

SIFAT FISIK DAN UJI KAPUR CAMPURAN DEDAK PADI DENGAN TEPUNG BATU KAPUR

SULAIMAN, M. I. N., I. HERNAMAN, A. BUDIMAN, DAN U. ROSANI

Departemen Nutrisi Ternak dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran
e-mail: muhammad.ihsan1804@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung batu kapur dengan dedak padi terhadap sifat fisik serta nilai uji kapur. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan diulang sebanyak 5 kali. Tingkat penambahan tepung batu kapur pada perlakuan yang digunakan terdiri atas 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Data penelitian diolah menggunakan Analisis Sidik Ragam dan dilanjutkan dengan uji Dunnett dengan P_0 sebagai perlakuan kontrol, serta uji regresi dan korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung batu kapur berpengaruh secara nyata ($P < 0,05$) terhadap berat jenis partikel, *bulk density*, porositas, dan nilai uji kandungan kapur. Kesimpulan penelitian ini yaitu semakin tinggi penambahan tepung batu kapur, maka nilai berat jenis partikel, *bulk density*, porositas, dan nilai uji kandungan kapur akan semakin meningkat dengan nilai korelasi (r) secara berurutan yaitu 0,8643, 0,9873, 0,7395, dan 0,9837, yang menunjukkan bahwa korelasinya kuat.

Kata kunci: dedak padi, tepung batu kapur, sifat fisik, uji kapur

PHYSICAL PROPERTIES AND LIMESTONE TEST OF RICE BRAN MIXTURE WITH LIMESTONE FLOUR

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the addition of limestone flour with rice bran on the physical properties and Limestone Test. This study used a Complete Random Design (CRD) with 6 treatments and was repeated 5 times. The levels of limestone flour addition in the treatments were of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, and 25%. The research data were processed using Analysis of Variance (ANOVA) and continued with Dunnett's test with P_0 as the control treatment, as well as regression and correlation tests. The results showed that the addition of limestone flour had a significant effect ($P < 0,05$) on particle specific gravity, bulk density, porosity, and limestone test. The conclusion of this study is that the higher the addition of limestone flour, the particle specific gravity value, bulk density, porosity, and limestone test will increase with correlation values (r) of 0,8643, 0,9873, 0,7395, and 0,9837, indicating strong correlations.

Key words: rice bran, limestone flour, physical properties, limestone test

PENDAHULUAN

Dedak padi menurut SNI merupakan hasil samping proses penggilingan gabah yang berasal dari lapisan terluar beras pecah kulit yang terdiri dari perikrap, testa dan aleurone. Hasil penggilingan gabah kering dihasilkan sekitar 10% dedak padi (Hernaman *et al.*, 2023). Dedak padi umumnya digunakan sebagai bahan pakan penyusun ransum ternak. Dedak padi mutu I mengandung maksimal 13,0% air, minimal 12,0% protein kasar, maksimal 12,0% serat kasar, maksimal 5,0% sekam, dan maksimal 11,0% abu (SNI, 2013).

Dedak padi adalah salah satu komoditas bahan pakan yang seringkali dipalsukan dengan cara ditambah bahan lain yang memiliki karakteristik fisik yang serupa, berharga murah, tetapi kandungan nutriennya sangat rendah. Sekam padi sering digunakan sebagai bahan campuran untuk dedak padi. Bila digiling dengan ukuran yang sama dengan dedak padi, maka secara fisik tidak tampak adanya perbedaan (Hernaman *et al.*, 2023). Selain sekam, bahan lain yang biasa digunakan sebagai bahan pemalsuan dedak padi adalah batu kapur (*limestone*).

Batu kapur merupakan batuan sedimen yang seba-

gian besar berupa mineral kalsit (*kalsium carbonate*). Batu kapur dapat berwarna putih, putih kekuningan, abu-abu hingga hitam bergantung pada mineral pengotornya (Sari *et al.*, 2022). Tepung batu kapur harganya relatif murah, ketersediaannya berlimpah, serta setelah dihaluskan batu kapur akan memiliki tekstur yang menyerupai dedak padi, sehingga membuka peluang untuk praktik pemalsuan. Dedak padi yang telah dipalsukan akan mengalami perubahan baik secara fisik maupun kandungan nutriennya.

