

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kualitas Fisik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian aras molase yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai *hardness* horizontal, *hardness* vertikal, dan kadar air, sedangkan nilai *durability* tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$). Data hasil pengujian uji kualitas fisik pemberian aras molase berbeda sebagai binder *pellet* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kualitas Fisik *Pellet* Berbasis Pakan Fermentasi Dengan Pemberian Aras Molase Yang Berbeda

Faktor	Perlakuan		
	M0	M1	M2
<i>Durability</i> (%)	98,80 $\pm$ 0,83	97,20 $\pm$ 1,30	97,60 $\pm$ 1,14
<i>Hardness</i> Horizontal (kg)	8,10 ^c $\pm$ 0,68	12,40 ^b $\pm$ 1,21	14,55 ^a $\pm$ 0,76
<i>Hardness</i> Vertikal (kg)	3,65 ^b $\pm$ 0,45	6,50 ^a $\pm$ 0,18	7,35 ^a $\pm$ 1,69
Kadar Air (%)	11,16 ^a $\pm$ 1,35	9,62 ^b $\pm$ 0,11	10,32 ^{ab} $\pm$ 0,34

^{abc} Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

4.1.1 Durability

Pemberian aras molase yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai *durability pellet*. Nilai *durability* pada seluruh perlakuan berada di atas 97%, baik tanpa penambahan molase (M0) maupun dengan penambahan molase (M1 dan M2). Nilai tersebut menunjukkan bahwa *pellet* yang dihasilkan memiliki ketahanan fisik yang baik terhadap gesekan dan benturan selama proses penanganan, penyimpanan, dan transportasi. Nilai *pellet durability*

index (PDI) yang baik berada pada kisaran 98,50–99,12% (Harnentis *et al.*, 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan molase sebagai binder pada proses *cold pelleting* belum mampu meningkatkan *durability pellet* secara nyata.

Nilai *durability pellet* lebih dipengaruhi oleh karakteristik bahan pakan dan proses *pelleting* yang sudah mendukung pembentukan ikatan antartikel (Harnentis *et al.*, 2019). Bahan pakan fermentasi memiliki ukuran partikel yang halus dan homogen, sehingga daya ikat antartikel telah terbentuk dengan baik meskipun tanpa penambahan binder. Nilai *durability* pada dasarnya lebih dipengaruhi oleh kandungan pati dan serat bahan serta tekanan selama proses *pelleting* dibandingkan penambahan molase (Li *et al.*, 2023; Utama *et al.*, 2020; Syamsu *et al.*, 2025).

Penggunaan molase sebanyak 5% pada proses fermentasi onggok dan ampas tahu menyebabkan seluruh perlakuan memiliki kandungan molase dari bahan fermentasi tersebut. Komposisi bahan fermentasi sekitar 37% dalam formulasi ransum diperkirakan telah mengandung molase sekitar 1,8-1,9% sebelum penambahan molase sebagai binder. Penambahan binder sebesar 2,5% diperkirakan membuat total kandungan molase dalam campuran mencapai 4,3-4,4%, sehingga nilainya mendekati aras 5% yang dilaporkan optimal sebagai binder. Nilai *durability* seluruh perlakuan yang berada di atas 97% ini telah memenuhi kriteria *pellet* berkualitas baik (Harnentis *et al.*, 2019; Sulistyanto *et al.*, 2025). Karakteristik *durability* yang tergolong baik dan setara pada seluruh perlakuan menunjukkan bahwa penambahan molase sebagai binder tidak menjadi faktor penentu utama.

4.1.2 *Hardness* horizontal dan *hardness* vertikal

Pemberian aras molase yang berbeda memberikan perbedaan nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai *hardness* horizontal dan *hardness* vertikal *pellet* berbasis pakan fermentasi. Pengukuran *hardness* secara horizontal dan vertikal dilakukan untuk mengetahui kekuatan mekanis *pellet* terhadap tekanan dari arah yang berbeda. Perbedaan arah pengujian ini didasarkan pada perbedaan luas bidang kontak yang menerima gaya tekan. Tekanan yang dihasilkan berbanding terbalik dengan luas bidang yang menerima gaya ($P = F/A$) (Bora *et al.*, 2026). Nilai *hardness* meningkat seiring bertambahnya aras molase. Perlakuan M2 menghasilkan nilai *hardness* tertinggi, sedangkan M0 menunjukkan nilai terendah.

Nilai *hardness* tertinggi diperoleh pada *hardness* horizontal perlakuan M2 sebesar 14,55 kg. Peningkatan nilai *hardness* seiring bertambahnya aras molase menunjukkan bahwa molase berperan dalam memperkuat ikatan antarpartikel *pellet*. Menurut Netto *et al.* (2019), standar *hardness* horizontal *pellet* unggas berkisar 4,42–7,53 kg, namun, perbedaan dalam jenis bahan pakan, spesifikasi alat uji, dan parameter pengempaan membatasi perbandingan langsung dengan hasil penelitian. Adapun nilai kekerasan vertikal pada seluruh perlakuan lebih rendah dibandingkan kekerasan horizontal. Kondisi ini berkaitan dengan perbedaan luas bidang kontak *pellet*, sehingga distribusi gaya tekan yang diterima *pellet* berbeda pada penampang vertikal dan horizontal (Bora *et al.*, 2026). Penggunaan molase meningkatkan *pellet hardness* vertikal maupun horizontal.

