



**PENGARUH DOSIS BAHAN PENGIKAT TEPUNG UMBI GARUT
(*Maranta arundinacea*) TERHADAP SIFAT FISIK PELET
INDIGOFERA (*Indigofera zollingeriana*)
(*Effect of Dosage of Arrowroot (Maranta arundinacea)*
Tuber Flour Binder on Physical Properties of
Indigofera (Indigofera zollingeriana) Pellets)**

Rohmat Fahrul Jihad¹; Tati Rohayati²; dan Titin Nurhayatin²

¹ Alumni Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Garut

² Dosen pada Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Garut

Email:

tatirohayati@uniga.ac.id

Abstrak

Jenis serta jumlah bahan pengikat memiliki pengaruh terhadap mutu pelet yang dihasilkan. Umbi garut diketahui mengandung pati yang berpotensi dijadikan bahan pengikat alami. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dampak pemberian tepung umbi garut (*Maranta arundinacea*) sebagai bahan pengikat terhadap karakter fisik pelet dari tepung daun indigofera (*Indigofera zollingeriana*). Pengujian dikerjakan di Laboratorium Pertanian Terpadu Universitas Garut pada periode Juli hingga Agustus 2024. Metode penelitian berbasis eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri atas lima perlakuan masing-masing diulang empat kali. Perlakuan dibagi menjadi lima, yakni P0 = 30% molases (sebagai kontrol); P1 = 20% tepung umbi garut; P2 = 30% tepung umbi garut; P3 = 40% tepung umbi garut; terakhir P4 = 50% tepung umbi garut. Parameter yang dianalisis mencakup berat jenis, densitas, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, serta sudut tumpukan. Data dianalisis memakai analysis variance (ANOVA), jika hasilnya signifikan dilakukan uji lanjut dengan uji Duncan pada taraf nyata 5%. Diperoleh kesimpulan bahwa variasi dosis tepung umbi garut sebagai bahan pengikat memberikan pengaruh terhadap sifat fisik pelet. Dosis 40% tepung umbi garut memberikan hasil optimal pada parameter kerapatan tumpukan, pemadatan, serta sudut tumpukan pada pembuatan pellet *Indigofera zollingeriana*.

Kata kunci: pengikat, tepung umbi garut, Indigofera, karakter fisik, pellet

Abstract

The type and amount of binder impact the quality of the produced pellets. Arrowroot tubers are known to contain starch that has the capacity to act as a natural binder. The purpose of this research is to evaluate the role of providing

arrowroot tuber flour (*Maranta arundinacea*) as a binder on the physical characteristics of pellets from indigofera leaf flour (*Indigofera zollingeriana*). Testing was carried out at the Integrated Farming Laboratory of the Garut University from July to August 2024. The experimental-based research method with a Completely Randomized Design (CRD) consisted of five treatments, each repeated four times. The treatments were divided into five, namely P0 = 30% molasses (as a control); P1 = 20% arrowroot tuber flour; P2 = 30% arrowroot tuber flour; P3 = 40% arrowroot tuber flour; finally P4 = 50% arrowroot tuber flour. The parameters analyzed included specific gravity, density, pile density, pile compaction density, and pile angle. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), if the research were significant. Further testing was carried out with the Duncan's test at a significance level of 5%. It was concluded that the variation of the dosage of arrowroot flour as a binder affected the physical properties of the pellets. A dosage of 40% arrowroot flour gave optimal results on the parameters of pile density, compaction, and pile angle in the manufacture of *Indigofera zollingeriana* pellets.

Keywords: binder, arrowroot flour, *Indigofera*, physical characteristics, pellets

