

# Kualitas Fisik Wafer Pakan Berbahan Dasar Rumput Gajah Mini dan Legum Indigofera dengan Komposisi yang Berbeda

The physical Quality of Wafers Made from *Pennisetum purpureum* cv Mott and Indigofera Legumes with Different Compositions

Y H N Azizah<sup>1\*</sup>, N P Indriani<sup>1</sup>, Mansyur<sup>1</sup>

Corresponding email:

yanghalimah04@gmail.com

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu Peternakan,  
Fakultas Peternakan, Universitas  
Padjadjaran Kampus Jatinangor,  
Jl. Ir. Soekarno KM 21, Jatinangor,  
Kab. Sumedang, Jawa Barat,  
Kode Pos 45363, Indonesia

## ABSTRACT

A wafer is a type of feed technology produced in a compact and simple form to maintain the essential nutritional composition, making it a viable alternative feed during the dry season. This study aims to evaluate the physical quality of wafers made from a mixture of mini elephant grass and Indigofera legume. The wafer consisted of mini elephant grass and Indigofera legume combined with additional ingredients which formed using a press machine at 200 kg cm<sup>-3</sup> pressure. This study used a completely randomized design (CRD) with four treatments (P1: 40% mini elephant grass and 60% Indigofera; P2: 50% mini elephant grass and 50% Indigofera; P3: 60% mini elephant grass and 40% Indigofera; P4: 70% mini elephant grass and 30% Indigofera), and five replications. The data were analyzed with ANOVA and further tested using Duncan's multiple-range test. The results showed that the composition, which combines mini elephant grass and Indigofera legume, had a significant effect ( $p < 0,05$ ) on density, specific gravity, water absorption, and impact resistance but did not affect the moisture content of the wafer. The conclusion of this study indicates that the composition of 60% Indigofera legume and 40% mini elephant grass showed the best results in density ( $0.51 \pm 0.01$  g cm<sup>-3</sup>), specific gravity ( $0.91 \pm 0.01$  g ml<sup>-1</sup>), water absorption ( $96.31 \pm 0.81\%$ ) and impact resistance ( $97.89 \pm 0.50\%$ ) of wafer compared to the others.

**Key words:** feed wafers, indigofera legumes, physical quality, *Pennisetum purpureum* cv Mott

## ABSTRAK

Wafer merupakan salah satu teknologi pakan yang dibuat secara ringkas dan sederhana dengan mempertahankan komposisi nutrisi yang dibutuhkan, sehingga dapat menjadi pakan alternatif pada musim kemarau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas fisik wafer dengan campuran antara rumput gajah mini dengan legum indigofera. Bahan wafer pakan yang digunakan adalah rumput gajah mini dan legum indigofera dengan campuran bahan tambahan yang dicetak menggunakan mesin kempa bertekanan 200 kg cm<sup>-3</sup>. Metode yang digunakan adalah eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat macam perlakuan (P1: 40% rumput gajah mini dan 60% indigofera; P2: 50% rumput gajah mini dan 50% indigofera; P3: 60% rumput gajah mini dan 40% indigofera; P4: 70% rumput gajah mini dan 30% indigofera) dan masing-masing lima kali ulangan. Data hasil diuji analisis varian (ANOVA) dan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan komposisi bahan dasar wafer dengan campuran rumput gajah mini dan legum indigofera memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kerapatan, berat jenis, daya serap air, dan ketahanan benturan. Namun perlakuan ini tidak mempengaruhi kadar air. Simpulan dari penelitian ini menunjukkan komposisi 60% legum indigofera dan 40% rumput gajah mini menunjukkan kerapatan ( $0,51 \pm 0,01$  g cm<sup>-3</sup>), berat jenis ( $0,91 \pm 0,01$  g ml<sup>-1</sup>), daya serap air ( $96,31 \pm 0,81\%$ ), dan ketahanan benturan ( $97,89 \pm 0,50\%$ ) yang terbaik dibandingkan dengan yang lain