Nilai *hardness* yang tinggi diduga dipengaruhi oleh penggunaan molase pada proses fermentasi serta penambahan molase sebagai binder selama proses *cold pelleting*. Molase merupakan cairan karbohidrat yang bersifat *non-Newtonian* dengan karakteristik *shear thinning*. Karakteristik viskositas molase juga dipengaruhi oleh suhu, di mana peningkatan suhu menurunkan viskositas molase, sehingga molase menjadi lebih mudah mengalir dan menyebar pada permukaan partikel bahan pakan (Geremew *et al.*, 2024). Penggunaan metode *cold pelleting* dan suhu yang berkisar 30–40°C diduga masih cukup untuk membantu penyebaran molase secara lebih merata, sehingga meningkatkan kontak dan adhesi antarpartikel bahan.

Kandungan gula terlarut dalam molase seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa berperan sebagai perekat alami yang meningkatkan adhesi antarpartikel bahan pakan. Adhesi yang lebih baik menyebabkan struktur *pellet* menjadi lebih kompak dan meningkatkan kemampuan *pellet* dalam menahan gaya tekan, sehingga menghasilkan nilai *hardness* yang lebih tinggi (Mišljenović *et al.*, 2016). Mekanisme tersebut diduga menjadi salah satu penyebab meningkatnya nilai *hardness pellet* pada penelitian ini. Molase memiliki sifat lengket dan viskositas tinggi, sehingga mampu meningkatkan daya ikat antarpartikel bahan dan menghasilkan struktur *pellet* yang lebih kompak. Peningkatan aras molase yang ditambahkan memperkuat ikatan antarpartikel, sehingga menghasilkan *pellet* dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi (Supriadi *et al.*, 2021). Ukuran partikel bahan pakan fermentasi yang lebih halus dan homogen juga mempermudah

pembentukan struktur *pellet* yang kompak selama proses *pelleting* (Abadi *et al.*, 2019).

Peningkatan *hardness* akibat penambahan molase tidak diikuti dengan peningkatan *durability pellet* secara nyata. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penambahan molase lebih berpengaruh terhadap peningkatan kekerasan struktur *pellet* dibandingkan ketahanannya terhadap gesekan. *Pellet hardness* dengan tingkat yang terlalu tinggi juga perlu diperhatikan, karena dapat meningkatkan kerja mekanis organ pencernaan, khususnya ampela (Hafid *et al.*, 2022). Pakan dengan tingkat kekerasan tinggi dapat meningkatkan aktivitas dan penebalan otot ampela. Formulasi pakan fermentasi yang digunakan dalam penelitian memerlukan penyesuaian persentase molase sebagai binder karena cenderung meningkatkan *pellet hardness*.

4.1.3 Kadar air

Pemberian aras molase yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$) pada kadar air *pellet* berbasis pakan fermentasi. Perlakuan M0 memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan M1, sedangkan M2 tidak berbeda nyata dengan M0 maupun M1. Nilai kadar air terendah diperoleh pada perlakuan M1 sebesar 9,62%, kemudian meningkat kembali pada perlakuan M2 sebesar 10,32%. Seluruh perlakuan memiliki kadar air di bawah 12% sesuai dengan standar kadar air bentuk *pellet* yang direkomendasikan yaitu maksimal 12–14% (SNI 8173.3). Kadar air yang berada dalam kisaran aman ini penting untuk menjaga stabilitas fisik *pellet*, karena kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan *pellet* menjadi lebih lunak

sehingga menurunkan kekerasan dan ketahanan fisiknya, mempercepat pertumbuhan jamur dan mikroorganisme perusak, serta mempersingkat umur simpan (Utama *et al.*, 2020), sedangkan kadar air yang terlalu rendah menyebabkan *pellet* menjadi rapuh, kurang padat, dan sulit diproduksi secara efisien (Ahmed *et al.*, 2022). Seluruh perlakuan dalam penelitian ini dinilai memenuhi syarat keamanan penyimpanan pakan *pellet*.

Perbedaan kadar air antarperlakuan menunjukkan bahwa penggunaan molase sebagai binder mempengaruhi kemampuan *pellet* dalam mempertahankan kadar air. Molase memiliki sifat higroskopis, sehingga mampu menyerap dan mempertahankan air dalam bahan (Barik dan Chaira, 2024). Struktur berpori pada *pellet* memungkinkan terjadinya penyerapan dan penahanan air di dalam matriks *pellet*. Air yang terikat pada permukaan maupun di dalam pori-pori *pellet* dapat dipertahankan lebih lama ketika terdapat bahan yang bersifat higroskopis seperti molase. Molase juga memiliki sifat reabsorptif yang memungkinkan terjadinya penyerapan kembali uap air dari lingkungan setelah proses pengeringan (Kassa, 2019). Penambahan molase pada aras sedang (perlakuan M1) diduga mampu membantu memperbaiki ikatan dan kerapatan partikel *pellet*, sehingga kadar air *pellet* menjadi lebih rendah. Penambahan molase pada aras tinggi (perlakuan M2) diduga mampu menyebabkan bahan dalam mengikat air menjadi lebih tinggi sehingga sebagian air tetap tertahan di dalam struktur *pellet* selama proses pengeringan (Kotta *et al.*, 2019).

Kadar air *pellet* juga berkaitan dengan karakteristik bahan pakan fermentasi yang digunakan. Proses fermentasi menyebabkan degradasi sebagian komponen

struktural bahan akibat aktivitas mikroorganisme, sehingga meningkatkan porositas dan luas permukaan bahan yang berpotensi meningkatkan kemampuan penyerapan air (Yan *et al.*, 2025). Proses *cold pelleting* tidak melibatkan pemanasan tinggi seperti pada *hot pelleting*, sehingga diduga penguapan air lebih rendah dibandingkan *hot pelleting* dan sebagian kadar air masih tertahan dalam *pellet*. Pola perubahan kadar air yang terjadi menunjukkan bahwa interaksi antara karakteristik bahan fermentasi dan aras molase mempengaruhi kemampuan *pellet* dalam mempertahankan air selama proses pengeringan. Kadar air seluruh perlakuan tetap berada pada kisaran aman menunjukkan bahwa stabilitas fisik *pellet* tetap dapat dipertahankan selama penyimpanan.