1. Pendahuluan

Produksi ternak ruminansia, khususnya domba, hingga saat ini masih belum menunjukkan pencapaian yang optimal. Hal ini tercermin dari tingkat pertumbuhan populasinya yang relatif lambat dari tahun ke tahun. Salah satu faktor krusial yang berperan dalam menentukan populasi dan produktivitas domba adalah ketersediaan dan kualitas pakan, khususnya dalam hal jumlah, kandungan nutrisi, dan keberlanjutan ketersediaan hijauan sebagai pakan utama. Jenis leguminosa dikenal memiliki kadar protein lebih tinggi dibandingkan dengan hijauan jenis rumput-rumputan. Salah satu leguminosa potensial sebagai sumber protein bagi ternak domba adalah *Indigofera zollingeriana*, yang memiliki keunggulan karena kandungan protein tinggi tetapi taninnya yang rendah. Kandungan protein kasar pada *Indigofera zollingeriana* sebesar 27,68% (Abdullah, 2010), pada cekaman kekeringan 100 % (kapasitas lapang) rata-rata zat tanin pada *Indigofera zollingerina* yaitu 0,08 % (Herdiawan dkk., 2014), sebagai pembanding zat tanin pada daun Gamal sebesar 0,82 % (Akbar dkk., 2023). Tanin sendiri merupakan senyawa antinutrisi yang, bila dikonsumsi dalam jumlah berlebih oleh ternak, dapat menyebabkan gangguan kesehatan hingga keracunan.

Indigofera zollingeriana disamping memiliki berbagai keunggulan, juga memiliki kelemahan, yaitu bersifat voluminous (*bulky*) saat disimpan dan cepat membusuk, sehingga nilai nutrisinya bisa menurun dalam waktu singkat. Alternatif solusinya adalah dengan mengolahnya menjadi pakan berbentuk pellet. Pelet merupakan bentuk pakan yang dibuat dengan mencampurkan beberapa bahan pakan kemudian dipadatkan dan diberi tekanan mekanis (Nurhayatin dan Pusptasari, 2017). Bentuk pelet memiliki sejumlah keuntungan, antara lain kandungan nutrisinya lebih terjamin, menurunkan kandungan zat antinutrisi, dan meningkatkan masa simpan. Selain itu, pelet dapat mengurangi jumlah pakan yang terbuang, sehingga efisiensi pemberian pakan meningkat. Namun, pelet juga memiliki kelemahan, seperti mudah hancur atau patah selama proses produksi, distribusi, maupun penyimpanan, yang pada akhirnya bisa menurunkan kualitasnya. Untuk menjaga kualitas fisik pelet tetap baik selama penanganan dan

distribusi, dibutuhkan bahan tambahan berupa zat pengikat (*binder*). Umumnya, bahan pengikat mengandung pati, seperti tepung singkong, tepung gaplek, atau tepung jagung dan sejenisnya.

Penggunaan tepung daun *Indigofera zollingeriana* dalam pembuatan pelet diharapkan tidak hanya meningkatkan kandungan nutrisi, tetapi juga perlu dipertimbangkan karakter fisiknya. Oleh karena itu, pemilihan bahan pengikat lokal yang mudah diperoleh, seperti umbi garut, menjadi penting. Umbi garut diketahui mengandung kadar pati yang cukup tinggi 20,96% (Faridah, dkk, 2008), sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pengikat alami. Belum adanya informasi atau kajian ilmiah mengenai pengaruh pemberian tepung umbi garut dalam berbagai dosis terhadap kualitas fisik pelet *Indigofera*, menjadi dasar perlunya dilakukan penelitian ini. Tujuannya adalah untuk menemukan formulasi yang paling sesuai guna menghasilkan pelet dengan kualitas fisik yang unggul dan stabil.

2. Metodologi

Tempat dan Waktu Penelitian

Proses pembuatan pelet dilakukan di Dusun Bantardawa 2, RT 001/RW 008, Desa Karyamulya, Kecamatan Cisaga, Kabupaten Ciamis, Provinsi Jawa Barat, sedangkan analisis terhadap karakteristik fisik pelet dikerjakan di Laboratorium Pertanian Terpadu, Universitas Garut. Waktu pengerjaan penelitian sejak Juli hingga Agustus tahun 2024.

Metode dan Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan penyiapan bahan-bahan meliputi daun kering *Indigofera zollingeriana*, umbi garut (*Maranta arundinacea*), molases, dan air. Rangkaian kegiatan yang dilakukan mencakup pembuatan tepung daun *Indigofera*, produksi tepung umbi garut, proses pencetakan pelet *Indigofera*, serta pengujian terhadap sifat fisik pelet. Parameter fisik yang diuji dalam penelitian meliputi densitas, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, berat jenis, serta sudut tumpukan.