Pengujian bahan baku pakan bisa dilakukan dengan metode uji fisik (organoleptik), analisis kimia dan pengamatan biologi (Ridla dan Rosalina, 2014). Uji sifat fisik dedak padi yang telah dipalsukan merupakan salah satu pengujian yang dapat dilakukan secara langsung di lapangan dengan waktu yang singkat, prosedur yang mudah, alat yang sederhana, bahkan dapat dilakukan dengan memanfaatkan anggota tubuh dan panca indra. Analisis kimia dan pengamatan biologi menunjukkan keakuratan hasil analisis yang tinggi, namun membutuhkan waktu lama dan biaya tinggi.

Uji kualitas dedak padi secara fisik dapat menggunakan parameter berat jenis, *bulk density*, porositas, dan organoleptik (warna dan aroma). Berat jenis merupakan perbandingan relatif antara massa jenis sebuah zat dengan massa jenis air murni (Kusuma *et al.*, 2017). Berat jenis suatu zat yang dinyatakan banyaknya zat / massa per satuan volume. Semakin tinggi berat jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. *Bulk density* atau kerapatan tumpukan menunjukkan perbandingan antara berat kering bahan dengan volume bahan termasuk volume pori-pori bahan. *Bulk density* merupakan perbandingan antara berat bahan dengan volume ruang yang ditempati, dengan satuan g/mL. Nilai *bulk density* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya pengolahan bahan, bahan organik, pemadatan, tekstur, struktur, dan kandungan air (Atmanto, 2017). Porositas merupakan ukuran dari ruang kosong diantara material atau bahan yang merupakan fraksi dari volume ruang kosong terhadap total volume yang bernilai antara 0 dan 1 atau sebagai persentase antara 0 - 100% (Ganat, 2020).

Uji kapur merupakan uji kimiawi yang dilakukan untuk mengetahui kadar dari CaCO_3 pada dedak padi yang sudah dicampurkan dengan tepung batu kapur. Salah satu metode untuk menentukan kadar CaCO_3 adalah analisis gravimetri. Metode gravimetri adalah metode yang menggunakan analisis secara kuantitatif untuk menentukan jumlah zat berdasarkan pada penimbangan dari hasil reaksi setelah bahan / analit yang diisolasi atau dimurnikan dan diperlakukan terhadap pereaksi tertentu (Amir *et al.*, 2022). Metode ini digunakan untuk mengetahui senyawa dan kandungan-kandungan tertentu pada suatu senyawa murni yang diketahui

berdasarkan pada perubahan berat sampelnya. Dedak padi yang telah dicampurkan dengan tepung batu dapat diketahui perbedaannya melalui uji sifat fisik serta uji kimiawi. Uji fisik yang dilakukan terdiri atas berat jenis partikel, bulk density, dan porositas, sedangkan uji kimiawi dilakukan menggunakan uji kapur dengan metode analisis gravimetri.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisik serta nilai dari uji kapur pada dedak padi yang sudah dicampurkan dengan tepung batu kapur.

MATERI DAN METODE

Bahan Penelitian

Penelitian menggunakan bahan-bahan yaitu: dedak padi diperoleh dari pabrik penggilingan beras PT Sugih Mukti di Jalan Parakanmuncang, Kabupaten Sumedang, Tepung batu kapur yang berasal dari Padalarang, Aquadest, serta HCl 2N untuk melakukan uji kandungan kapur.

Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan adalah timbangan analitik, piknometer, oven pengering, kompor, *disk mill*, botol semprot, pipet, *beker glass*, mistar, dan seperangkat alat uji *bulk density* yang terdiri atas corong, penyangga corong, dan volumeter sebagai wadah.

Preparasi Tepung Batu Kapur

Batu kapur yang masih berbentuk batuan atau kerikil digiling menggunakan disk mill sampai bentuknya halus seperti tepung. Tepung batu kapur dikondisikan pada kondisi kering oven dengan cara dimasukkan ke dalam oven pengering pada suhu 60°C selama 48 jam.

Preparasi Dedak Padi

Dedak padi dikondisikan pada kondisi kering oven dengan cara dimasukkan ke dalam oven pengering pada suhu 60°C selama 48 jam.