**Kata kunci:** kualitas fisik, legum, rumput gajah mini, wafer pakan

## PENDAHULUAN

Kunci utama dalam menjaga keberlanjutan produksi hewan ternak adalah ketersediaan pakan yang cukup dan berkualitas. Tantangan dan resiko yang kemudian muncul karena keterbatasan pakan ternak apabila musim kemarau tiba. Pada musim penghujan, hijauan berlimpah dapat menyulitkan peternak dalam penanganan, transportasi serta penyimpanan. Menghindari kerusakan pakan hijauan dan tidak optimalnya dalam penggunaan pakan diperlukan usaha untuk melakukan pengawetan. Inovasi dalam pengelolaan pakan dalam bentuk wafer membuat pakan lebih ringkas dan komplit. Pengolahan pakan dengan prinsip pengawetan melalui pembuatan wafer yang ringkas dan komplit meningkatkan efisiensi dan kepraktisan dalam penyimpanan, transportasi, serta pemberian pakan (Retnani et al. 2020). Kandungan nutrisi yang komplit memastikan ternak mendapatkan nutrisi yang dibutuhkan. Wafer pakan melalui proses pengeringan dan pengepresan memperoleh kadar air yang tersisa hanya 12-14% (Imbar et al. 2023). Pada pengawetan seperti ini pakan akan terhindar dari kerusakan, ringkas saat penyimpanan, dan memiliki daya simpan yang lama.

Wafer merupakan teknologi pakan dengan menggunakan tekanan dan suhu yang mampu meningkatkan penyimpanan pakan untuk mengatasi kelangkaan pakan pada musim kemarau (Indriani et al. 2024). Selain itu, pakan ini juga mempunyai kandungan nutrisi lengkap karena dapat disusun berdasarkan kebutuhan ternak. Dalam pembuatannya, wafer menggunakan teknologi yang relative sederhana, sehingga memungkinkan dapat diterapkan oleh peternak (Miftahudin et al. 2015; Retnani et al. 2022). Pembuatan pakan wafer memanfaatkan bahan baku yang murah dan mudah didapat dibandingkan dengan pakan komersial, seperti pellet. Pembuatan pellet memerlukan bentuk partikel yang sangat halus (*mash*), dan penggunaan perekat yang merata, (Ismi et al. 2017) sehingga dalam pembuatannya memerlukan mesin dan penggunaan energi lebih kompleks dibanding wafer sehingga dapat menaikkan biaya produksi (Retnani et al. 2020). Komposisi nutrisi pada wafer dirancang agar pemadatan komposisi hijauan pakan ini palatable kepada ternak dan dapat diberikan secara efektif. Selain itu, wafer ini diharapkan dapat mengatasi kelangkaan pakan hijauan pada musim kemarau. (Nasution et al. 2021). Tujuan dari pembuatan wafer pakan ini beriringan dengan konsep pembuatan hay yang dirancang sebagai solusi kelangkaan pakan (Sukarne et al. 2022).

Rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv Mott) memiliki kualitas nutrisi yaitu PK 11,43-11,84%, SK 23,23-23,94% dan LK 1,16-2,74%, tergantung perlakuan pada tanamannya (Wati et al. 2018). Pada penelitian yang sama, kandungan nutrisi rumput gajah mini pada umur potong 50 hari memiliki nilai kandungan nutrisi, yaitu PK 12,72%, SK 32,35% dan LK 2,28%, didapatkan hasil berdasarkan berat kering 100% (Wati et al. 2018),

kandungan Nitrogen 2-4% kandungan protein kasar diatas 7% dan TDN mencapai 70% (Solehudin et al. 2019). Leguminosa *Indigofera zollingeriana* memiliki kandungan nutrisi yang sangat baik antara lain protein kasar sebesar 21,54-26,22% (Setyaningrum et al. 2018), protein kasar 27,9%, serat kasar sebesar 15,25%, kalsium (Ca) 0,22% dan fosfor 0,18% (Mayasari et al. 2018). Selain itu, indigofera mengandung kadar tanin sekitar 0,06-0,22% dan saponin sekitar 1,66-6,16% (Herdiawan et al. 2014), tanin sebesar 0,3%-0,4% dan saponin 2%-4% (Barokah et al. 2022).

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengembangkan teknologi pakan hijauan unggul dalam bentuk wafer dari campuran rumput gajah mini dan legum indigofera sebagai penyimpanan pakan berkualitas tinggi dan berkelanjutan bagi ruminansia.

## METODE

### Bahan dan Alat yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan tanaman rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv Mott) sebanyak 5 kg keadaan kering dan tanaman legum *Indigofera zollingeriana* 10 kg keadaan kering. Kedua tanaman tersebut kemudian diolah dalam kondisi kering. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu mesin kempa hidrolik, mesin cacah hijauan, lemari pengering. Wafer dicetak menggunakan mesin kempa bertekanan 200kg cm<sup>-3</sup>.