Metode penelitian yaitu eksperimental memakai Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan terdiri atas lima perlakuan yang diulang empat kali. Rinciannya adalah berikut ini :

- P0** = 70% Tepung Daun *Indigofera* + 30% Molases (kontrol)
- P1** = 80% Tepung Daun *Indigofera* + 20% Tepung Umbi Garut
- P2** = 70% Tepung Daun *Indigofera* + 30% Tepung Umbi Garut
- P3** = 60% Tepung Daun *Indigofera* + 40% Tepung Umbi Garut
- P4** = 50% Tepung Daun *Indigofera* + 50% Tepung Umbi Garut

Data yang didapat dari hasil percobaan selanjutnya diolah dengan analisis varians (ANOVA) untuk membuktikan adanya respon parameter yang diteliti dari perlakuan yang dicobakan. Model rancangan yang digunakan mengacu pada Gasperz (1991), hasilnya disajikan dalam bentuk tabel seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Analisis Varians

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	F _{tab (0,05)}
Perlakuan	(t-1)=4	JKP	KTP	KTP/KTG	3.06
Galat	t(r-1)=15	JKG	KTG		
Total	(tr-1)=19	JKT			

Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis adalah sebagai berikut:

H₀: Tidak adanya perbedaan nyata diantara semua perlakuan atau $P_0=P_1=P_2=P_3=P_4$.

H₁: Terdapat setidaknya satu perlakuan hasilnya menunjukkan berbeda signifikan ($P_0 \neq P_1 \neq P_2 \neq P_3 \neq P_4$)

Apabila hasil analisis varians diperoleh perbedaan secara signifikan ($P < 0,05$), maka berikutnya diuji lanjut memakai Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) agar dapat diketahui bedanya diantara perlakuan secara lebih rinci.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Densitas Pelet

Pengukuran terhadap densitas pelet bertujuan untuk mengetahui tingkat kepadatan dan kekompakan fisik dari bentuk akhir pelet. Nilai rerata densitas hasil pengamatan pada tiap-tiap perlakuan tertera pada Tabel 2.:

Tabel 2. Rataan Densitas Pelet

Ulangan	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
	 g/cm ³				
1	0,206	0,201	0,228	0,207	0,229
2	0,219	0,210	0,193	0,205	0,222
3	0,218	0,192	0,209	0,214	0,209
4	0,201	0,200	0,197	0,230	0,224
Total	0,844	0,802	0,827	0,856	0,884
Rataan	0,211	0,201	0,207	0,214	0,221

Keterangan : P₀ = 70 % Tepung Daun Indigofera + 30 % Molases

P₁ = 80 % Tepung Daun Indigofera + 20 % Tepung Umbi Garut

P₂ = 70 % Tepung Daun Indigofera + 30 % Tepung Umbi Garut

P₃ = 60 % Tepung Daun Indigofera + 40 % Tepung Umbi Garut

P₄ = 50 % Tepung Daun Indigofera + 50 % Tepung Umbi Garut

Berdasarkan data di atas, terlihat bahwa setiap perlakuan menghasilkan nilai densitas yang bervariasi. Nilai densitas terendah tercatat pada perlakuan P₁ (0,201 g/cm³), diikuti oleh P₂ (0,207 g/cm³), P₀ (0,211 g/cm³), dan P₃ (0,214 g/cm³). Sementara itu, perlakuan P₄ memberikan nilai densitas tertinggi yaitu 0,221 g/cm³. Berdasarkan hasil sidik ragam diperoleh bahwa perbedaan dalam penggunaan dosis bahan pengikat dari tepung umbi garut (*Maranta arundinacea*) tidak menimbulkan pengaruh secara nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai densitas pelet

Indigofera. Artinya, meskipun terdapat perbedaan nilai secara numerik, secara statistik perbedaan tersebut tidak signifikan. Dalam penelitian ini, hasil rerata densitas pelet dengan pemberian tepung umbi garut hingga dosis 50% tidak memperlihatkan perbedaan berarti dibandingkan dengan kontrol yang menggunakan molases 30%. Ini menandakan bahwa penggunaan tepung umbi garut sebagai bahan pengikat dapat memberikan hasil yang setara dalam hal densitas dengan molases.

Menurut Sewangi *et al.* (2023), sejumlah faktor dapat memengaruhi densitas pelet, di antaranya adalah tingkat pencampuran bahan yang merata, tingkat kepadatan dalam proses pengepresan, ukuran partikel bahan, serta tingkat kehalusan bahan penyusun. Densitas pelet sangat penting karena dapat memengaruhi efisiensi ruang penyimpanan, ketahanan terhadap guncangan selama distribusi, dan kemudahan dalam penanganan. Pelet dengan densitas tinggi umumnya lebih tahan pecah, mudah ditangani, dan efisien dalam transportasi (Sewangi *et al.*, 2023).