Pembuatan Campuran Dedak Padi dan Tepung Batu Kapur

Dedak padi dan tepung batu kapur yang sudah dikondisikan kering oven dicampur dengan cara dimasukkan ke dalam toples, kemudian tolpes dikocok secara manual selama 1 menit sampai homogen. Masing-masing campuran dibuat sebanyak 100 g. Perlakuan yang digunakan, yaitu: P_0 = Dedak padi 100%, P_1 = Dedak padi 95 % + tepung batu kapur 5%, P_2 = Dedak padi 90% + tepung batu kapur 10%, P_3 = Dedak padi 85% + tepung batu kapur 15%, P_4 = Dedak padi 80% + tepung batu kapur 20%, P_5 = Dedak padi 75% + tepung batu kapur 25%. Hasil campuran dedak padi dan tepung batu kapur yang sudah homogen tersebut dapat langsung dila-

kukan pengujian sifat fisik dan uji kapur.

Pengukuran Berat Jenis Partikel (Barbosa-C'anos *et al.*, 2005)

Pengukuran berat jenis partikel dihitung menggunakan alat piknometer dengan tahapan, yaitu: Piknometer dengan volume 25 mL ditimbang untuk mengetahui beratnya, kemudian sampel dimasukkan ke dalam piknometer sebanyak 5 gram, lalu piknometer diisi menggunakan akuades panas (80-100°C) sampai batas tutup labu, kemudian tunggu hingga air mencapai suhu ruang dan tutup piknometer. Selanjutnya tentukan volume sampel dengan cara : $V_{\text{sampel}} \text{ (mL)} = [\text{berat total} - \text{berat piknometer} - \text{berat sampel}]$. Berat jenis partikel dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Berat Jenis Partikel (g/mL)} = \frac{\text{Berat sampel (g)}}{\text{Volume sampel (mL)}}$$

Pengukuran Bulk Density (Rosani *et al.*, 2024)

Pengukuran *bulk density* menggunakan volumeter sebagai wadah dengan tahapan pengukuran yaitu: menimbang volumeter (g) serta mengukur besar volume wadah, kemudian volumeter diisi dengan sampel sampai melebihi batas mulut volumeter, lalu sampel yang berlebih dibuang dengan cara meratakan dengan mistar. Volumeter beserta sampel di dalamnya ditimbang sebagai berat total, kemudian berat sampel dihitung dengan cara mengurangi berat total dengan berat volumeter. *Bulk density* dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Bulk Density (mL)} = \frac{\text{Berat sampel (g)}}{\text{Volume wadah (mL)}}$$

Pengukuran Porositas (Rosani *et al.*, 2024)

Porositas atau ruang pori bahan adalah volume seluruh pori-pori dalam suatu volume bahan utuh, yang dinyatakan dalam persen. Porositas total dapat dihitung dengan menggunakan data *bulk density* dan berat jenis partikel dengan rumus:

$$\text{Porositas (\%)} = \frac{\text{Bulk density}}{\text{Berat jenis partikel}} \times 100$$

Uji Kandungan Kapur (Amir *et al.*, 2022)

Pengujian kandungan kapur dilakukan menggunakan analisis gravimetri. Metode gravimetri adalah suatu metode analisis secara kuantitatif yang berdasarkan pada prinsip penimbangan. Prosedur yang dilakukan untuk menguji kandungan kapur yaitu dengan sampel ditimbang sebanyak 1 gram, kemudian beker glass ukuran 100 mL yang berisi 20 mL HCl 2 N ditimbang beratnya, selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam beker glass. Larutan diaduk hingga terjadinya reaksi be-

rupa buih-buih kecil berwarna putih, kemudian ditimbang kembali setelah terjadi reaksi. Penentuan kadar kandungan kapur (CaCO_3) dilakukan dengan langkah berikut :

1). Penentuan massa CO_2

$$\text{Massa } \text{CO}_2 = (X + S) - Y$$

2). Penentuan mol CO_2

$$\text{mol } \text{CO}_2 = \frac{\text{massa } \text{CO}_2}{\text{Mr } \text{CO}_2}$$

3). Penentuan massa CaCO_3

$$\text{Massa } \text{CaCO}_3 = \text{mol } \text{CO}_2 \times \text{Mr } \text{CaCO}_3$$

4). Penentuan kadar CaCO_3

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{\text{massa } \text{CaCO}_3}{S} \times 100\%$$

Keterangan:

m CaCO_3 = massa CaCO_3 (g)

S = massa sampel (g)

X = massa beker + HCl (g)

Y = massa beker + HCl + sampel setelah reaksi (g)

Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran di Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang.

Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri atas enam perlakuan dan lima ulangan. Data kemudian dianalisis statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan Uji Dunnet untuk mengetahui perlakuan mana yang memberikan pengaruh nyata ketika dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P_0). Selanjutnya data dianalisis regresi dan korelasi untuk mendapatkan persamaan regresi dan nilai korelasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung batu kapur pada campuran dedak padi berpengaruh secara nyata ($P < 0,05$) terhadap berat jenis partikel, bulk density, porositas, dan uji kandungan kapur (Tabel 1.)

Tabel 1. Rataan nilai berat jenis partikel, bulk density, porositas, dan uji kandungan kapur penambahan tepung batu kapur dalam campuran dedak padi

Variabel	Perlakuan					
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
Berat Jenis Partikel (g/mL)	1,564	1,666	1,747*	1,801*	1,885*	1,900*
Bulk Density (g/mL)	0,366	0,391*	0,419*	0,443*	0,481*	0,498*
Porositas (%)	23,39	23,51	24,00	24,65	25,60*	26,33*
Uji Kandungan Kapur (%)	0,91	2,99*	5,57*	9,36*	13,30*	18,13*

Keterangan:

* menunjukkan hasil uji yang berbeda nyata ($P < 0,05$) pada saat dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P₀)

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa berat jenis partikel dedak padi murni sebesar 1,564 g/mL, sedangkan dedak padi yang sudah dicampurkan dengan tepung batu kapur memiliki berat jenis sebesar 1,666 – 1,900 g/mL, sehingga berat jenis partikel dari campuran dedak padi dengan tepung batu kapur meningkat seiring banyaknya penambahan tepung batu kapur. Hal tersebut disebabkan karena tepung batu yang memiliki berat jenis lebih tinggi dari dedak padi akan memengaruhi berat jenisnya. Menurut Lukman *et al.* (2012) berat jenis batu kapur berkisar 2,6 – 2,8 g/mL, dalam keadaan murni dengan bentuk kristal kalsit (CaCO_3), sedangkan berat volumenya berkisar 1,7 – 2,6 g/mL. Perbedaan nilai berat jenis yang besar antara dedak padi dengan tepung batu kapur mengakibatkan peningkatan berat jenis pada perlakuan. Nilai berat jenis juga dipengaruhi oleh komponen kimia dalam bahan pakan. Hal ini menjelaskan bahwa komponen kimia yang terkandung dalam dedak memengaruhi berat jenis dedak melalui bobot molekulnya. Keberadaan benda asing seperti tepung batu kapur dalam dedak padi sangat memengaruhi berat jenisnya.