### Prosedur Penelitian Pembuatan Wafer Pakan

Bahan terdiri dari tanaman rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv Mott), legum *Indigofera zollingeriana*, (kedua tanaman dicacah hingga mencapai keseragaman bentuk 1 – 2 mm), dedak padi, dan molases yang dilarutkan dalam aquades dengan perbandingan 1:1. Dalam satu perlakuan yang akan dibuat wafer pakan, diperlukan sebanyak 500 g campuran rumput gajah mini dan legum indigofera, 200 g dedak padi, 70 g molases dan 70 ml aquades.

### Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Faktor yang diukur yaitu perbedaan komposisi pada campuran rumput gajah mini dengan legum indigofera. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

P1: 500 g hijauan (40% rumput gajah mini + 60% indigofera), 200 g dedak padi, 70 g molases dan 70 ml aquades.

P2: 500 g hijauan (50% rumput gajah mini + 50% indigofera), 200 g dedak padi, 70 g molases dan 70 ml aquades.

P3: 500 g hijauan (60% rumput gajah mini + 40% indigofera), 200 g dedak padi, 70 g molases dan 70 ml aquades.

P4: 500 g hijauan (70% rumput gajah mini + 30% indigofera), 200 g dedak padi, 70 g molases dan 70 ml aquades.

Selanjutnya dilakukan uji statistik menggunakan sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan, dan jika hasil perhitungan menyatakan berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji Duncan.

### Peubah yang diamati:

Variabel kualitas fisik yang diamati adalah kadar air, kerapatan, berat jenis, daya serap air, dan ketahanan benturan.

#### 1. Kadar Air

Kadar Air (%)

$$= \frac{\text{Berat Awal (g)} - \text{Berat Kering Oven (g)}}{\text{Berat Awal (g)}} \times 100\%$$

#### 2. Kerapatan

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Berat Awal (g)}}{\text{Volume Wafer cm}^3} \text{ g cm}^{-3}$$

#### 3. Berat Jenis

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{Berat (g)}}{\text{Perubahan volume aquades (ml)}} \text{ g/ml}$$

#### 4. Daya Serap Air

DSA (%)

$$= \frac{\text{Berat setelah direndam (g)} - \text{Berat Awal (g)}}{\text{Berat Awal (g)}} \times 100\%$$

#### 5. Ketahanan Benturan

Durability (%)

$$= \frac{\text{Berat wafer setelah dijatuhkan}}{\text{Berat wafer utuh}} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data rata-rata kualitas fisik yaitu kadar air, kerapatan, berat jenis, daya serap air, dan ketahanan benturan pada penelitian perbedaan komposisi hijauan ini disajikan pada Tabel 1.

### Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah kandungan air yang tersisa di dalam wafer, dapat dipengaruhi dari cara penyimpanan dan tingkat kelembaban udara lingkungannya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kisaran rata-rata kadar air wafer berada di angka 11,92 – 12,70%. Rataan kadar air ini selaras dengan batas aman kadar air pakan ternak berdasarkan Standar Nasional Indonesia (2016) yaitu maksimum 14%. Pada Tabel 1

terlihat kadar air tidak dipengaruhi oleh perlakuan dengan perbedaan komposisi hijauan rumput gajah mini dengan indigofera. Hal ini diduga karena kadar air dari keempat perlakuan perbedaan komposisi hijauan sebelum dan sesudah dicetak menjadi wafer diperkirakan serupa, sehingga kadar air setelah proses pengeringan di lemari pengering juga hampir tidak beda. Maka, kualitas fisik kadar air wafer pakan tidak dipengaruhi oleh komposisi hijauan rumput gajah mini dan legum indigofera.

Hasil dari penelitian ini lebih tinggi daripada penelitian Islami *et al.* (2018) yaitu kadar air wafer pakan berbasis turiang padi dan rumput lapang mencapai 9,30 – 9,65%, hal ini diduga karena pengeringan bahan baku dengan sinar matahari sampai 3 hari dan mencapai berat kering 13%. Indriani *et al.* (2023), kisaran kadar air wafer berbasis tanaman jagung dan legum gamal berada di 10,48 – 12,77%. Kadar air wafer tidak dipengaruhi oleh komposisi hijauan (Indriani *et al.* 2023). Kadar air wafer pakan harus berada pada batas toleransi 12 – 14% untuk penyimpanan pakan yang optimal (Azizah *et al.* 2023). Wafer yang tinggi kandungan kadar airnya, akan lebih cepat membusuk pada saat penyimpanan, sehingga masa simpannya tidak akan bertahan lama (Solihin *et al.* 2015).