3.2. Kerapatan Tumpukan Pelet

Pengukuran kerapatan tumpukan menjadi salah satu parameter krusial dalam penilaian fisik pelet karena berpengaruh terhadap kecepatan pengisian dalam sistem penakar otomatis serta kapasitas penyimpanan. Rerata nilai kerapatan tumpukan dari hasil pengamatan untuk tiap-tiap perlakuan dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Kerapatan Tumpukan Pelet

Ulangan	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
	 g/cm ³				
1	0,45	0,42	0,45	0,48	0,44
2	0,45	0,41	0,45	0,47	0,52
3	0,45	0,43	0,43	0,47	0,50
4	0,44	0,42	0,43	0,45	0,45
Total	1,80	1,69	1,76	1,86	1,91
Rataan	0,45	0,42	0,44	0,47	0,48

Keterangan : P₀ = 70 % Tepung Daun Indigofera + 30 % Molases

P₁ = 80 % Tepung Daun Indigofera + 20 % Tepung Umbi Garut

P₂ = 70 % Tepung Daun Indigofera + 30 % Tepung Umbi Garut

P₃ = 60 % Tepung Daun Indigofera + 40 % Tepung Umbi Garut

P₄ = 50 % Tepung Daun Indigofera + 50 % Tepung Umbi Garut

Merujuk data pada Tabel 2, terlihat bahwa perlakuan dengan dosis pengikat tepung umbi garut menghasilkan nilai yang bervariasi. Nilai kerapatan tumpukan paling rendah dicatat pada P₁ (0,42 g/cm³), sementara yang tertinggi pada P₄ (0,48 g/cm³). Urutan nilai dari terendah ke tertinggi adalah P₁, P₂, P₀, P₃, dan P₄. Pengujian statistik memperoleh hasil bahwa variasi dosis tepung umbi garut menghasilkan pengaruh yang signifikan terhadap kerapatan tumpukan pelet Indigofera ($P < 0,05$). Oleh karena itu, dilanjutkan Uji Jarak Berganda Duncan untuk mempelajari perbedaan lebih lanjut diantara perlakuan, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Duncan untuk Nilai Rataan Kerapatan Tumpukan Pelet

Perlakuan	Rata-Rata	Signifikasi
	g/cm ³	5%
P ₁	0,42	a
P ₂	0,44	ab
P ₀	0,45	abc
P ₃	0,47	bc
P ₄	0,48	c

Keterangan : Nilai rata-rata yang diberi notasi huruf berbeda pada tiap-tiap kolomnya menandakan perbedaan signifikan pada taraf 5% dari Uji Jarak Berganda Duncan.

Hasil uji menunjukkan bahwa perlakuan P₁ memiliki perbedaan signifikan lebih kecil dari P₃ maupun P₄, tetapi tidak signifikan perbedaannya dari P₂ dan P₀. Hal yang sama berlaku pada perlakuan lainnya, menunjukkan bahwa peningkatan kadar tepung umbi garut cenderung meningkatkan kerapatan tumpukan, meskipun perbedaannya tidak selalu signifikan antar semua kombinasi perlakuan. Pengaruh positif ini diperkirakan karena tepung umbi garut mengandung pati dalam jumlah tinggi, yang berperan sebagai agen perekat sehingga memperkuat ikatan antar partikel dalam pelet dan menghasilkan struktur yang lebih padat. Hasil ini didukung oleh pernyataan Fajri *et al.* (2023), bahwa kadar bahan pengikat yang semakin meningkat, berkontribusi terhadap makin banyaknya kandungan pati yang membantu mengisi ruang antar partikel sehingga pelet menjadi lebih solid.

Penggunaan tepung daun Indigofera yang tinggi serat cenderung menyebabkan tekstur yang amba (*bulky*), sehingga dapat mengurangi kerapatan fisik. Toharmat *et al.* (2006) mengungkapkan untuk bahan-bahan yang memiliki serat kasar tinggi cenderung memiliki nilai kerapatan yang rendah karena struktur bahan menjadi lebih longgar. Selain itu, kerapatan tumpukan yang tinggi berkaitan erat dengan kemampuan alir (*flowability*) pelet. Menurut Khairunnas (2019), dengan bertambah tingginya angka kerapatan tumpukan, akan menghasilkan aliran pakan akan lebih cepat, yang pada akhirnya akan mempermudah dalam pengemasan dan distribusi.