4.2 Kualitas Organoleptik

Data uji organoleptik pemberian aras molase yang berbeda disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Organoleptik *Pellet* Berbasis Pakan Fermentasi Dengan Pemberian Aras Molase Yang Berbeda

Faktor	Perlakuan		
	M0	M1	M2
Warna	3,89 ^a ± 0,17	2,19 ^b ± 0,14	2,04 ^b ± 0,60
Bau	4,77 ± 0,04	4,43 ± 0,20	4,44 ± 0,39
Tekstur	4,15 ^a ± 0,19	3,03 ^c ± 0,28	3,44 ^b ± 0,39
Penampilan	3,81 ^a ± 0,21	3,19 ^b ± 0,13	2,89 ^c ± 0,25
Kesukaan	3,80 ^a ± 0,19	3,24 ^b ± 0,14	2,95 ^c ± 0,20

^{abc} Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian aras molase yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai warna, tekstur, penampilan, dan kesukaan, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap bau ($P > 0,05$). Nilai warna

menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$), di mana M0 berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan M1 dan M2. Penurunan skor warna menunjukkan bahwa penambahan molase sebagai binder menyebabkan warna *pellet* menjadi lebih gelap dan cokelat. Kondisi tersebut disebabkan oleh warna alami molase yang pekat akibat kandungan gula dan senyawa organik di dalamnya, sehingga semakin tinggi aras molase yang digunakan, maka warna *pellet* menjadi semakin gelap (Zaenal *et al.*, 2023). Perubahan warna *pellet* akibat penambahan binder dapat digunakan sebagai indikator awal kualitas visual *pellet*, karena warna yang terlalu gelap dapat menurunkan penerimaan terhadap produk meskipun secara fisik *pellet* memiliki kekompakan yang baik (Mesmarian dan Toghyani, 2024). Warna *pellet* yang lebih gelap dipengaruhi oleh warna alami molase. Kontribusi reaksi pencokelatan non-enzimatis selama proses *pelleting* relatif kecil karena proses yang digunakan tidak melibatkan pemanasan tinggi (Hao *et al.*, 2025).

Nilai bau tidak menunjukkan perbedaan nyata ($P > 0,05$) antarperlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan molase sebagai binder tidak memberikan perubahan aroma yang signifikan pada *pellet* berbasis pakan fermentasi. Bau pada pakan fermentasi lebih banyak dipengaruhi oleh hasil metabolisme mikroorganisme selama proses fermentasi dibandingkan dengan penambahan molase sebagai binder (Xu *et al.*, 2025). Bau fermentasi yang relatif seragam pada seluruh perlakuan menyebabkan skor bau tidak berbeda nyata antarperlakuan (Utama *et al.*, 2020). Bau merupakan salah satu parameter penting dalam evaluasi kualitas *pellet* karena berhubungan dengan penerimaan awal terhadap pakan dan potensi palatabilitasnya (Utama *et al.*, 2020). Bau *pellet* pakan

umumnya dipengaruhi oleh komposisi bahan baku, proses pengolahan, dan kondisi penyimpanan. Bau yang menyimpang dapat mengindikasikan adanya kontaminasi mikroba atau oksidasi lemak yang menurunkan kualitas *pellet* (Hasanah *et al.*, 2023).

Nilai tekstur dan penampilan menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$). Perlakuan M0 memiliki skor tekstur dan penampilan tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Penambahan molase diduga meningkatkan kelembaban permukaan *pellet* sehingga menghasilkan permukaan yang lebih lengket dan kurang seragam (Mahfudz *et al.*, 2020). Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan sifat higroskopis molase yang meningkatkan kelembaban permukaan *pellet*, sehingga permukaan *pellet* menjadi lebih lengket, kurang seragam, dan cenderung lebih kasar (Dewi dan Rasmiyana, 2025). Peningkatan kadar air akibat penambahan molase juga diduga mempengaruhi kualitas visual dan tekstur *pellet* yang dihasilkan (Akbar *et al.*, 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun molase berfungsi sebagai binder, peningkatan aras molase yang terlalu tinggi diduga menyebabkan peningkatan kelembaban permukaan *pellet* yang lebih dominan dibandingkan efek perbaikan tekstur akibat pengikatan antarpartikel, sehingga skor tekstur dan penampilan cenderung menurun.

Tekstur permukaan *pellet* merupakan parameter penting dalam penilaian kualitas fisik karena berkaitan dengan kemampuan *pellet* mempertahankan bentuknya selama proses penanganan dan transportasi (Ismi *et al.*, 2017). Permukaan *pellet* yang halus dan seragam menunjukkan bahwa ikatan antarpartikel terbentuk secara lebih merata, sehingga *pellet* menjadi lebih kompak dan tidak

mudah mengalami kerusakan mekanis, sedangkan permukaan yang kasar atau tidak seragam dapat meningkatkan gaya gesek antar *pellet* maupun dengan dinding wadah selama penyimpanan dan transportasi (Ismi *et al.*, 2017). Kondisi tersebut menyebabkan bagian permukaan *pellet* lebih mudah terkikis dan menghasilkan fines, sehingga berpotensi menurunkan nilai *Pellet Durability Index* (PDI) serta efisiensi penggunaan pakan (Alsaqoor *et al.*, 2022). Pengaruh tersebut belum cukup besar untuk menghasilkan perbedaan durability yang nyata antarperlakuan. Penampilan visual *pellet* yang seragam juga menjadi indikator konsistensi proses produksi dan homogenitas campuran bahan pakan sebelum proses *pelleting* (Ismi *et al.*, 2017).