### Kerapatan

Kerapatan pakan wafer diukur dari berat pakan wafer per volume wafer yang terinteraksi dari kepadatan bahan baku yang membentuknya. Kerapatan wafer berkaitan untuk masa penyimpanan, dimana apabila nilai kerapatan wafer rendah maka wafer tidak kokoh dan mudah rapuh serta rentan rusak. Wafer pakan yang rentan terhadap kerusakan, menyebabkan wafer hancur menjadi serpihan yang lebih kecil, mengurangi keefektifan penyimpanan dan mengakibatkan kehilangan pakan. Komposisi campuran hijauan *Pennisetum purpureum* cv Mott dengan *Indigofera zollingeriana* berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kerapatan. Pada Tabel 1 menunjukkan kerapatan wafer yang dibuat memiliki rata-rata 0,41 – 0,51  $\text{g cm}^{-3}$ . Setiap perlakuan memberikan pengaruh nyata kepada antar perlakuan lainnya. Nilai kerapatan pada perlakuan P1 paling tinggi dengan angka 0,51  $\text{g cm}^{-3}$  dan paling rendah pada P4 dengan 0,41  $\text{g cm}^{-3}$ . Penelitian ini sejalan dengan (Rahman *et al.* 2023) serat kasar diduga dapat mempengaruhi kerapatan, semakin tinggi kadar serat maka semakin rendah kerapatannya.

**Tabel 1** Rata-rata kualitas fisik wafer pakan

Perlakuan	Variabel				
	Kadar air %	Kerapatan $\text{g cm}^{-3}$	Berat jenis $\text{g ml}^{-1}$	Daya serap air %	Ketahanan benturan %
P1	12,38 ± 0,44	0,51 ± 0,01 <sup>d</sup>	0,91 ± 0,01 <sup>a</sup>	96,31 ± 0,81 <sup>a</sup>	97,89 ± 0,50 <sup>c</sup>
P2	12,70 ± 0,18	0,47 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,92 ± 0,02 <sup>a</sup>	106,13 ± 3,03 <sup>b</sup>	94,73 ± 1,26 <sup>bc</sup>
P3	12,21 ± 0,77	0,43 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,92 ± 0,01 <sup>a</sup>	108,62 ± 1,86 <sup>bc</sup>	93,73 ± 1,16 <sup>b</sup>
P4	11,92 ± 1,21	0,41 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	112,46 ± 5,41 <sup>c</sup>	92,78 ± 0,81 <sup>a</sup>

P1: 40% rumput gajah mini + 60% indigofera; P2: 50% rumput gajah mini + 50% indigofera; P3: 60% rumput gajah mini + 40% indigofera; P4: 70% rumput gajah mini + 30% indigofera; superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata  $p < 0,05$

Perlakuan dengan rumput gajah mini 70% dan legum indigofera 30%, dengan kandungan serat dari rumput gajah mini yang tinggi, menghasilkan kerapatan terendah dibanding perlakuan lainnya.

Hasil penelitian ini lebih tinggi dari penelitian Mustafa *et al.* (2021) dengan skor rata-rata 0,24 – 0,25 g cm<sup>-3</sup> dengan bahan baku berbasis turian padi dan legum gamal. Hasil penelitian wafer dengan komposisi rumput gajah mini dan indigofera ini lebih selaras dengan penelitian Yana *et al.* (2018) dengan hasil 0,45 – 0,75 g cm<sup>-3</sup> dan juga pada penelitian Daud *et al.* (2013) dengan hasil rata-rata penelitian kerapatan wafer 0,49 – 0,79 g cm<sup>-3</sup>. Kerapatan wafer dapat dipengaruhi oleh tekanan yang dihasilkan dari mesin kempa dan suhu yang diberikan pada saat pembuatan wafer. Kerapatan wafer juga dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel bahan yang membentuk wafer secara keseluruhan (Daud *et al.* 2013).