3.3. Kerapatan Pemadatan Tumpukan Pelet

Parameter kerapatan pemadatan tumpukan merupakan indikator penting dalam menentukan volume efektif penyimpanan pakan dan ketepatan pengisian ruang penyimpanan atau silo. Rerata nilai kerapatan pemadatan tumpukan untuk tiap-tiap perlakuan terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5 memperlihatkan bahwa peningkatan dosis bahan pengikat tepung umbi garut menghasilkan nilai kerapatan pemadatan tumpukan yang cenderung meningkat. Nilai terendah terdapat pada perlakuan P₁ (0,45 g/cm³), sementara yang paling tinggi dimiliki oleh perlakuan P₄ (0,50 g/cm³). Secara berturut-turut dari yang terendah sampai ke nilai yang tertinggi adalah P₁, P₂, P₀, P₃, dan P₄.

Tabel 5. Rataan Nilai Kerapatan Pemadatan Tumpukan Pelet

Ulangan	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
	 g/cm ³				
1	0,46	0,46	0,46	0,53	0,50
2	0,47	0,45	0,45	0,48	0,49
3	0,46	0,45	0,47	0,48	0,52
4	0,51	0,43	0,49	0,46	0,51
Total	1,90	1,80	1,88	1,95	2,02
Rataan	0,48	0,45	0,47	0,49	0,50

Keterangan : P₀ = 70 % Tepung Daun Indigofera + 30 % Molases

P₁ = 80 % Tepung Daun Indigofera + 20 % Tepung Umbi Garut

P₂ = 70 % Tepung Daun Indigofera + 30 % Tepung Umbi Garut

P₃ = 60 % Tepung Daun Indigofera + 40 % Tepung Umbi Garut

P₄ = 50 % Tepung Daun Indigofera + 50 % Tepung Umbi Garut

Sidik ragam memperlihatkan hasil bahwa terdapat pengaruh signifikan dari perlakuan yang dicobakan terhadap parameter ini ($P < 0,05$). Oleh karena itu, selanjutnya dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan agar dapat melihat perbedaan antar perlakuan secara lebih spesifik, hasilnya sebagaimana terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Duncan terhadap untuk Rataan Nilai Kerapatan Pemadatan Tumpukan Pelet

Perlakuan	Rata-Rata	Signifikasi
	g/cm ³	
P ₁	0,45	a
P ₂	0,47	ab
P ₀	0,48	abc
P ₃	0,49	bc
P ₄	0,50	c

Keterangan : Rataan nilai yang ditandai dengan notasi yang berbeda pada tiap-tiap kolomnya menandakan berbeda signifikan pada taraf 5% berdasarkan Uji Duncan.

Hasil uji menunjukkan bahwa perlakuan P₁ hasilnya nyata berbeda lebih kecil dari P₃ maupun P₄, namun menunjukkan tidak ada perbedaan nyata baik dengan P₀ maupun P₂. Artinya hal ini menandakan bahwa meskipun secara umum peningkatan kadar tepung umbi garut meningkatkan kerapatan pemadatan, tetapi tidak semua perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik. Menurut Jaelani *et al.* (2016), nilai angka kerapatan pemadatan cenderung lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan kerapatan tumpukan biasa, disebabkan adanya kejadian getaran atau pengompakan saat pengujian yang menyebabkan volume material menjadi lebih rapat. Perbedaan ini penting dalam praktik penyimpanan pakan karena dapat mempengaruhi kapasitas pengisian gudang atau wadah.

Lebih lanjut, komposisi bahan penyusun sangat memengaruhi sifat fisik, termasuk kerapatan. Seperti dijelaskan oleh Khalil (1999a), kadar serat yang tinggi dalam bahan seperti daun Indigofera akan cenderung menurunkan nilai kerapatan, baik tumpukan biasa maupun setelah pemadatan. Hal ini disebabkan oleh struktur serat yang bersifat longgar dan tidak mudah menyatu saat proses pengepresan. Oleh karena itu, penggunaan tepung umbi garut yang kaya akan pati dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kekompakan, karena sifat perekatnya membantu mengisi celah antar partikel, sehingga meningkatkan kerapatan pemadatan pelet secara keseluruhan.