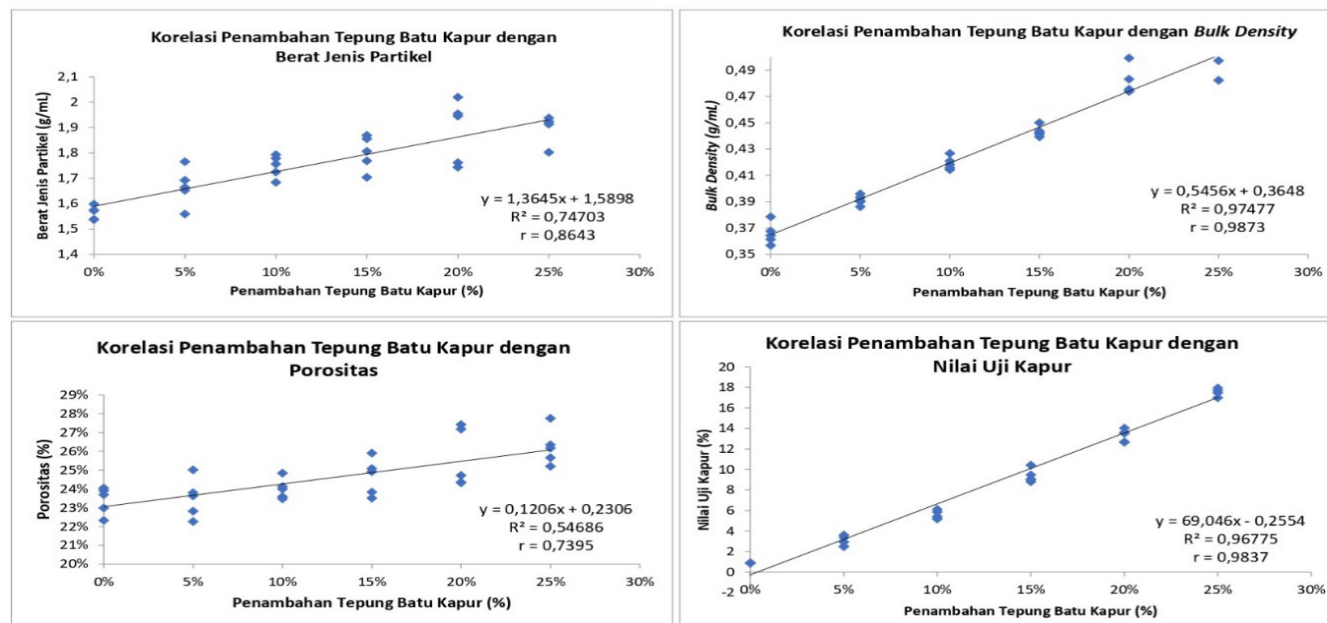
Nilai *bulk density* dedak padi murni sebesar 0,366 g/mL, sedangkan nilai *bulk density* dedak padi yang telah diberi perlakuan berupa penambahan tepung batu kapur sebesar 0,391 – 0,498 g/mL. Tingginya nilai tersebut dikarenakan faktor berat jenis yang memengaruhi nilai *bulk density* (Sari *et al.*, 2023). Berat jenis dedak padi yang sudah dicampurkan dengan tepung batu kapur lebih tinggi dibandingkan dedak padi murni, sehingga nilai *bulk density* juga ikut meningkat. Kandungan nutrisi dalam dedak padi juga memengaruhi berat jenis dedak melalui bobot molekulnya dan selanjutnya berat jenis akan berpengaruh terhadap *bulk density* dan kerapatan pemadatan tumpukan. Tepung batu kapur yang ditambahkan ke dalam campuran dedak padi akan memengaruhi pula ukuran partikel serta kandungan nutrisinya, sehingga nilai *bulk density* yang didapatkan akan semakin tinggi. Patsangan *et al.*, (2014) menyatakan bahwa nilai *bulk density* dedak padi murni yaitu sebesar 0,38 (g/mL), sehingga jika dibandingkan

dengan hasil penelitian dapat diketahui bahwa pemaluan telah dapat terdeteksi pada taraf penambahan tepung batu kapur sebesar 5%.

Nilai porositas menunjukkan rasio volume rongga-rongga pori terhadap volume total seluruh material padat tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai porositas dedak padi murni sebesar 23,39 %, sedangkan dedak padi yang sudah ditambahkan tepung batu kapur memiliki nilai porositas sebesar 23,51 – 26,33 %. Porositas bergantung pada jenis bahan, ukuran bahan, distribusi pori, dan komposisinya. Suatu bahan dikatakan memiliki porositas efektif apabila bagian rongga-rongga di dalamnya saling berhubungan dan biasanya lebih kecil dari rongga-rongga pori (Ridha dan Darminto, 2016). Setiap material atau batuan memiliki nilai porositasnya masing-masing. Sebagian besar batuan memiliki nilai variasi porositas berkisar 1 – 40 %. Batu dolomite memiliki rentang nilai porositas sebesar 10 – 30%, batu kapur yang masih berukuran besar (*massive limestone*) memiliki rentang nilai porositas 5 – 10%, sedangkan kapur (*chalk*) memiliki rentang nilai porositas 5 – 40% (Ganat, 2020). Nilai porositas juga dipengaruhi oleh berat jenis dan *bulk density*, pada penelitian ini bahan yang dicampurkan dengan dedak padi adalah tepung batu kapur yang memiliki nilai *bulk density* serta berat jenis yang tinggi, sehingga semakin tinggi persentase tepung batu kapur yang dicampurkan ke dalam dedak padi akan meningkatkan pula nilai porositasnya.

