasi. Kemudian persamaan (14) diubah ke dalam bentuk

$$T^2 = \frac{16\pi^2 L^3}{rd^3E} m \quad (15)$$

Dengan $T^2 =$ kuadrat periode osilasi (s^2), $m =$ massa beban (kg), $r =$ tebal daun pisang (m), $L =$ panjang daun pisang (m), $d =$ kedudukan beban dari lebar daun pisang (m), dan $E =$ modulus elastisitas (N/m^2). Maka diperoleh persamaan regresi linear

$$y = ax + b \quad (16)$$

Dengan memisalkan $m = x$ dan $T^2 = y$. Adanya massa beban yang berosilasi ini akan menimbulkan perubahan periode sehingga massa beban sebagai variabel bebas dan periode sebagai variabel terikat. Sesuai dengan persamaan regresi linear (16), maka diperoleh persamaan gradien

$$a = \frac{16\pi^2 L^3}{rd^3 E} \quad (17)$$

Maka persamaan untuk menentukan modulus elastisitas adalah

$$E = \frac{16\pi^2 L^3}{ard^3} \quad (18)$$

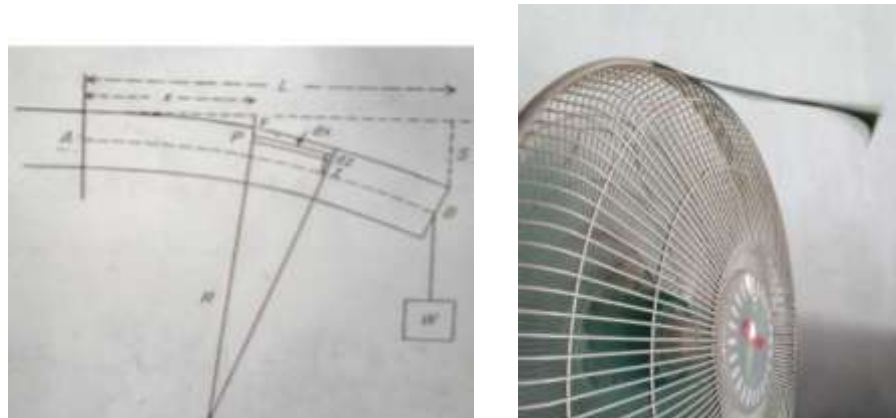
Dalam setiap pengukuran terdapat kesalahan atau ketidakpastian. Untuk menentukan beberapa nilai koefisien modulus elastisitas daun pisang, dianalisis beberapa kesalahan atau ketidakpastian supaya mendapatkan hasil yang mendekati kebenaran. Ralat modulus daun pisang adalah:

$$SE = \sqrt{\left(\frac{\partial E}{\partial a} \Delta a\right)^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial L} \Delta L\right)^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial r} \Delta r\right)^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial d} \Delta d\right)^2} \quad (19)$$

Metode Penelitian

Pada bagian ini, penulis mendeskripsikan metode penelitian yang digunakan dengan lengkap, tanpa menguraikan definisi dari metode tersebut. Jika metode yang digunakan merupakan metode yang sama dari peneliti sebelumnya, maka penulis cukup menuliskan ringkasannya dan kemudian melakukan sitasi terhadap metode yang digunakan. Namun, jika metode yang digunakan merupakan metode yang disesuaikan atau disempurnakan, maka penulis harus menuliskannya secara lengkap.

Penelitian ini dilaksanakan di Widodaren, Ngawi. Alat dan bahan dalam penelitian eksperimen ini terdiri dari daun pisang (muda, sedang, tua), neraca digital, mistar, selotip, kipas angin, handpone, dan laptop.



Gambar 1. Skema Perangkat Uji Elastisitas Daun Pisang.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan alat bahan, menimbang daun pisang, mengukur ketebalan, panjang, dan lebar daun pisang lalu mencatat hasilnya.
- 2) Menyusun alat bahan menjadi rangkaian perangkat percobaan seperti gambar 1.
- 3) Memasang daun pisang muda pada kipas angin dengan selotip.
- 4) Pada setiap variasi daun pisang diosilasikan sebanyak 5 kali.
- 5) Merekam dengan menggunakan handphone pada saat daun sedang sedang berosilasi untuk mendapatkan video eksperimen.
- 6) Ulangi langkah no 3-6 untuk variasi daun pisang sedang dan tua.

Metode yang digunakan pada penelitian penentuan elastisitas daun pisang yaitu dengan menggunakan persamaan linear atau garis lurus model $y = ax + b$, dimana x adalah variabel bebas yang terletak pada sumbu datar, dan y adalah variabel terikat yang terletak pada sumbu tegak. a adalah kemiringan (gradien) garis dan b adalah titik potong garis lurus dengan sumbu tegak.