3.4. Berat Jenis Pelet

Berat jenis merupakan parameter penting pada proses perancangan dan pemilihan kemasan, karena berkaitan langsung dengan volume bahan dalam satuan berat serta efisiensi pengemasan secara otomatis. Rerata nilai berat jenis pelet untuk setiap perlakuan disajikan dalam Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Rataan Nilai Berat Jenis Pelet

Ulangan	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
	 g/cm ³				
1	1,03	1,03	1,03	1,11	1,11
2	1,03	1,00	1,07	1,11	1,11
3	1,11	1,03	1,03	1,03	1,11
4	1,03	1,07	1,11	1,07	1,07
Total	4,21	4,14	4,25	4,33	4,40
Rataan	1,05	1,04	1,06	1,08	1,1

Keterangan : P₀ = 70 % Tepung Daun Indigofera + 30 % Molases

P₁ = 80 % Tepung Daun Indigofera + 20 % Tepung Umbi Garut

P₂ = 70 % Tepung Daun Indigofera + 30 % Tepung Umbi Garut

P₃ = 60 % Tepung Daun Indigofera + 40 % Tepung Umbi Garut

P₄ = 50 % Tepung Daun Indigofera + 50 % Tepung Umbi Garut

Dari hasil pengamatan, diketahui bahwa nilai berat jenis terendah diperoleh pada perlakuan P₁ (1,04 g/cm³), sementara nilai tertinggi ditemukan pada perlakuan P₄ (1,10 g/cm³). Secara berturut-turut, nilai rata-rata berat jenis mulai yang terendah sampai tertinggi yaitu P₁, P₀, P₂, P₃, dan P₄. Namun, hasil analisis ragam, menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan ($P > 0,05$) antar perlakuan. Ini menunjukkan bahwa variasi dosis tepung umbi garut sebagai bahan pengikat tidak memberikan efek pada berat jenis pelet Indigofera.

Walaupun secara numerik terdapat kenaikan nilai berat jenis seiring dengan meningkatnya dosis tepung umbi garut, perubahannya secara statistik tidak cukup signifikan. Ini artinya menandakan tepung umbi garut dapat dipakai sebagai bahan pengikat alternatif yang mampu

Menurut Suadnyana (1998), berat jenis suatu bahan pakan sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia, distribusi ukuran partikel, serta karakteristik permukaan partikel. Peningkatan berat jenis biasanya disebabkan oleh struktur yang lebih padat, ikatan antar partikel yang lebih kuat, serta berkurangnya ruang kosong di dalam pelet. Dengan demikian, penggunaan tepung umbi garut hingga level 50% tetap dapat mempertahankan berat jenis pelet dalam kisaran yang sesuai untuk

standar penyimpanan dan pengemasan, sebagaimana juga dihasilkan oleh perlakuan kontrol (molases 30%).

3.5. Sudut Tumpukan Pelet

Sudut tumpukan merupakan salah satu indikator penting untuk mengetahui kemampuan bahan pakan mengalir secara alami. Parameter ini sangat berguna dalam merancang sistem pengangkutan, pengisian silo, serta efisiensi proses pengemasan otomatis. Rerata sudut tumpukan dari tiap-tiap perlakuan ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rataan Nilai Sudut Tumpukan Pelet

Ulangan	Perlakuan				
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
	 %				
1	24,23	25,17	24,70	22,29	22,29
2	24,23	23,75	23,27	23,75	22,29
3	21,31	23,75	23,27	23,75	21,80
4	21,80	24,23	24,23	22,29	22,29
Total	91,57	96,90	95,47	92,08	88,67
Rataan	22,89	24,23	23,87	23,02	22,17