Nilai kesukaan menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$), di mana perlakuan M0 memiliki skor tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan M1 dan M2. Penurunan skor kesukaan menunjukkan bahwa panelis lebih menyukai *pellet* dengan warna lebih cerah, tekstur lebih halus, dan penampilan yang lebih seragam. Parameter kesukaan merupakan hasil integrasi seluruh karakteristik organoleptik yang diamati, sehingga perubahan warna, tekstur, dan penampilan akibat peningkatan aras molase turut mempengaruhi tingkat penerimaan panelis terhadap *pellet* (Sulistiyanto *et al.*, 2025). Tingkat kesukaan pada uji hedonik ditentukan oleh atribut sensori yang mencakup warna, bau, tekstur, dan penampilan produk secara keseluruhan (Visalli *et al.*, 2025). Preferensi panelis terhadap karakteristik visual dan tekstur tertentu menjadi penentu utama dalam tingkat penerimaan produk (Tan *et al.*, 2020). Faktor psikologis panelis seperti pengalaman sensorik, ekspektasi, dan

tingkat familiaritas terhadap produk sejenis sangat menentukan persepsi dan penilaian akhir dalam uji organoleptik (Wati *et al.*, 2022).

Penurunan skor kesukaan dalam penelitian ini diduga berkaitan dengan perubahan karakteristik visual dan tekstur *pellet* akibat penambahan molase. Warna *pellet* yang semakin gelap, tekstur yang cenderung lebih kasar, serta penampilan yang kurang seragam pada aras molase yang lebih tinggi diduga menurunkan tingkat penerimaan panelis terhadap *pellet* yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik visual dan tekstur menjadi faktor utama yang mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap *pellet* berbasis pakan fermentasi dalam penelitian ini.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Penambahan molase pada *pellet* pakan fermentasi terbukti meningkatkan kekerasan (*hardness*) dengan kadar air yang ideal (<12%). Penggunaan molase 2,5% menghasilkan *pellet* terbaik dengan keseimbangan kualitas fisik yang baik, namun pemberian molase sebagai binder menurunkan kualitas organoleptik pakan yang dilihat dari warna, tekstur, penampilan, dan kesukaan.

5.2 Saran

Penelitian lanjutan mengenai penggunaan aras molase di bawah 5% perlu dilakukan untuk memperoleh level optimal sebagai binder pada *pellet* berbasis pakan fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M.H.M.G., H. Moravej, M. Shivazad, M.A.K. Torshizi dan W.K. Kim. 2019. Effects of feed form and particle size, and pellet binder on performance, digestive tract parameters, intestinal morphology, and cecal microflora populations in broilers. *Poultry Science*. 98(3): 1432-1440.
- Ahmed, I., A. Ali, B. Ali, M. Hassan, S. Hussain, H. Hashmi dan K. Mukwana. 2022. Production of pellets from furfural residue and sawdust biomass: effect of moisture content, particle size and a binder on pellet quality and energy consumption. *BioEnergy Research*. 15(2): 1292-1303.
- Akbar, M., E. Rokana dan A. Zaeni. 2023. Uji sifat fisik dan organoleptik biskuit pakan kelinci berbasis limbah organik dengan perekat yang berbeda. *Jurnal Agripet*. 23(2): 121-128.
- Aldiyanti, A., C. Qamara, D.N. Arifin dan A. Rizkuna. 2025. Pengaruh konsumsi pakan dan FCR terhadap produktivitas ayam pedaging dalam sistem rumah semi tertutup di Kota Samarinda. *Kinerja: Jurnal Ekonomi dan Manajemen*. 22(2): 237-243.
- Alsaqoor, S., G. Borowski, A. Alahmed, dan N. Beithou. 2022. Using of adhesives and binders for agglomeration of particle waste resources. *Adv. Sci. Tech. Res. J*. 16 (3): 124-135.
- Anindyajati, M., B. Dwiloka dan A. Al-Baarri. 2022. Kekenyalan, kadar lemak, kadar protein dan mutu hedonik bakso daging kalkun (*Meleagris gallopavo*) berdasarkan potongan komersial karkas. *Jurnal Teknologi Pangan*. 6(2): 32-37.
- Aro, S.O., O.A. Kehinde-Olayanju, V.A. Aletor, M.J. Adegbeye, M.M. Elghandour dan A.Z. Salem. 2022. Effect of microbial-fermented cassava wastes as dietary replacement for ground maize on cockerel production. *Waste and Biomass Valorization*. 13(1): 361-367.
- Arslan, E. dan O. Cetin. 2023. Effects of different rearing systems on growth and fattening performance of American Bronze Turkeys. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*. 39(3): 114.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. SNI 8173.3:2015 Pakan Ayam Pedaging – Bagian 3: Pelet. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Bahar, H. dan R. Setyawan. 2023. Pemanfaatan limbah ampas tahu (*Glycine max* (L.) Merr.) sebagai pakan ternak ayam kampung. *PRIMER: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*. 1(6): 623-631.