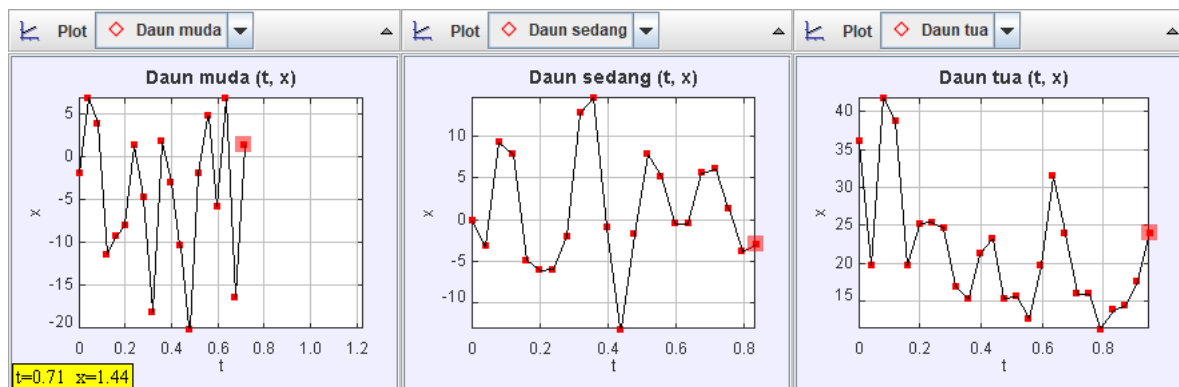
Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan dengan cara menggerakkan ujung daun pisang ke arah bawah untuk diosilasikan, kemudian divideo. Setelah selesai untuk pengambilan data kemudian dianalisis dengan menggunakan tracker. Berikut adalah hasil pengukuran massa, panjang, dan ketebalan daun pisang.

Tabel 1. Data Pengukuran Massa, Panjang, Dan Ketebalan Daun Pisang.

Daun	Massa (kg)	Panjang (m)	Ketebalan (m)
Muda	$1,86 \times 10^{-3}$	$1,89 \times 10^{-1}$	5×10^{-4}
Sedang	$2,78 \times 10^{-3}$	$1,37 \times 10^{-1}$	5×10^{-4}
Tua	$3,11 \times 10^{-3}$	$2,26 \times 10^{-1}$	5×10^{-4}

Pada saat menganalisis dengan menggunakan tracker, diperoleh berbagai data diantaranya seperti waktu dan periode. Besarnya periode diperoleh dari hasil gelombang yang ditampilkan pada software tracker yang diambil sebanyak lima kali getaran. Berikut adalah hasil tracking menggunakan tracker.



Gambar 1. Hasil Tracking Periode Osilasi Daun Pisang.

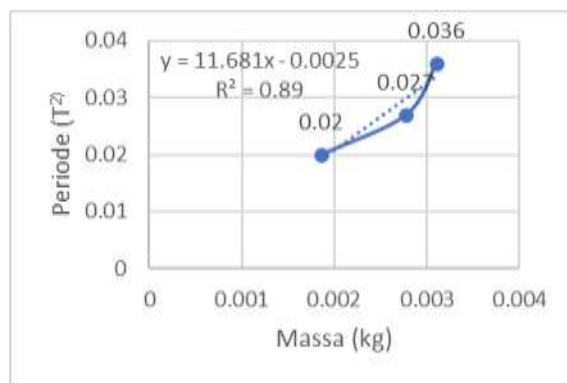
Setiap massa memiliki periode yang berbeda. Semakin besar massanya, maka semakin besar pula periodenya. Karena massa berbanding lurus dengan besarnya periode. Setelah dari masing-masing beban dilakukan percobaan dan dianalisis menggunakan tracker, maka diperoleh hubungan antara massa (kg) dan kuadrat periode (T^2) seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Data Nilai Massa Dan Periode.

Daun	Massa (kg)	Periode (T^2)
Muda	0,00186	0,020
Sedang	0,00278	0,027
Tua	0,00311	0,036

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa setiap penambahan beban menghasilkan besarnya periode osilasi yang semakin besar. Kenaikan massa berbanding lurus terhadap besarnya periode osilasi. Semakin berat massa beban yang ditambahkan, maka semakin besar regangan

daun pisanginya, sehingga menghasilkan periode osilasi yang semakin besar. Dari data hasil pengukuran dapat dibuat grafik hubungan antara massa beban (kg) dengan periode kuadrat (T^2) sebagaimana dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Massa Beban (Kg) Dengan Periode Kuadrat (T^2)

Berdasarkan pencocokkan data T terhadap M secara linier diperoleh persamaan

$$y = 11,681 x - 0,0025 \quad (20)$$

Dari hasil analisis data diperoleh nilai a sebesar $11,681 \text{ s}^2/\text{kg}$ dan b sebesar $0,0025 \text{ s}^2$. Dengan adanya nilai a yang sudah didapatkan, maka besarnya elastisitas daun pisang bisa dicari dengan memasukkan nilai a , r , d dan L ke dalam persamaan (20).

Sesuai dengan grafik menunjukkan nilai $R^2 = 0,89$. Dari *slope* grafik tersebut dapat ditentukan nilai modulus elastisitas daun pisang mengikuti persamaan (20) dan ralatnya mengikuti persamaan (19).