Keterangan : P₀ = 70 % Tepung Daun Indigofera + 30 % Molases

P₁ = 80 % Tepung Daun Indigofera + 20 % Tepung Umbi Garut

P₂ = 70 % Tepung Daun Indigofera + 30 % Tepung Umbi Garut

P₃ = 60 % Tepung Daun Indigofera + 40 % Tepung Umbi Garut

P₄ = 50 % Tepung Daun Indigofera + 50 % Tepung Umbi Garut

Data tersebut menunjukkan bahwa nilai sudut tumpukan berbeda antar perlakuan. Nilai terendah diperoleh pada perlakuan P₄ (22,17°), sementara nilai tertinggi tercatat pada P₁ (24,23°). Secara berurutan dari sudut tumpukan yang nilainya paling rendah sampai ke yang paling tinggi berturut-turun perlakuan P₄, P₀, P₃, P₂, dan P₁. Analisis ragam memperlihatkan bahwa perlakuan dosis bahan pengikat menghasilkan pengaruh nyata ($P < 0,05$) pada parameter sudut tumpukan pelet. Selanjutnya pengujian berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan untuk menguji perbedaan diantara perlakuan yang signifikan, seperti tercantum di Tabel 9.

Tabel 9. Uji Jarak Berganda Duncan untuk Rataan Sudut Tumpukan Pelet

Perlakuan	Rata-Rata	Signifikasi
	°	5%
P ₄	22,17	a
P ₀	22,89	ab
P ₃	23,02	ab
P ₂	23,87	b
P ₁	24,23	b

Keterangan : Nilai rata-rata yang ditandai dengan notasi berbeda pada tiap kolomnya menandakan perbedaan signifikan pada taraf 5% berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan

Berdasarkan pengujian tersebut, terdapat perbedaan signifikan P₄ lebih kecil dari P₁ maupun P₂, namun tidak ada perbedaan signifikan dari P₀ dan P₃. Ini mengindikasikan bahwa dosis

50% tepung umbi garut mampu menghasilkan pelet dengan sudut tumpukan paling rendah, yang berarti memiliki daya alir yang paling baik.

Nilai yang semakin kecil dari sudut tumpukan suatu bahan, mengindikasikan bahwa semakin mudah partikel bergerak sehingga semakin tinggi kemampuan alirnya (Yatno, 2011). Oleh karena itu, perlakuan P4 dianggap paling efektif dalam meningkatkan *flowability* dari pelet yang dihasilkan.

Menurut Gautama (1998), bahan pengikat yang mengandung pati berperan dalam memperbaiki struktur fisik pelet dengan mengisi ruang-ruang kosong antar partikel, sehingga menyebabkan pelet lebih padat dan stabil. Sedangkan menurut Khalil (1999b), sudut tumpukan besar nilainya dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ukuran dan bentuk partikel, kadar air, serta berat jenis dan kerapatan bahan.

Secara umum, sudut tumpukan yang berada dalam kisaran 20°–30° tergolong dalam kategori sangat mudah mengalir (Fasina dan Sokhansanj, 1993). Nilai sudut tumpukan dari total perlakuan pada penelitian ini masih kisaran dalam rentang tersebut, yang menunjukkan bahwa seluruh formulasi pelet layak digunakan dari segi karakteristik aliran. Formulasi dengan bahan pengikat tepung umbi garut 50% memberikan performa terbaik dalam hal ini.

4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian dapat dijelaskan bahwa variasi dosis penambahan tepung umbi garut untuk bahan pengikat memperlihatkan pengaruh yang signifikan terhadap beberapa karakteristik fisik pelet Indigofera, khususnya pada parameter kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, serta sudut tumpukan. Di pihak lain, terhadap nilai densitas dan berat jenis, variasi dosis pengikat tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik.

Dosis bahan pengikat tepung umbi garut sebesar 40% terbukti memberikan hasil paling optimal, dengan meningkatkan kepadatan struktur pelet dan efisiensi daya alirnya. Oleh karena itu, proporsi ini direkomendasikan sebagai formulasi efektif untuk menghasilkan pelet daun Indigofera dengan karakter fisik yang unggul, stabil, dan mendukung efisiensi penanganan serta penyimpanan dalam sistem produksi pakan.