- Bahri, S., K.S. Hadati dan P. Satrimafitrah. 2021. Production of protein hydrolysate from tofu dregs using the crude extract of bromelain from pineapple core (*Ananas comosus* L.). *Journal of Physics: Conference Series*. 1763(1): 012008.
- Barik, J. dan D. Chaira. 2024. Effect of bentonite and molasses binder content on physical and mechanical properties of green and fired mill scale pellet. *International Journal of Materials Research*. 115(11-12): 1018-1029.
- Ben, Z., A.N. Jibril, X. Sun, Y. Bai, D. Yang, K. Chen dan Y. Dong. 2023. Compression characteristics and fracture simulation of gluten pellet. *Foods*. 12(8): 1598.
- Bhatwalkar, S.B., R. Mondal, S.B.N. Krishna, J.K. Adam, P. Govender dan R. Anupam. 2021. Antibacterial properties of organosulfur compounds of garlic (*Allium sativum*). *Frontiers in Microbiology*. 12: 613077.
- Boltz, T.P., N.E. Ward, V.E. Ayres, A.E. Lamp dan J.S. Moritz. 2020. The effect of varying steam conditioning temperature and time on pellet manufacture variables, true amino acid digestibility, and feed enzyme recovery. *Journal of Applied Poultry Research*. 29(2): 328-338.
- Bora, L.V., M. Bhaliya, D.H. Sur, A. Gupta dan N. Maniya. 2026. Fluid statics and pressure measurement. Dalam: *Fluid Mechanics*. CRC Press, Boca Raton. 83-112.
- Boroojeni, F.G., K. Kozłowski, J. Jankowski, M. Senz, M. Wiśniewska, D. Boros dan J. Zentek. 2018. Fermentation and enzymatic treatment of pea for turkey nutrition. *Animal Feed Science and Technology*. 237: 78-88.
- Chen, X., D. Kong, H. Wang, P. Fang, N. Jin, E. Duan dan Z. Qi. 2017. Study of compression characteristic of cassava influenced by temperature basing on forming apparatus. Dalam: *2017 ASABE Annual International Meeting*. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph. 1.
- Choiriyah, A. dan W. Hermana. 2022. Daya suka kalkun terhadap hijauan, dedak padi dan ransum komersial dengan free choice feeding. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 20(1): 38-43.
- Debi, M.R., B.A. Wichert dan A. Liesegang. 2018. Method development to reduce the fiber content of wheat bran and rice bran through anaerobic fermentation with rumen liquor for use in poultry feed. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 32(3): 395.
- Dewi, P.S. dan R. Rasmiyana. 2025. Sugarcane molasses: composition, challenges, and utilization as an economically valuable raw material. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan*. 4(1): 1-9.

- Dheeksha, R.L. dan I. Pan. 2025. Optical density based comparative analysis of temperature effect (4-50°C) on bacteriocin production in nutrient broth inoculated with screened lactic acid bacteria to prevent food contamination. AIP Conference Proceedings. 3300(1): 020217.
- Dorigam, P., M.D. Appelt, A. Maiorka, K. Muramatsu, R.F. Sens, C. Rocha dan F. Dahlke. 2016. Evaluation of the digestible lysine requirements in female turkeys from 0 to 68 days of age. *Animal Feed Science and Technology*. 221: 137-146.
- Duan, H., L. JunGuo, Q. YuChang, L. Jun, Y. Jie dan D. YingChao. 2018. Effects of conditioning temperature and length-diameter ratio of ring die on quality of pelleted feeds. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. 34(11): 278-283.
- Durosaro, S.O., O.S. Iyasere, B.M. Ilori, O.C. Ojelade, T.A. Odubola, A.P. Adewunmi dan M.O. Ozoje. 2022. Fear behaviour in turkey poult of fast and slow growing breeds. *Applied Animal Behaviour Science*. 248: 105573.
- Evans, C.E., M. Saensukjaroenphon, C.K. Jones, J.M. DeRouchey, J.C. Woodworth, M.D. Tokach dan C.R. Stark. 2017. The effects of cold pelleting and separation of fine corn particles on growth performance and economic return in nursery pigs. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. 3(7): 1-8.
- Fasha, M.A., S. Suryanah, E. Amalia, S. Nurjannah, N. Widjaja dan H. Permana. 2024. Produktivitas kalkun (*Meleagris gallopavo*) yang diberi pakan tambahan daun singkong dan ampas tahu dalam ransum. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*. 6(1): 37-44.
- Geremew Kassa, M., A.M. Asemu, M.T. Belachew, N. Satheesh, B.D. Abera dan D. Alemu Teferi. 2024. Review on the application, health usage, and negative effects of molasses. *CyTA - Journal of Food*. 22(1): 2321984.
- Getahun, A., Y. Kechero, N. Yemane, T. Dessie dan W. Esatu. 2025. Nutritional evaluation and potential of locally available alternative feed resources for sustainable poultry production: a case study of smallholder farms in central and Southern Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*. 57(7): 1-15.
- Gopar, R.A., S. Maulana, H.A. Parastiwi, W. Negara, P.S. Negoro dan M.N. Rofiq. 2022. Effect of organic pellet binders on physic and nutrient quality as an eco feed product. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1114(1): 012068.
- Hafid, H., R. Oktovian dan Nuraini. 2022. Percentage of carcass, gizzard, liver and heart of quail that were fed temulawak seed in drinking water. *Jurnal Peternakan Integratif*. 10(1): 1-10.