Nilai modulus elastisitas daun pisang yang diperoleh yaitu $E = 4,92 \times 10^2 \text{ Nm}^{-2}$ untuk daun muda, $E = 8,59 \times 10^2 \text{ Nm}^{-2}$ untuk daun sedang, dan $E = 13,22 \times 10^2 \text{ Nm}^{-2}$ untuk daun tua dengan ralat relatif sebesar 11,6% atau 0,116. Percobaan penentuan nilai modulus elastisitas daun pisang yang diperoleh menggunakan *Video Based Laboratory* dan analisis tracker ini terbukti mampu menganalisis dan meneliti modulus elastisitas daun pisang secara efektif karena tidak memerlukan banyak waktu untuk menganalisisnya. Dengan bantuan tracker analisis dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. Selama percobaan ditemui kesulitan dalam proses video dan tracking dalam software tracker. Hal ini disebabkan oleh kesulitan untuk memulai tracking pada saat daun pisang mulai berosilasi dengan cepat.

Penutup

Dari hasil penelitian penggunaan *Video Based Laboratory* (VBL) untuk menentukan modus stisitas daun pisang dapat disimpulkan bahwa nilai modulus elastisitas daun pisang berbeda-beda tergantung pada tingkat umurnya.

Pada penelitian ini pengujian alat eksperimen baru dilakukan dengan daun pisang kepok. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan agar mengganti jenis daun pisang yang akan dihitung modulus elastisitas, tidak harus menggunakan pisang kepok lagi agar kita mengetahui nilai modulus elastisitas daun pisang yang lain. Perlu ketelitian pada saat tracking dengan analisis software tracker agar hasil yang diperoleh bisa lebih bagus.

Daftar Pustaka

- A.F. Nongman et al. (2016). The Effect of Banana Leaves Lamination on the Mechanical Properties of Particle Board Panel. *Procedia Chemistry* 19 (2016) 943 – 948.
- Agustina, D. A. Sumarni, R.A., dan Bhakti, Y.B. (2018). Penggunaan Video Based Laboratory (VBL) dalam Menentukan Nilai Modulus Elastisitas Daun pisang. *Upej*, 7 (1), 91–96.
- Ahnan, A et al. (2020). Tempeh: A semicentennial review on its health benefits, fermentation, safety, processing, sustainability, and affordability. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2021;20: 1717–1767.
- Astuti, I, dkk. (2018). Penggunaan *Video Based Laboratory* (VBL) dalam Menentukan Nilai Modulus Elastisitas Daun pisang. *Unnes Physics Education Journal* 7 (1) (2018) <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>
- Astuti, N.P. (2009). Sifat Organoleptik Tempe Kedelai yang Dibungkus Plastik, Daun Pisang, dan Daun Jati. *Karya Tulis Ilmiah*. Surakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Fatchurrahman, Diga., dkk. (2019). Perancangan Alat Peraga Penentu Nilai Modulus Young Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran. *Seminar Nasional Edusainstek Fmipa Unimus 2019*.
- Kusic, Dragan., et al. (2020). Thermal and Mechanical Characterization of Banana Fiber Reinforced Composites for Its Application in Injection Molding. *Materials* 2020, 13, 3581.
- Nuvitalia, D., dkk (2016). Analisis Kebutuhan Alat Peraga Dalam Implementasi Kurikulum 2013 Pada Mata Pelajaran IPA Terpadu. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 5(2), 60-65.
- Saputra, W., dan Pramudya, Y. (2019). Pengembangan Instrumentasi Penentuan Kecepatan Gerak Silinder Pejal pada Bidang Miring dengan Menggunakan Arduino. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 8(2), 207–215.
- Saraswati, D L. (2016). Penggunaan *Logger Pro* Untuk Analisis Gerak Harmonik Sederhana Pada Sistem Pegas Massa. *Faktor Exacta* 9(2): 119-124, 2016.

- Sayuti. (2015). Pengaruh Bahan Kemasan Dan Lama Inkubasi Terhadap Kualitas Tempe Kacang Gude Sebagai Sumber Belajar IPA. *Bioedukasi*. *Bioedukasi Vol. 6. No 2. Nop 2015*.
- Selvira, CA., dkk. (2020). Meningkatkan Keakuratan Simulasi Osilasi Harmonik Teredam pada Pegas Menggunakan *Tracker Video Analysis and Modelling Tool*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika Untirta <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sendikfi/index> Vol. 3, No. 1, November 2020, Hal. 336-340.
- Setiono, FE. (2013). Problem Based Learning dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Metode Eksperimen Melalui Simultan Base Laboratory dan Video Base Laboratory ditinjau dari Kemampuan Analisis dan berpikir Kritis. digilib.uns.ac.id
- Souisa, Matheus. (2011). Analisis Modulus Elastisitas Dan Angka Poisson Bahan Dengan Uji Tarik. *Jurnal Berekeng* Vol. 5 No. 2 Hal. 9 – 14 (2011).
- Sulistyono, dkk. (2016). Pengaruh Pembungkus Tempe Terhadap Daya Simpan Dan Sifat Fisik Tempe. *Buletin Media Informasi*, Vol.12, Ed.1, Juli 2016.