



---

**EVALUASI HAUGH UNIT (HU) DAN INDEKS ALBUMEN DENGAN MENGGUNAKAN  
GELOMBANG ULTRASONIK PADA TELUR AYAM RAS**  
EVALUATION OF HAUGH UNIT (HU) AND ALBUMEN INDEX USING  
ULTRASONIC WAVES ON COMMERCIAL CHICKEN EGGS

**Mega Febria<sup>1</sup>, Dani Garnida<sup>1</sup>, Indrawati Yudha Asmara<sup>1</sup>, Darmawan Hidayat<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup>FMIPA Program Studi Elektronik Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Bandung-Sumedang KM. 21 Sumedang 45363

\*Korespondensi: [mega.febria27@gmail.com](mailto:mega.febria27@gmail.com)

---

**Abstract**

Haugh Unit (HU) and Albumen Index are parameters for evaluating the interior quality of an egg based on albumen height or albumen thickness. The method of determining the interior quality of eggs, that is the HU and Albumen Index, is important to be developed using non-destructively to have more effective and efficient technique. The purpose of this study was to determine the value of the Haugh unit and albumen index of broiler eggs non-destructively using ultrasonic waves. This research was conducted by descriptive method with purposive sampling. 37 fresh chicken eggs were selected which were then tested for interior quality, that is HU and Albumen Index using ultrasonic waves with a transducer frequency of 200 kHz. The results showed that the average value of HU and Albumen Index of fresh chicken eggs were  $91.95 \pm 4.14$  and  $0.117 \pm 0.014$ , respectively. The average value of wave velocity and the attenuation were  $2127.14 \pm 81.43$  m/s and  $68.61 \pm 2.25$ , respectively. Based on the results of the study, it was concluded that the interior quality of fresh chicken eggs, that is Haugh unit (HU) and egg albumen index, could be determined non-destructively using the parameters of wave velocity and ultrasonic wave attenuation coefficient.

**Keywords :** Ultrasonic waves, Haugh Units, Albumen Index, Velocity, Attenuation Coefficient.

---

**Pendahuluan**

Telur ayam ras merupakan salah satu sumber protein hewani yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Berdasarkan hasil survei Susenas tahun 2019 konsumsi telur ayam ras sebesar 18,16 kg/kapita/tahun (Ditjen PKH, 2020) dan produksi telur ayam ras mencapai 4.753.382 ton (Badan Pusat Statistik, 2019b), angka tersebut lebih tinggi daripada produksi telur ayam buras yang mencapai 220.244,03 ton (Badan Pusat Statistik, 2019a). Hal ini dikarenakan telur ayam ras memiliki kandungan

gizi yang tinggi serta mudah didapat. Selain itu, banyaknya produk-produk pangan olahan yang memerlukan telur sebagai bahan dasarnya membuat permintaan telur semakin meningkat. Namun, telur memiliki sifat yang mudah rusak dan cepat mengalami penurunan kualitas, sehingga bisa menurunkan fungsi dan manfaatnya. Oleh karena itu, penentuan kualitas telur menjadi hal yang sangat penting untuk diperhatikan, terutama dari segi kualitas interior-nya, seperti *haugh unit* dan indeks albumen.

Indeks putih telur atau indeks albumen merupakan perbandingan antara tinggi putih telur dengan diameter rata-rata putih telur kental (Badan Standarisasi Nasional, 2008). Telur segar mempunyai indeks putih telur yang berkisar 0,050 dan 0,174 dengan angka normal antara 0,090 dan 0,120 (Badan Standarisasi Nasional, 2008). Semakin tua umur telur, maka diameter putih telur akan semakin melebar sehingga indeks putih telur akan semakin kecil. Sedangkan *Haugh unit* (HU) adalah satuan yang menunjukkan kualitas albumen yang diukur berdasarkan tinggi albumen dan berat telur. Semakin tinggi nilai HU maka kualitas telur semakin baik. Telur yang mempunyai nilai HU lebih dari 72 dikategorikan sebagai telur berkualitas AA, nilai HU 60-72 sebagai telur berkualitas A, nilai HU 31-60 sebagai telur berkualitas B dan nilai HU kurang dari 31 dikategorikan sebagai telur berkualitas C (USDA, 2011).