- Hao, J., X. Zhang, Z. Wang, Q. Zhao, S. Zhang dan Y. Li. 2025. Maillard reaction products of soybean protein hydrolysates and reducing sugar: structure and flavor insights. *Food Research International*. 202: 115790.
- Harnentis, Y. Marlida dan R. Amizar. 2019. The utilization of different binders for pelleted native chicken ration based on coconut meat waste. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 287(1): 012017.
- Hasanah, N., A. Amaylia, K.A. Putra, M.N.P. Putra, H.S. Satani, H. Hadijah dan A. Marselaa. 2023. Pembuatan silase dari lamtoro sebagai alternatif pakan pada musim kemarau di Kelompok Tani Safahu di Desa Tololako Kecamatan Kempo Kabupaten Dompu. *Jurnal Wicara Desa*. 1(5): 654-664.
- Huang, Z., H. Zhou, Q. Jiang, W. He, X. Zhou, H. Chen dan L. Zhao. 2022. Study on the quality change and deterioration mechanism of leisure dried tofu under different storage temperature conditions. *LWT - Food Science and Technology*. 172: 114257.
- Iravani, S., F. Aziz-Aliabadi dan R. Vakili. 2024. Feed processing: a review of the impacts of conditioning time and temperature on feed quality and broilers performance. *World's Poultry Science Journal*. 80(3): 657-679.
- Ismi, R. S., R. I. Pujaningsih dan S. Sumarsih. 2017. Pengaruh penambahan level molases terhadap kualitas fisik dan organoleptik pellet pakan kambing periode penggemukan. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 5(3): 58–63.
- Jaelani, S. 2020. Pengaruh Berbagai Bahan Perekat terhadap Kualitas Fisik Pakan Pellet Ayam Pedaging Fase Finisher. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar. (Skripsi).
- Kassa, Y. 2019. Application of cane molasses as concrete retarder admixture. *SN Applied Sciences*. 1(12): 1547.
- Khalifa Bilqisthi, K. 2024. Evaluasi Kualitas Fisik Pellet Tepung Ikan yang Disubstitusi Tepung Keong Mas dengan Bahan Perekat Molases pada Level Berbeda. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Riau. (Disertasi).
- Koni, T.N.I., T.A.Y. Foenay dan S. Vertigo. 2023. The use of urea and palmyra sap (*Borassus flabellifer*) on the characteristics and nutrient composition of fermented rice bran. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 11(4): 624-629.
- Kotta, A.B., A. Patra, M. Kumar dan S.K. Karak. 2019. Effect of molasses binder on the physical and mechanical properties of iron ore pellets. *International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials*. 26(1): 41-51.

- Kurmanakhynova, M., G. Zhaksylykova, T. Kulazhanov, L. Baybolova dan S. Abzhanova. 2025. Use of poultry in the production of high-quality baby food products: literature review.
- Lestari, N.P., B. Marhaenanto, D.W. Soedibyo, A. Mubarak, A.A. Fikri dan R.V. Wardhana. 2025. Pemanfaatan kulit ari kedelai menjadi pellet pakan ayam bernilai tambah di Desa Biting, Kecamatan Arjasa. *KIAT Journal of Community Development*. 4(1): 59-64.
- Li, W., C. Li, B. Zhang, G. Zhou dan D. Liu. 2023. Optimization of density and durability of pellets using the response surface methodology in ultrasonic vibration-assisted pelleting of corn stover. *Scientia Agricola*. 80: e20220243.
- Mahfudz, L.D., T.A. Sarjana dan B. Ma'rifah. 2022. *Manajemen Pemeliharaan Itik dan Pengolahannya*. Undip Press, Semarang.
- Mait, Y.S., J.E.G. Rompis, B. Tulung, J. Laihad dan J.J.M.R. Londok. 2019. Pengaruh pembatasan pakan dan sumber serat kasar berbeda terhadap bobot hidup, bobot karkas dan potongan komersial karkas ayam broiler strain lohman. *Zootec*. 39(1): 134-145.
- Mansilla, F.I., C.A. Fico seco, M.H. Miranda, E. Puglisi, M.E.F. Nader-Macías, G.M. Vignolo dan C.A. Fontana. 2022. Administration of probiotic lactic acid bacteria to modulate fecal microbiome in feedlot cattle. *Scientific Reports*. 12(1): 12957.
- Maqsood, S., S. Naz, A. Sikandar, S. Arooj, A.F. Alrefaei dan M. Israr. 2024. Additive effect of Moringa oleifera leaf meal and pomegranate (*Punica granatum*) peel powder on productive performance, carcass attributes and histological morphology of ileum in Japanese quails. *Journal of Applied Animal Research*. 52(1): 1-7.
- Mesmarian, M.A. dan M. Toghyani. 2024. Performance characteristics, and behavior indices of broiler chickens in response to color and form of the feed. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 14(2).
- Mikulski, D., K. Ognik, M. Mikulska dan J. Jankowski. 2022. Different dietary ratios of arginine, methionine and lysine for turkeys: effects on whole-body composition and nutrient utilization efficiency in the early growth stage. *Annals of Animal Science*. 22(4): 1341-1350.
- Mišljenović, N., R. Čolović, Đ. Vukmirović, T. Brlek dan C.S. Bringas. 2016. The effects of sugar beet molasses on wheat straw pelleting and pellet quality. A comparative study of pelleting by using a single pellet press and a pilot-scale pellet press. *Fuel Processing Technology*. 144: 220-229.