### Berat Jenis

Berat jenis suatu pakan merupakan perbandingan antara berat pakan dengan volume bahan. Berdasarkan Tabel 1. ditampilkan data berat jenis dengan rata-rata 0,91 – 1,23 g ml<sup>-1</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat jenis wafer dengan perlakuan tanaman rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv Mott) 70% dan legum indigofera 30% paling besar. Wafer yang dibuat memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap berat jenis wafer. Berat jenis P1, P2, dan P3 saling tidak berpengaruh nyata namun, P1, P2 dan P3 berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap P4.

Variasi kualitas berat jenis suatu pakan dipengaruhi oleh bahan pembuatnya, sifat-sifat permukaan partikelnya, perbedaan dalam distribusi ukuran partikel, dan komposisi nutrisi yang terkandung di dalamnya (Utama 2019). Menurut pendapat Islami *et al.* (2018) wafer yang mempunyai berat jenis tinggi cenderung akan mudah hancur. Wafer yang memiliki berat jenis tinggi cenderung mudah hancur karena kandungan serat yang tinggi meningkatkan kerapuhan wafer (Syahri *et al.* 2018). Perbedaan yang sangat nyata antara P1, P2, dan P3 terhadap P4 juga karena rasio rumput yang lebih tinggi sebagai pengisi rongga antar partikel sehingga wafer semakin padat dan nilai berat jenis meningkat.

### Daya Serap Air

Daya serap air wafer adalah kemampuan wafer pakan menurut bahan penyusunnya untuk menyerap, menahan, atau mengikat air serta kelembaban lingkungannya. Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan daya serap air wafer memiliki rata-rata 96,31% – 112,46%. Wafer yang dibuat berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap daya serap air. Daya serap air terendah diperoleh P1, dan daya serap air tertinggi diperoleh P4, tetapi P1, P2, dan P4 saling menunjukkan hasil yang berbeda nyata, sedangkan P3 berbeda nyata dengan P1 namun tidak berbeda nyata dengan P2 dan P4.

Nilai rata-rata daya serap air pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Islami *et al.* (2023) berbasis hijauan jagung dan legum gamal, rata-rata daya serap airnya 67,42% – 99,20%. Sementara itu, hasil penelitian ini memiliki daya serap air lebih kecil

dibandingkan penelitian wafer berbasis bungkil inti sawit yaitu berkisar 182,76% – 185,76% (Yana *et al.* 2018). Perbedaan nilai rata-rata daya serap air disebabkan oleh variasi dalam kemampuan ikatan antar partikel bahan penyusun wafer, perbedaan kandungan serat dalam bahan yang digunakan, serta perbedaan komposisi dan struktur partikel dari bahan penyusunnya. Pakan yang kaya serat memiliki lebih banyak rongga udara (Islami *et al.* 2023), sehingga pakan dengan kandungan hijauan rumput gajah mini mampu menyerap lebih banyak air.

Daya serap air berbanding terbalik dengan kerapatan (Christmas *et al.* 2022). Semakin tinggi kerapatan wafer menyebabkan kemampuan daya serap air yang lebih rendah (Mustafa *et al.* 2021). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian, menunjukkan kerapatan paling tinggi dengan angka 0,51 g cm<sup>-3</sup> dengan daya serap yang paling rendah pada penelitian ini yaitu 96%. Daya serap air yang terlalu rendah (di bawah 50%) menyebabkan kesulitan bagi ternak dalam mengkonsumsi pakan, karena wafer yang padat sulit diuraikan oleh saliva hewan. Namun, jika daya serap air terlalu tinggi, wafer pakan akan mudah rusak saat disimpan (Azizah *et al.* 2023). Daya serap air berikatan dengan bentuk partikel bahan (Yana *et al.* 2018). Selain dari bahan baku penyusunnya, daya serap air juga dipengaruhi oleh bahan perekat, semakin tinggi taraf bahan perekat, semakin menurunkan daya serap air (Adli *et al.* 2022)

### Ketahanan Benturan

Ketahanan benturan wafer (durability) terhadap gesekan dan benturan yang akan dilalui pada proses penanganan sampai distribusi menentukan kekokohan dan tidak mudah rapuh untuk wafer. Hasil penelitian ketahanan benturan terhadap wafer berkisar 92,78% – 97,89%. Ketahanan terendah diperoleh pada P4 dengan hasil 92,78%, dan tertinggi diperoleh pada P1 97,89%. Perlakuan P1, P3, dan P4, berpengaruh secara signifikan terhadap ketahanan benturan, sedangkan P2 tidak berpengaruh secara signifikan terhadap P1 dan P3, namun berpengaruh signifikan terhadap P4.