Kualitas interior telur saat ini biasa ditentukan dengan cara *candling* (peneropongan) pada telur utuh, serta perhitungan nilai *haugh unit* dan indeks albumen pada telur yang sudah dipecahkan. Namun, kedua cara ini masih kurang efektif dan efisien untuk dilakukan, terutama untuk penilaian kualitas telur dengan kuantitas yang besar, karena telur harus dipecahkan terlebih dahulu sehingga sulit untuk mengetahui kualitas telur sebelum pembelian telur. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui cara penentuan kualitas telur dengan lebih efisien, tanpa merusak telur dan dengan hasil yang lebih cepat. Saat ini, teknologi pengukuran kualitas suatu bahan dengan tanpa merusak bahan tersebut (*nondestructive test*) telah banyak dikembangkan, salah satunya dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik.

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang suara yang bergetar pada frekuensi lebih dari 20 kHz dan

dapat merambat pada media padat, cair dan gas. Gelombang ultrasonik telah banyak digunakan dalam berbagai industri untuk menilai kualitas dan mendeteksi kecacatan suatu bahan, baik itu bahan logam maupun bahan non logam atau bahan pangan seperti kualitas buah manggis (Juansah, dkk., 2006), buah nanas (Luketsi, dkk., 2017), dan lain sebagainya. Parameter yang digunakan dalam pengujian non destruktif metode gelombang ultrasonik ini adalah koefisien atenuasi dan kecepatan rambat gelombang ultrasonik, karena kedua parameter tersebut erat hubungannya dengan viskositas telur dan sangat dipengaruhi oleh medium yang dilaluinya. Kecepatan rambat yaitu jarak yang ditempuh oleh gelombang ultrasonik dalam waktu satu detik. Koefisien atenuasi yaitu besaran yang menggambarkan hilangnya suatu energi pada gelombang ultrasonik yang melewati medium tertentu (Juansah, dkk., 2006).

Berdasarkan hal tersebut, gelombang ultrasonik diharapkan dapat menilai kualitas interior telur dengan cara menghubungkan hasil transmisi gelombang ultrasonik, berupa kecepatan fase dan atenuasi dengan parameter kualitas interior telur, yaitu *haugh unit* dan indeks albumen. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai *haugh unit* dan indeks albumen telur ayam ras secara non-destruktif menggunakan gelombang ultrasonik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dalam penentuan kualitas interior telur secara non-destruktif menggunakan gelombang ultrasonik dengan hasil yang akurat.

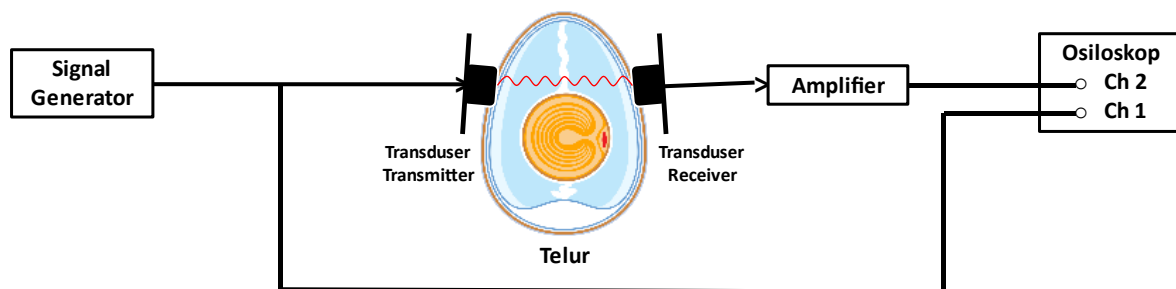
### **Materi dan Metode Pelaksanaan**

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif dengan pengambilan sampel secara *purposive sampling*. Telur yang digunakan yaitu 37 butir telur segar dengan umur

0 hari, dan telah diseleksi berdasarkan keutuhan dan kebersihan telur. Variabel yang diamati dalam penelitian ini yaitu *haugh unit* (HU) dan indeks albumen, sedangkan parameter yang diamati pada gelombang ultrasonik yaitu kecepatan rambat gelombang dan koefisien atenuasi.

Gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh *signal generator* atau generator pulsa dalam bentuk sinyal listrik (*channel-1* pada osiloskop). Sinyal listrik akan ditransformasikan oleh transduser *transmitter* (pemancar) menjadi gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 200 kHz. Jenis transduser yang digu-

nakan yaitu transduser yang peka terhadap bahan non logam. Gelombang ultrasonik merambat melewati telur kemudian akan mengalami atenuasi dan terpengaruh kecepatan gelombangnya sesuai dengan viskositas albumen telur, lalu diterima oleh transduser *receiver* (penerima). Transduser *receiver* mengubah kembali gelombang ultrasonik yang diterima menjadi sinyal listrik. Sinyal tersebut kemudian diperkuat oleh *amplifier* dan data hasil transmisi ditampilkan pada osiloskop (*channel-2*). Metode pengukuran ditampilkan dalam Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Metode dan cara kerja Ultrasound

Data hasil transmisi berupa kecepatan rambat gelombang dan koefisien atenuasi pada telur segar. Kecepatan rambat gelombang didapatkan dari jarak lintasan gelombang dan waktu tempuh gelombang (3). Sedangkan, koefisien atenuasi didapatkan dari rasio antara tekanan amplitudo setelah melewati jarak  $x$  di dalam medium telur ( $A_x$ ) dan

sebelum memasuki medium ( $A_0$ ) (4). Telur yang sudah diuji kemudian dipisahkan untuk diukur parameter kualitas interiornya, yaitu *haugh unit* (HU) (2) dan indeks albumen (1) dengan cara konvensional. Hasil pengukuran tersebut kemudian dikumpulkan dan diolah dengan hasil pengukuran menggunakan ultrasound.

Indeks Albumen

$$AI = \frac{T}{L} \tag{1}$$

- Keterangan : AI = Indeks Albumen
- T = Tinggi Albumen Tebal (mm)
- L = Diameter Rata-rata Albumen Tebal (mm)

*Haugh unit* (HU)

$$\text{Nilai HU} = 100 \log(H + 7,57 - 1,7 W^{0,37}) \tag{2}$$

- Keterangan : HU = *Haugh unit*
- H = Tinggi putih telur (mm)
- W = Berat telur (g)

## Cepat Rambat Gelombang

$$v = \frac{s}{tof} \quad (3)$$

Keterangan :  $v$  = cepat rambat bunyi (m/s)

$s$  = Jarak Tempuh ( m )

$tof$  = Waktu tempuh ( s )

## Koefisien Atenuasi

$$\alpha = -\frac{1}{x} \ln \frac{Ax}{Ao} \quad (4)$$

Keterangan:  $\alpha$  = Koefisien atenuasi

$Ao$  = Amplitudo sebelum melewati jarak  $x$  (volt)

$Ax$  = Amplitudo setelah melewati jarak  $x$  (volt)

$x$  = Jarak yang dilalui oleh gelombang (meter)

## Hasil dan Pembahasan

### Indeks Albumen Telur

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa rata - rata nilai indeks albumen telur ayam ras yaitu  $0,117 \pm 0,014$  dengan rentang nilai antara  $0,089 - 0,147$ . Hal ini berarti kualitas telur tersebut masih dalam kondisi yang baik dan dalam keadaan segar atau baru. Hal tersebut sesuai dengan SNI 3926:2008 tentang Telur Ayam Konsumsi, bahwa telur baru mempunyai indeks putih telur antara  $0,050$  dan  $0,174$ .

Tingginya nilai indeks albumen pada hasil penelitian ini disebabkan karena viskositas putih telur masih kental. Kekentalan putih telur terjadi karena adanya serabut *ovomucin*. *Ovomucin* merupakan glikoprotein yang berbentuk serabut atau jala-jala yang dapat mengikat cairan telur untuk dibentuk menjadi struktur gel pada putih telur (Nugroho dan Manyun, 2008).

Struktur gel pada albumen telur segar masih baik karena belum terjadi penguapan  $CO_2$  pada albumen, yang

diakibatkan oleh adanya pertukaran gas antara udara luar dengan isi telur melalui pori - pori kerabang. Telur segar memiliki pori - pori kerabang yang masih dilapisi oleh lapisan tipis kutikula yang terdiri dari 90% protein dan sedikit lemak. Menurut Rodriguez-Navarro dkk. (2013), komponen kimia yang terdapat dalam kutikula sangat penting untuk menghambat penetrasi bakteri dan kolonisasi bakteri pada permukaan telur. Selain itu, kutikula juga berfungsi untuk mengurangi penguapan air yang terlalu cepat, sehingga belum banyak terjadi penguapan  $CO_2$  dan  $H_2O$  dari dalam telur. Faktor yang mempengaruhi nilai indeks putih telur, antara lain lama penyimpanan, suhu tempat penyimpanan, dan nutrisi pakan (Argo dkk., 2013). Protein ransum mempengaruhi viskositas telur. Semakin tinggi protein ransum, maka putih telur akan semakin kental, pengaruhnya lebar diameter putih telur semakin sempit, dan jika dihitung maka indeks albumen menjadi tinggi.