- Mulyasari, Y. Subaryono dan Yosmaniar. 2022. Pemanfaatan limbah tahu dari industri skala kecil Indonesia sebagai pakan ikan melalui proses fermentasi. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 978: 012042.
- Nahida, B., C.A. Asmaa, I.Z. Ilyes dan M.B. Boumediene. 2025. Bacteriocin-mediated antagonistic activity of *Lactococcus lactis* S93 against foodborne pathogens. Research Journal of Biotechnology. 20(10): 1-6.
- Netto, M. T., Massuquetto, A., Krabbe, E. L., Surek, D., Oliveira, S. G., da A. Maiorka. 2019. Effect of conditioning temperature on pellet quality, diet digestibility, and broiler performance. J. of Applied Poultry Research. 28(4): 963-973.
- Nishikawa, K., K. Miyazaki, T. Hirai, T. Saneyasu dan K. Honda. 2024. Effects of dietary brown rice and sake lees on the growth performance and color of meat in broiler chicks. Journal of Poultry Science. 61: 2024007.
- Nurhayati, N. 2018. Ekstraksi Mannan Oligosakarida (MOS) Hasil Fermentasi Campuran Bungkil Inti Sawit dan Onggok sebagai Prebiotik dalam Pakan terhadap Penampilan Produksi Ayam Pedaging. Universitas Brawijaya, Malang. (Disertasi).
- Parman, J.M.S. dan K.C. Kemaraya. 2021. A review: sustainable livestock development in Indonesia. Indonesian Journal of Animal Agricultural Science. 3(2): 1-14.
- Pezeshkian, Z., S.Z. Mirhoseini, S. Ghovvati dan E. Ebrahimie. 2022. Transcriptome analysis of breast muscle reveals pathways related to protein deposition in high feed efficiency of native turkeys. Animals. 12(10): 1-13.
- Piekarniak, M., L.A. Weston, A. Gniazdowska dan U. Krasuska. 2025. Hydrogen cyanide acts as a regulator of reactive oxygen species metabolism. Planta. 262(6): 1-14.
- Predescu, N.C., G. Stefan, M.P. Rosu dan C. Papuc. 2024. Fermented feed in broiler diets reduces the antinutritional factors, improves productive performances and modulates gut microbiome. Agriculture. 14(10): 1752.
- Pujaningsih, R.I., S. Mukodiningsih dan I. Pakpahan. 2017. Cassava waste processing technology to support the provision of alternative feed on zero waste management system of livestock. Advanced Science Letters. 23(3): 2595-2597.
- Putri, P.W., S. Surahmanto dan J. Achmadi. 2020. Kandungan neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), hemiselulosa, selulosa dan lignin onggok yang difermentasi *Trichoderma reesei* dengan suplementasi N, S, P. Bulletin of Applied Animal Research. 2(1): 33-37.

- Putridinanti, A.D., C.T. Noviandi, dan A. Agus. 2019. A comparison of three highly fermentable carbohydrate sources (corn, cassava powder or cassava pulp) on in vitro digestion. The 8th International Seminar on Tropical Animal Production. 23–25 September 2019. Yogyakarta, Indonesia. Hal. 1-5.
- Quintero-Herrera, S., P. Zwolinski, D. Evrard, J.J. Cano-Gómez dan P. Rivas-García. 2023. Turning food loss and waste into animal feed. *Sustainable Production and Consumption*. 41: 36-48.
- Rizky, A., D. Haryono dan E. Kasymir. 2016. Analisis usaha dan strategi pengembangan ternak kalkun mitra alam kabupaten pringsewu provinsi lampung. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis*. 4(3): 235–242.
- Sabri, R., A. Kasmiran dan C. Fadli. 2017. Daya simpan wafer dari bahan baku lokal sebagai bahan pakan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu Peternakan*. 5(2): 102-107.
- Sama, V., E.L. Molua, R.N. Nkongho dan C. Ngosong. 2025. Cassava (*Manihot esculenta*) fermentation methods affected fufu yield, while drying and cold storage extended the shelf-life. *Frontiers in Food Science and Technology*. 5: 1400395.
- Septian, M.H. 2023. Pengaruh perbedaan media pertumbuhan mikroorganisme lokal sebagai inokulan dalam fermentasi kulit singkong secara in vitro. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 5(3): 147-156.
- Stojkov, V., S. Rakita, V. Banjac, D. Rakić, A. Fišteš, S. Vidosavljević dan L. Pinotti. 2025. Optimising soybean molasses in broiler feed diet: influence on pelleting process and pellet physical quality. *Italian Journal of Animal Science*. 24(1): 677-688.
- Stojkov, V., S. Rakita, V. Banjac, N. Bojanić, D. Rakić dan P. Ilić. 2023. Soybean molasses has a positive impact on the pelleting process and physical quality of dairy feed pellets. *Animal Feed Science and Technology*. 304: 115738.
- Sugiharto, S., E. Widiastuti, T. Yudiarti, H.I. Wahyuni dan T.A. Sartono. 2021. Improving the nutritional values of cassava pulp through supplementation of selected leaves meal and fermentation with *Chrysonilia crassa*. *Animal Production*. 23(2): 104-110.
- Sulistiyanto, B., C.S. Utama, S. Mulyani dan N.M. Cinderawati. 2025. Study of physic-organoleptical characteristics of functional pellets based on fermented tofu and cassava dregs with different types and binder levels. *Journal of Advanced Veterinary Research*. 15(5): 652-656.
- Supriadi, W.J., I. Amal, J. Mustabi, J.A. Syamsu dan M.F. Latief. 2021. Relationship between pellet durability index and hardness of pellet with