Standar spesifikasi minimum untuk tes durability adalah 80% (Jaelani *et al.* 2016). Bahan baku yang sudah melalui proses pencacahan, dan penggilingan, tentu rentan akan tercecer pada saat terjadi benturan, oleh karena itu ditambahkan bahan perekat supaya meminimalisir kehilangan karena tercecer saat penyimpanan (Syahri *et al.* 2018; Adli *et al.* 2022). Ketahanan benturan dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel, bahan perekat dan juga suhu pengepresan (Jaelani *et al.* 2016).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, wafer pakan berbasis hijauan rumput gajah mini dan legum indigofera dengan komposisi campuran yang berbeda, dapat mempengaruhi kualitas fisik wafer pakan, kecuali kadar air. Komposisi 60% legum indigofera dan 40% rumput gajah mini menunjukkan kerapatan ( $0,51 \pm 0,01$  g cm<sup>-3</sup>),



berat jenis ( $0,91 \pm 0,01 \text{ g ml}^{-1}$ ), daya serap air ( $96,31\% \pm 0,81\%$ ), dan ketahanan benturan ( $97,89 \pm 0,50\%$ ) yang terbaik dibandingkan dengan yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adli A, Febrina D, Zumarni Z, Khairi F, & Sadarman S. 2022. Pengaruh perbedaan bahan perekat dan sumber filtrat terhadap fraksi serat dan kualitas fisik wafer ransum komplit. *Jurnal Agripet*. 22(1): 88-96.
- Azizah YHN, Indriani NP, & Mansyur. 2023. Review: kualitas fisik wafer pakan ruminansia. *Jurnal Peternakan Sabana*. 2(3): 186-191. <https://doi.org/10.58300/jps.v2i3.697>
- Barokah SW, Badarina I, & Dwatmadji. 2022. Pengaruh imbalances *Pennisetum purpureum* cv. Mott dan *Indigofera zollingeriana* dalam ransum terhadap total VFA, NH<sub>3</sub> dan populasi protozoa rumen in vitro. *Jurnal Wahana Peternakan*. 6(2): 69-77. <https://doi.org/10.37090/jwputb.v6i2.587>
- Christmas E, Yatno, Akmal, Murni R, Fakhri S, & Suparjo. 2022. Pengaruh lama penyimpanan terhadap sifat fisik wafer ransum komplit berbasis limbah kol berperekat molases. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*. 8(2): 96-107. <https://doi.org/10.24252/jiip.v8i2.27101>
- Daud M, Fuadi Z, & Azwis. 2013. Uji sifat fisik dan daya simpan wafer ransum komplit berbasis kulit buah kakao. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1(1): 18-24.
- Herdiawan I, Abdullah L & Sopandi D. 2014. Status nutrisi hijauan *Indigofera zollingeriana* pada berbagai taraf perlakuan stres kekeringan dan interval pemangkasan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 19(2):91-103
- Imbar MR, Bagau B, Moningkey SAE, & Liwe H, Pangemanan SP. 2023. Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air, abu, dan bahan organik wafer pakan komplit jerami jagung. *Jambura Journal of Animal Science*. 5(2): 71-76. <https://doi.org/10.35900/jjas.v5i2.19475>
- Indriani NP, Arsadianti NS, Azizah YHN, Dwicahyani V, Islami RZ, & Mansyur. 2024. Kualitas fisik wafer tanaman jagung dan gamal dengan variasi komposisi dan lama waktu pengepresan. *Jurnal Zira'ah*. 49(1): 11-18. <https://doi.org/10.31602/zmip.v49i1.13244>
- Islami RZ, Nurjannah S, Susilawati I, Mustafa HK, & Rochana A. 2018. Kualitas fisik wafer turiang padi yang dicampur dengan rumput lapang. *Jurnal Ilmu Ternak*. 18(2): 126-130. <https://doi.org/10.24198/jit.v18i2.21479>
- Islami RZ, Susilawati I, Nurhaliza M, Sulistyawati D, & Rahmawati F. 2023. Kualitas fisik Wafer dengan komposisi hijauan jagung dan legum gamal yang berbeda. *Jurnal Peternakan Sabana*. 2(3): 170-175. <https://doi.org/10.58300/jps.v2i3.693>