Uji kapur merupakan suatu pengujian untuk mengetahui kandungan kapur di dalam bahan. Uji kapur yang dilakukan menggunakan prinsip analisis gravimetri untuk menentukan kadar CaCO_3 . Wiryawan *et al.*, (2008) menyatakan bahwa analisis gravimetri merupakan suatu metode analisis kuantitatif berdasarkan bobot unsur atau senyawa yang dimulai dengan sedimentasi, kemudian memisahkan dan pemanasan sedimen dan diakhiri dengan penimbangan. Berdasarkan hasil uji kapur, data yang diperoleh tidak sebanding dengan level penambahan tepung batu kapurnya. Pada P₁ dimana tepung batu yang ditambahkan sebanyak 5 %, namun pada uji kapur hasil yang ditunjukkan hanya sekitar 2%. Hal tersebut terjadi karena sampel yang diuji tidak memiliki kandungan CaCO_3 yang murni, sehingga kadar CaCO_3 yang terdeteksi tidak sesuai. Putranto (2015) menyatakan bahwa rendemen yang tertinggi belum tentu akan menghasilkan kadar kalsium tertinggi, tetapi ditentukan juga oleh faktor-faktor lain seperti rendahnya kandungan lainnya (protein, lemak, dan mineral non kalsium) dalam bahan tersebut.

Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabelnya. Uji regresi dan korelasi dilakukan untuk memperoleh persamaan regresi serta nilai korelasi. Bentuk persamaan regresi yang dihasilkan yaitu



Gambar 1. Grafik korelasi penambahan tepung batu kapur terhadap berat jenis partikel, bulk density, porositas, dan nilai uji kapur.

$Y = a + bx$, dimana Y merupakan nilai yang diprediksi, a merupakan konstanta, dan b merupakan koefisien regresi. Persamaan regresi tersebut digunakan untuk memperkirakan nilai Y yang merupakan variabel terikat, sedangkan nilai atau koefisien korelasi (r) digunakan sebagai penentu apakah terdapat suatu hubungan antara kedua variabel. Uji regresi dan korelasi berat jenis partikel, *bulk density*, porositas, dan nilai uji kapur terhadap campuran dedak padi dengan tepung batu kapur dapat dilihat pada (Gambar 1).

Berdasarkan Gambar 1, diketahui persamaan regresi yang diperoleh untuk berat jenis partikel, *bulk density*, porositas, dan nilai uji kapur secara berurutan, yaitu: $Y = 1,3645x + 1,5898$, $Y = 0,5456x + 0,3648$, $Y = 0,1206x + 0,2306$, dan $Y = 69,046x - 0,2554$. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa setiap kenaikan nilai x sebanyak 1 satuan, maka nilai Y akan mengalami peningkatan sebesar nilai b atau koefisien regresinya. Nilai korelasi (r) yang diperoleh untuk berat jenis partikel, *bulk density*, porositas, dan nilai uji kapur secara berurutan, yaitu : 0,8643, 0,9873, 0,7395, dan 0,9837. Berdasarkan nilai korelasi tersebut dapat dikatakan bahwa penambahan tepung batu kapur dalam campuran dedak padi memiliki korelasi yang kuat terhadap peningkatan berat jenis partikel, *bulk density*, porositas, dan nilai uji kapur. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Jabnabillah dan Margina (2023) yang menyatakan bahwa, pedoman nilai hubungan keeratan atau korelasi sebagai berikut, 0,00 – 0,199 (korelasi sangat lemah), 0,20 – 0,399 (korelasi lemah), 0,40 – 0,599 (korelasi sedang), 0,60 – 0,799 (korelasi kuat), dan 0,80 – 1,000 (korelasi sangat kuat).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung batu kapur dalam campuran dedak padi memiliki pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap berat jenis partikel, *bulk density*, porositas, dan nilai uji kandungan kapur. Penambahan tepung batu kapur juga memiliki korelasi positif yang sangat kuat terhadap peningkatan nilai berat jenis partikel, *bulk density*, dan nilai uji kandungan kapur ($r > 0,8$), sedangkan pada porositas memiliki korelasi yang kuat ($r > 0,7$).