- various binder for broiler finisher phase. Dalam: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, Bristol. 012061.
- Supriadi, W.J., J. Jamila dan J.A. Syamsu. 2020. Kualitas fisik pakan pellet ayam pedaging fase finisher dengan penambahan berbagai bahan perekat. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(2): 51-54.
- Suryowisnu, B., E. Tugiyanti dan E. Susanti. 2019. Suplementasi ampas teh fermentasi dalam pakan terhadap konsumsi bahan kering dan bahan organik pada puyuh jantan. *ANGON: Journal of Animal Science and Technology*. 1(1): 28-37.
- Syamsu, J.A., I. Amal, A. Wijaya dan A.F. Amas. 2025. Optimization of ground corn particle size in the diet to improve physical pellet quality in native chicken feed production. *International Journal of Agriculture and Biosciences*. 14(6): 1438-1445.
- Tan, Y.F., S.K. Goh dan S.W. Yan. 2020. Sensory perception and psychological aspects of eating behavior: factors influencing fat hedonics in Malaysia. *International Journal of Food Studies*. 9(2).
- Terefe, Z.K., M.N. Omwamba dan J.M. Nduko. 2021. Effect of solid state fermentation on proximate composition, antinutritional factors and in vitro protein digestibility of maize flour. *Food Science & Nutrition*. 9(11): 6343-6352.
- Triani, H.D., A. Yuniza, Y. Marlida, H. Husmaini, W.D. Astuti dan G. Yanti. 2025. A novel bacterial approach to cassava waste fermentation. *Open Veterinary Journal*. 15(3): 1358.
- Tůmová, E., R.M. Gous, D. Chodová dan M. Ketta. 2020. Differences in growth and carcass composition of growing male and female turkeys. *Czech Journal of Animal Science*. 65(10): 363-372.
- Utama, C.S. dan M.I. Wicaksono. 2021. Pengolahan hijauan pakan kalkun di peternakan kalkun Kecamatan Undaan, Kabupaten Kudus. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. 19(1): 81-92.
- Utama, C.S., B. Sulistiyanto dan R.D. Rahmawati. 2020. Kualitas fisik organoleptis, hardness dan kadar air pada berbagai pakan ternak bentuk pellet. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. 18(1): 43-53.
- Vinodhini, S.M., S.D. Sivakumar, T. Ramesh, R. Pushpam, A. Surendrakumar, V.B. Raghavendran, S. Rathika dan A. Vijayaprabhakar. 2025. Pelletization as a forage conservation technique: enhancing feed efficiency and sustainability in livestock. *Plant Science Today*. 12(2).

- Visalli, M., F. Teil dan L. Marty. 2025. Exploring the preferences of French university students using real-life food sourcing data: a proof-of-concept study. *Food Quality and Preference*. 132: 105583.
- Wahid, A. W. S., Mulyono, A. M. W., dan S. Sukaryani. 2024. Pengaruh lama fermentasi onggok menggunakan MA-11 terhadap kualitas fisik dan berat kering. *Tropical Animal Science*. 6(2): 79-84.
- Wati, N.S., R. Rinawidiastuti dan F. Iskandar. 2022. Pengaruh perbedaan konsentrasi tepung gembili sebagai perekat terhadap kualitas fisik dan organoleptik pellet konsentrat sapi potong. *Jurnal Riset Agribisnis dan Peternakan*. 7(2): 32-44.
- Widigdyo, A., N.A. Mardiana dan P. Purnomo. 2024. Pengembangan pakan alternatif ternak entok berbasis onggok fermentasi. *J-ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*. 8(3): 744-754.
- Williams, H.R., M.D. Tokach, J.C. Woodworth, J.M. DeRouchey, R.D. Goodband dan J.T. Gebhardt. 2021. Influence of Enogen feed corn and conventional yellow dent corn on finishing pig performance and carcass characteristics. *Translational Animal Science*. 5(2): txab092.
- Wulan, D.N., R. Hidayat, N. Mayasari, A. Budiman, Y.R. Yanza dan M.A. Setiawan. 2024. Physical quality and pH of chicory silase (*Cichorium intybus* L.) and onggok with the addition of tannins. *Jurnal Multidisiplin Indonesia*. 3(11): 4532-4538.
- Xu, X., C. Zhan, P. Li, X. Wen, dan X. Zhang. 2025. Advances in enzyme-assisted microbial fermented feed for livestock and poultry production: a review. *J. Anim. Feed Sci*. 34(3): 356–364.
- Yahaya, H.K., A.K. Olutunmogun, Y.B. Mohammad, M.M. Shettima dan M. Kabir. 2021. Evaluation of egg quality characteristics of two strains of local turkey (*Meleagris gallopavo*) in Zaria, Kaduna State. *Nigerian Journal of Animal Production*. 48(1): 1-11.
- Yan, X., D.J. McClements, S. Luo, J. Ye dan C. Liu. 2025. A review of the effects of fermentation on the structure, properties, and application of cereal starch in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 65(12): 2323-2342.
- Yanuarioanto, O., M. Amin, S.D. Hasan, S.H. Dilaga dan S. Suhubdy. 2020. Komposisi nutrisi dan pencernaan silase jerami jagung yang ditambah lamtoro dan molases. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia*. 6(1): 16-23.
- Yasmeen, R. dan F. Ahmad. 2025. Microbial fermented agricultural waste-based broiler feed: a sustainable alternative to conventional feed. *World's Poultry Science Journal*. 81(1): 271-287.

- Yaung, S., I.I. Praptiwi, Wahida dan M.M.N.N. Lesik. 2024. The influence of the form of feed on the productivity of broiler chickens. Dalam: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, Bristol. 012057.
- Yusuf, M. dan M.R. Al-Gizar. 2022. Teknik Manajemen dan Pengelolaan Hewan Percobaan (Memahami Perawatan dan Kesejahteraan Hewan Percobaan). Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Negeri Makassar, Makassar.
- Zaenal, Zulkharnaim, R. Ridwan, Y. Widyastuti dan J.A. Syamsu. 2023. Organoleptic and pH characteristics of corn straw silage with addition of lactic acid bacteria inoculants. AIP Conference Proceedings. 2628(1): 030009.