- Jaelani A, Dharmawati S, & Wacahyono. 2016. Pengaruh tumpukan dan lama masa simpan pakan pelet terhadap kualitas fisik. *Jurnal Zira'ah*. 41(2):261-268.
- Mayasari N, Salman LB, Setyowati EY, & Ismiraj MR. 2018. Penggunaan mineral anorganik dan *Indigofera zollingeriana* untuk peningkatan produktivitas, reproduksi dan kekebalan alami sapi perah KSU Tandangsari, Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2(4): 375-378.
- Miftahudin, Liman, & Farida F. 2015. Pengaruh masa simpan terhadap kualitas fisik dan kadar air pada wafer limbah pertanian berbasis wortel. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 3(3): 121-126.
- Mustafa HK, Zamhir R, Widyastuti R, Mansyur, & Susilawati I. 2021. Inovasi pengawetan berbentuk wafer dari campuran turiang padi dan legum gamal sebagai pakan ruminansia. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 3(2): 87-94. <https://doi.org/10.24198/jnttip.v3i3.37408>
- Nasution MAA, Harahap AE, & Erwan E. 2021. Kualitas fisik wafer ransum komplit menggunakan kulit buah kakao fermentasi dengan jenis kemasan dan lama penyimpanan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*. 9(1) : 29-37. <https://doi.org/10.20956/jitp.v9i1.10214>
- Rahman MA, Suhendra D, Nughrhini YLRE, Taufik I, Idayanti RW, Rahayu TP, & Hidayah N. 2023. Perbedaan tekanan mesin cetak pneumatik terhadap kualitas fisik permen ternak. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 21(2): 137-142. <http://doi.org/10.29244/jintp.21.2.137-142>
- Retnani Y, Barkah NN, Saenab A, & Taryati. 2020. Teknologi pengolahan wafer pakan untuk meningkatkan produksi dan efisiensi pakan. *Wartazoa*. 30(1): 37-50. <http://doi.org/10.14334/wartazoa.v30i1.2473>
- Retnani Y, Rahayu I, Risyahadi ST, & Taryati. 2022. Pelatihan penerapan wafer pakan untuk meningkatkan produktivitas kambing pada pondok pesantren Madinatul Ilmi di Gresik. *Jurnal Pengabdian dan Peningkatan Mutu Masyarakat*. 3(2): 124-133.
- Setyaningrum E, Kaca IN, & Suwitari NKE. 2018. Pengaruh umur pemotongan terhadap kualitas nutrisi tanaman *Indigofera* (*Indigofera* sp). *Gema Agro*. 23(1):59-62. <https://doi.org/10.22225/ga.23.1.660.59-62>
- Solehudin, Mubarak AS, Syawal M, & Ginting SP. 2019. Pemenuhan nutrisi ternak dari legum indigofera dan rumput gajah kerdil di lokasi Demfarm Kabupaten Langkat Sumatera Utara. *Media Kontrak Ternak*. 1(2): 16-20. <https://doi.org/10.24198/mkttv1i2.24927>
- Solihin, Muhtarudin & Sutrisna R. 2015. Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air kualitas fisik dan sebaran jamur wafer limbah sayuran dan umbi-umbian. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 3(2): 48-54.
- Syahri M, Retnani Y, & Khotijah L. 2018. Evaluasi penambahan binder berbeda terhadap kualitas fisik mineral wafer. *Buletin Makanan Ternak*. 16(1): 24-35.
- Utama BP. 2019. Karakteristik sifat fisik dan kimia bungkil kelapa kering dan bungkil kelapa dikukus. *Stock Peternakan*. 1(1). <https://doi.org/10.36355/sptr.v1i1.235>
- Wati WS, Mashudi, & Irsyammawati A. 2018. Kualitas silase rumput odot (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* dan molasses pada waktu inkubasi yang berbeda. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*. 1(1): 45-53.
- Yana S, Zairful, Priabudiman Y, & Panjaitan I. 2018. Karakteristik fisik pakan wafer berbasis bungkil inti sawit. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. Lampung (ID) : Politeknik Negeri Lampung hal 401-404. <https://doi.org/10.25181/prosemas.v2018i0.1194>