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, A. A., M. Said L., A. Wahyuni, dan Rahmaniah. 2022. Analisis kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) batu gamping di Kelurahan Bontoa Kecamatan Minasate'ne Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*. 9(2): 12–126. <https://doi.org/10.24252/jft.v9i2.23565>
- Atmanto, M. D. 2017. Hubungan *bulk density* dan permeabilitas tanah di wilayah kerja migas blok east jabung. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*. 51(1):23–29. <https://doi.org/10.29017/LPMGB.51.1.12>
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Standar Nasional Indonesia SNI 3178:2013: Dedak padi–Bahan pakan ternak*.
- Barbosa-Cánovas, G. V., E., Ortega-Rivas, P. Juliano, and H. Yan. 2005. *Food Powders: Physical Properties, Processing, and Functionality*. Kluwer Academic/

- Plenum Publishers, New York.
- Ganat, T. A. O. 2020. *Fundamentals of Reservoir Rock Properties*. Springer Nature Switzerland AG. Switzerland.
- Hernaman, I., U. Rosani, B. Ayuningsih, dan Tutyana. 2023. Pengujian cepat penentuan cemaran dedak padi dengan sekam padi melalui smartphone di koperasi peternak garut selatan (KPGS). *Farmers: Journal of Community Services*. 4(2):15–19. <https://doi.org/10.24198/fjcs.v4i2.45937>.
- Jabnabillah, F. dan N. Margina 2023. Analisis korelasi pearson dalam menentukan hubungan antara motivasi belajar dengan kemandirian belajar pada pembelajaran daring. *Jurnal Sintak*. 1(1): 14–18.
- Kusuma, R. I., E. Mina, dan P. R. Hasibuan. 2017. Stabilitas tanah lempung dengan menggunakan pasir laut dan pengaruhnya terhadap nilai CBR (California Bearing Ratio) (studi kasus: jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu – Kab. Pandeglang). *Jurnal Fondasi*. 6(2): 24–33. <http://dx.doi.org/10.36055/jft.v6i2.2473>
- Lukman, M., Yudyanto, dan Hartatiek. 2012. Sintesis biomaterial komposit cao-sio2 berbasis material alam (batuan kapur dan pasir kuarsa) dengan variasi suhu pemanasan dan pengaruhnya terhadap porositas, kekerasan dan mikrostruktur. *Journal Sains*. 2(1).
- Patsanguan, S., N. Hisaranusorn, S. Phongthai, and S. Rawdkuen 2014. Rice bran protein isolates: preparation and their physico-chemical and functional properties. *Food and Applied Bioscience Journal*. 2(3): 169–182. <https://doi.org/10.14456/fabj.2014.15>
- Putranto, H. F., A. N., Asikin, dan I. Kusumaningrum. 2015. Karakterisasi tepung tulang ikan belida (*Chitala sp.*) sebagai sumber kalsium dengan metode hidrolisis protein. *Ziraa'ah*. 40(1): 11–20. [10.31602/zmip.v41i1.315](https://doi.org/10.31602/zmip.v41i1.315).
- Ridha, M., dan Darminto. 2016. Analisis densitas, porositas, dan struktur mikro batu apung lombok dengan variasi lokasi menggunakan metode archimedes dan software image-j. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 12(3): 124–130. <http://dx.doi.org/10.12962/j24604682.v12i3.1403>
- Ridla, M., dan Rosalina, M. 2014. Evaluasi pemalsuan dedak padi dengan penambahan tepung kulit kacang tanah menggunakan uji fisik. Prosiding Konferensi dan Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna Tahun 2014; Bandung, 4 – 5 November 2014. 266–276.
- Rosani, U., I. Hernaman, R. Hidayat, dan D. Hidayat. 2024. Karakterisasi dedak padi dan campuran sekam padi berdasarkan sifat fisik dan kimia. *Jurnal Agripet*. 24(1): 14–22. <https://doi.org/10.17969/agripet.v24i1.33257>
- Sari, Y. C., R. Junaedi, dan A. Hasan, 2022. Penggunaan batu kapur sebagai katalis heterogen untuk pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*. 3(4): 363–371. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.204>
- Sari, Y. C., Montesqrit, Y. Marlida, dan S. Nanda. 2023. Analisis sifat fisik dedak padi sebagai pakan ternak dari beberapa varietas padi lokal di Kabupaten Agam Sumatera Barat. *Jurnal Triton*. 14(1):180–187. <https://doi.org/10.47687/jt.v14i1.412>
- Wiryawan, A., R. Retnowati, dan Sabaruddin, A. 2008. *Kimia Analitik*. Departemen Pendidikan Nasional, Indonesia.