Tabel 1. Hasil Analisis Karakteristik Gelombang Ultrasonik pada Telur Ayam Ras.

Parameter	Indeks Albumen	Haugh unit	Cepat Rambat (m/s)	Koefisien Atenuasi
Rata - rata	0,117	91,95	2127,14	68,61
Maksimum	0,147	98,18	2280,73	76,55
Minimum	0,089	84,30	1979,14	65,19
Simpangan Baku	0,014	4,14	81,43	2,25
Koefisien Variasi	11,741	4,50	3,83	3,29

### **Haugh Unit Telur**

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa rata – rata nilai HU telur ayam ras yaitu  $91,95 \pm 4,14$  dengan rentang nilai antara 84,30 – 98,18. Mengacu pada kategori nilai HU menurut USDA (2011), maka sampel telur yang diuji tersebut dapat dikategorikan sebagai telur berkualitas AA. Hal ini berarti kualitas telur tersebut masih dalam kondisi yang baik dan dalam keadaan segar atau baru. Menurut Sudaryani (2003), semakin tinggi nilai HU, maka semakin tinggi kualitas putih telur atau semakin kental. Sebaliknya, semakin kecil nilai HU maka semakin rendah kualitas putih telur atau semakin encer.

Besarnya nilai HU dipengaruhi oleh berat telur dan tinggi putih telur. Semakin tinggi putih telur, maka nilai HU yang diperoleh semakin tinggi. Tinggi putih telur sangat ditentukan oleh viskositas atau kepadatan putih telur. Kepadatan putih telur itu sendiri dipengaruhi oleh *ovomucin* yang terdapat pada putih telur. Putih telur yang mengandung *ovomucin* lebih sedikit maka akan lebih cepat encer. Selain itu, kepadatan putih telur juga dipengaruhi oleh kandungan protein dalam ransum yang dikonsumsi, dimana HU semakin menurun dengan menurunnya konsumsi protein (Aulia dkk., 2016). Menurut Saputra, dkk. (2016), nilai HU dipengaruhi oleh umur ayam, nilai HU akan semakin menurun dengan bertambahnya umur ayam. Hal tersebut karena kemampuan fungsi fisiologis alat reproduksi ayam yang semakin menurun.

### **Cepat Rambat**

Rentang nilai cepat rambat pada penelitian yaitu antara 1979,14 – 2280,73 m/s (Tabel 1). Nilai ini lebih tinggi dari nilai cepat rambat hasil penelitian Aboonajmi dkk. (2010), dimana nilai kecepatan fase gelombang ultrasonik pada dua telur yang berbeda sebesar

1573,72 m/s dan 1571,39 m/s. Sedangkan menurut Sipayung, dkk (2019), kecepatan rambat gelombang ultrasonik pada telur ayam ras umur satu hari berkisar antara 3887,4 m/s – 4467,51 m/s. Perbedaan nilai cepat rambat ini dapat terjadi karena adanya perbedaan transduser dan metode yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan transduser dengan frekuensi sebesar 200 kHz pada telur utuh, dan pengukuran diletakkan pada bagian yang terdapat putih telur saja. Sedangkan pada penelitian Aboonajmi, dkk (2010) digunakan transduser dengan frekuensi 150 kHz pada bagian tengah telur, dan pada penelitian Sipayung, dkk (2019), digunakan transduser liquid dengan frekuensi 1 MHz pada telur yang sudah dipecahkan. Perbedaan transduser dan metode yang digunakan ini bisa berpengaruh terhadap jarak transduser dalam pengukuran sehingga mempengaruhi hasil kecepatan rambat yang digunakan. Hal ini sesuai menurut Hidayat, dkk (2016), dimana kecepatan gelombang ultrasonik memiliki keterkaitan dengan besaran fisis dari suatu objek yang dilalui, diantaranya: jarak, porositas, retakan, dan lain-lain.