5. Daftar Pustaka

- Abdullah, L.(2010). Herbage Production and Quality of Shrub Indigofera Treated by Different Concentration Of Foliar Fertilizer. *Media Peternakan*, 33(3), 169-175.
- Akbar, M ., R. Islamiyati., J. Mustabi., dan Indrawirawan. (2007). Kandungan Tanin, VFA dan Amonia pada Sistem Rumen In Vitro Daun Maja (*Aegle Marmelos*) dan Daun Gamal (*Gliricidia Sepium*). *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*, 17 (1), 28-40
- Fajri, F., F. Maulana., B.P. Febrina dan M.Riswandi. (2023). Pengaruh Dosis Perekat Terhadap Kandungan Nutrient Ransum Ayam Petelur Berbentuk Pelet. *Jurnal Agribos*. 21(2): 207 - 214.
- Faridah, D., E. Prangdimurti, dan D. Adawiyah. (2008). Pangan Fungsional Dari Umbi Suweg (*Amorphophallus campanulatus* Bl.) dan Umbi Garut (*Marantha arundinaceae* L.): Kajian Daya Hipokolesterolemik dan Indeks Glisemiknya. *Laporan Penelitian Hibah*

Bersaing, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat: Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Fasina, O.D dan S. Sokhansanj. (1993). Effect of moisture on bulk handling properties of alfalfa pellets. *Journal Canada Agricultur Engeener*, 35 (4), 269-272.
- Gaspersz, D. I. (1991). *Metode Perancangan Percobaan*. Bandung: Armico.
- Gauthama, P. (1998). Sifat Fisik Pangan Lokal Sumber Energi, Sumber Mineral Serta Hijauan pada Kadar Air dan Ukuran Partikel Yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Herdiawan. I., L. Abdullah., dan D. Sopandi . (2014). Status Nutrisi Hijauan *Indigofera zollingeriana* pada Berbagai Taraf Perlakuan Stres Kekeringan dan Interval Pemangkasan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 19(2), 91-103.
- Jaelani A., D. Siti dan Wacahyono. (2016). Pengaruh Tumpukan dan Lama Masa Simpan Pakan Pelet terhadap Kualitas Fisik. *Ziraa 'ah*, 41(2), 261-268.
- Khairunnas. (2019). Uji Kualitas Fisik Pelet Konsentrat Sapi Berbahan Dasar Tepung Ampas Kelapa Dan Bahan Perekat Yang Berbeda. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pekanbaru.
- Khalil. 1999a. Pengaruh Kandungan Air Dan Ukuran Partikel terhadap Sifat Fisik Pakan Lokal, Kerapatan Tumpukan Pemadatan Tumpukan, dan Berat Jenis. *Media Peternakan*, 22(1), 1-11.
- Khalil. (1999b). Pengaruh Kandungan Air dan Ukuran Partikel Terhadap Sifat Fisik Pakan Lokal : Sudut Tumpukan, Daya Ambang dan Faktor Hidroskopis. *Media Peternakan*, 22 (1), 33-42.
- Luciana, D.Y. (2012). Uji Kualitas Sifat Fisik dan Daya Simpan Pellet yang Mengandung Klobot Jagung dan Limbah Tanaman Ubi Jalar sebagai Substitusi Daun Rumput Gajah. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nilasari. (2012). Pengaruh Penggunaan Tepung Ubi Jalar, Garut dan Onggok Terhadap Sifat Fisik dan Lama Penyimpanan Ayam Broiler Bentuk Pellet. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nurhayati, T. dan M. Puspitasari. 2017. Pengaruh Cara Pengolahan Pati Garut (*Maranta Arundinacea*) Sebagai Binder dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Fisik Pellet Ayam Broiler. *Jurnal Ilmu Peternakan (JANHUS)*, 2(1), 32-40.
- Sari, Y. I., S. Limin dan Suparmono. (2016). Kajian Pengaruh Penambahan Tepung Tapioka Sebagai Binder dalam Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Gift (*Oreochromis sp.*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 5(1), 538-546.
- Sewangi, D.V., L. Malesi dan W. Kurniawan. (2023). Uji Fisiko Pelet Dedak Apdi denga Menggunakan Jenis Perekat yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu (Oleo)*, 5(2), 150- 156 .

- Suadnyana, I. W. (1998). Pengaruh kandungan air dan ukuran partikel terhadap perubahan sifat fisik pakan lokal sumber protein. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Toharmat, T. (2006). Sifat Fisik Pakan Kaya Serat dan Pengaruhnya terhadap Konsumsi dan Kecernaan Nutrien Ransum Pada Kambing. *Media Peternakan*, 29, 146-154.
- Yatno. (2011). Fraksinasi dan Sifat Fisiko Kimia Bungkil Inti Sawit. *Agrinak*, 1(1),11-16