Objek telur yang digunakan dalam penelitian merupakan telur segar, sehingga karakteristik interior telur masih baik. Karakteristik interior telur, yaitu albumen telur yang diuji masih memiliki viskositas yang tinggi atau kental, dimana kerapatan zatnya masih tinggi. Hal ini menyebabkan gelombang ultrasonik yang merambat pada telur semakin cepat. Hal ini sesuai dengan pendapat Goberman dalam Haryanto (2002), bahwa besarnya kecepatan gelombang longitudinal (gelombang ultrasonik) tergantung pada massa jenis atau rapatan. Semakin tinggi kerapatan suatu medium, maka cepat rambat gelombang ultrasonik akan semakin tinggi, dan sebaliknya. Berdasarkan hasil pene-

litian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa kecepatan rambat gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk mengetahui nilai Haugh Unit dan Indeks Albumen.

### Koefisien Atenuasi

Rentang nilai koefisien atenuasi pada penelitian yaitu antara 65,19 – 76,55 (Tabel 1). Data yang diperoleh ini berbeda dengan nilai atenuasi pada penelitian yang dilakukan oleh Sipayung dkk., (2019), dimana telur umur simpan 1 hari memiliki nilai atenuasi antara 0,006-0,03. Hal tersebut karena dalam penelitian Sipayung dkk., (2019) hanya menguji albumen telur yang telah dipecahkan terlebih dahulu dan dipisahkan albumen telurnya, sedangkan pada penelitian ini pengujian dilakukan pada telur utuh yang belum dipecahkan. Pada telur utuh, medium yang dilalui oleh gelombang ultrasonik tidak homogen, melainkan terdiri dari beberapa bahan seperti kerabang telur, membrane shell dan albumen telur. Hal ini menyebabkan banyak energi yang terserap atau terhamburkan selama gelombang melewati bahan tersebut karena bahan-bahan tersebut memiliki konsentrasi medium yang tinggi, sehingga koefisien atenuasinya lebih tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pendapat menurut Juansah dkk., (2006), bahwa koefisien atenuasi dipengaruhi oleh konsentrasi medium yang dilalui oleh gelombang tersebut.

Kondisi medium telur yang masih segar juga mempengaruhi tingginya nilai atenuasi gelombang ultrasonik pada telur yang diuji. Telur segar memiliki viskositas putih telur yang masih kental atau kerapatan zatnya masih tinggi. Hal ini menyebabkan semakin banyak energi yang diserap saat gelombang ultrasonik merambat melalui telur, sehingga energi yang sampai pada penerima (*receiver*) lebih sedikit. Menurut Aboonajmi dkk. (2010), perubahan

massa jenis cairan telur akibat proses pengenceran putih telur kental dapat mengurangi penyerapan energi gelombang ultrasonik dalam telur.

Besarnya koefisien atenuasi dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu kekentalan (viskositas), waktu relaksasi (waktu yang dibutuhkan oleh molekul untuk kembali ke keadaan semula), dan frekuensi (jumlah pergeseran/osilasi yang dilakukan sebuah partikel dalam satu detik dalam satuan hertz) (Ackerman dkk., dalam Kasmawan, 2016). Frekuensi transduser yang digunakan pada penelitian ini yaitu 200 kHz. Hal ini juga yang menyebabkan tingginya nilai koefisien atenuasi yang didapatkan, sehingga dianjurkan untuk menggunakan transduser dengan frekuensi yang lebih rendah, agar tidak terlalu banyak energi gelombang yang diserap oleh medium saat gelombang ultrasonik merambat melewati telur. Hal ini sesuai dengan pendapat menurut Saputra dkk., (2012), bahwa frekuensi transduser ultrasonik yang lebih tinggi akan meningkatkan atenuasi. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa koefisien atenuasi gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk mengetahui nilai Haugh Unit dan Indeks Albumen.

### Kesimpulan

Kualitas interior telur ayam ras segar yaitu *Haugh unit* (HU) dan Indeks Albumen telur dapat diketahui secara non-destruktif dengan menggunakan parameter kecepatan rambat dan koefisien atenuasi gelombang ultrasonik. Telur ayam ras segar memiliki rentang nilai cepat rambat antara 1935,25 – 2280,73 m/s dan rentang nilai koefisien atenuasi antara 84,48 – 104,42.

### Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada kemenristekdikti dan Universitas Padjadjaran yang telah

membantu dan mendukung dalam fasilitas serta sarana prasarana pada penelitian ini. Terimakasih juga kepada teman penelitian Aulia Nabilla Hannani yang telah membantu dan mendukung penulis dalam penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Aboonajmi, M., Setarehdan S. K., Akram A., Nishizu T., Kondo N., dan Rajabipour A. 2010. An Ultrasound Based Technique for the Determination of Poultry Egg Quality. *Research in Agricultural Engineering*, 56: 26 – 32.
- Ackerman, E., Lynda B., Ellis M., dan Lawrence E. 1988. *Ilmu Biofisika* (Terjemahan; Redjani, Abdulbasir). Airlangga University, Surabaya.
- Argo, L. B., Tristiarti, dan Mangisah I. 2013. Kualitas Telur Ayam Arab Petelur Fase I dengan Berbagai Level Azolla Microphylla. *Animal Agrocultural Journal*, 2(1): 445-457.
- Aulia, E., Dihansih E., dan Kardaya D. 2016. Kualitas Telur Itik Alabio (Anas Plathyryncos Borneo) Yang Diberi Ransum Komersil Dengan Tambahan Kromium (Cr) Organik. *Jurnal Peternakan Nusantara*. 2:79–85.
- Badan Pusat Statistik. 2019a. *Produksi Telur Ayam Buras menurut Provinsi, 2009-2019*. [Internet]. [dapat diunduh di <https://bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1071>].
- \_\_\_\_\_. 2019b. *Produksi Telur Ayam Petelur menurut Provinsi, 2009-2019*. [Internet]. [dapat diunduh di <https://bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1079>].
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Telur Ayam Konsumsi*. SNI 3926:2008. BSN, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2020. *Kementan: Stok Pangan Asal Hewan Jelang HBKN Aman*. [Internet]. [dapat diakses di <https://ditjenpkh.pertanian.go.id/kementan-stok-pangan-asal-hewan-jelang-hbkn-aman>].
- Gooberman G. L. 1968. *Ultrasonics: Theory and Application*. London (UK): The English Universities Press Ltd.
- Haryanto, B. 2002. *Pengembangan Model Empiris Untuk Penentuan Tingkat Ketuaan dan Kemataangan Durian Unggul secara Non-destruktif dengan Gelombang Ultrasonik*. Disertasi. Bogor (ID): SPS IPB.
- Hidayat, D., Ismail T., Syafei N. S., dan Wibawa B. M. 2018. Generator Pulsa Spike Terprogram untuk Pemicu Transduser Ultrasonik. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*. 3:295.
- Kasmawan, I. G. A. 2016. Aplikasi Transduser Ultrasonik Aokhz untuk Pengukur Jarak Alternattf. Karya Tulis Ilmiah. Universitas Udayana.
- Juansah J., Budiastara W., dan Suroso. 2006. Pengembangan Sistem Pengukuran Gelombang Ultrasonik untuk Menentukan Kualitas Buah Manggis (Gracinia mangostana L). *Jurnal Keteknik Pertanian*. 20(2):167-178.
- Luketsi, W. P., Budiastara I. W., dan Ahmad U. 2017. Karakteristik Gelombang Ultrasonik pada Nanas (Ananas comosus (L.) Merr.) dengan Tiga Tingkat Kematangan. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 5(1):59-64.
- Nugroho dan Manyun, I.G.T. 2008. *Beternak Burung Puyuh*. Eka Offset, Semarang.
- Rodríguez-Navarro, A. B., Domínguez-Gasca, N., Muñoz, A., & Ortega-Huertas, M. (2013) *Change in the*

- chicken eggshell cuticle with hen age and egg freshness*. Poultry Science, 92(11), 3026-3035.
- Saputra, D. R., Kurtini T., dan Erwanto. 2016. Pengaruh Penambahan Feed Aditif dalam Ransum dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Bobot Telur dan Nilai Haugh Unit (HU) Telur Ayam Ras. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* Vol. 4(3): 230-236.
- \_\_\_\_\_, L., Awaluddin M., dan Sabri L. 2012. Identifikasi Nilai Amplitudo Sedimen Dasar Laut Pada Perairan Dangkal Menggunakan Multibeam Echosounder. *Jurnal Geodesi Undip*. 1.
- Sipayung, G. F., Hidayat D., Setiawan I., dan Garnida D. 2019. *Nilai Haugh unit Dan Indeks Albumen Telur Konsumsi Ayam Ras Menggunakan Ultrasound*. In Prosiding Seminar Nasional Energi & Teknologi (Sinergi). 1-8.
- Sudaryani. 2003. *Kualitas Telur*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- USDA. Food Safety and Inspection. 2011. *Sheel Eggs from Farm to Table*. [Internet]. [dapat diunduh di [www.fsis.usda.gov/factsheets/focus\\_on\\_shell\\_eggs/-cached](http://www.fsis.usda.gov/factsheets/focus_on_shell_eggs/-cached)].